

VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2011 - Thèse n° 105

# **ETUDE DE LA MORTALITE BOVINE EN FRANCE METROPOLITAINE**

**PAR UNE TRIPLE APPROCHE : BIBLIOGRAPHIQUE, ANALYSE D'UNE  
BASE DE DONNEES EXISTANTE ET ENQUETE POSTALE**

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 21 décembre 2011  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Boissard Virginie  
Née le 17 juillet 1983  
à Marseille



VetAgro Sup





## ENSEIGNANTS CAMPUS VETERINAIRE DE VETAGRO SUP

NOM	Prénom	Grade	Unité Pédagogique
ALOGNINOIWA	Théodore	Professeur 1ere cl	Pathologie du bétail
ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences hors cl	Gestion des élevages
ARCANGIOLI	Marie-Anne	Maître de conférences cl normale	Pathologie du bétail
ARTOIS	Marc	Professeur 1ere cl	Santé Publique et Vétérinaire
BECKER	Claire	Maître de conférences cl normale	Pathologie du bétail
BELLI	Patrick	Maître de conférences associé	Pathologie morphologique et clinique
BELLUCO	Sara	Maître de conférences cl normale	Pathologie morphologique et clinique
BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences cl normale	Equine
BENOIT	Etienne	Professeur 1ere cl	Biologie fonctionnelle
BERNY	Philippe	Professeur 1ere cl	Biologie fonctionnelle
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Professeur 2eme cl	Biologie fonctionnelle
BOULOCHER	Caroline	Maître de conférences cl normale	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
BOURDOISEAU	Gilles	Professeur 1ere cl	Santé Publique et Vétérinaire
BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences cl normale	Santé Publique et Vétérinaire
BRUYERE	Pierre	Maître de conférences Contractuel	Biotechnologies et pathologie de la reproduction
BUFF	Samuel	Maître de conférences cl normale	Biotechnologies et pathologie de la reproduction
BURONFOSSE	Thierry	Maître de conférences hors cl	Biologie fonctionnelle
CACHON	Thibaut	Maître de conférences Contractuel	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
CADORE	Jean-Luc	Professeur 1ere cl	Pathologie médicale des animaux de compagnie
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Maître de conférences cl normale	Santé Publique et Vétérinaire
CAROZZO	Claude	Maître de conférences cl normale	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
CHABANNE	Luc	Professeur 1ere cl	Pathologie médicale des animaux de compagnie
CHALVET-MONFRAY	Karine	Maître de conférences hors cl	Biologie fonctionnelle
COMMUN	Loic	Maître de conférences cl normale	Gestion des élevages
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur 2eme cl	Biologie fonctionnelle
DEMONT	Pierre	Professeur 2eme cl	Santé Publique et Vétérinaire
DESJARDINS PESSON	Isabelle	Maître de conférences Contractuel	Equine
DJELOUADJI	Zorée	Maître de conférences stagiaire	Santé Publique et Vétérinaire
ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences cl normale	Pathologie médicale des animaux de compagnie
FAU	Didier	Professeur 1ere cl	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
FOURNEL	Corinne	Professeur 1ere cl	Pathologie morphologique et clinique
FRANCK	Michel	Professeur 1ere cl	Gestion des élevages
FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences cl normale	Pathologie du bétail
GANGL	Monika	Maître de conférences Contractuel	Equine
GARNIER	François	Professeur 1ere cl	Biologie fonctionnelle
GENEVOIS	Jean-Pierre	Professeur cl ex	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur 2eme cl	Biologie Fonctionnelle
GONTHIER	Alain	Maître de conférences cl normale	Santé Publique et Vétérinaire
GRAIN	Françoise	Professeur 2eme cl	Gestion des élevages
GRANCHER	Denis	Maître de conférences hors cl	Gestion des élevages
GREZEL	Delphine	Maître de conférences cl normale	Santé Publique et Vétérinaire
GUERIN	Pierre	Professeur 2eme cl	Biotechnologies et pathologie de la reproduction
GUERIN-FAUBLEE	Véronique	Maître de conférences hors cl	Biologie fonctionnelle
HUGONNARD	Marine	Maître de conférences cl normale	Pathologie médicale des animaux de compagnie

NOM	Prénom	Grade	Unité Pédagogique
JUNOT	Stéphane	Maître de conférences cl normale	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
KECK	Gérard	Professeur 1ere cl	Biologie fonctionnelle
KODJO	Angeli	Professeur 2eme cl	Santé Publique et Vétérinaire
LACHERETZ	Antoine	Professeur 1ere cl	Santé Publique et Vétérinaire
LAMBERT	Véronique	Maître de conférences cl normale	Gestion des élevages
LE-GRAND	Dominique	Maître de conférences hors cl	Pathologie du bétail
LEBLOND	Agnes	Professeur 2eme cl	Santé Publique et Vétérinaire
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences cl normale	Biotechnologies et pathologie de la reproduction
LEPAGE	Olivier	Professeur 1ere cl	Equine
LOUZIER	Vanessa	Maître de conférences cl normale	Biologie Fonctionnelle
MARCHAL	Thierry	Maître de conférences hors cl	Pathologie morphologique et clinique
MIALET	Sylvie	Inspecteur de la santé publique vétérinaire (ISPV) faisant fonction de MC	Santé Publique et Vétérinaire
MOUNIER	Luc	Maître de conférences cl normale	Gestion des élevages
PEPIN	Michel	Professeur 1ere cl	Santé Publique et Vétérinaire
PIN	Didier	Maître de conférences cl normale	Pathologie morphologique et clinique
PONCE	Frédérique	Maître de conférences cl normale	Pathologie médicale des animaux de compagnie
PORTIER	Karine	Maître de conférences cl normale	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
PROUILLAC	Caroline	Maître de conférences cl normale	Biologie fonctionnelle
REMY	Denise	Professeur 2eme cl	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
ROGER	Thierry	Professeur 1ere cl	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
SABATIER	Philippe	Professeur 2eme cl	Biologie fonctionnelle
SAWAYA	Serge	Maître de conférences cl normale	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
SERGEANT	Delphine	Maître de conférences cl normale	Santé Publique et Vétérinaire
THIEBAULT	Jean-Jacques	Maître de conférences hors cl	Biologie fonctionnelle
VIGUIER	Eric	Professeur 1ere cl	Anatomie Chirurgie (ACSAI)
VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	Maître de conférences Contractuel	Pathologie morphologique et clinique
ZENNER	Lionel	Professeur 2eme cl	Santé Publique et Vétérinaire

# REMERCIEMENTS

A Monsieur le professeur Jacques Fabry de la faculté de Médecine et de Pharmacie de  
Lyon pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse  
Merci de l'intérêt que vous avez porté à notre travail

Au docteur Marie-Anne Arcangioli  
De VetAgro Sup  
Merci pour votre gentillesse et votre disponibilité

Au docteur Karine Chalvet-Monfray  
De Vetagro Sup  
Pour avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse  
Sincères remerciements

Au docteur Didier Calavas  
De L'Anses Lyon  
Merci de m'avoir donné ma chance !



# REMERCIEMENTS

A mes parents, qui ont tout fait pour que je réussisse mes études.

A ma famille. Petits et grands, j'espère que vous êtes fiers de moi.

Aux amis de l'école véto, Karen, Stéphanie, Claire, Sylvain, Mehdi, Candice, Fofie, et le groupe de clinique « élargi » Sawzan, Charbel, les RHQ, les FBI, et à ma poulotte Gersande.

Aux amis de Lyon, Toulouse, Marseille, vieux et moins vieux :

Julien, Céline, Elo, les Flo, Isa, Mag, Alex, Vincent.

A Hilaire et à Corentin.

Aux amis d'ailleurs :

Charles, Musmus, Karine, Julia, Marie-Louise, Francesca, Kamil...

Au docteur Jean-Baptiste Perrin

Merci de m'avoir si bien encadrée, soutenue (et supportée), merci pour tout ce que tu m'as appris.

Merci pour les échanges débiles par mail et pour avoir laissé le best-of dans la thèse.

Au docteur Emmanuelle Gilot-Fromont

Merci pour votre aide et votre gentillesse

Un grand merci à tous les membres de l'unité Epidémiologie de l'Anses :

Pascal Hendrickx, Emilie Gay, Carole Sala, Eric Morignat, Jean-Luc Vinard, Nathalie Jarrige,

Céline Dupuy, Christelle Philippon, Géraldine Cazeau, Myriam Chazel.

Merci pour votre chaleureux accueil, pour votre aide, et pour les pauses café pendant lesquelles j'aurais appris beaucoup de choses sur ces êtres mystérieux que sont les enfants.

Merci pour tous vos coups de main, vos idées, vos conseils, votre gentillesse et vos gâteaux.

Bien à vous.

Merci également à tous les vétérinaires qui m'ont pris en stage et qui ont contribué d'une façon ou d'une autre, j'aurais finalement appris beaucoup sur le plan humain à vos côtés.





## Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>15</b>
<b>PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA MORTALITE BOVINE .....</b>	<b>17</b>
<b>1 Importance de la mortalité bovine .....</b>	<b>19</b>
<b>2 Les différents indicateurs de la mortalité rencontrés dans la littérature .....</b>	<b>20</b>
2.1 Taux et risque de mortalité .....	20
2.1.1 Définitions .....	20
2.1.2 Hypothèses pour l'estimation du dénominateur .....	20
2.1.3 Usages dans la littérature .....	21
2.2 Autres indicateurs .....	21
2.3 Comparabilité .....	21
<b>3 La mortalité en chiffres dans la littérature .....</b>	<b>22</b>
3.1 La mortalité des veaux .....	22
3.2 La mortalité des bovins adultes .....	23
<b>4 Les facteurs de risque de la mortalité bovine.....</b>	<b>27</b>
4.1 Les facteurs de risque influençant la mortalité des veaux .....	27
4.1.1 Facteurs relatifs à la mère .....	27
4.1.2 Facteurs relatifs au veau .....	30
4.1.3 Facteurs relatifs à l'environnement .....	31
4.2 Les facteurs de risque influençant la mortalité des bovins adultes .....	33
4.2.1 Influence de la production laitière .....	33
4.2.2 Facteurs relatifs à l'environnement .....	34
4.2.3 Facteurs relatifs à la gestion du troupeau .....	35
4.2.4 Facteurs géographiques .....	36
<b>5 Les causes de mortalité.....</b>	<b>36</b>
5.1 Les causes de mortalité néonatales .....	36
5.2 Les causes de mortalité post-natale .....	37
5.3 Les causes de mortalité des bovins adultes .....	37
<b>6 Conclusion sur l'étude bibliographique .....</b>	<b>40</b>
<b>PARTIE II : DESCRIPTION DE LA MORTALITE DES BOVINS ADULTES A PARTIR DES DONNEES ISSUES DE LA « VISITE DE MORTALITE ».....</b>	<b>41</b>
<b>1 Introduction à l'analyse de la base ESB .....</b>	<b>43</b>
<b>2 Matériel et méthode.....</b>	<b>43</b>
2.1 Base de données .....	43
2.2 Population bovine étudiée .....	44
2.2.1 Présentation de la région Bretagne .....	44
2.2.2 Présentation de la région Basse-Normandie .....	45
2.2.3 Présentation de la région Pays de la Loire.....	45

2.3	Outils permettant l'analyse de la base de données	46
2.4	Classification des causes de mort	46
2.4.1	Utilisation du champ « diagnostic »	46
2.4.2	Les catégories de diagnostic « groupées » et « détaillées »	46
2.4.3	Classification : hiérarchisation de cause à effet	47
2.5	Calcul des taux de mortalité	47
<b>3</b>	<b>Résultats et discussion</b>	<b>48</b>
3.1	Caractéristiques de la population bovine morte	48
3.1.1	Type de production	48
3.1.2	Sexe	48
3.1.3	Âge	48
3.2	Principales causes de mort	49
3.3	Focus sur certaines catégories	51
3.3.1	Les vêlages difficiles	51
3.3.2	Les mammites	52
3.3.3	Les accidents	53
3.3.4	Les syndromes entériques	53
3.3.5	Les « autres causes »	54
3.3.6	Les causes inconnues	54
3.4	Tendances saisonnières	55
3.5	Une surveillance du cheptel bovin français par la mortalité	56
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>57</b>
<b>PARTIE III : ETUDE DES CAUSES DE LA MORTALITE BOVINE PAR UNE ENQUETE POSTALE AUPRES D'ELEVEURS</b>		<b>59</b>
<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>61</b>
<b>2</b>	<b>Matériel et méthode</b>	<b>61</b>
2.1	Protocole de l'enquête	61
2.2	Conception des questionnaires	61
2.2.1	Structure générale	61
2.2.2	Question relative aux causes de mortalité	62
2.2.3	Test des questionnaires	62
2.3	Tirage au sort	62
2.3.1	Base de sondage	62
2.3.2	Stratification de l'échantillon	63
2.3.3	Définition des taux de sondage par strate	63
2.4	Communication	63
2.5	Edition et envoi	64
2.6	Retour et saisie	64
2.7	Gestion des réponses aberrantes et des champs libres	65
<b>3</b>	<b>Résultats et discussion</b>	<b>65</b>
3.1	Description de l'échantillon analysé	66

3.1.1	Type de production, âge et sexe .....	66
3.1.2	Département .....	68
3.1.3	Conclusion sur la représentativité .....	68
3.2	Répartition des causes de mort dans les différentes sous-populations .....	69
3.2.1	Veaux de moins de 20 jours .....	69
3.2.2	Veaux de 20 jours à six mois.....	70
3.2.3	Bovins de six mois à deux ans.....	71
3.2.4	Bovins de plus de deux ans .....	72
3.3	Description détaillée de certaines causes de mort .....	72
3.3.1	Les morts accidentelles.....	72
3.3.2	Les morts par entérite .....	74
3.3.3	Les morts dues à des mammites .....	75
3.3.4	Les morts autour du vêlage.....	75
3.4	Evolution de la maladie, gestion de la mort .....	78
3.4.1	Animaux trouvés morts .....	78
3.4.2	Durée d'évolution de la maladie.....	79
3.4.3	Pratique de l'euthanasie.....	82
3.4.4	Rôle du vétérinaire dans la surveillance .....	86
3.4.5	Délai entre la mort et l'appel à l'équarrissage .....	87
<b>4</b>	<b>Bilan de cette analyse préliminaire et perspectives .....</b>	<b>89</b>
	<b>PARTIE IV : DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>91</b>
<b>1</b>	<b>Comparaison de l'analyse de la base ESB et de l'enquête mortalité bovine.....</b>	<b>93</b>
1.1	Comparaison des protocoles .....	93
1.2	Comparaison des matériels et méthodes .....	93
1.2.1	Représentativité des résultats .....	93
1.3	Comparaison des résultats .....	94
1.4	Degré de certitude concernant les causes de mort .....	95
<b>2</b>	<b>Classification des causes de mort .....</b>	<b>96</b>
2.1	Détermination des causes de mort .....	96
2.2	Difficultés rencontrées lors de la classification des diagnostics .....	97
2.3	Méthodes de classification existantes .....	98
2.3.1	Un exemple de classification mono-axiale : la CIM .....	98
2.3.2	Un exemple de classification multi-axiale : SNOMED.....	101
<b>3</b>	<b>Intérêt de l'étude de la mortalité pour la surveillance du cheptel bovin français ...</b>	<b>102</b>
3.1	Principe de la surveillance syndromique .....	102
3.2	La mortalité, un bon indicateur pour un système de surveillance ? .....	103
3.2.1	Intérêt d'un système automatisé .....	103
3.2.2	Sensibilité et précocité du système envisagé .....	103
3.2.3	Intérêt et limites des causes de mort déclarées par les éleveurs .....	104
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>105</b>
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>107</b>

## Tables des illustrations : Figures

Figure 1 : Taux de mortalité des veaux (%) incluant les avortements et les mort-nés dans 125 élevages laitiers norvégiens en 2005 (Gullicksen, 2009) .....	23
Figure 2: Risques de mortalité de trois races laitières au Danemark durant la période 1990-1999 (Thomsen et al., 2004)...	24
Figure 3: Répartition selon l'ordre ascendant des taux de mortalité annuels moyens observés dans les 47 exploitations laitières de l'enquête écopathologique de Bretagne (Faye et Pérochon, 1995) .....	27
Figure 4: Effet de l'interaction entre la parité et le degré d'intervention lors du vêlage (▲ : pas d'intervention), (■ : intervention modérée), (◆ : intervention importante), (● : intervention du vétérinaire) sur les odds ratios de mortalité périnatale (parité une sans assistance comme référence, intervalle de confiance de 95% figuré par des barres verticales) (Mee et al., 2008) .....	28
Figure 5 : Statistiques annuelles sur le taux de mortalité à la naissance de 1982 à 2002 chez les vaches et génisses de race Holstein suédoise ou Pie Rouge de Suède (Swedish Dairy Association) (Berglund, 2003) .....	29
Figure 6: Probabilité de survie pendant la période périnatale en relation avec le poids à la naissance (Bleul, 2011) .....	31
Figure 7: Taux de mortalité des veaux durant la période néonatale, des jours deux à sept (M7), des jours huit à 28 (M28), et des jours 29 à 120 (M120) par saison. *, différent des autres saisons ( $p < 0,0001$ ) ; ◇, différent de l'été et de l'automne ( $p < 0,0001$ ) (Bleul, 2011) .....	32
Figure 8 : Risques prédictifs de mortalité durant les 100 premiers jours de lactation pour différents niveaux de production laitière (a) et de nombre de cellules somatiques (b). Les autres variables sont fixes: race Holstein danoise prédominante, en stabulation libre avec logettes, en élevage conventionnel avec pâturage estival, pour un élevage de 110 vaches-années (Thomsen, 2006b) .....	34
Figure 9 Risques de mortalité prédictifs durant les 100 premiers jours de lactation en fonction de la production laitière (à gauche), et du logement : stabulation entravée, stabulation libre avec logette ou stabulation libre avec aire paillée (Thomsen, 2006) .....	35
Figure 10 : Carte des orientations technico-économiques des communes de Bretagne en 2000 (source : Agreste) .....	44
Figure 11 : Carte des orientations technico-économique des communes de Basse-Normandie en 2000 (source : Agreste) ..	45
Figure 12 : Carte des orientations technico-économiques des communes des Pays de la Loire (source : Agreste) .....	45
Figure 13 : Série du nombre de morts par classe d'âge chez les bovins laitiers et allaitants .....	49
Figure 14 : Répartition des différentes causes de mort chez les bovins allaitants (à gauche) et laitiers (à droite) parmi les 424 morts renseignées .....	50
Figure 15 : Taux de mortalité moyen sur la période d'étude (par 1 000 bovins-années) par cause de mort en fonction du type de production.....	51
Figure 16 : Distribution des causes de morts dues à un vêlage difficile chez les vaches allaitantes (1 832 cas, à gauche) et chez les vaches laitières (3 920 cas, à droite) .....	52
Figure 17 : Distribution des causes de mort par syndrome entéritique chez les bovins allaitants (1 020 cas, à gauche) et chez les laitiers (2 004 cas, à droite) .....	53
Figure 18: Capture d'écran de l'application "Enquête Causes de Mortalité des Bovins" .....	64
Figure 19 : Représentation des taux de réponse par département .....	68
Figure 20 : Délai en jours entre la mort et le vêlage chez les vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite) .....	76
Figure 21: Détail du nombre de vaches mortes dans les 13 jours après le vêlage chez les vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite) .....	77
Figure 22: Répartition des durées de l'évolution du problème selon la cause de mort chez les bovins de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitants (à droite).....	80
Figure 23 : Répartition des durées de l'évolution du problème selon la cause de mort chez les bovins de six mois à deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite).....	81
Figure 24: Répartition des différents type d'évolution selon les causes de mort chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	82
Figure 25 : Illustration de la décision de traitement en médecine factuelle (d'après Sackett DL et al, 1996).....	84
Figure 26 : Répartition du nombre de morts avec ou sans euthanasie (histogrammes groupés et empilés), chez les bovins laitiers et allaitant, selon le jour de la semaine .....	86

Figure 27 : Information du vétérinaire selon la cause de la mort chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) pour les animaux qui n'ont pas été euthanasiés.....	87
Figure 28: Répartition du nombre de morts selon le délai entre la mort de l'animal et l'appel à l'équarrissage (en jours) ....	87
Figure 29: Répartition du nombre de morts constatées (gauche) et du nombre d'appels à l'équarrissage (droite) par jour de la semaine .....	88
Figure 30: Critères de qualité d'un réseau de surveillance (Hendrickx and Dufour, 2005) .....	103

## Tables des illustrations : Tableaux

Tableau 1: Tableau récapitulatif des différentes estimations de la mortalité des bovins adultes dans la littérature .....	25
Tableau 2 : Répartition de la mortalité pour les élevages à faible taux de mortalité (groupe T) et les élevages à fort taux de mortalité (groupe C) (en italique, la fréquence de mortalité brute en %) (Jegou, 2006) .....	37
Tableau 3: Causes principales de morts non assistées ou d'euthanasies des vaches laitières (Thomsen, 2004) .....	38
Tableau 4 : Fréquence (en %) des divers troubles observés dans les groupes "Mort" et "Réforme" (Faye et Pérochon, 1995) .....	38
Tableau 5 : Nombre de morts notifiés pendant la période d'étude et taux de mortalité par cause et type de production ....	50
Tableau 6 : Principales causes de mort regroupées dans la catégorie "autres causes" .....	54
Tableau 7 : Evolution mensuelle des taux de mortalité (pour 1 000 bovins-années) par cause chez les bovins allaitants et laitiers (le mois de janvier 2001 n'a pas été représenté pour cause d'interruption du programme pendant la plus grande partie de ce mois).....	56
Tableau 8: Simulation de taux de sondages sur les données EDI-SPAN 2008-2009 .....	63
Tableau 9 : Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins laitiers .....	67
Tableau 10 : Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins allaitants.....	67
Tableau 11: Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins de type de production inconnu...	67
Tableau 12: Répartition des différentes causes de mort chez les veaux de moins de 20 jours .....	69
Tableau 13: Précision des "autres causes" chez les bovins de moins de 20 jours .....	70
Tableau 14: Répartition des différentes causes de mort chez les veaux laitiers et allaitants de 20 jours à six mois .....	70
Tableau 15: Répartition des différences causes de mort chez les bovins laitiers et allaitants de six mois à deux ans .....	71
Tableau 16: Répartition des différentes causes de mort chez les bovins laitiers et allaitants de plus de deux ans.....	72
Tableau 17 : Répartition des causes détaillées d'entérites chez les bovins de six mois à deux ans laitier et allaitants .....	74
Tableau 18 : Répartition des causes détaillées d'entérites chez les bovins de plus de deux ans laitier et allaitants .....	75
Tableau 19: Répartition des causes détaillées de morts dues à un vêlage difficile chez les vaches laitières et allaitantes de plus de 2ans.....	77
Tableau 20 : Proportion d'animaux trouvés morts par catégorie d'âge.....	78
Tableau 21: Proportion des bovins de plus de six mois euthanasiés selon les causes de mort .....	84
Tableau 22: Comparaison des résultats concernant les causes de mort des bovins de plus de deux ans, dans l'étude de la base ESB et dans l'enquête mortalité bovine .....	94
Tableau 23: Liste des chapitres de la classification internationale des maladies .....	100

## Liste des Annexes

Annexe 1: Poster présenté lors du congrès ICAHS (Lyon 2011) .....	113
Annexe 2 : Article paru dans le Nouveau Praticien Vétérinaire (mai/août 2011) "de quoi meurent les bovins adultes?" ....	114
zAnnexe 3: Fiche d'information et de suivi de la mortalité .....	119
Annexe 4 : Classification des causes de mort, diagnostics groupés et détaillés .....	120
Annexe 5: citation de William Farr .....	122
Annexe 6 : Questionnaire définitif bovin de plus de six mois.....	123
Annexe 7 : Questionnaire définitif bovin de moins de six mois .....	124
Annexe 8 : Questionnaire "enquête mortalité bovine" test version bovin adulte .....	125

Annexe 9 : Questionnaire "enquête mortalité bovine" test version veau et jeune bovin.....	126
Annexe 10 : Lettre d'accompagnement de l'enquête mortalité bovine.....	127
Annexe 11 : Rapport de transfert quotidien EDI-SPAN .....	128
Annexe 12 : Taux de sondage par département .....	129
Annexe 13 : Principales associations des causes de mort des bovins de moins de six mois .....	130
Annexe 14 : Principales associations des causes de mort des bovins de plus de six mois .....	130
Annexe 15 : Détail des « Autres causes » de mort chez les bovins de 20 jours à six mois .....	131
Annexe 16 : Détail des « Autres causes » de mort chez les bovins de six mois à deux ans.....	132
Annexe 17 : Détail des « Autres causes » chez les bovins de plus de deux ans.....	133
Annexe 18: Répartition des différents stades de production chez les bovins morts entre six mois et deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	134
Annexe 19: Répartition des différents stades de production chez les bovins morts à plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	134
Annexe 20: Répartition des différentes causes de mort selon de stade de production chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitant (à droite) .....	134
Annexe 21 : Répartition des différents types de stabulation chez les bovins morts entre six mois et deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	135
Annexe 22 : Répartition des différents types de stabulation chez les bovins morts à plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	135
Annexe 23: Répartition des différentes causes de mort selon le type de stabulation hivernale chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitant (à droite) .....	135
Annexe 24 : Environnement au moment de la mort des veaux de moins de 20 jours laitiers, allaitants et de type de production inconnu (de gauche à droite) au moment de la mort .....	136
Annexe 25 : Environnement au moment de la mort des veaux de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitant (à droite) .....	136
Annexe 26: Environnement au moment de la mort des bovins morts à moins de 20 jours par cause de mort (tous types de production confondus) .....	136
Annexe 27: Répartition des différentes causes de mort des bovins de moins de 20 jours en box individuel (à gauche) et en box collectif (à droite) .....	137
Annexe 28 : Destination des veaux morts à moins de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitants (à droite).....	137
Annexe 29 : Répartition vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite) mortes selon le délai vêlage-mort .....	138
Annexe 30: Proportion de bovins de 20 jours à six mois vu malade selon la cause de la mort chez les bovins laitiers (à gauche) et allaitants (à droite) .....	138
Annexe 31: Proportion de vétérinaires informés selon la cause de mort chez les bovins laitiers et allaitants de moins de six mois.....	139
Annexe 32 : Proportion de vétérinaires informés selon la cause de la mort chez les bovins de plus de six mois laitiers de (à gauche) et allaitants (à droite) .....	139

# INTRODUCTION

## *La mortalité d'un point de vue épidémiologique, mais pourquoi ?*

La mortalité bovine non programmée (c'est à dire hors abattage), est un sujet qui peut être étudié de divers points de vue : médical, éthique, épidémiologique, etc. Notre but n'est pas de faire la revue exhaustive des différents processus morbides pouvant conduire à la mort, mais au contraire d'en avoir un aperçu synthétique d'un point de vue médical, et de nous pencher davantage sur l'épidémiologie de ce phénomène.

Cette démarche est assez originale car la mortalité est rarement un objet d'étude en soi. Les données de mortalité disponibles ont le plus souvent été produites en marge de l'étude de maladies particulières (par exemple, en calculant le taux de mortalité de la fièvre catarrhale ovine). La mortalité « endémique » dans les élevages bovins semble avoir moins attiré l'attention de la communauté scientifique, alors qu'elle pose des questions éthiques, et que ses conséquences économiques sont probablement tout aussi importantes que celles des catastrophes sanitaires que connaît sporadiquement le cheptel bovin. L'originalité de cette étude en est donc le sujet en lui-même. En quoi la mortalité, non associée à un processus morbide défini, peut-elle être intéressante d'un point de vue épidémiologique ? Qu'est ce que son étude peut apporter aux vétérinaires et aux éleveurs ?

Depuis peu, les épidémiologistes envisagent la mortalité en tant qu'indicateur de surveillance, dans le cadre de la « surveillance syndromique ». La surveillance syndromique n'est pas comme son nom semble l'indiquer, la surveillance de syndromes, mais la surveillance d'indicateurs sanitaires non spécifiques, dont la mortalité fait partie. Cette surveillance est basée sur le recueil et l'analyse (si possible automatisés et dans un délai proche du temps réel) de données non spécifiques. Elle se place comme un concept novateur qui permettrait de détecter précocement l'émergence de phénomènes sanitaires de nature variée. Cette approche, séduisante d'un point de vue intellectuel, doit néanmoins être mise à l'épreuve. L'une des principales difficultés est de distinguer les signaux véritablement anormaux du « bruit de fond » qui peut être très variable. Pour ce faire, il est d'abord nécessaire de définir le niveau « normal » de l'indicateur suivi (incidence, distribution spatiale et dans la population, saisonnalité, etc.) et ses principaux facteurs de variation.

C'est l'objet de ce travail. Nous avons tenté de décrire la mortalité « normale » dans les élevages bovins français par une triple approche.

Nous avons d'abord mené une revue de la littérature scientifique et technique concernant la mortalité des bovins adultes et des veaux, qui permet de mettre au point les connaissances actuelles sur le sujet, aussi bien quantitativement (taux de mortalité dans les différentes populations bovines), que qualitativement (causes de mort les plus fréquentes et facteurs de risque associés).

Ensuite nous avons analysé une base de données datant d'une dizaine d'années mais riche d'informations sur les causes de mortalité des bovins adultes dans le Grand Ouest de la France : les déclarations des vétérinaires sanitaires lors des « visites de mortalité » mises en place lors de la crise de l'ESB (encéphalopathie spongiforme bovine).

Enfin nous communiquons les résultats préliminaires d'une enquête postale destinée aux éleveurs, que l'Unité épidémiologie du laboratoire de l'Anses-Lyon est en train de mener. Cette enquête doit permettre d'obtenir des données fiables, actuelles et nationales sur la mortalité bovine. Les résultats de cette enquête participeront à l'établissement d'une « ligne de base » au regard de laquelle des anomalies pourront être identifiées dans le système de surveillance de la mortalité bovine, actuellement à l'étude au sein du laboratoire de l'Anses-Lyon (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail).



# **PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA MORTALITE BOVINE**



# 1 Importance de la mortalité bovine

Plusieurs publications rapportent une augmentation de la mortalité bovine au cours des dernières années (Gundelach, 2009), si bien que ce problème est devenu d'une importance économique majeure dans certains pays : la mort des veaux entraîne par exemple une perte économique annuelle estimée à 125 millions de US\$ aux Etats-Unis et de 15 millions de US\$ en Norvège (Gulliksen, 2009). Au niveau du troupeau, la mortalité bovine retarde le remplacement des vaches les moins productives (Torsein et al., 2011) ce qui augmente considérablement le coût de ce remplacement. De façon générale elle retarde le progrès (génétique, production et taille) du troupeau.

Au delà des aspects économiques et zootechniques, la mortalité bovine a également un impact moral sur l'éleveur (Jegou, 2006) et entraîne du travail supplémentaire. Elle pose aussi le problème du bien-être animal. En effet, une mortalité augmentant dans un cheptel peut signer des conditions de vie et de santé sub-optimales, et certainement des souffrances avant la mort (Thomsen, 2006b).

La mortalité bovine a fait l'objet d'un nombre de publications variable selon l'âge des bovins concernés. La mortalité des veaux étant plus fréquente que celle des adultes, de nombreuses études lui ont été consacrées au cours de ces 25 dernières années. La perte du veau, d'une importance majeure en production allaitante et pour la filière vitellière qui utilise les veaux laitiers mâles (Jegou, 2006a), entraîne de surcroît la perte de la nourriture investie, et plus largement des frais fixes et marginaux. Dans le cas des élevages africains où le veau est sous la mère, elle provoque une baisse, voire un arrêt de la production laitière de la mère car la traite est possible uniquement suite à la tétée (Wymann, 2006). La mort du veau entraîne également une augmentation du risque d'endométrites et de rétention des annexes chez la mère (Gundelach, 2009).

*A contrario*, la mortalité des bovins adultes est un phénomène plus rare et donc moins étudié (Thomsen, 2004). Celle-ci a pourtant des conséquences graves : perte correspondant à la valeur de l'animal (génétique et financière), en particulier chez les vaches hautes productrices, perte de production (veau et lait), coût éventuel des traitements... La longévité des vaches laitières en particulier est importante, car elles ne deviennent rentables qu'à partir de leur quatrième lactation (Esslemont and Kossaibati, 1997).

Les publications sur ce sujet montrent que la mortalité bovine a une importance qui peut être d'ordre économique, zootechnique, sanitaire ou éthique. Nous avons tenté de synthétiser les résultats de ces études afin de proposer tout d'abord des valeurs de mortalité pour différentes races, populations, périodes et régions. Ensuite nous nous sommes intéressés aux facteurs de risque de la mortalité bovine puis aux principales causes de mortalité détaillées dans ces publications.

## 2 Les différents indicateurs de la mortalité rencontrés dans la littérature

Avant de donner quelques chiffres sur la mortalité, nous présentons comment les différents indicateurs de la mortalité sont calculés. En effet, les études, bien que nombreuses, sont difficiles à comparer étant données les différences entre les variables et les techniques utilisées (Torsein et al., 2011).

### 2.1 Taux et risque de mortalité

#### 2.1.1 Définitions

L'indicateur souvent utilisé pour décrire la mortalité est le taux d'incidence de mortalité  $\lambda$  (aussi appelé force de mortalité ou densité d'incidence), simplement dénommé taux de mortalité (Jougla, 1997). Le taux de mortalité est défini comme le nombre d'animaux morts divisé par le nombre d'animaux « à risque de mourir », c'est-à-dire vivants, par unité de temps, pendant la période d'étude considérée (Toma, 1999). C'est donc une vitesse. Il peut être calculé de la manière suivante :

$$\lambda = \frac{m_{[t+\Delta t]}}{BJ_{[t+\Delta t]}}$$

Avec respectivement  $m$  le nombre de morts survenant au cours de la période  $[t+\Delta t]$  dans la population considérée et  $BJ$  le nombre de bovin-jours à risque (c'est-à-dire vivants) correspondant à cette population.

Alors que le taux de mortalité est assimilable à une vitesse (mortalité à un instant donné), le risque de mortalité correspond à la probabilité pour un animal de mourir durant une période donnée  $t$ , par exemple un an. Le risque de mortalité ( $R$ ) peut se déduire du taux de mortalité (considéré constant pendant cette période) par :

$$R = 1 - \exp(-\lambda \times \Delta_t)$$

Contrairement au taux de mortalité qui s'exprime en nombre de morts par nombre d'individus-temps à risque, le risque de mortalité est une probabilité qui s'exprime en pourcent.

#### 2.1.2 Hypothèses pour l'estimation du dénominateur

Si le nombre de morts dans une population est une donnée facilement accessible, il est souvent plus difficile de connaître précisément la composition de la population à risque, c'est-à-dire le nombre d'animaux vivants.

Pour les populations de petite taille, le nombre cumulé de jours de présence des animaux pour une période donnée peut-être estimé facilement et permet le calcul d'une probabilité de survie quotidienne qui ramenée à l'année, donne un taux moyen annuel de mortalité (Faye and Pérochon, 1995). Mais pour des populations plus grandes, pour lesquelles il est difficile de connaître exactement la composition à tout instant, le

dénominateur est souvent estimé en admettant certaines hypothèses. Ainsi pour calculer un taux de mortalité des vaches laitières, des auteurs ont considéré que le recensement en juin de bovins était équivalent au nombre de vaches-années à risque pour l'année courante. De la même manière, le taux de mortalité annuel dans une étude menée en Irlande du nord a été calculé en rapportant le nombre estimé de bovins morts en 1992 sur la population totale recensée par le Ministère en charge de l'Agriculture la même année (Menziès et al., 1995). Le nombre moyen d'animaux au cours d'une période peut également être approché par le nombre d'animaux au début de la période, auquel a été retranché la moitié du nombre total des sorties (censures à droite), et additionné la moitié des entrées (censures à gauche) dans la population (Waldner et al., 2009).

### **2.1.3 Usages dans la littérature**

Dans la littérature scientifique et technique en anglais, « mortality rate » est souvent utilisé indifféremment pour décrire des taux ou des risques de mortalité. En l'absence d'information sur la méthode d'estimation, ce qui est fréquent, il est difficile de savoir comment a été calculé l'indicateur présenté.

Dans certaines études, les auteurs parlent de « mortality rate » alors que le calcul s'y rapportant ne correspond pas à la définition ci-dessus. Par exemple, un auteur calcule un « mortality rate » en divisant le nombre de veaux morts par le nombre de veaux nés pendant la période d'étude (Wymann, 2006). Un auteur utilise en revanche le même calcul pour établir un pourcentage de « survie périnatale », qui correspond à la proportion de veaux vivants dans les 72h (Casas et al., 2011). A l'inverse certains auteurs calculent des taux de mortalité selon la méthode décrite ci-dessus (en rapportant le nombre de morts au nombre d'animaux-années dans la population à cette période) mais les expriment en pourcentage.

## **2.2 Autres indicateurs**

Comme pour une vache le risque de mourir n'est pas constant, mais varie pendant la lactation, certains travaux s'attachent à calculer un risque de mortalité en rapportant le nombre de vaches mourant sur le nombre de vaches ayant vêlé pendant l'année (Thomsen et al., 2004). Certains auteurs donnent ainsi la proportion de lactations se terminant par une mortalité (Miller et al., 2008) ou encore la proportion de vaches mortes par rapport au total de vaches participant à l'étude (Harris, 1989).

D'autres outils sont disponibles pour étudier la mortalité, comme les études de survie (Karuppanan et al., 1997), mais celles-ci sont peu fréquentes.

## **2.3 Comparabilité**

Il est extrêmement difficile de comparer formellement les valeurs des indicateurs proposées dans les différentes publications, d'une part parce que ceux-ci sont estimés de manière différente, mais surtout parce que leur méthode d'estimation est rarement détaillée et qu'elle peut différer même lorsque l'indicateur est appelé de la même manière (la plupart du temps « mortality rate »). Lors de notre revue bibliographique, nous avons tenté de distinguer les taux des risques et proportions de mortalité. En l'absence d'indication sur la méthode d'estimation, nous avons gardé l'intitulé proposé par l'auteur et traduit « mortality rate » par taux de mortalité.

## 3 La mortalité en chiffres dans la littérature

### 3.1 La mortalité des veaux

Nous avons distingué la mortalité périnatale, c'est-à-dire la mortalité à 24 ou 48 heures d'âge selon les études, et la mortalité post-natale, survenant chez les veaux de plus de deux jours, jusqu'au sevrage.

Plusieurs études, menées dans différents pays développés, rapportent une augmentation continue de la fréquence des mort-nés au cours de cette dernière décennie, en particulier dans la race Holstein (Bleul, 2011, Gundelach, 2009, Meyer et al., 2001, Steinbock et al., 2003). Les études récentes rapportent des taux de mortalité de 2 à 10 % dans les élevages laitiers de pays industrialisés (Mee et al., 2008). Traditionnellement, plus de la moitié de ces morts sont directement attribuées aux dystocies.

En Allemagne, un auteur a étudié les risques de mortalité périnatale dans des élevages laitiers en 2004 en suivant le déroulement des vêlages de 463 vaches et génisses. Quarante sept veaux, soit 9,7% des veaux sont mort-nés ou morts dans les 24 heures suivant le part (Gundelach, 2009).

En Irlande (Mc Parland, 2008), une étude menée sur 67 465 veaux de race charolaise, 43 958 Limousines, 8 833 Simmental, 17 026 Hereford, et 18 449 Angus nés entre 2000 et 2006 a décrit un risque de mortalité à la naissance respectivement de 1,89%, 2,14%, 1,72%, 1,49% et 1,16%. Toujours en Irlande, une autre étude a montré un taux annuel de mortalité périnatale de 4,29% en 2002-2005 (Mee et al., 2008).

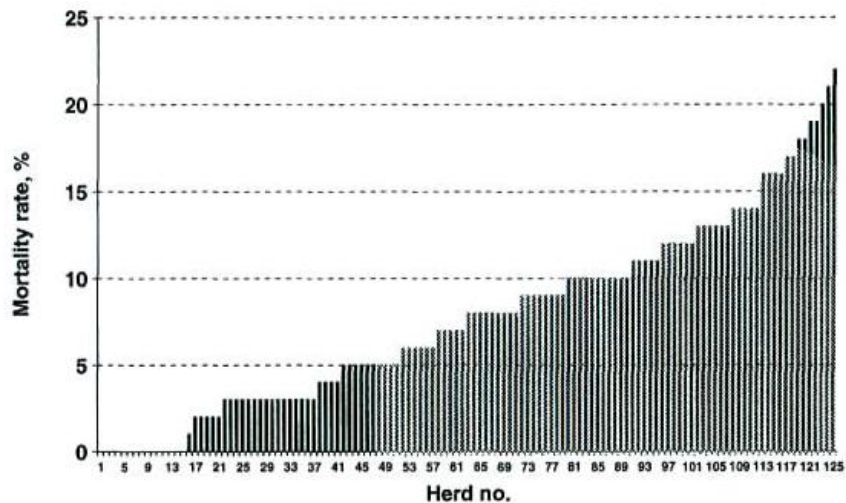
En Angleterre, le risque de mortalité des veaux de moins de six mois en 2002 était de 1,76% à Inverness, 5,83% dans le Cheshire et 4,8% à Norfolk (Ortiz-Peleaz et al., 2008).

En Suède, un auteur a montré lors d'une étude se déroulant de 1980 à 1999 que la proportion de mort-nés était plus importante chez les primipares (5,9% des 69 351 veaux Charolais et 5,6% des 34 393 veaux Hereford), et plus faible chez les vaches ayant vêlé plusieurs fois (1,8% pour les deux races) (Eriksson et al., 2004). La même observation a été faite en Irlande : l'incidence de la mortalité périnatale était plus importante chez les génisses avec 6,3% 5,6% 4,8% et 5,0% respectivement dans les races Charolais, Limousin, Simmental, Hereford et Angus pour tous les bovins ayant vêlé entre 2000 et 2006 (Mc Parland, 2008).

En Suisse, Bleul (2011) a étudié 2 122 184 veaux de la naissance à quatre mois provenant de 43 627 élevages laitiers et allaitants correspondant à des dizaines de race. Les taux ont significativement augmenté entre 2005 et 2007 (1,8% en 2005 ; 2,7% en 2006 ; et 2,8% en 2007). Elle a trouvé un taux de mortalité périnatale de 2,4% en 2005, 2006 et 2007, dont 71,6% veaux étaient morts à la naissance (les autres étant morts avant 24 heures de vie).

En France, une étude concernant la mortalité bovine entre 2003 et 2009 a montré que sur les 55 727 233 naissances, la proportion de veaux morts avant 48h était de 5,2% (Perrin, 2011).

Les taux de mortalité varient grandement selon les pays, mais également entre les différents élevages d'un même pays, comme le montre la Figure 1.



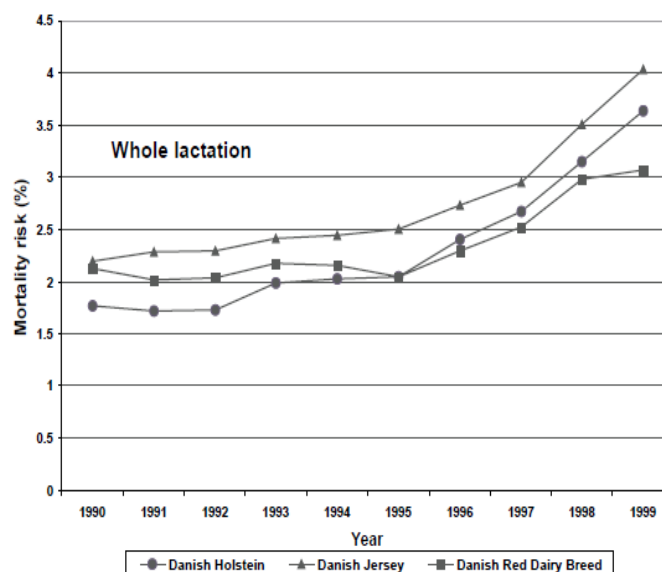
**Figure 1 : Taux de mortalité des veaux (%) incluant les avortements et les mort-nés dans 125 élevages laitiers norvégiens en 2005 (Gullicksen, 2009).**

Les nombreuses études consacrées à la mortalité des veaux montrent une grande variation concernant les valeurs des taux estimés. Bien que celle-ci puisse effectivement varier d'un pays à l'autre ou d'un élevage à l'autre selon l'environnement et la gestion de l'éleveur, il est également possible que ce soit le protocole de l'étude, le choix de l'indicateur de la mortalité ou la population-cible qui soient en partie responsables de telles variations. De façon générale, les taux de mortalité des veaux sont bien supérieurs à ceux des bovins adultes.

### **3.2 La mortalité des bovins adultes**

Les données disponibles sur la mortalité des adultes concernent essentiellement les vaches laitières en production. Certains auteurs ont déjà tenté de synthétiser les chiffres relatifs à la mortalité des bovins adultes pour en faire une méta-analyse (Thomsen, 2006a). Mais les chiffres retrouvés dans la littérature ne sont pas facilement comparables du fait de périodes, de pays, et de protocoles d'étude différents. Cependant de nombreux auteurs s'accordent pour dire que les taux de mortalité ne cessent d'augmenter, et ce, depuis plusieurs décennies (Miller et al., 2008)

Une étude de la base de données nationale danoise déjà ancienne montrait une augmentation du risque annuel de mortalité des bovins adultes (principalement des vaches laitières) de 2% en 1960 à 4,3% en 1980. Thomsen et al. (2004) notait une augmentation du risque de mortalité des vaches laitières au Danemark de 2% en 1990 à 3,5% en 1999 comme le montre la Figure 2 ci dessous.



**Figure 2: Risques de mortalité de trois races laitières au Danemark durant la période 1990-1999 (Thomsen et al., 2004)**

Un autre auteur danois avait également trouvé une augmentation du taux de mortalité approximativement de 2% en 1934-1960 à 3-4% en 1974-1993 (Norgaard et al., 1999). En Nouvelle Zélande, Harris constatait des taux allant de 1,09 à 1,40% selon les groupes d'âge des animaux chez des vaches laitières (Harris, 1989).

En Californie, les taux de mortalité observés variaient entre 1,2 et 4,2% dans neuf élevages de vaches laitières en 1997 (Karuppanan et al., 1997). Un autre auteur notait que 1,2% des 7 763 lactations se terminait par la mort (Milian-Suazo et al., 1989). En Angleterre, deux auteurs trouvaient un taux annuel de mortalité de 1,6% dans les 50 élevages anglais de vaches Holstein et Frisonnes (Esslemont and Kossabati, 1997). En Bretagne (France), une étude a mis en évidence un taux annuel de mortalité de 0,96% dans 47 élevages (Faye and Pérochon, 1995). D'autres auteurs australiens trouvaient quant à eux une mortalité de 4,3% dans huit élevages laitiers (Stevenson and Lean, 1998). Menzies et al. relevaient un taux annuel de mortalité de 1,6% dans un questionnaire concernant 1 069 élevages de vaches laitières en Irlande du Nord (Menzies et al., 1995).

Un auteur a estimé un taux de mortalité de 2% dans 43 élevages californiens laitiers en 1990 (Gardner et al., 1990). En France, une étude de la BDNI menée sur les vaches laitières dans toute la France a estimé un taux annuel de mortalité de 3,7 et 3,8% respectivement en 2005 et 2006 (Raboisson et al., 2011a). Une étude danoise durant l'année 2008 concernant 391 élevages de plus de 100 vaches laitières a estimé un taux annuel de mortalité de 5,6% (Burow et al., 2011).

Ces données sont récapitulées dans le Tableau 1.

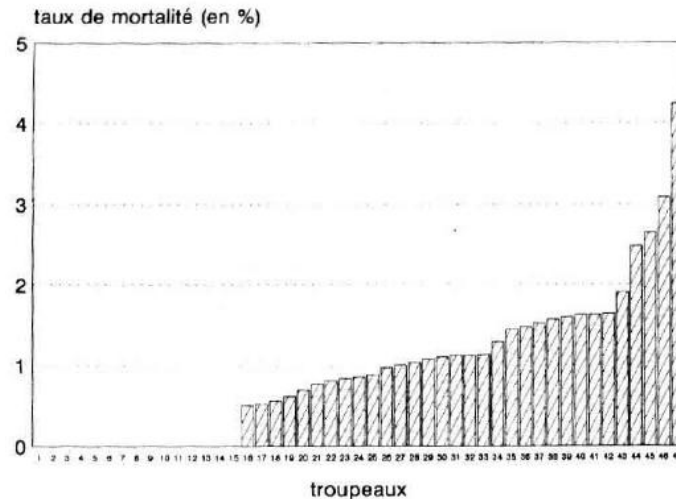


**Tableau 1: Tableau récapitulatif des différentes estimations de la mortalité des bovins adultes dans la littérature**

<b>Etude</b>	<b>Pays</b>	<b>Année (s) d'étude</b>	<b>Population étudiée</b>	<b>Nature et valeur de l'indicateur</b>
<b>Batra et al. 1971</b>	Canada	1967-1968	2 534 élevages inclus	1,56-2,35% de vaches mortes par troupeau sur un an selon la taille de l'élevage
<b>Gartner, 1983</b>	Grande- Bretagne	1973-1976	11 352 lactations dans 18 élevages	Risque de mortalité 1,1 %-1,8%
<b>Agger and Willeberg, 1991</b>	Danemark	1960 à 1980	760 000 vaches laitières en 1990.	Taux de mortalité brut de 2% à 4,3% parmi les vaches qui ont vêlé et 3,5% à 4,2% en 1990
<b>Milian -Suazo et al. 1989</b>	USA	1981-1985	7 763 lactations dans 34 élevages	1,2% des lactations étudiées ont fini par la mort
<b>Harris 1989</b>	Nouvelle Zélande	1985-1986	66 653 vaches dans 384 élevages	1,09-1,40 % des vaches en fonction de l'âge
<b>Gardner et al. 1990</b>	USA	1986-1987	16 039 vaches dans 43 élevages	Taux de mortalité 2%
<b>Faye and Pérochon 1995</b>	France	1986-1990	4 129 vaches dans 47 élevages	Taux de mortalité annuel 0,96%
<b>Karrupanan et al. 1997</b>	USA	1987-1992	19 482 vaches dans neuf élevages	Taux de mortalité annuel 0,8-6,4% en fonction de l'élevage

<b>Esslemont and Kossaibati 1997</b>	Angleterre	1990-1992	26 644 lactations dans 50 élevages	Taux de mortalité annuel 0,016
<b>Menzies et al. 1995</b>	Irlande du Nord	1992	1 309 élevages	Taux de mortalité : 1,51% au total
<b>Norgaard et al. 1999</b>	Danemark	1974-1993	Cheptel national	Taux de mortalité 3-4%
<b>Waldner et al. 2009</b>	Canada	2001	203 troupeaux représentant 32 059 vaches années	1,1 morts par XX vaches-années à risque
<b>Raboisson et al. 2011a</b>	France	2005-2006	5,3 millions de vaches laitières en 2005 et 5,5 millions en 2006, dans toute la France	Taux de mortalité global 3,7% en 2005 et 3,8% en 2006
<b>United States Department of Agriculture, 2007</b>	USA	2006	82,5% du cheptel laitier américain	5,7% des vaches
<b>Burrow, et al. 2011</b>	Danemark	2008	391 élevages tirés au sort parmi les élevages de plus de 100 bovins	Taux annuel de mortalité 5,6%

Thomsen avait déduit de ces publications que leur nombre était faible comparé à l'importance du problème et qu'une méta-analyse était difficile compte tenu du peu de renseignement sur le protocole de ces études (Thomsen, 2006a). Comme c'est le cas chez les jeunes animaux, on note une variabilité dans les taux de mortalité entre les pays, mais également entre les élevages comme le montre la Figure 3.



**Figure 3: Répartition selon l'ordre ascendant des taux de mortalité annuels moyens observés dans les 47 exploitations laitières de l'enquête écopathologique de Bretagne (Faye et Pérochon, 1995)**

Si l'augmentation de la mortalité au cours du temps est constatée par de nombreux auteurs, en revanche, les causes de cette augmentation ne sont pas claires. De nombreux auteurs ont tenté de définir les facteurs de risque de la mortalité bovine afin d'en tirer des mesures permettant de réduire ce dernier.

## 4 Les facteurs de risque de la mortalité bovine

Les facteurs de risque influençant la mortalité ont été longuement étudiés. Le type de production et de logement, la facilité de vêlage, les facteurs génétiques, le nombre de gestations, la gémellité, le parasitisme, les différentes maladies, les saisons, la température sont autant de facteurs que les auteurs ont tenté de relier au risque de mortalité.

### 4.1 Les facteurs de risque influençant la mortalité des veaux

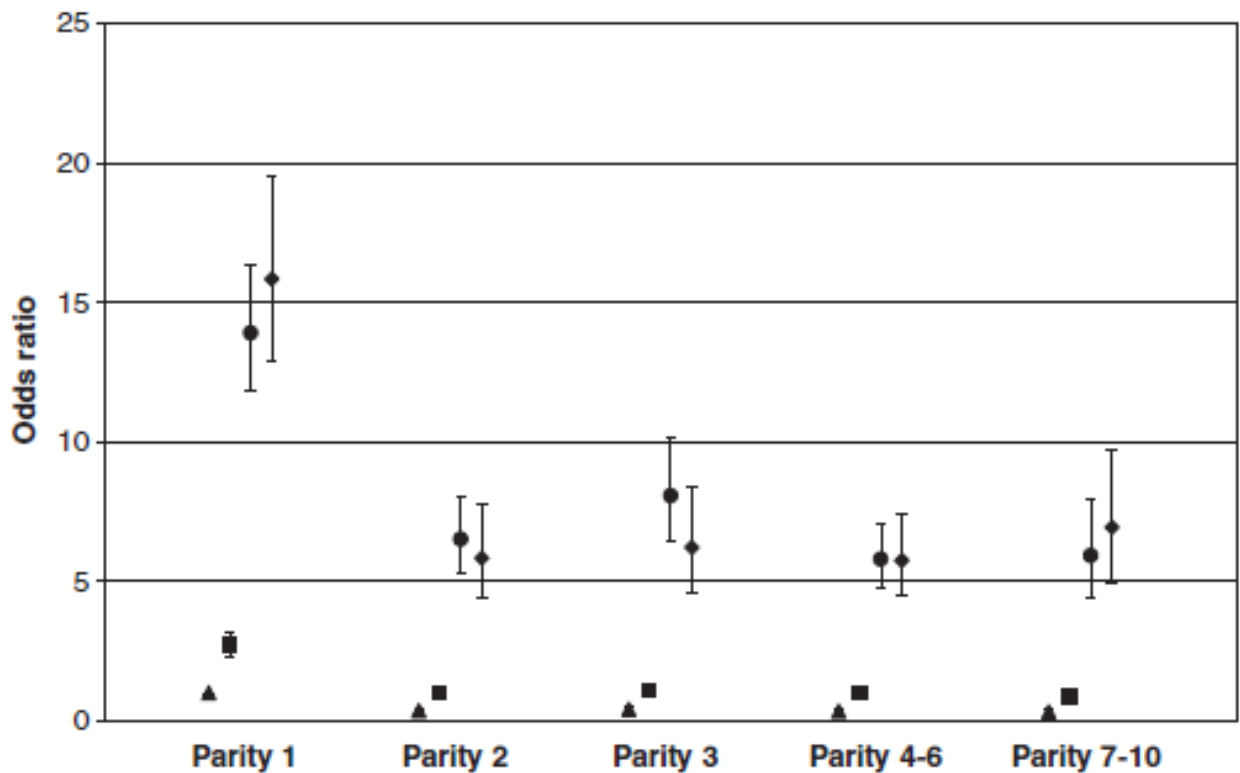
#### 4.1.1 Facteurs relatifs à la mère

Dans de nombreuses études, l'âge, la parité, et la race de la mère, ainsi que l'assistance au vêlage semblaient être des facteurs qui influencent la mortalité des veaux de façon significative.

D'après Bleul, les veaux nés de mères de moins de deux ans avaient un taux de mortalité de 5,88%, significativement plus élevé que les taux de mortalité des veaux nés de mères de trois, quatre, cinq, six ans, et plus de six ans, qui étaient respectivement de 4,6%, 2,0%, 1,7%, 1,7% et 1,9% (Bleul, 2011).

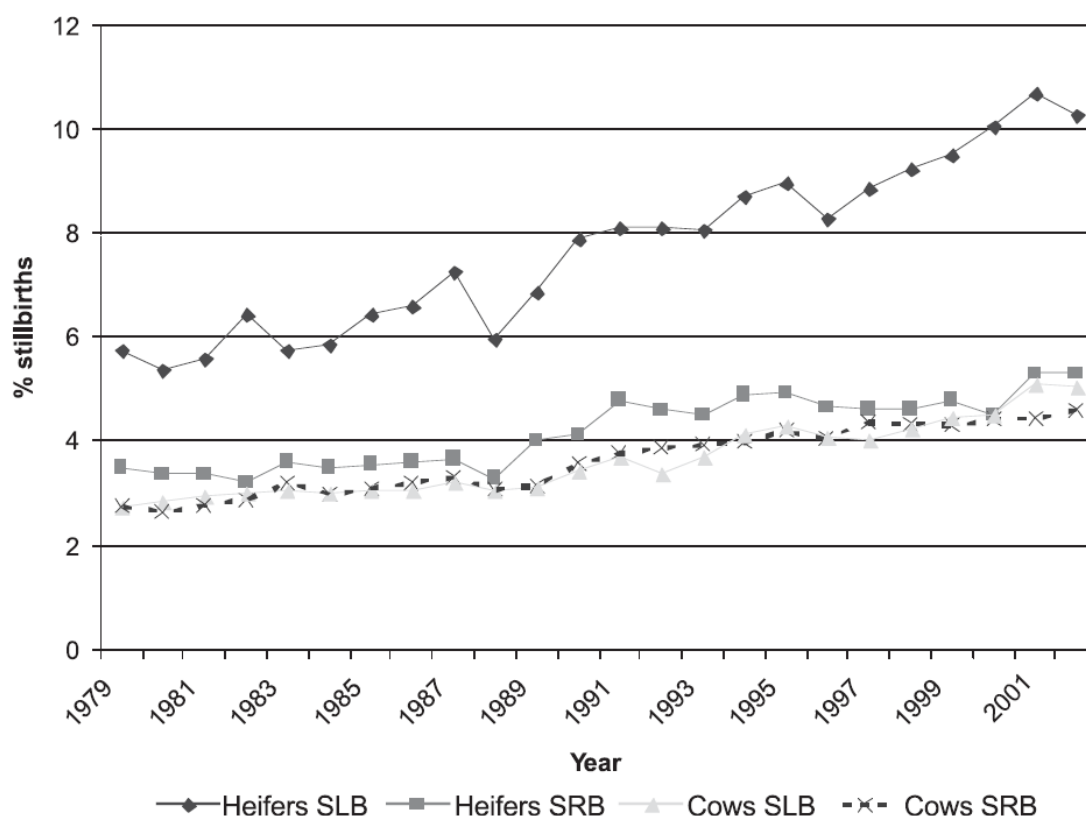
Plusieurs auteurs ont montré que la mortalité périnatale est plus importante chez les primipares (Mee et al., 2008), comme le montre la Figure 4. Celle-ci était de 6,3%, 5,6%, 4,8%, 5,0% et 3,4% respectivement chez les bovins de race Charolaise, Limousine,

Simmental, Hereford et Angus (Mc Parland, 2008). Les difficultés de vêlage des primipares sont connues de manière empirique, elles sont dues entre autre à un poids vif insuffisant de la génisse au moment de la mise à la reproduction. Ainsi un sous-développement de la mère, et une ouverture pelvienne trop étroite, combinés à un fœtus de bonne taille (fréquent en race allaitante), conduisent à des dystocies.



**Figure 4: Effet de l'interaction entre la parité et le degré d'intervention lors du vêlage (▲ : pas d'intervention), (■ : intervention modérée), (◆ : intervention importante), (● : intervention du vétérinaire) sur les odds ratios de mortalité périnatale (parité une sans assistance comme référence, intervalle de confiance de 95% figuré par des barres verticales) (Mee et al., 2008) .**

La Figure 5 montre que les génisses des races Holstein suédoises et Pie Rouge de Suède ont des taux de mortalité globalement plus élevés que les vaches de même race, et que les bovins de races Holstein ont des taux de mortalité plus importants que les bovins de race Pie Rouge de Suède. Elle met également en évidence une augmentation des taux de mortalité en 20 ans.



**Figure 5 : Statistiques annuelles sur le taux de mortalité à la naissance de 1982 à 2002 chez les vaches et génisses de race Holstein suédoise ou Pie Rouge de Suède (Swedish Dairy Association) (Berglund, 2003)**

Gundelach a étudié en particulier les facteurs de risque de mortalité périnatale en lien avec le vêlage et les dystocies (nombre de lactations, note d'état corporel, mesure du pelvis, durée de la seconde phase du vêlage, degré de poussée abdominale, présentation, position, posture du veau, aide pendant le vêlage) (Gundelach, 2009). Seules les durées de la seconde phase du travail (qui correspond au temps entre la rupture du sac de l'allantoïde et le passage de la tête du veau ou de son pelvis à travers la vulve) et la position du veau avaient un effet significatif sur la mortalité périnatale. Il concluait que le manque de surveillance du vêlage avait un effet négatif sur la durée de la seconde phase du travail et donc sur la mortalité périnatale.

Bleul a également noté que les dystocies étaient associées à un risque relatif de mortalité périnatale de 12,2 et qu'elles influençaient aussi la mortalité postnatale, et ce, à tous les âges (Bleul, 2011). Un autre auteur a trouvé qu'un fort degré d'intervention lors d'un vêlage était associé à un risque de mortalité des veaux cinq fois plus important que chez les veaux nés sans assistance (Tarrés, 2005). Cependant cette observation ne met pas en évidence de relation causale. Des erreurs lors de la réalisation des manœuvres obstétricales peuvent effectivement conduire à la mort du veau, mais les interventions sont généralement menées justement parce que le vêlage est problématique et susceptible de causer la mort du veau.

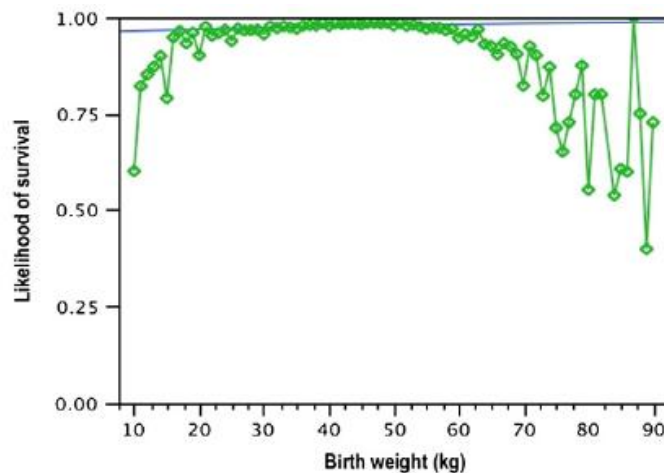
Dans l'étude de Bleul, les races laitières avaient un taux de mortalité périnatale significativement plus important que les races allaitantes (2,6% contre 2,1%). Cette observation était valable aussi pour la mortalité postnatale de huit à 28 jours (1,23% contre 1,17%) et de 28 à 120 jours (0,7% contre 0,6%). En revanche entre deux et sept jours, le taux de mortalité est significativement plus important chez les races allaitantes (0,5% contre 0,7%) (Bleul, 2011). Ce résultat peut paraître surprenant. En effet, on aurait pu imaginer que les veaux allaitants, qui sont en général plus gros, et donc provoquant plus de dystocies que les veaux de race laitière auraient un taux de mortalité autour du vêlage plus important. L'auteur émet l'hypothèse que les taux de mortalités dans la première semaine seraient plus importants chez les veaux allaitants en raison d'un taux d'immunoglobulines plus bas que chez les veaux laitiers qui eux, bénéficient d'une prise de colostrum contrôlée.

Une autre étude a montré que la consanguinité a un effet variable sur la mortalité périnatale selon les races (Mc Parland, 2008). Dans son étude, la consanguinité n'affecte pas de façon significative la mortalité périnatale chez les veaux de race Limousine ou Angus, mais son effet semble affecter les veaux de race Simmental différemment selon le sexe.

#### **4.1.2 Facteurs relatifs au veau**

De nombreux auteurs ont mis en évidence une mortalité supérieure chez les bovins de sexe mâle. Par exemple, l'odds de mortalité périnatale était de 1,12 pour les mâles dans une étude irlandaise (Mee et al., 2008). Cette différence pourrait aussi être due à une moins bonne viabilité des mâles, comme cela est le cas dans l'espèce humaine (Drevenstedt et al., 2008). Un sex-ratio à la naissance en faveur des mâles de 1,07 a été récemment estimée dans le cheptel bovin en Suisse (Bleul, 2011) et en France (Perrin, 2011), tandis qu'il était de 1,04 en Irlande (Mee et al., 2008). D'autres auteurs n'ont pas trouvé d'influence du sexe sur le risque de mortalité.

Il semblerait que ce soit en réalité le poids du veau qui joue un rôle, les mâles étant plus lourds que les femelles, le sexe peut alors être un facteur de confusion, étant donné qu'il a une influence significative sur les dystocies (Bleul, 2011). Cet auteur a trouvé un effet significatif du poids à la naissance sur la mortalité périnatale : les veaux dont le poids était inférieur à 20 kg ou supérieur à 60 kg avaient un risque de mortalité plus élevé (cf. Figure 6). Elle a également mis en évidence une corrélation importante entre le poids moyen du veau et la facilité du vêlage. L'auteur a également trouvé un taux de dystocies différent chez les mâles et les femelles quelle que soit la race. Elle n'a pas mis en évidence de corrélation entre le poids moyen du veau à la naissance et le taux de mortalité périnatale, ni entre la différence des poids moyens des mâles et des femelles pour les différentes races et le taux de mortalité périnatale. En revanche il y avait une corrélation importante entre la moyenne des poids à la naissance, ainsi qu'entre la différence de poids moyens entre mâles et femelles et la facilité de vêlage.



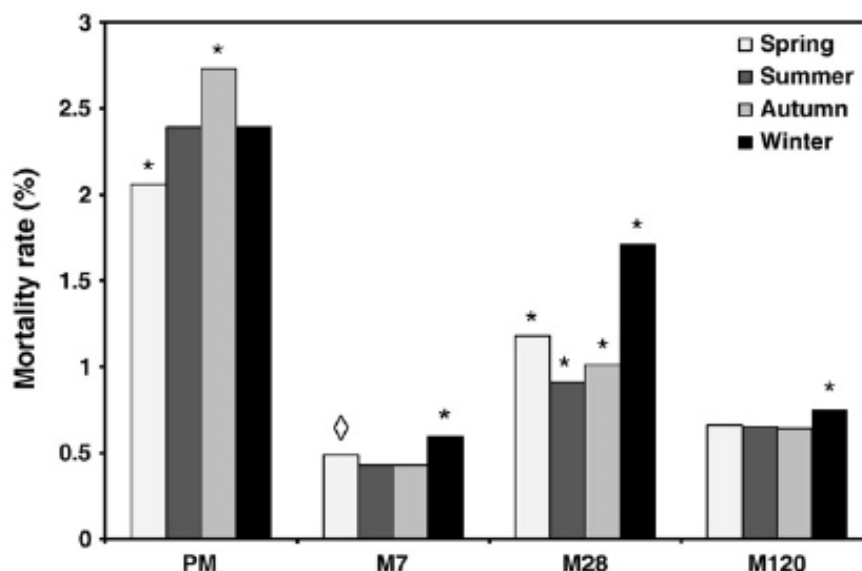
**Figure 6: Probabilité de survie pendant la période périnatale en relation avec le poids à la naissance (Bleul, 2011)**

La gémellité est souvent un facteur de complication du vêlage. Une autre étude dans le Minnesota, concernant 4 103 élevages suivis de 1996 à 2004 a montré que la mortalité des veaux était plus grande en cas de gémellité avec 28,2% des jumeaux morts comparé à 7,2% de veaux uniques morts (OR = 6,5) (Rio, 2007). Un autre auteur a montré une différence significative entre le taux de morts à la naissance 4,1% chez les singletons et de 12,9% chez les jumeaux (Mee, 1991). Un auteur a montré que l'importance des dystocies vis-à-vis de la gémellité est inconstante, en effet les jumeaux entraîneraient moins de dystocies dues à la taille du veau mais davantage de dystocies dues à une mal-présentation (Kirkpatrick, 2001). En Suisse, Bleul a montré que la mortalité périnatale est plus importante chez les jumeaux que chez les singletons (respectivement 2,2 et 5,0%) avec une différence significative (Bleul, 2011).

Bleul a montré que la mortalité postnatale est significativement différente en fonction de l'âge du veau. Les taux de mortalité sont respectivement de 0,5%, 1,2% et 0,7 % pour les veaux âgés de deux à sept jours, de huit à 28 jours et de 29 à 120 jours.

#### **4.1.3 Facteurs relatifs à l'environnement**

D'après Bleul, la saison a un effet significatif sur la mortalité des veaux, plus basse au printemps comparé aux autres saisons, et plus haute en automne comparé avec l'hiver et l'été (Bleul, 2011). Les taux de mortalité périnatale étaient de 2,7% ; 2,4%, 2,1 % et 2,4% respectivement en automne, hiver, printemps et été. En revanche elle n'a pas trouvé d'effet significatif du jour de la semaine (cf. Figure 7).



**Figure 7: Taux de mortalité des veaux durant la période néonatale, des jours deux à sept (M7), des jours huit à 28 (M28), et des jours 29 à 120 (M120) par saison. \*, différent des autres saisons ( $p < 0,0001$ ) ; ◇, différent de l'été et de l'automne ( $p < 0,0001$ ) (Bleul, 2011)**

D'après un autre auteur (Tarrés, 2005), les veaux nés en début de saison de septembre à février ont un taux de mortalité significativement plus faible. L'auteur en concluait que le risque de mortalité augmentait quand les naissances s'accumulaient probablement à cause de la diminution des ressources et d'une augmentation du risque de transmission de maladies infectieuses. L'augmentation du nombre de veau et donc de la quantité de travail pour l'éleveur peuvent aussi être responsable d'une augmentation du taux de mortalité, par baisse du monitoring et de l'attention pour chaque animal.

Une étude au Mali, dans une région périurbaine de Bamako a montré que les taux de mortalité des veaux étaient significativement différents selon le type d'élevage. Il était plus bas dans les élevages traditionnels (9,9%), moyen dans les élevages modernisés (18,8%) et plus hauts dans les élevages intensifs (24,7%) (Wymann, 2006). Les élevages modernes étaient définis comme des élevages de races locales croisées avec des races européennes (Montbéliard, Holstein, Rouge des Steppes), avec des pratiques de vaccinations et de traitement des parasites internes et externes, et une supplémentation pendant la période sèche. *A contrario*, les élevages traditionnels étaient définis comme familiaux, disposant de peu de moyens de médecine préventive, avec des races locales (Zébu et N'Dama). On peut s'étonner que des conditions d'élevage qui paraissent meilleures soit au contraire associées à des taux de mortalité plus élevés. L'auteur expliquait cela entre autres par le fait que les vachers associés aux élevages « modernes » n'étaient pas les propriétaires contrairement aux élevages « traditionnels ». Il semblerait que les éleveurs traditionnels s'investissent beaucoup dans le soin apporté à leurs animaux et entretiennent d'ailleurs des relations particulières avec eux. Le contexte africain est certes particulier, mais cette étude montre combien le travail de surveillance de l'éleveur est important pour la santé du troupeau.

L'influence de la taille du troupeau sur la mortalité périnatale est variable selon le type de production (Bleul, 2011), l'augmentation du taux de mortalité périnatale avec l'augmentation de la taille de l'élevage étant un phénomène perceptible en élevage laitier mais pas en élevage allaitant. L'auteur a trouvé une différence significative dans les taux de mortalité périnatale entre les élevages de moins de 29 bêtes, de 30 à 62 bêtes et de plus de 62 bêtes (taux de mortalité périnatale respectivement de 2,0%, 2,5% et 2,7%). Cet effet était



également vérifié concernant la mortalité postnatale. Là encore le nombre plus important d'animaux aurait un effet négatif sur la surveillance des animaux par l'éleveur, ce qui aurait pour conséquence l'augmentation du taux de mortalité.

Les pratiques d'élevage semblent également importantes. Plusieurs auteurs ont comparé l'influence de ces pratiques dans des troupeaux à faibles et à forts taux de mortalité. Torsein a ainsi observé que la proportion de veaux de un à sept jours avec une concentration sérique inadaptée en alpha-tocophérol et en beta-carotène était significativement plus élevée dans les élevages à fort taux de mortalité que dans les élevages à faible taux de mortalité. Avoir une concentration sérique inadaptée en certaines vitamines était donc associé avec un odds plus important d'être un élevage à forte mortalité (OR=1,02 ;  $p=0,023$  et OR= 1,05 ;  $p=0,0028$  respectivement) (Torsein et al., 2011). L'auteur a également étudié l'influence du moment d'introduction des aliments concentrés : une introduction au septième jour de vie au lieu du 14<sup>ème</sup> jour était associé à un odds plus important d'être dans un élevage à fort taux de mortalité (IC= 1,1-4,0). Le même phénomène était observé avec les traitements antibiotiques des diarrhées. Si de 9% des veaux traités on passe à 26%, l'odds d'appartenir à un élevage à forte mortalité augmente à 2,0 (IC= 1,0-4,0). L'étude du nombre moyen d'agents pathogènes dans les fèces a montré qu'une augmentation de 0,2 à 0,8 nombre moyen de pathogènes dans les fèces augmente l'odds d'appartenir à un élevage à forte mortalité de 2,5 fois (IC à 95% : 1,1- 5,6).

Il faut cependant se poser la question de l'origine de ce lien. En effet, pour revenir sur le rapport entre les traitements antibiotiques, les diarrhées et la mortalité, on peut tout à fait imaginer que ce sont les maladies qui provoquent l'utilisation des antibiotiques et la mortalité si ces derniers traitements sont inefficaces. On ne peut en conclure que l'utilisation des antibiotiques augmente le risque de mortalité. Cette réflexion est valable pour toutes les études qui mettent en lien un phénomène quelconque avec la mortalité, il est indispensable de chercher à mettre en évidence un facteur de confusion avant de tirer des conclusions hâtives.

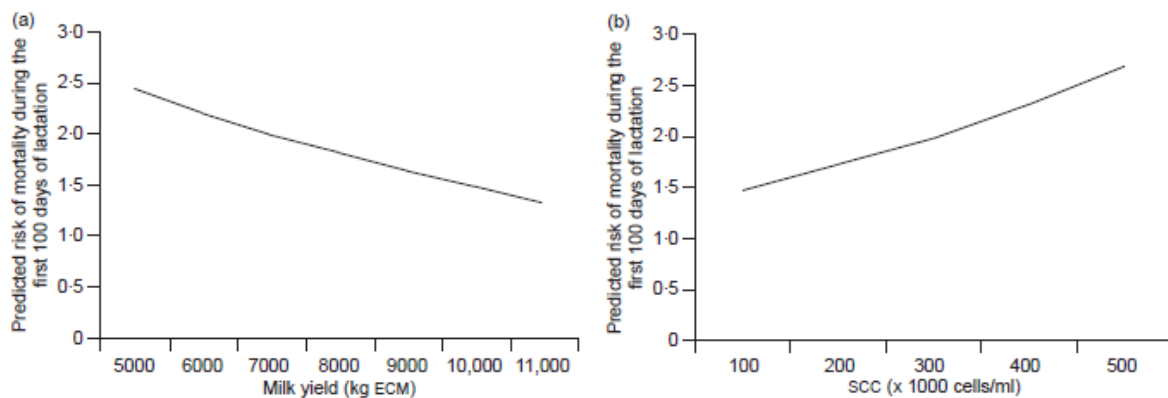
## **4.2 Les facteurs de risque influençant la mortalité des bovins adultes**

### **4.2.1 Influence de la production laitière**

Thomsen a montré que le risque de mortalité des vaches laitières durant les 100 premiers jours de lactation constituait 60% du risque de mortalité durant la totalité de la durée de la lactation (Thomsen et al., 2004). Une étude sur la mortalité des vaches laitières en France en 2005 et 2006 sur toute la France montrait que plus d'un tiers des morts survenait dans le premier mois suivant le vêlage et 55% des morts dans les 100 premiers jours après vêlage (Raboisson et al., 2011a).

Une étude concernant 6 839 élevages danois a montré que le risque de mortalité diminuait avec le niveau de production laitière (Thomsen, 2006b) comme le montre la Figure 8. Certains auteurs ont fait la même observation (Burow et al., 2011), tandis que d'autres ne trouvaient pas de relation significative entre mortalité et niveau de production. En revanche dans une autre étude, l'auteur trouvait que le stade de lactation n'influait pas le risque d'euthanasie versus la mort naturelle, mais qu'une augmentation de production laitière de

1 000 kg par vache et par an augmentait le risque d'euthanasie (Thomsen and Sorensen, 2009).



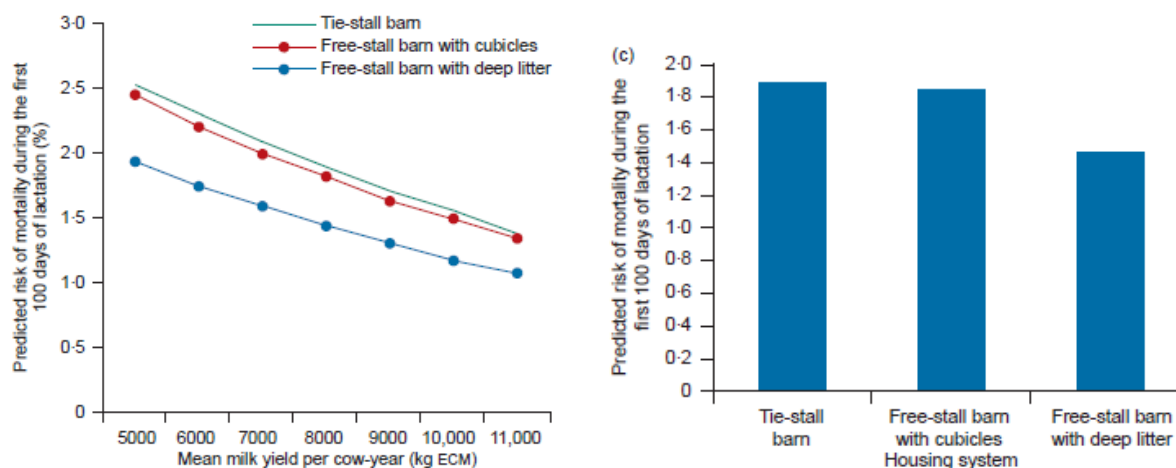
**Figure 8 : Risques prédictifs de mortalité durant les 100 premiers jours de lactation pour différents niveaux de production laitière (a) et de nombre de cellules somatiques (b). Les autres variables sont fixes: race Holstein danoise prédominante, en stabulation libre avec logettes, en élevage conventionnel avec pâturage estival, pour un élevage de 110 vaches-années (Thomsen, 2006b)**

On aurait donc avec l'augmentation de la production laitière une diminution du risque de mortalité naturelle, mais une augmentation du risque d'euthanasie. Thomsen explique ce phénomène par le fait qu'obtenir une production de lait importante exige une grande technicité de la part de l'éleveur. Cette grande technicité pourrait accompagner un risque de mortalité naturelle plus faible, mais une augmentation du recours à l'euthanasie qui suivrait davantage un protocole en cas de maladie grave. Il semblerait tout de même que la période post-partum soit bel et bien une période à risque pour les vaches laitières, pour des morts naturelles, c'est-à-dire des morts pour lesquelles l'éleveur n'a pas le temps de décider que la vache est incurable.

#### 4.2.2 Facteurs relatifs à l'environnement

Le type de stabulation influence la mortalité selon certains auteurs. D'après Thomsen, le risque de mortalité durant les 100 premiers jours de lactation serait le plus important en stabulation entravée (Figure 9), suivie de la stabulation libre en logette puis de la stabulation libre sur aire paillée (Thomsen, 2006b). Cette donnée est corroborée avec une autre étude du même auteur qui montrait que les problèmes locomoteurs sont la première cause de mortalité ou d'euthanasie des vaches laitières (Thomsen, 2004). L'auteur reliait ceci au fait que l'aire paillée est le type de logement le moins traumatisant et qui donne le plus de liberté de mouvements.

Un autre auteur a trouvé au contraire, que de forts taux de mortalité étaient associés avec un logement en stabulation libre pour des vaches en lactation. Un autre facteur de risque identifié par le même auteur était l'absence d'une aire d'exercice à l'extérieur (McConnel, 2008). Il a également été démontré que les box de maternité (vêlage) individuels étaient associés à de faibles taux de mortalité, tandis que les box contenant plusieurs vaches suitées étaient associés à de forts taux de mortalité.



**Figure 9 Risques de mortalité prédictifs durant les 100 premiers jours de lactation en fonction de la production laitière (à gauche), et du logement : stabulation entravée, stabulation libre avec logette ou stabulation libre avec aire paillée (Thomsen, 2006)**

#### 4.2.3 Facteurs relatifs à la gestion du troupeau

Thomsen et Sorensen (2009) étudié les différents facteurs de risque relatifs à l'euthanasie versus la mort naturelle, chez 7 238 vaches laitières de 2 815 troupeaux danois. Parmi les vaches mortes recensées, 16,3% ont été euthanasiées. Ils ont mis en évidence que le risque d'être euthanasié est plus élevé pour une augmentation de taille du troupeau de 50 vaches et pour une augmentation du nombre moyen de maladies enregistrées par vache et par an. En revanche, ni le nombre de gestations, ni le nombre de jours en lactation, ni le taux moyen de mortalité du troupeau ne semblait jouer sur le risque d'être euthanasié. Ils ont également montré une corrélation entre la taille du troupeau et le nombre moyen de maladies enregistré par vache et par an. En France, la crise de la vache folle a permis aux éleveurs d'être indemnisés en cas d'euthanasie d'un bovin adulte, ce qui a fait rentrer celle-ci dans les mœurs (ce qui n'était pas le cas auparavant). On peut dire qu'une augmentation de la mortalité peut être due à l'augmentation des euthanasies, on a donc une meilleure prise en compte de la souffrance animale (Raboisson et al., 2011b).

De nombreuses études ont mis en évidence une augmentation du taux de mortalité avec l'augmentation de la taille du troupeau. (Raboisson et al., 2011a, Smith et al., 2000). Par exemple, dans une étude américaine portant sur 2 054 élevages entre 2001 et 2006, les taux de mortalité étaient de 5,8%, 6,6%, 6,9%, 6,6%, et 9,1% respectivement pour des élevages de 100 à 200 bovins, 201 à 500 bovins, 501 à 1 500 bovins, 1 501 à 3 000 bovins et plus de 3 000 bovins.

Une étude basée sur un questionnaire concernant 391 troupeaux danois de plus de 100 vaches laitières en 2009 a montré que l'augmentation du temps de pâturage et que l'utilisation d'un système de traite automatique diminuait significativement le taux de mortalité (Burow et al., 2011). En revanche, le libre accès à l'extérieur avait pour effet d'augmenter la mortalité de façon significative. Une précédente étude danoise avait montré que l'accès au pâturage conduisait à un odds ratio de mortalité bovine de 0,8 comparé à un élevage totalement hors sol (Thomsen, 2006b).

#### **4.2.4 Facteurs géographiques**

Plusieurs auteurs dans différents pays ont montré des différences significatives entre les taux de mortalité de différentes régions (McConnel, 2008, Smith et al., 2000, Thomsen and Sorensen, 2009). Par exemple aux USA, Smith et al. ont montré une différence significative entre les régions : les pertes dues à la mortalité étaient plus importantes dans le sud (7,7 vaches mortes pour 100 vaches vivantes), moyennes dans le centre-sud (7,0%) et plus basses dans le nord (5,9%).

Plusieurs auteurs pensent qu'il existe un lien entre les conditions d'élevage, qui sont modifiées afin de permettre aux bovins une production optimale et la santé des bovins. De nombreux facteurs de risque ont été mis en évidence, mais peu d'études sont consacrées aux causes de la mortalité.

## **5 Les causes de mortalité**

Les différentes publications ne sont pas équivalentes au niveau du degré de certitude des diagnostics proposés. Certains auteurs se basent sur l'accord de deux ou trois vétérinaires pour valider un diagnostic (Wymann, 2006), d'autres se basent sur une autopsie (Berglund, 2003) et une analyse histologique et bactériologique des prélèvements (Gulliksen, 2009, Waldner, 2010), d'autres enfin se basent sur les dires d'éleveurs (Jegou, 2006). Les causes de mortalité des veaux sont présentées selon l'âge du veau.

### **5.1 Les causes de mortalité néonatales**

Les mort-nés sont définis dans la plupart des études comme les veaux morts moins de 24 heures après la naissance suite à une gestation d'au moins 260 jours. Selon les auteurs, la mortalité néonatale peut comprendre les morts de veaux de zéro à trois jours. La cause de mort néonatale la plus fréquente est la difficulté au vêlage, qui concerne près d'un veau sur deux d'après plusieurs auteurs (Berglund et al., 2003, Jegou, 2006, Szücs et al., 2009).

Gundelach rapportait 9,7% de veaux mort-nés dont 66% nés morts, 10,6% morts durant le part, 2,1% vivant quelques secondes, 14,9% quelques minutes, 4,3% entre 20 et 24 heures, et 2,1% de durée de vie inconnue. Ces veaux ont été autopsiés, révélant atélectasies fœtales (88,4%), aspiration de liquide amniotique (79,1%), œdème cérébral (32,6%), saignement du thymus (32,6%), fractures (20,9%), saignement du thorax (13,6%), et hémorragies cérébrales (11,6%).

En Suède, un auteur relevait ensuite sur les 560 veaux mort-nés de son étude 10,5% de morts intra-utérines, des morts de cause inconnue sans anomalie clinique (31,6%), des malformations (5,3%), des infections non spécifiques (2,6%), et des causes inconnues ou impossibles à classer (3,9%) (Berglund et al., 2003).

Au Canada, un auteur trouvait 21,6% de veaux morts de cause inconnue, 8,9% de veaux avec une lésion de la glande thyroïde, 7,1% de veaux avec une myopathie ou une nécrose du myocarde, 4,3% de veaux malformés, 2,7% avec une hémosidérose hépatique, 2,1% avec une cardiopathie, 2,0% de morts dues à une pneumonie, 1,3% morts de CIVD, et

d'autres causes représentées à moins de 1% tels que les traumatismes (Waldner et al., 2010). Quelques maladies infectieuses (pneumonie à bactéries Gram +, BVD, listériose, néosporose) ont été mises en évidence par des examens complémentaires (un ou deux cas).

Les différentes catégorisations des causes de mort utilisées dans ces études mettent déjà en évidence les difficultés d'harmonisation des items permettant de décrire les différentes causes de mort. Cette réflexion sera davantage développée dans la deuxième partie.

## 5.2 Les causes de mortalité post-natale

Selon les auteurs, elle comprend la mortalité néonatale ou pas. Elle est globalement moins documentée que la mortalité néonatale. Jegou propose des catégories de causes de mort plus simples, avec association possible entre deux causes (Jegou, 2006).

**Tableau 2 : Répartition de la mortalité pour les élevages à faible taux de mortalité (groupe T) et les élevages à fort taux de mortalité (groupe C) (en italique, la fréquence de mortalité brute en %) (Jegou, 2006)**

		Groupe T (n=17)	Groupe C (n=63)
<i>Taux de mortalité moyen (%)</i>		2,3	26,6
Causes de Mortalité (répartition en %)	Vélage	64 (1,4)	39 (10,3)
	Diarrhees	18 (0,4)	39 (10,3)
	Vélages et diarrhees	6 (0,1)	11 (2,9)
	Problèmes respiratoires	0 (0)	5 (1,3)
	Diarrhees et problèmes respiratoires	0 (0)	2 (0,5)
	Malformations	6 (0,1)	2 (0,5)
	Autre	6 (0,1)	2 (0,5)

D'autres auteurs rapportent également dans leur étude bibliographique que les diarrhées et les infections respiratoires sont les problèmes les plus importants chez les veaux, et que les entérites et pneumonies sont les premières causes de mort (M.Torsein, 2011).

## 5.3 Les causes de mortalité des bovins adultes

La littérature concernant la mortalité des bovins adultes concerne principalement les causes de réforme. Le terme anglais «culling» se rapporte à la mort de l'animal due à la volonté de l'éleveur, mais elle peut aussi bien se référer à la réforme volontaire, involontaire et à l'euthanasie. Ainsi peu de publications concernent véritablement la mortalité bovine chez les adultes en tant que telle.

Un auteur a réalisé une enquête téléphonique pendant deux mois auprès d'éleveurs au Danemark et a aussi utilisé des données issues de la base nationale (Danish Cattle Database) concernant uniquement les bovins laitiers (Thomsen, 2004). Le résultat de l'enquête concernant au total la mort de 106 vaches (dont 58,2% ont été euthanasiées) est résumé dans le Tableau 3. On constate que la cause la plus fréquente d'euthanasie dans cette étude était le trouble locomoteur (40%). Par ailleurs la cause de mort non assistée

relative à la mamelle la plus fréquente était la mammite colibacillaire. La fièvre de lait est quand à elle la maladie la plus représentée parmi les maladies métaboliques.

**Tableau 3: Causes principales de morts non assistées ou d'euthanasies des vaches laitières (Thomsen, 2004)**

Primary reason	Unassisted dead cows (% of $n = 82$ )	Euthanised cows (% of $n = 114$ )
Accident	5	12
Calving disorder	10	7
Digestive disorder	17	11
Locomotor disorder	2	40
Metabolic disorder	15	8
Udder/teat disorder	11	8
Other	12	10
Unknown	28	4

Le même auteur a pu établir des causes de mort chez 3 115 vaches euthanasiées ou mortes naturellement à partir de la base de données danoise (Thomsen and Sorensen, 2009). Les troubles locomoteurs étaient la première cause d'euthanasie, proportionnellement presque deux fois plus fréquente qu'en cas de mort naturelle. Les accidents étaient également une cause plus fréquente en cas d'euthanasie que de mort naturelle. En revanche les causes inconnues constituaient une cause relativement peu fréquente dans le cas de l'euthanasie.

**Tableau 4 : Fréquence (en %) des divers troubles observés dans les groupes "Mort" et "Réforme" (Faye et Pérochon, 1995)**

Maladies	Groupe d'origine		
	Mort	Réforme	P
Troubles traumatiques	6,8	2,7	$P < 0,05$
Troubles digestifs	13,6	0	$P < 0,01$
Mauvais état général	13,6	6,8	ns
Traumatisme de la mamelle	3,9	1,3	ns
Mammites	21,9	17,9	ns
Troubles nutritionnels	41,0	8,2	$P < 0,01$
Troubles podaux	9,5	16,4	$P < 0,05$
Troubles de la reproduction	27,2	31,5	ns
Troubles du vêlage	16,4	13,6	ns
Autres maladies	30,1	24,6	ns

D'après Faye et Pérochon (1995), la cause majeure de mort était constituée par les « autres causes » pour 20% des morts totales, suivie des maladies métaboliques (18%), des troubles relatifs au vêlage (12%), des accidents (8%). Parmi toutes les morts, 33% étaient de raison inconnue. Ils ont également constaté une différence significative entre le groupe «mort» et le groupe «réforme» pour certaines causes de mort (cf. Tableau 4).

Un autre auteur a trouvé en 1995 que la principale cause de mort était relative au vêlage (31% des causes de mort), suivies des mammites (25%), d'autres raisons (15%), des troubles digestifs (13%), et des troubles locomoteurs (11%) (Menzies et al., 1995).

Milian-Suazo (1988) trouvait 22% des morts causées par des maladies de la mamelle, et 65% d'autres causes (principalement métaboliques).

Deux auteurs trouvaient que la principale cause de mort était l'ESB en Grande Bretagne (en 1997) qui représentait 12% des causes de mort, ensuite venaient les mammites (9%), les autres troubles non-infectieux (8%), les désordres métaboliques (8%), et les accidents (7%). Dans 46% des cas de cette étude, la cause de la mort était inconnue (Esslemont and Kossaibati, 1997).

Une étude canadienne concernant 355 bovins allaitants morts ou euthanasiés, a permis de d'étudier les causes de mort de 209 bovins dont le cadavre a été examiné (Waldner et al., 2009). Les tissus ont été soumis à un examen histo-pathologique pour 184 animaux. Une cause de mortalité a été déterminée pour 70 % (128 sur 184) de ces bovins. La réticulo-péritonite traumatique, les tumeurs malignes (cancer), les blessures attribuables à la mise-bas, le tympanisme du rumen (ballonnement), les myopathies et les pneumonies représentaient 56 % (72 sur 128) des animaux pour lesquels une cause de mortalité a été déterminée. Vingt-trois autres causes de mortalité expliquaient la proportion restante de 44 % (56 sur 128).

On le voit dans ces études, de nombreuses morts sont de cause inconnues, parmi celles-ci on peut inclure les morts subites. La littérature indique que ces morts subites sont le plus souvent à relier à des troubles digestifs. La mort subite, notamment des bovins en engraissement est le résultat d'une interaction entre différents facteurs incluant l'acidose, la diarrhée, et l'entérotoxémie. Les traumatismes, la pneumonie interstitielle et d'autres événements identifiables sont bien définis mais relativement rares. Les entérotoxémies sont une cause de mort subite qui pose encore question (Glock, 1998).

Un auteur a suggéré que l'augmentation de la mortalité était due à une intensification de la production laitière et une augmentation de la consommation de concentrés (Norgaard et al., 1999)

Les causes de mort sont similaires parmi de nombreuses publications, en revanche leur importance varie selon les études. En réalité, établir la cause de la mort est parfois délicat, voire impossible comme en témoigne le grand pourcentage de morts de cause inconnue régulièrement relaté dans les études.

## 6 Conclusion sur l'étude bibliographique

La mortalité des bovins est un sujet d'importance, mais dont les différentes facettes ont été inégalement étudiées. La majorité des publications concerne la mortalité des veaux, car elle est beaucoup plus fréquente. Cependant la mortalité des bovins adultes est un phénomène qui semble s'amplifier, et qu'il ne faut pas négliger. On a pu noter que le manque d'études à ce sujet était plus prégnant en ce qui concerne les bovins allaitants.

Cette étude bibliographique a par ailleurs mis en évidence d'importants obstacles pour la comparaison des résultats publiés dans la littérature. Le principal est l'usage d'indicateurs de mortalité différents et l'absence d'information sur leur méthode d'estimation, ce qui rend les comparaisons quantitatives difficiles voire impossibles. L'usage indifférent du terme « culling » pour des réformes volontaires ou involontaires<sup>1</sup>, ou l'absence de standardisation sur les causes de morts sont deux autres exemples qui limitent la possibilité de comparaison entre les études.

En conséquence, les valeurs de mortalité proposées, ainsi que la nature des causes de mort sont très variables d'une publication à l'autre, sans qu'il soit possible de distinguer les différences réelles de celles dues à des protocoles d'étude différents.

D'une manière générale, les études s'accordent toutefois sur l'augmentation des taux de mortalité au cours de la dernière décennie. Cette évolution défavorable a les conséquences graves déjà énoncées en introduction, mais surtout elle n'est pas en corrélation avec le progrès médical, technique, et zootechnique accompli ces dernières années. Ce phénomène est d'autant plus inquiétant qu'il semble généralisé, bien qu'une partie de l'augmentation de la mortalité des bovins adultes pourrait être due à un recours plus fréquent à l'euthanasie.

Nous nous proposons donc dans une seconde partie d'étudier une base de données française ancienne (2000-2001) concernant la mortalité des bovins adultes, et d'actualiser ces données en troisième partie en présentant les résultats d'une enquête nationale sur la mortalité bovine.

---

<sup>1</sup> La réforme désigne l'abattage qui intervient en fin de carrière productive du bovin, elle peut être volontaire (choisie selon l'âge, la performance ou le comportement) ou involontaire (due à un problème sanitaire ou de reproduction diminuant trop la rentabilité et/ou le bien-être de l'animal).



## **PARTIE II : DESCRIPTION DE LA MORTALITE DES BOVINS ADULTES A PARTIR DES DONNEES ISSUES DE LA « VISITE DE MORTALITE »**



# 1 Introduction à l'analyse de la base ESB

L'étude des causes de mortalité chez les bovins adultes présentée dans cette partie a été réalisée à partir des données recueillies dans le cadre du programme pilote de surveillance active de l'ESB mené en 2000-2001 dans le Grand Ouest de la France.

En 2000, suite à la crise de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB), les éleveurs ont été tenus de déclarer auprès de leur vétérinaire sanitaire la mort de tous les bovins âgés de plus de 24 mois. Il a été instauré une « visite de mortalité », obligatoire pour toute mort y compris les euthanasies. Pendant cette visite le vétérinaire sanitaire devait renseigner un diagnostic sur une Fiche d'Information et de Suivi de la Mortalité (Annexe 3). Les cadavres étaient ensuite équarris après un prélèvement de tissu nerveux en vue du test de dépistage de l'ESB.

Deux programmes ont été menés par l'AFSSA (agence française de sécurité sanitaire des aliments) Lyon pour estimer la prévalence de l'ESB dans les catégories de bovins à risque. Le programme « Grand Ouest » (concernant les régions Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire) s'est déroulé du sept août 2000 au seize mars 2001, avec une interruption du 23 décembre au 29 janvier, afin de permettre le démarrage à partir de début janvier 2001 du dépistage systématique en abattoir des bovins de plus de 30 mois. Ce programme a permis le dépistage de l'ESB chez tous les bovins de plus de deux ans morts de mort naturelle, euthanasiés ou abattus d'urgence. Le programme « complémentaire » quant à lui consistait en une étude par sondage dans toute la France hors Corse et régions déjà incluses dans le programme pilote Grand Ouest. Ce programme s'est déroulé de mi novembre à mi décembre 2000 pour les bovins morts ou euthanasiés et de mi novembre à fin janvier 2001 pour les bovins abattus d'urgence.

La description des résultats de l'analyse de la base ESB a donné lieu à la publication d'un article (Boissard et al., 2011) paru dans la presse vétérinaire en août 2011 (Annexe 2), ainsi que d'un poster présenté lors du premier congrès ICAHS (International Conference of Animal Health Surveillance) (Annexe 1).

## 2 Matériel et méthode

### 2.1 Base de données

La base de données est constituée à partir des Fiches d'Information et de Suivi de la Mortalité recueillies sur les bovins adultes du Grand Ouest (étude exhaustive du sept août 2000 au seize mars 2001) et la France métropolitaine (sondage du quinze novembre 2000 au 31 janvier 2001). Ces fiches ont été mises en place suite à la crise ESB.

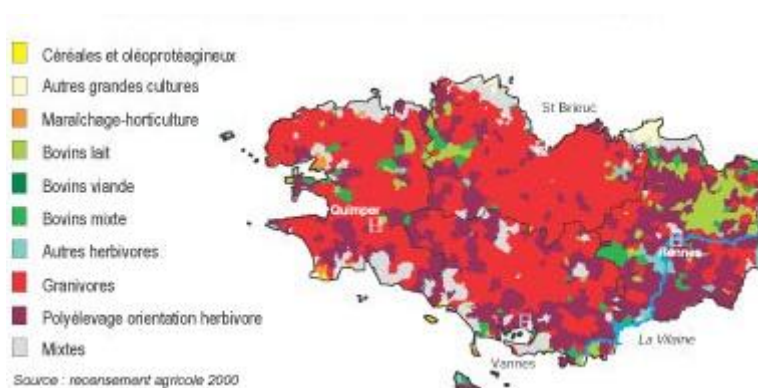
Nous avons analysé la base concernant les données de l'enquête exhaustive « Grand Ouest », afin de produire des statistiques sur la mortalité des bovins de plus de deux ans, de 2000 à 2001. La base de données ESB correspondant au programme « Grand Ouest » contient 47 210 entrées. Chaque ligne renseigne sur le numéro d'identification du bovin, son sexe, sa race, sa commune d'origine, le type de mort (naturelle ou euthanasie), sa date de

naissance, sa date de mort, le syndrome ayant causé la mort, ainsi que le diagnostic établi par le vétérinaire sanitaire.

## 2.2 Population bovine étudiée

Les données Agreste (recensement en 2000 Agreste<sup>2</sup>) nous ont permis de connaître la population de départ. En 2000, les régions Bretagne, Pays de la Loire et Basse-Normandie représentaient 43,6% de l'effectif des vaches laitières et 18,7% de l'effectif des vaches allaitantes au plan national.

### 2.2.1 Présentation de la région Bretagne

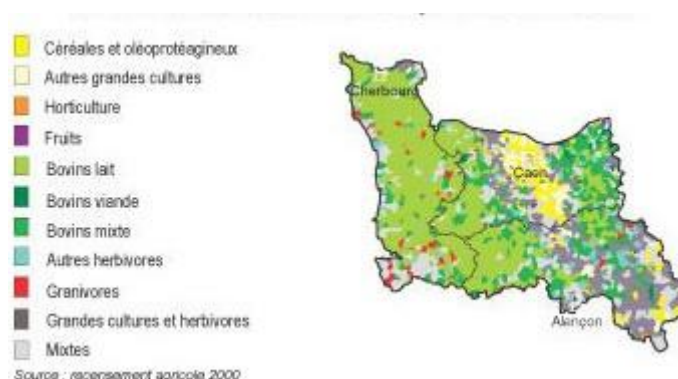


**Figure 10 : Carte des orientations technico-économiques des communes de Bretagne en 2000 (source : Agreste)**

En 2000, il a été recensé 781 366 vaches laitières, 147 254 vaches allaitantes, soit 928 620 vaches, ainsi que 230 169 «autres adultes» de deux ans et plus.

<sup>2</sup> Agreste, la statistique agricole est le site du Service de la statistique et de la prospective (SSP) du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire.

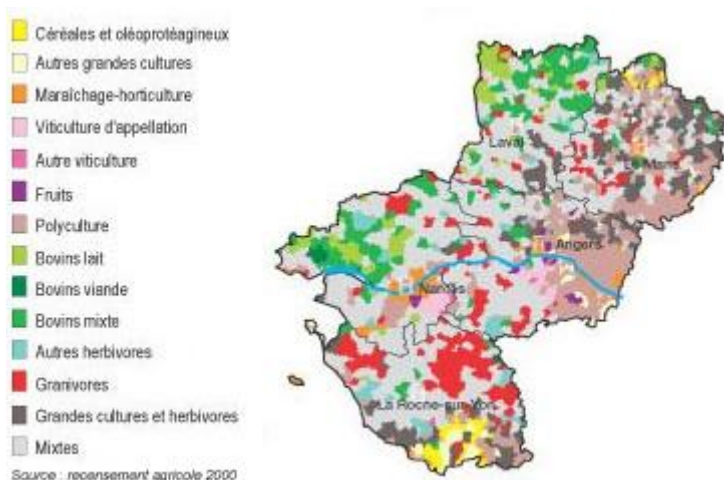
### 2.2.2 Présentation de la région Basse-Normandie



**Figure 11 : Carte des orientations technico-économique des communes de Basse-Normandie en 2000 (source : Agreste)**

L'agriculture de la Basse-Normandie est tournée vers l'élevage bovin pour la viande et le lait. Lors du recensement effectué en 2000, il a été comptabilisé 499 355 vaches laitières et 167 650 vaches allaitantes, soit 667 005 vaches, ainsi que 277 139 autres adultes de deux ans et plus.

### 2.2.3 Présentation de la région Pays de la Loire



**Figure 12 : Carte des orientations technico-économiques des communes des Pays de la Loire (source : Agreste)**

Les Pays de la Loire sont une région importante concernant l'élevage des bovins, des porcs et des volailles. En 2000 on comptait 548 952 vaches laitières, 493 729 vaches allaitantes, soit un total de 1 042 681 vaches, ainsi que 360 199 autres bovins adultes de plus de deux ans.

## **2.3 Outils permettant l'analyse de la base de données**

MySQL est un serveur de bases de données SQL (Structured Query Language) open source. Toad for MySQL freeware 3.1 (Quest Software, 2011) est un logiciel qui permet d'explorer des bases de données MySQL, d'en gérer les objets, d'exécuter des requêtes... La structure de langage, les commandes, les clauses, etc. utilisés dans les scripts sont décrits dans le manuel de référence de MySQL <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/fr/index.html> (Moore, 2010).

Ces deux outils nous ont permis d'extraire des données de la base, le logiciel Excel (2007) a ensuite été utilisé pour produire l'étude statistique de ces données.

## **2.4 Classification des causes de mort**

### **2.4.1 Utilisation du champ « diagnostic »**

Dans les FISM, les vétérinaires étaient invités à renseigner un « syndrome » associé à la mort, et de façon libre un diagnostic relatif à la cause. Le « syndrome » ayant entraîné la mort pouvait être : digestif, respiratoire, génital, cardio-vasculaire, nerveux, locomoteur, métabolique, autre ou indéterminé. De nombreuses causes de mort signalées sur les fiches ne correspondaient à aucun de ces syndromes, c'est pourquoi nous avons basé notre étude exclusivement sur le diagnostic renseigné par les vétérinaires.

Les causes de mortalité ont été renseignées de façon libre dans les FISM et saisies telles quelles dans le champ « diagnostic » de la base. Aucun lexique n'ayant été proposé sur la FISM, il a été nécessaire de créer des catégories de causes de mort en regroupant dans une même catégorie les différents mots employés en diagnostic par les vétérinaires. La classification a été effectuée grâce à un algorithme analysant les termes saisis dans le champ « diagnostic ». L'algorithme a été construit à partir de nos connaissances médicales et il a été adapté après une lecture de la base elle-même en listant des suites de termes ou caractères relatifs à une même cause de mort. Les lignes de la base se sont vues attribuer une cause de mort selon les suites de caractères identifiés dans le champ « diagnostic ».

### **2.4.2 Les catégories de diagnostic « groupées » et « détaillées »**

La classification a permis de créer des catégories pour regrouper les diagnostics saisis : catégories dite « groupées ». Chaque catégorie groupée a été subdivisée en plusieurs catégories dite « détaillées ». Cette deuxième classification (présentée dans l'Annexe 4), plus précise, a pour objectif d'être la plus exhaustive possible sur les causes de mortalité afin de ne laisser que peu de lignes dans la catégorie « Autres causes » et de décrire aussi cette catégorie. Les catégories de diagnostics groupés sont choisies selon leur pertinence et selon leur fréquence (environ 1 000 lignes). Les diagnostics appartenant aux catégories détaillées apparaissent une centaine de lignes au minimum.

### **2.4.3 Classification : hiérarchisation de cause à effet**

Le choix a été de ne retenir qu'une unique cause de mort par cas. Les diagnostics possibles ont donc été hiérarchisés en utilisant pour cela nos connaissances scientifiques ainsi qu'une lecture attentive des champs « diagnostic » renseignés dans la base. Le but de cette classification étant de remonter à la cause de la mort, les catégories classées en premier sont des causes, et celles placées ensuite possiblement des effets ou du moins des causes secondaires.

Les catégories de diagnostic ont été affectées successivement. L'algorithme a été écrit pour fonctionner de la manière suivante :

- Sélection de la catégorie de diagnostic i
- Recherche des termes correspondant à la catégorie i dans les champs « diagnostic » de la base
- Affectation du diagnostic i aux lignes ayant un champ « diagnostic » comprenant ces termes et n'ayant pas encore de diagnostic affecté
- Sélection de la catégorie de diagnostic i+1
- Etc.

L'ordre des catégories était donc primordial dans le processus d'affectation. Le diagnostic d'une fiche ne pouvant être affecté plusieurs fois, il fallait pouvoir écarter en premier les diagnostics les plus précis. Les catégories ont été priorisées, des choix ont dû être fait en fonction des connaissances des processus physiopathologiques, des diagnostics les plus précis aux moins précis (c'est à dire des étiologies aux circonstances entourant la mort).

Ainsi le « problème respiratoire » a été placé après le « corps étranger », car le corps étranger peut entraîner des problèmes respiratoires lors de perforations thoraciques par exemple, mais l'inverse est faux. Le corps étranger a été placé après « intoxication » (qui est une étiologie), avant « accident » (car l'ingestion d'un corps étranger peut être considéré comme un accident, cependant « corps étranger » est plus précis), avant « mauvais état général » (un corps étranger peut engendrer une dégradation de l'état général), avant « abcès », et avant « ulcère » (idem).

## **2.5 Calcul des taux de mortalité**

Le taux de mortalité, exprimé en 1 000 bovins-années, a été calculé en rapportant le nombre de bovins équarris durant la période d'étude à la population vivante moyenne durant cette période. La population vivante moyenne a été estimée à partir des données BDNI (Base de Données Nationale d'Identification) correspondant à la saison suivante (août 2001 à février 2002), les données relatives à la saison 2000-2001 n'étant pas disponibles. L'évolution minime de la population bovine de plus de deux ans observée au cours des années suivantes a justifié cette approximation. L'effectif moyen pendant la période et sur la région considérée était de 3,8 millions d'individus de plus de deux ans, dont un tiers de bovins allaitants et deux tiers de bovins laitiers.

## **3 Résultats et discussion**

### **3.1 Caractéristiques de la population bovine morte**

Dans ce chapitre, nous avons décrit la population de bovins morts quel que soit le diagnostic (diagnostics nuls compris).

#### **3.1.1 Type de production**

La base regroupait 47 210 bovins morts dont 12 784 allaitants (27%), 34 426 laitiers (73%).

Les bovins allaitants ont été définis comme les bovins de race Bazadaise, Blanc-Bleu, Bison, Aubrac, Angus, Saler, Aurochs reconstitué, Chianina, Lourdaise, Limousine, Camargue, Charolaise, croisée, Maine Anjou, South Devon, Marchigiana, Espagnole Brava, N'dama, Créole, Parthenaise, Gasconne, Galloway, Piémontaise, Gasconne aréole, Blonde d'Aquitaine, Bramha, Highland Cattle, Abondance, programme INRA 95, Aure et St Girons Casta.

Les bovins laitiers ont été définis comme les bovins de race Abondance, Jersiaise, Ayrshire, Pie Rouge des Plaines, Brune, Buffle, Bordelaise, Bretonne pie noire, Tarentaise, Pie Rouge de l'Est, Corse, Dairy Shorthorn, Armoricaire, Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  Normande,  $\frac{3}{4}$  Prim'Holstein, Red Holstein, Bleue du Nord, Villard de Lans, Normande, Vosgienne, Maraichine, Béarnaise, Rouge Flamande, Ferrandaise, Prim'Holstein, Froment du Léon, Guernesey, Nantaise, Gelbvieh, Herens, Hereford, Saosnoise.

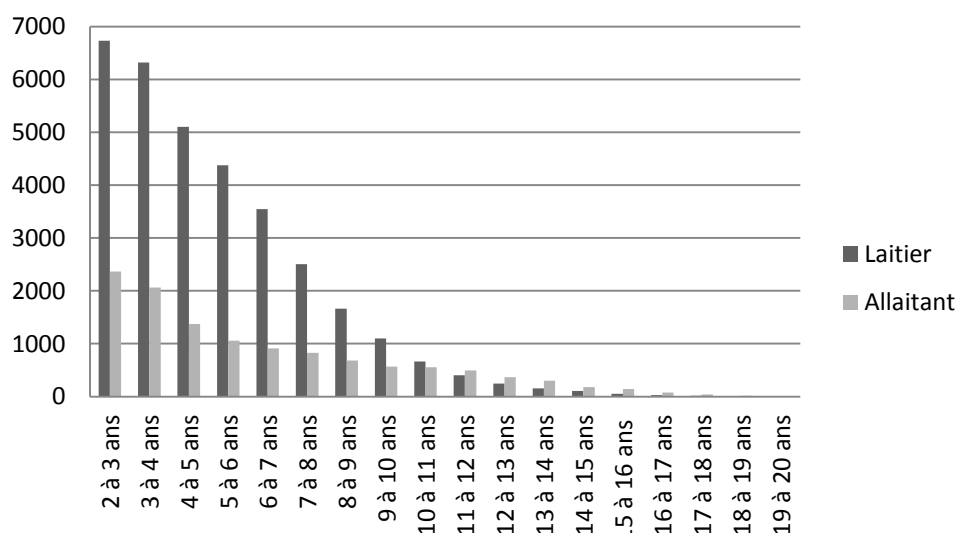
#### **3.1.2 Sexe**

Parmi les 47 210 bovins, il y avait 45 419 femelles (96% des bovins morts), 1 609 mâles (4%), et 182 bovins de sexe non précisé.

#### **3.1.3 Âge**

On dispose de la date de naissance et de mort. Des données incohérentes ont dû être éliminées. Nous n'avons conservé que les bovins âgés de deux à 20 ans pour notre étude.





**Figure 13 : Série du nombre de morts par classe d'âge chez les bovins laitiers et allaitants**

Chez les bovins laitiers, le nombre de morts diminue très régulièrement par tranche d'âge, et est sans doute en rapport avec l'âge de la population vivante (Figure 13). On remarque que les vaches âgées de plus de dix ans sont rares. Cette diminution est également présente chez les bovins allaitants, cependant on trouve plus de bovins très âgés dans ce type de production. La réforme et l'abattage doivent intervenir plus tôt chez les bovins laitiers, ce qui limite le nombre de vaches âgées mortes en dehors de ces deux systèmes.

## 3.2 Principales causes de mort

Environ un quart (23%) des fiches n'avaient pas de diagnostic renseigné. Le nombre de morts notifiées et les taux de mortalité sont indiqués par catégories dites « groupées » et type de production dans le Tableau 5.

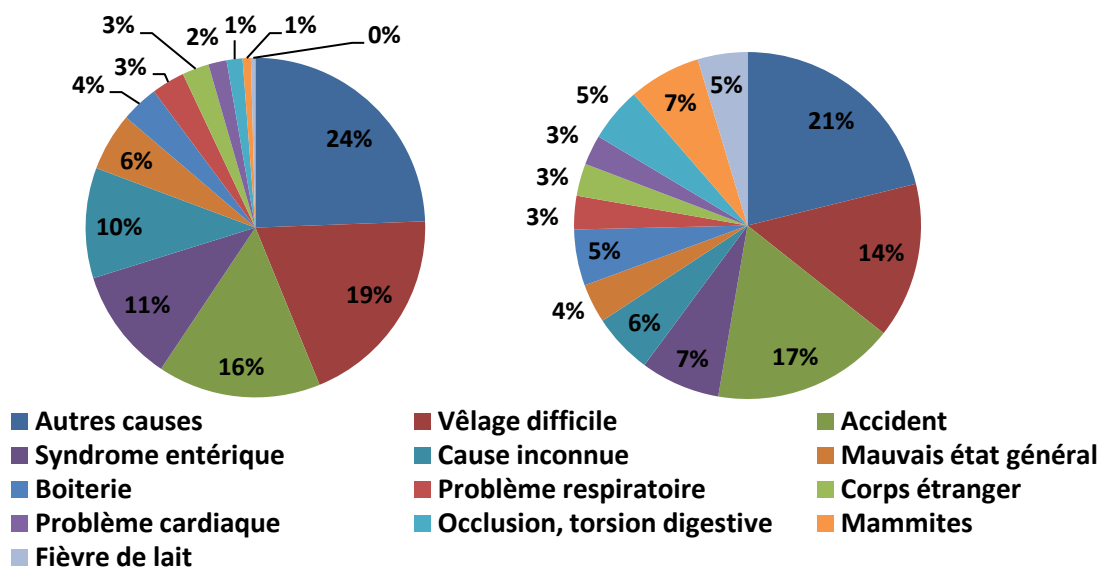
Il existe une différence statistiquement significative dans la répartition des différentes causes de mort selon le type de production (Figure 14). Si l'on omet la catégorie « autres causes » (qui regroupe des causes soit peu informatives, soit bien identifiées mais chacune en nombre insuffisant pour être représentées), les vélages difficiles, les accidents et les syndromes entériques sont les trois premières causes de mortalité rapportées dans les deux types de production.

Dans le Tableau 5, les taux de mortalité ont été obtenus en rapportant le nombre de morts par cause à la population vivante correspondante. Dans la population étudiée (bovins de plus de deux ans du Grand Ouest), le taux de mortalité est globalement plus élevé chez les bovins laitiers (30,6 pour 1 000 bovins-années) que chez les bovins allaitants (22,55 pour 1 000 bovins-années). Cette différence se retrouve pour presque chaque cause de mortalité identifiée (Figure 15). Seuls les taux associés aux causes « mauvais état général », « cause inconnue » et « syndromes entériques » sont supérieurs chez les bovins allaitants. On peut supposer que la proportion de bovins « âgés » plus importante en production allaitante peut expliquer la plus grande proportion de morts par « mauvais état général ».

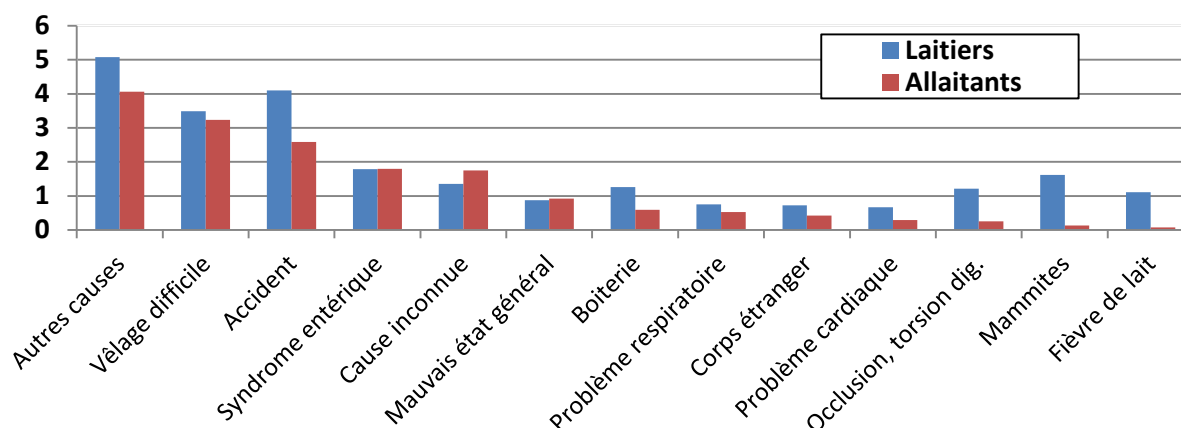
**Tableau 5 : Nombre de morts notifiés pendant la période d'étude et taux de mortalité par cause et type de production**

Causes de mort	Allaitants (Population moyenne sur la période : 1,2 millions d'animaux)		Laitiers (Population moyenne sur la période : 2,5 millions d'animaux)	
	Nombre de morts (%)	Taux de mortalité*	Nombre de morts (%)	Taux de mortalité*
Autres causes	2 303 (18)	4,06	5 703 (16,6)	5,08
Vêlage difficile	1 832 (14,3)	3,23	3 920 (11,4)	3,49
Accident	1 467 (11,5)	2,59	4 602 (13,4)	4,1
Syndrome entérique	1 020 (8)	1,8	2 004 (5,8)	1,78
Cause inconnue	992 (7,8)	1,75	1 517 (4,4)	1,35
Mauvais état général	522 (4,1)	0,92	984 (2,9)	0,88
Boiterie	338 (2,6)	0,6	1 413 (4,1)	1,26
Problème respiratoire	299 (2,3)	0,53	842 (2,4)	0,75
Corps étranger	241 (1,9)	0,43	816 (2,4)	0,73
Problème cardiaque	164 (1,3)	0,29	753 (2,2)	0,67
Occlusion, torsion digestive	143 (1,1)	0,25	1 368 (4)	1,22
Mammites	74 (0,6)	0,13	1 816 (5,3)	1,62
Fièvre de lait	40 (0,3)	0,07	1 251 (3,6)	1,11
Non renseignée	3 349 (26,2)	5,91	7 437 (21,6)	6,62
Totaux	<b>12 784 (100)</b>	<b>22,55</b>	<b>34 426 (100)</b>	<b>30,6</b>

\* par 1 000 bovins-années



**Figure 14 : Répartition des différentes causes de mort chez les bovins allaitants (à gauche) et laitiers (à droite) parmi les 36 424 morts renseignées**



**Figure 15 : Taux de mortalité moyen sur la période d'étude (par 1 000 bovins-années) par cause de mort en fonction du type de production**

### 3.3 Focus sur certaines catégories

Certains taux de mortalité plus élevés chez les bovins laitiers sont bien évidemment directement reliés au type de production des animaux. Ainsi les taux de mortalité par mammite et fièvre de lait sont respectivement de 1,62 et 1,11 pour 1 000 bovins - années chez les bovins laitiers contre 0,13 et 0,07 chez les bovins allaitants.

L'interprétation des différences entre les deux types de production, comme celles observées pour le taux de mortalité par accident ou suite à un vêlage difficile, est en revanche moins directe. Les catégories de causes de mort initialement définies ont été subdivisées en sous-groupes détaillés, pour aider à l'interprétation des résultats observés.

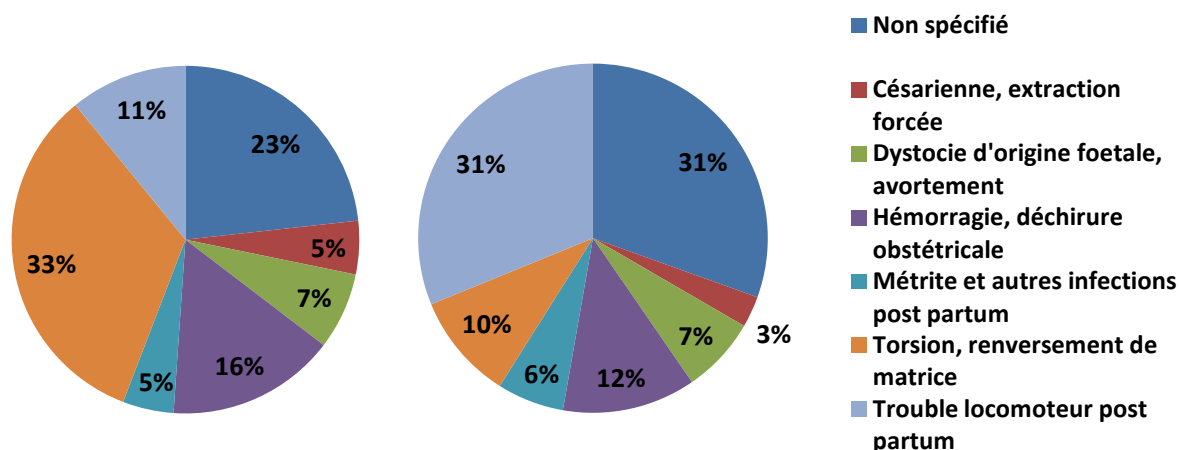
#### 3.3.1 Les vêlages difficiles

Chez les vaches laitières, la première cause renseignée parmi les morts associées à un vêlage difficile est le trouble locomoteur post-partum. Nous l'avons défini pour regrouper les diagnostics « vache couchée après vêlage, mais non diagnostiquée comme une fièvre de lait » (Figure 16). Deux raisons peuvent être avancées : i) le nombre d'extractions forcées sur disproportion fœto-pelvienne est plus élevé chez les vaches laitières que chez les allaitantes, entraînant secondairement des difficultés locomotrices puis un décubitus, ii) le logement en logettes ou en stabulation entravée plus fréquent chez les laitières aggrave les conséquences d'un décubitus ou de difficultés locomotrices post-partum (d'origine métabolique ou autre). On peut également supposer que les vétérinaires sont plus habitués à pratiquer des césariennes que des extractions forcées en production allaitante. Cette pratique pourrait entraîner moins de lésions conduisant à un décubitus irréversible chez les vaches allaitantes que chez les vaches laitières. Cette remarque peut être corroborée par le fait que les morts dues aux césariennes sont une cause de mort plus fréquente chez les vaches allaitantes que chez les vaches laitières.

Chez les bovins allaitants, la première catégorie détaillée dans les vêlages difficiles correspond aux accidents matriciels (torsion, prolapsus). Les prédispositions raciales de

certaines races allaitantes sont connues (communication personnelle), mais on peut également imaginer un défaut de suivi (vêlage sans assistance).

Le sous-groupe « non spécifié » (Figure 16) correspond aux morts de la catégorie « vêlage difficile » pour lesquels les vétérinaires n'ont pas apporté de précisions supplémentaires quant à la cause de la mort.



**Figure 16 : Distribution des causes de morts dues à un vêlage difficile chez les vaches allaitantes (1 832 cas, à gauche) et chez les vaches laitières (3 920 cas, à droite)**

### 3.3.2 Les mammites

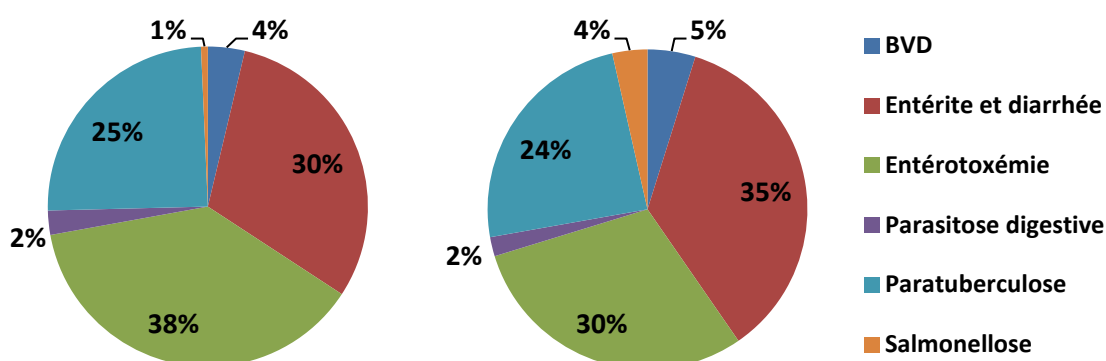
Le taux de mortalité par mammite est presque dix fois plus important chez les vaches laitières (5,3 par 1 000 bovin-années) que chez les vaches allaitantes (0,6). Mais les proportions relatives de chaque type de mammite (informations données par les vétérinaires sans précision sur la confirmation par analyse de laboratoire ou pas) sont relativement similaires pour les deux types de production. La proportion de morts dues à des mammites d'origine colibacillaire est légèrement plus importante chez les vaches laitières (37% des morts par mammite) que chez les vaches allaitantes (32%), alors que la proportion de mammites gangreneuses est légèrement plus importante chez les vaches allaitantes (24% vs 20% chez les laitières), mais ces valeurs restent proches et les autres mammites sont en proportions équivalentes dans les deux catégories. Il semblerait donc que le type de mammite pouvant conduire à la mort de l'animal ne soit pas si différent entre les deux types de production, et que la traite, par opposition à l'allaitement des veaux, ne modifie pas qualitativement cette répartition. Ces résultats plaident pour des études plus approfondies de la mortalité par mammites, car si la maladie est bien connue chez les vaches laitières (Gay et al., 2010, Poutrel and Fromageau, 2008), les mammites des vaches allaitantes ne sont que très peu voire pas étudiées.

### 3.3.3 Les accidents

En absence de consignes précises, les vétérinaires ont indiqué dans le cas des accidents tantôt les circonstances de l'accident (chute, piétinement, noyade, etc.), la nature du traumatisme (fracture, luxation, entorse etc.) ou sa topologie (fémur, jarret, bassin etc.). Parmi les cas où les circonstances de l'accident ont été précisées, 76% des morts accidentelles étaient associées aux installations des exploitations (glissades sur le béton, étranglements au cornadis, etc.), 14% étaient survenues au pré (chute, noyade, fulguration etc.) et 10% lors de transports. Cette tendance se retrouve au niveau de l'évolution saisonnière, on trouve un taux de mortalité plus élevé pendant les mois d'hiver que pendant l'automne, période durant laquelle la grande majorité des bovins est logée en bâtiments.

### 3.3.4 Les syndromes entériques

Parmi les morts associées à un syndrome entérique, le sous-groupe « entérotoxémie » est le plus important chez les bovins allaitants (38%) et représente presque un tiers des cas chez les bovins laitiers (Figure 17).



**Figure 17 : Distribution des causes de mort par syndrome entérique chez les bovins allaitants (1 020 cas, à gauche) et chez les laitiers (2 004 cas, à droite)**

Toutefois, certaines entérotoxémies sont certainement à rapprocher des causes inconnues, car il s'agit d'une hypothèse souvent émise pour des bovins retrouvés morts subitement sans autopsie ni examen fondé (Manteca, 2007, Schelcher and Cabanié, 2002). La part des morts attribuées à la paratuberculose dans le groupe « syndrome entérique » est importante quel que soit le type de production (environ 25%), tandis que salmonellose et BVD sont beaucoup plus rarement incriminées. Environ un tiers des diagnostics de ce groupe était limité à l'observation de symptômes (sous-groupe « Entérite et diarrhée »). Finalement, en additionnant les causes de mort associées à un symptôme et celles associées à une hypothèse (les entérotoxémies), près de la moitié des causes de mort associées à un syndrome entérique n'auraient pas de diagnostic.

### 3.3.5 Les « autres causes »

La catégorie représentant le plus grand nombre de cas enregistrés dans la base de données (8 006 morts de bovins) est celle des « autres causes ». Cette catégorie regroupe les causes de mortalité dont le nombre d'occurrences dans la base de données est faible (telles que les maladies infectieuses, les intoxications, etc.), et celles qui sont peu informatives (vache couchée, péritonite, etc.). Le détail de ces autres causes est présenté dans le Tableau 6 (le sous-groupe « divers » rassemble les diagnostics qui n'ont pas pu être regroupés). On note que la base ne recèle que six suspicions d'ESB, ce qui peut sembler relativement faible étant donné que le programme était mené pour surveiller cette maladie.

**Tableau 6 : Principales causes de mort regroupées dans la catégorie "autres causes"**

Autres causes	Nombre de morts	Autres causes	Nombre de morts
Péritonite	1259	Néoplasie	188
Vache couchée*	871	Acétonémie	176
Météorisation	717	Piroplasmose	159
Autres hémorragies	541	Charbon	37
Tétanie	495	Listériose	36
Hépatopathie	471	Actinobacillose	21
Infection non spécifiée (abcès, septicémie, phlegmon)	464	Botulisme	18
Hémorragie digestive, ulcère de la caillette	442	Tétanos	17
Acidose	332	Actinomycose	15
Problème urinaire	299	Alcalose	15
Intoxication, envenimation, allergie	285	Anaplasmose	10
Phénomène inflammatoire	198	Suspicion d'ESB	6
Trouble nerveux	195	Divers	739

\* décubitus non explicitement lié à une cause identifiée (par exemple fièvre de lait ou écartèlement)

### 3.3.6 Les causes inconnues

La catégorie « cause inconnue » représente respectivement 10% et 6% des diagnostics renseignés chez les bovins allaitants et laitiers, une différence qui peut sans doute s'expliquer par une surveillance moins attentive chez les bovins allaitants que chez les laitiers. Dans les deux populations, les morts subites (animal retrouvé mort sans symptômes préalables) représentent environ la moitié de ces décès.

L'importance relative de la catégorie « cause inconnue » est globalement faible (6,8% des diagnostics renseignés). Celle-ci est toutefois sous estimée, étant donné que les fiches dont le champ diagnostic n'avait pas été renseigné (23% du total) ont été exclues alors que certaines d'entre-elles appartenaient probablement à cette catégorie. Par ailleurs, de nombreux diagnostics classés dans d'autres catégories ne correspondaient pas à des diagnostics formels mais à des symptômes ou syndromes (vache couchée, diarrhée,

péritonite...), ou des hypothèses diagnostiques peu spécifiques (entérotoxémie, foudre...). La proportion de diagnostics non établis semble donc en réalité beaucoup plus élevée.

Ces résultats reflètent les difficultés que rencontrent les vétérinaires pour établir un diagnostic formel sur les morts de bovins, en raison du manque de moyens mis en œuvre pour des examens complémentaires (analyses de laboratoire coûteuses pour l'éleveur, pratique de l'autopsie peu courante et délicate sur des bovins adultes). Un grand nombre de ces animaux meurent donc sans que l'origine du problème puisse être identifiée, ce qui représente à la fois un problème sanitaire (impossibilité pour l'éleveur d'appliquer des mesures correctives) et épidémiologique (risque de passer à côté de maladies d'importance sanitaire ou économique).

### **3.4 Tendances saisonnières**

Le taux de mortalité lié à chaque cause de mort n'a pas été constant au cours de la période d'étude, que ce soit chez les bovins laitiers ou allaitants (Tableau 7). En effet, si la mortalité est un phénomène aléatoire à l'échelle individuelle, elle ne l'est pas à l'échelle de l'exploitation agricole car un grand nombre de facteurs zootechniques (vêlage, alimentation, type de logement, etc.) ou liés à la conduite d'élevage influencent les causes de mort, et la saisonnalité de ces facteurs de risque est forte. Les taux de mortalité pour les vêlages suivent, bien évidemment les pics de mises-bas, en novembre pour les vaches laitières et février pour les vaches allaitantes. Le vêlage est une période à risque pour la vache, non seulement à cause des éventuels désordres qui lui sont directement liés, mais également à cause du pseudo-stress (corticoïdes endogènes) provoqué qui a pour conséquence une plus grande sensibilité aux agents pathogènes.

Cependant, pour de nombreuses autres causes, on remarque que les taux sont plus élevés pour la période hivernale (décembre-février). Ceci peut s'expliquer en partie par une augmentation de la pression d'infection dans les locaux. Bien connue pour les affections des jeunes, elle existe aussi pour les adultes. Cette hypothèse est partiellement confirmée par le fait que les causes non infectieuses comme les corps étrangers ne présentent pas d'évolution saisonnière. D'autre part, on pourrait y voir une forme d'inadaptation du logement hivernal aux bovins, notamment au vu des causes accidentelles et les boiteries.

**Tableau 7 : Evolution mensuelle des taux de mortalité (pour 1 000 bovins-années) par cause chez les bovins allaitants et laitiers (le mois de janvier 2001 n'a pas été représenté pour cause d'interruption du programme pendant la plus grande partie de ce mois)**

Allaitants	Août-00	Sept-00	Oct-00	Nov-00	Déc-00	Fév-01
Accident	1,83	2,05	1,71	1,56	2,07	3,87
Autres causes	2,30	2,78	3,93	4,29	3,72	4,90
Boiterie	0,54	0,28	0,37	0,58	0,58	0,75
Cause inconnue	0,71	0,61	1,19	1,84	1,82	2,68
Corps étranger	0,31	0,30	0,32	0,44	0,39	0,48
Fièvre de lait	0,04	0,08	0,08	0,09	0,09	0,04
Mammites	0,14	0,08	0,09	0,12	0,1	0,19
Mauvais état général	0,39	0,32	0,34	0,39	0,75	2,10
Occlusion, torsion digestive	0,14	0,13	0,22	0,24	0,24	0,39
Problème cardiaque	0,17	0,22	0,26	0,23	0,21	0,47
Problème respiratoire	0,51	0,52	0,50	0,44	0,34	0,67
Syndrome entérique	1,13	1,09	1,67	1,83	1,64	2,39
Vêlage difficile	2,48	2,47	2,30	2,59	2,31	4,57

Laitiers	Août-00	Sept-00	Oct-00	Nov-00	Déc-00	Fév-01
Accident	2,80	3,32	3,11	3,12	3,27	5,77
Autres causes	3,34	3,99	5,17	4,94	4,63	5,64
Boiterie	0,73	0,71	0,87	1,26	1,20	1,80
Cause inconnue	0,58	0,72	1,01	1,21	1,57	1,96
Corps étranger	0,53	0,59	0,76	0,67	0,65	0,83
Fièvre de lait	1,36	1,22	0,96	1,19	0,80	0,79
Mammites	1,18	1,19	1,24	1,55	1,78	1,79
Mauvais état général	0,29	0,38	0,52	0,68	0,76	1,66
Occlusion, torsion digestive	0,72	0,87	1,10	1,20	1,17	1,52
Problème cardiaque	0,40	0,49	0,62	0,61	0,77	0,70
Problème respiratoire	0,66	0,51	0,65	0,81	0,77	0,82
Syndrome entérique	1,11	1,36	1,45	1,84	1,75	2,32
Vêlage difficile	2,66	2,99	3,40	3,95	3,48	3,08

### 3.5 Une surveillance du cheptel bovin français par la mortalité

Ces données sur la mortalité des bovins adultes permettent de connaître au cours du temps le nombre de morts attendu pour chaque catégorie de sexe, d'âge et de type de production. Connaître les causes de mort est utile pour quantifier les morts purement aléatoires, et les maladies infectieuses, ou les morts influencées par différents facteurs tels que le vêlage. Ainsi on peut établir une ligne de base de la mortalité qui devrait permettre de mettre en place des alertes en cas de surmortalité anormale dans l'une ou l'autre des catégories de bovins. Ici, seuls les bovins de plus de deux ans ont été étudiés, de plus se trouvant dans le contexte particulier crise de l'ESB, en 2000-20001, dans le Grand Ouest, ce qui est insuffisant pour mettre en place un système de surveillance. Une étude plus large,



concernant toutes les catégories d'âges est nécessaire. Son utilisation dans le cadre d'un système de surveillance basé sur la mortalité permettrait de détecter n'importe quel phénomène sanitaire émergeant provoquant la mortalité.

## 4 Conclusion

L'analyse de la base ESB a permis d'établir des statistiques sur les causes de mort des bovins du Grand Ouest en France, en 2000-2001 au moyen d'un système de classification inédit.

Les accidents (16,7% des diagnostics renseignés), les vêlages difficiles (15,8%) et les syndromes entériques (8,3%) représentaient les trois premières causes de mortalité rapportées, aussi bien chez les bovins laitiers que chez les bovins allaitants. Les bâtiments d'élevage étaient à l'origine de trois quarts des morts par accident dont les circonstances étaient précisées. La majorité des morts au vêlage chez les bovins laitiers étaient dues à des troubles locomoteurs post-partum tandis que les troubles matriciels étaient prépondérants chez les bovins allaitants. Les taux de mortalité observés étaient supérieurs chez les bovins laitiers pour toutes les causes, hormis « mauvais état général », « cause inconnue » et « syndromes entériques » qui étaient plus importants chez les bovins allaitants. La période hivernale était associée à une augmentation des taux de mortalité quelle que soit la cause considérée.

Nous disposions d'une base de données avec certaines informations simples pouvant être codées (la race, la région), et des causes de morts renseignées par un champ libre. Mais les différents types de diagnostics renseignés manquaient d'homogénéité. En effet on pouvait rencontrer des étiologies, des processus physiopathologique, des syndromes, des circonstances. Notre principal problème a été d'adapter un nouveau type de classification à ces données qui n'étaient pas destinées à la production de statistiques sur les causes de mortalité. La classification que nous avons établie, si elle est discutable, est adaptée aux divers types de diagnostics renseignés et a permis de tirer une information claire concernant la mortalité bovine.



# **PARTIE III : ETUDE DES CAUSES DE LA MORTALITE BOVINE PAR UNE ENQUETE POSTALE AUPRES D'ELEVEURS**



# **1 Introduction**

Afin de compléter les informations obtenues grâce à l'analyse de la base ESB, déjà ancienne et sur une population spécifique, non représentative de la population bovine française (animaux mort à plus de deux ans dans le grand Ouest de novembre 2000 à mars 2001), nous avons décidé de conduire une nouvelle enquête sur la mortalité bovine. Cette enquête, d'une durée de un an, se propose d'établir des statistiques actuelles sur la mortalité des bovins de tous âges et toutes races en France. Elle est basée sur un questionnaire devant permettre de décrire les principales causes de morts des bovins selon certaines caractéristiques (âge, sexe, type de production, environnement au moment de la mort). Elle permettra d'évaluer les possibilités d'utilisation de la mortalité comme indicateur pour un système de surveillance syndromique.

Nous allons présenter des résultats préliminaires de l'enquête, portant sur une période de cinq mois.

## **2 Matériel et méthode**

### **2.1 Protocole de l'enquête**

L'enquête est basée sur l'envoi de questionnaires papiers à des éleveurs dont un bovin a été récemment envoyé à l'équarrissage. Il s'agit donc d'une étude à dire d'éleveurs. Deux types de questionnaires ont été conçus, l'un pour les animaux de moins de six mois, l'autre pour les animaux de plus de six mois, les causes de mort étant très différentes chez les veaux et chez les bovins adultes.

Chaque semaine, un échantillon de bovins morts a été tiré au sort parmi ceux dont l'enlèvement était notifié au Ministère de l'agriculture via l'EDI-SPAN (échange de données informatisé – sous produits animaux). Le tirage au sort des animaux a été effectué selon des taux de sondage par catégorie d'âge (cf. paragraphe 2.3) fixes pendant toute la durée de l'étude. Pour chaque bovin tiré au sort, un questionnaire personnalisé a été édité et envoyé à son propriétaire.

Pour cette thèse nous ne disposons que des questionnaires reçus entre le 15 novembre 2010 (date de démarrage de l'enquête) et le 14 avril 2011, correspondant aux morts survenues pendant la période hivernale.

### **2.2 Conception des questionnaires**

#### **2.2.1 Structure générale**

Chaque questionnaire est au format A4 simple, afin de faciliter sa mise sous pli et son renseignement par l'éleveur. Il est identifié par un numéro pré-rempli et comprend le numéro d'identification de l'animal, son sexe et sa date d'enlèvement. En l'absence de numéro d'identification, la mention « veau de moins de 20 jours » était apposée.

Les deux types de questionnaires contiennent des questions communes et des questions spécifiques. Ils sont organisés en deux parties (Annexe 8 et Annexe 9). La première partie regroupe trois questions relatives à l'environnement et au mode d'élevage de l'animal

au moment de sa mort et cinq questions sur la manière dont la mort est survenue puis a été notifiée, et sur le rôle du vétérinaire. La seconde partie porte sur la cause de la mort.

### **2.2.2 Question relative aux causes de mortalité**

Le questionnaire propose dix causes de mort à l'éleveur, ainsi qu'une case « Autres causes » et une case « Ne sait pas ». Il était demandé, à chaque éleveur de ne choisir qu'une unique cause de mort. Chaque cause est associée à un champ libre afin que les éleveurs puissent préciser le diagnostic supposé.

La sélection des propositions des causes de mort s'est faite à partir de la bibliographie et de l'étude des données ESB (cf. partie II). La formulation a été choisie en se basant sur l'expérience des membres de l'unité Epidémiologie de l'Anses Lyon et leur connaissance des expressions utilisées par les éleveurs.

### **2.2.3 Test des questionnaires**

Les questionnaires ont été testés auprès de quinze éleveurs de la région lyonnaise dans la clientèle de l'UCRA (Unité Clinique Rurale de l'Arbresle) associée à VetAgro Sup, pour apprécier la réaction de l'éleveur, sa compréhension du questionnaire, et ainsi le modifier en fonction de ces premières données.

Les questionnaires à renseigner (Annexe 8 et Annexe 9), ainsi que la lettre d'accompagnement (Annexe 10) ont été soumis aux éleveurs après une présentation succincte du but de l'étude et de ce test. Les éleveurs rencontrés, cinq éleveurs allaitants (purs ou mixtes), et dix éleveurs laitiers ont renseigné le questionnaire soit au cours d'une visite par le vétérinaire, soit au comptoir de la clinique de l'Arbresle.

Plusieurs erreurs de renseignement ont été relevées, permettant de formuler des modifications pour améliorer les questionnaires dans leur format définitif (Annexe 6 et Annexe 7).

## **2.3 Tirage au sort**

### **2.3.1 Base de sondage**

La base EDI-SPAN centralise les données des centres d'équarrissage et constitue notre base de sondage. Le nombre de bovins morts ou euthanasiés, mais également leurs caractéristiques (numéro national, race, numéro d'exploitation, sexe, catégorie d'âge) sont transmises quotidiennement à l'unité Epidémiologie de l'Anses Lyon.

Les catégories d'âge dans la base de données EDI-SPAN sont les suivantes : [0-20 jours], ]20 jours-six mois], ]6-12 mois], ]12-24 mois], ]24 mois- ∞[.

Pour les veaux de moins de 20 jours, la catégorie d'âge EDI-SPAN est souvent la seule information disponible, étant donné que l'identification des veaux n'est obligatoire qu'à partir de sept jours d'âge<sup>3</sup>. Ont été inclus tous les bovins morts ou euthanasiés quel que soit leur âge (mort-nés compris).

---

<sup>3</sup> Décret 2003-851 2003-09-01 art. 1, annexe JORF 6 septembre 2003.

### 2.3.2 Stratification de l'échantillon

Une analyse préalable de la BDNI (Base de Données Nationale d'Identification des animaux d'élevage) a montré que plus de la moitié des morts de bovins intervient chez les veaux de moins de 21 jours (Perrin, 2011). Les veaux sont non seulement nombreux à mourir, mais de plus ils meurent pour des causes récurrentes bien identifiées et très homogènes. Nous avons décidé de stratifier l'échantillon selon l'âge des animaux, afin d'appliquer des taux de sondage plus importants dans les catégories d'âge où les causes sont plus variables et moins bien décrites et/ou pour lesquelles les effectifs sont moins importants, c'est-à-dire les catégories des bovins plus âgés. La catégorie d'âge EDI-SPAN étant la seule variable renseignée pour toutes les morts notifiées, c'est cette variable qui a été choisie pour effectuer la stratification.

### 2.3.3 Définition des taux de sondage par strate

Les taux de sondage à appliquer à chaque strate d'âge ont été déterminés selon des contraintes statistiques, logistiques et financières.

Nous avons souhaité maintenir tout d'abord des taux de sondage fixes au cours de l'année, et ce malgré le fait que le nombre de morts est très variable selon les saisons, afin de ne pas artificiellement augmenter ou diminuer l'importance de certaines causes de mortalité saisonnières. D'autre part pour respecter le budget et le temps de travail pouvant être alloués à l'étude, il a été décidé qu'un maximum de 50 000 questionnaires devait être envoyé au cours de l'année, sans jamais dépasser la limite de 200 questionnaires par jour.

La méthode de détermination des taux de sondage dans les différentes strates a consisté en une simulation de différents taux de sondage sur les données issues de l'EDI-SPAN sur l'année 2009, sachant que l'on désirait avoir la moitié des questionnaires envoyés à des bovins de plus de 24 mois. Les différentes simulations devaient permettre i) de répondre aux différentes conditions ci-dessus, ii) d'obtenir le plus grand échantillon possible. Les taux finalement adoptés sont présentés dans le Tableau 8.

**Tableau 8: Simulation de taux de sondages sur les données EDI-SPAN 2008-2009**

Catégorie EDI-SPAN	Age	Nombre d'enlèvements	Taux de sondage T1	Nombre d'animaux qui auraient été tirés
BVIN20J	[0 - 20 jours]	729 028	0,01	7 290
BVIN6M	[20 jours-6 mois]	236 079	0,03	7 082
BVIN9M	[6 - 9 mois]	43 743	0,1	4 374
BVIN12M	[9 - 12 mois]	31 040	0,1	3 104
BVIN18M	[12 - 18 mois]	36 874	0,1	3 687
BVIN24M	[18- 24 mois]	21 815	0,1	2 181
BVISUP2A	[24 mois - ∞]	314 108	0,07	21 987
TOTAL		1 412 813	0,0352	49 695

## 2.4 Communication

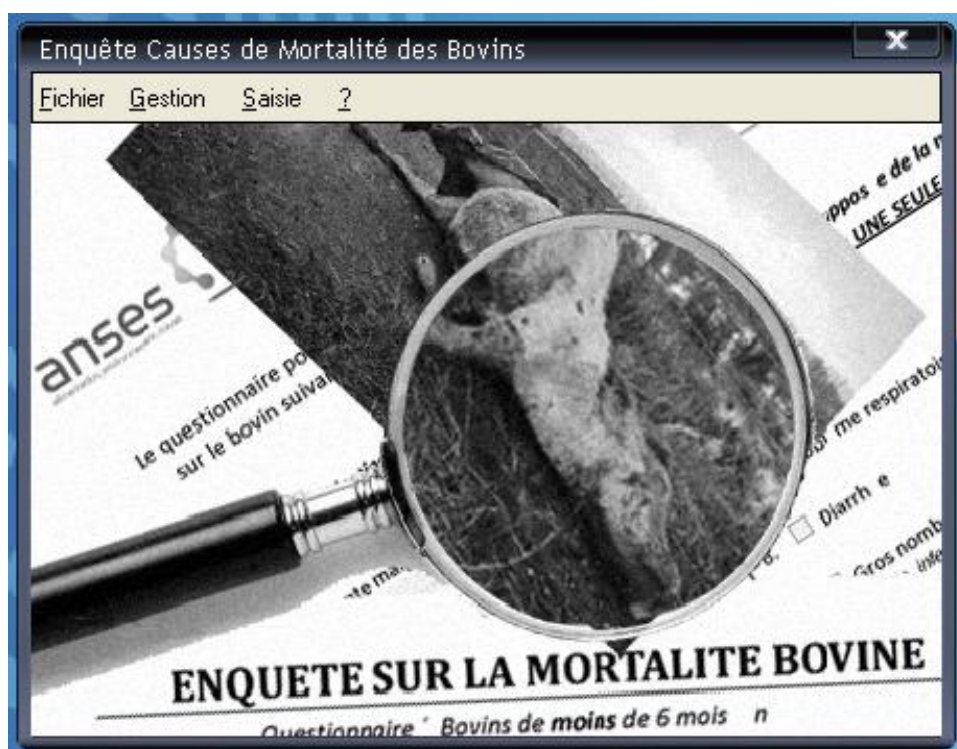
La communication avait pour but de faire connaître l'enquête « mortalité bovine » afin d'encourager les éleveurs à répondre et de les aider à répondre correctement aux

questions de l'enquête. Des textes de présentation de l'enquête ont été envoyés à différents éditeurs de la presse agricole et vétérinaire, et ont été repris dans « La Semaine Vétérinaire » (février 2011), « PharmaVet » (mars-avril 2011) ainsi que « Réussir Lait Elevage », « Réussir Bovins Viande » (janvier 2011), « l'Action agricole picarde » (janvier 2011), et « l'Est agricole et viticole » (décembre 2010). Enfin, les GDS (Groupement de Défense Sanitaire) encourageaient les éleveurs à répondre à cette enquête.

Le questionnaire était accompagné d'une lettre présentant le but de l'enquête, ainsi que des coordonnées permettant aux éleveurs de joindre un membre de l'unité Epidémiologie s'ils avaient des questions.

## 2.5 Edition et envoi

L'échantillon a été quotidiennement et automatiquement tiré au sort en fonction des taux de sondages définis (Tableau 8). Le bon déroulement du tirage au sort a été consigné dans un rapport envoyé automatiquement (Annexe 11) aux membres de l'unité Epidémiologie de l'Anses Lyon concernés par l'enquête. Les questionnaires ont ensuite été édités grâce à l'application « Enquête mortalité bovine » (Figure 18), imprimés et mis sous pli.



**Figure 18: Capture d'écran de l'application "Enquête Causes de Mortalité des Bovins"**

## 2.6 Retour et saisie

Les réponses aux questionnaires ont été saisies par les secrétaires de l'unité Epidémiologie de l'Anses. Celles-ci disposaient d'éléments lexicaux afin de saisir les champs libres sans faute d'orthographe. Une procédure de saisie a été mise au point afin d'harmoniser la saisie des deux secrétaires. Le nombre de questionnaires retournés ont été notés chaque jour, des taux de retour ont ainsi pu être calculés.



## **2.7 Gestion des réponses aberrantes et des champs libres**

Malgré la phase de test et les corrections apportées, les éleveurs ont fait des erreurs lors du renseignement des questionnaires, que nous avons pu identifier parce que les précisions renseignées dans les champs libres ne correspondaient pas à la case cochée. Les éleveurs ont également rempli des champs libres lorsqu'aucune proposition de réponse ne correspondait à leur cas. Nous avons donc effectué un travail de reclassement par mot-clé afin de « récupérer » ces questions mal renseignées et extraire une information globale des champs libres lorsque cela était possible.

La destination des veaux de moins de six mois a parfois été mal renseignée par les éleveurs. Grâce à des mots clés, nous avons pu réattribuer les destinations décrites aux catégories correspondantes.

Parmi les réponses, concernant la question de la destination, beaucoup d'éleveurs ont répondu « Autre ». En effet, les propositions de statut du bovin n'étaient pas exhaustives et concernaient essentiellement les femelles. Nous avons donc créé un algorithme contenant des mots clés permettant de reclasser ces propositions parmi les anciennes catégories si c'était possible et parmi de nouvelles sinon. Nous avons ainsi créé les catégories « jeune bovin mâle », et « bovin mâle adulte ».

En lisant les précisions que les éleveurs avaient écrites à la main, nous avons pu constater que de nombreuses causes de mort où la case « autre cause » était cochée, pouvaient être reclassées. Nous avons donc réalisé un script contenant des mots clés permettant de reclasser les causes de morts « autres » dans les bonnes catégories quand cela était possible.

Certains éleveurs ont coché plusieurs causes de mort. Devant l'impossibilité de les reclasser et le faible nombre de réponses erronées de ce type, il a été décidé de les exclure en bloc. Dans l'Annexe 13 et l'Annexe 14 sont représentées les associations de causes de mort les plus fréquentes.

## **3 Résultats et discussion**

Quatre groupes d'âge ont été définis pour la restitution des résultats : les veaux de moins de 20 jours, les veaux de 21 jours à six mois, les jeunes bovins de six mois à deux ans et les animaux de plus de deux ans.

Après avoir décrit l'échantillon analysé, nous décrirons les causes de mort des bovins par catégorie d'âge et de type de production en détaillant particulièrement les principales causes identifiées. Ensuite, nous nous attacherons à décrire d'autres informations collectées via cette enquête, notamment celles relatives à la proportion d'animaux trouvés morts, la durée d'évolution des maladies et les pratiques liées à l'euthanasie.

Les résultats présentés ici, sont des résultats préliminaires. A ce titre, ils ne sont pas rapportés à un dénominateur, et leur interprétation est uniquement descriptive.

## **3.1 Description de l'échantillon analysé**

### **3.1.1 Type de production, âge et sexe**

Au 14 avril 2011, 26 065 questionnaires avaient été envoyés, et concernaient 18 105 bovins de plus de six mois et 7960 bovins de moins de six mois. 43,3% des questionnaires (soit 11 302 questionnaires) concernaient des bovins laitiers dont 86,4% de bovins de plus de six mois et 13,6% de bovins de moins de six mois. 43,1% des questionnaires (soit 11 243 questionnaires) concernaient des bovins allaitants dont 74,2% de bovins de plus de six mois et 25,8% de bovins de moins de six mois. 13,5% des questionnaires étaient destinés à des bovins de type de production inconnu (3 520 questionnaires), et 12,0% à des bovins de sexe inconnu. Tous ces animaux étaient des animaux de moins de six mois, et la très grande majorité des animaux de moins de 20 jours.

Parmi les bovins laitiers morts ayant fait l'objet d'un envoi de questionnaire, on trouvait 87,0% de femelles pour 13,0% de mâles. Chez les bovins allaitants, les femelles sont toujours majoritaires mais à hauteur de seulement 59% contre 41% de mâles (car les bovins allaitants morts de moins de six mois sont en majorité des mâles au contraire des bovins laitiers du même âge. En revanche, les bovins de plus de deux ans sont dans leur grande majorité des femelles que ce soit en production laitière ou allaitante).

A la même date, 9 753 questionnaires avaient été reçus portant sur 2 756 veaux de moins de six mois et 6 997 bovins de plus de six mois. Concernant le type de production, 4 411 questionnaires concernaient des bovins laitiers (45,2%) dont 86,6% de bovins de plus de six mois et 13,4% de bovins de moins de six mois, 4 290 concernaient des bovins allaitants (43,9%) dont 74% de bovins de plus de six mois et 26% de bovins de moins de six mois. Nous avons reçu également 1 052 questionnaires de bovins de type de production inconnu (10,8%).

Les questionnaires retournés concernent 88,2% de femelles laitières pour 11,9% de mâles laitiers, tandis que parmi les questionnaires sur les bovins allaitants, on trouve 59,0% de femelles pour 41,0% de mâles.

Les taux de retour ont été calculés selon le type de production, la catégorie d'âge et le sexe (Tableau 9, Tableau 10, Tableau 11).

**Tableau 9 : Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins laitiers**

Age	Sexe	Envoyés (% du total envoyés)	Reçus (% du total reçus)	Taux de retour
[0-20 jours]	Femelle	150	51	34,0%
[0-20 jours]	Mâle	37	14	37,8%
<b>Total [0-20 jours]</b>		<b>187 (1,7%)</b>	<b>65 (1,5%)</b>	<b>34,8%</b>
[20 jours-6 mois]	Femelle	990	394	39,8%
[20 jours-6 mois]	Mâle	357	131	36,7%
<b>Total [20 jours-6 mois]</b>		<b>1 347 (11,9%)</b>	<b>525 (11,9%)</b>	<b>39,0%</b>
[6- 24 mois]	Femelle	1 561	582	37,3%
[6 - 24 mois]	Mâle	875	308	35,2%
<b>Total [6- 24 mois]</b>		<b>2 436 (21,6%)</b>	<b>890 (20,2%)</b>	<b>36,5%</b>
[24 mois-∞]	Femelle	7 153	2 864	40,0%
[24 mois-∞]	Mâle	179	67	37,4%
<b>Total [24 mois-∞]</b>		<b>7 332 (64,9%)</b>	<b>2 931 (66,4%)</b>	<b>40,0%</b>
<b>TOTAL LAITIER</b>		<b>11 302 (100%)</b>	<b>4 411 (100%)</b>	<b>39,0%</b>

**Tableau 10 : Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins allaitants**

Age	Sexe	Envoyés (% du total envoyés)	Reçus (% du total reçus)	Taux de retour
[0-20 jours]	Femelle	75	38	50,7%
[0-20 jours]	Mâle	249	91	36,5%
<b>Total [0-20 jours]</b>		<b>324 (2,9%)</b>	<b>129(3,0%)</b>	<b>39,8%</b>
[20 jours-6 mois]	Femelle	769	268	34,9%
[20 jours-6 mois]	Mâle	1813	717	39,5%
<b>Total [20 jours-six mois]</b>		<b>2 582 (23,0%)</b>	<b>985(23,0%)</b>	<b>38,1%</b>
[6- 24 mois]	Femelle	1673	633	37,8%
[6- 24 mois]	Mâle	2323	855	36,8%
<b>Total [6- 24 mois]</b>		<b>3 996 (35,5%)</b>	<b>1 488 (34,7%)</b>	<b>37,2%</b>
[24 mois-∞]	Femelle	4071	1593	39,1%
[24 mois-∞]	Mâle	270	95	35,2%
<b>Total [24 mois-∞]</b>		<b>4 341 (38,6%)</b>	<b>1 688 (39,3%)</b>	<b>38,9%</b>
<b>TOTAL ALLAITANT</b>		<b>11 243 (100%)</b>	<b>4 290 (100%)</b>	<b>38,2%</b>

**Tableau 11: Nombre de questionnaires envoyés et reçus par âge et sexe pour les bovins de type de production inconnu**

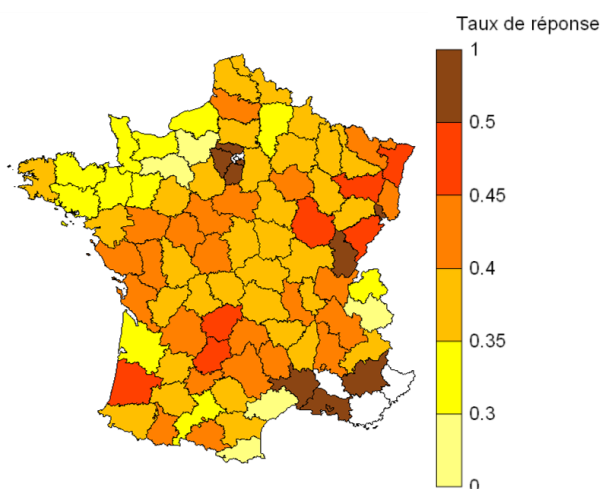
Age	Sexe	Envoyés (%)	Reçus (%)	Taux de retour
[0-20 jours]	Femelle	144	51	35,4%
[0-20 jours]	Mâle	200	93	46,5%
[0-20 jours]	NR	3058	893	29,2%
<b>Total [0-20 jours]</b>		<b>3 402 (96,6%)</b>	<b>1 037 (98,6%)</b>	<b>30,5%</b>
[20 jours-6 mois]	Femelle	12	4	33,3%
[20 jours-6 mois]	Mâle	23	4	17,4%
[20 jours-6 mois]	NR	83	7	8,4%
<b>Total [20 jours-6 mois]</b>		<b>118 (3,4%)</b>	<b>15(1,4%)</b>	<b>12,7%</b>
<b>TOTAL NC</b>		<b>3 520 (100%)</b>	<b>1 052 (100%)</b>	<b>29,9%</b>

Le taux de réponse global est de 37,4%, ce qui est très élevé pour ce type d'étude (où les taux de réponse attendus sont plutôt proches de 20%). Les questionnaires à propos des veaux de moins de 20 jours ont eu un taux de retour de 31,4% et ceux concernant les veaux de 20 jours à six mois un taux de 37,7%. Le taux de réponse concernant les jeunes bovins de six mois à deux ans est de 37,0%, et celui des bovins de plus de deux ans est de 39,6%. Le taux de réponse est de 39,0% pour les bovins laitiers et 38,2% pour les bovins allaitants, et de 37,0% pour les mâles et 38,3% pour les femelles.

Globalement, les taux de réponse par âge, type de production et sexe sont très proches. Le test du  $\chi^2$  montre cependant une différence significative ( $p < 0,001$ ) entre la répartition des âges, sexe et type de production dans l'échantillon envoyé comparé à l'échantillon reçu.

### 3.1.2 Département

Sur la Figure 19 sont représentés les taux de réponse par département.



**Figure 19 : Représentation des taux de réponse par département**

On peut voir quelques disparités dans les taux de réponse entre les différentes régions. Les taux de réponse par département sont détaillés dans l'Annexe 12.

### 3.1.3 Conclusion sur la représentativité

Les taux de réponse sont importants pour cette enquête postale, et on a pu voir que l'échantillon retourné est globalement une image ressemblant à l'échantillon des questionnaires envoyés aux éleveurs bien que le test du  $\chi^2$  montre une différence entre ces deux échantillons.

Les résultats de cette enquête à cette étape intermédiaire ont une représentativité satisfaisante des bovins morts tirés au sort, eux même représentatifs de l'ensemble des bovins morts dans le cheptel français.

## 3.2 Répartition des causes de mort dans les différentes sous-populations

### 3.2.1 Veaux de moins de 20 jours

Etant donné le grand nombre de bovins de moins de 20 jours sans type de production renseigné, nous allons traiter les causes de mort des bovins de cet âge sans les distinguer selon le type de production. Le Tableau 12 représente les causes uniques de mort de 1 160 bovins de moins de 20 jours (59 questionnaires avec plusieurs causes de mort cochées ayant été exclus de l'analyse). Il permet de décrire la mortalité périnatale et postnatale.

**Tableau 12: Répartition des différentes causes de mort chez les veaux de moins de 20 jours**

CAUSES DE MORT	Nombre de morts	Fréquence
Pas de réponse (NR)	12	Non communiqué
Problème respiratoire	69	5,9%
Diarrhée	280	24,1%
Gros nombril	20	1,7%
Arthrite	8	0,7%
Malformation de naissance	88	7,6%
Problème de pied ou de patte	3	0,3%
Accident	47	4,1%
Raide, tétanie	2	0,2%
Météorisation	10	0,9%
Veau faible ou mou	101	8,7%
Hémorragie	10	0,9%
Autre cause	427	36,8%
Cause inconnue	95	8,2%
<b>Total (sans les NR)</b>	<b>1 160</b>	<b>100,0%</b>

Les « Autres causes » plus les causes inconnues représentent encore 45% des réponses. Les « autres causes » sont détaillées dans le Tableau 13.

Les « Autres causes » pour les veaux de moins de 20 jours sont essentiellement constituées de problèmes à la naissance (près de 85% des causes de mort), ceci comprend les veaux mort-nés, les avortements et les veaux morts suite à un vêlage difficile (la mort à deux jours de vie étant encore considérée officiellement comme un avortement). On résumera ce phénomène sous le terme de mortalité périnatale.

**Tableau 13: Précision des "autres causes" chez les bovins de moins de 20 jours**

"Autres causes" détaillées	Nombre d'occurrences	Fréquence
Autre occlusion	2	0,5%
Cardiaque	3	0,7%
Corps étranger	2	0,5%
Divers	39	9,1%
Entérotoxémie	3	0,7%
Hémorragie digestive, ulcère de la caillette	4	0,9%
Mauvais état général	3	0,7%
Phénomène infectieux	5	1,2%
<b>Problème suite vêlage</b>	<b>362</b>	<b>84,8%</b>
Problème urinaire	1	0,2%
Réaction anaphylactique	1	0,2%
Trouble nerveux	2	0,5%
<b>Total</b>	<b>427</b>	<b>100,0%</b>

### 3.2.2 Veaux de 20 jours à six mois

Les morts de veaux âgés de 20 jours à six mois correspondent à la « mortalité post-natale ». Le Tableau 14 présente la répartition des différentes causes de mortalité de 482 veaux laitiers et 917 veaux allaitants de 20 jours à six mois.

**Tableau 14: Répartition des différentes causes de mort chez les veaux laitiers et allaitants de 20 jours à six mois**

CAUSES DE MORT	Laitiers		Allaitants		Total	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
NR	2	NC	7	NC	9	0,6%
Problème respiratoire	140	29,0%	272	29,7%	412	29,4%
Diarrhée	131	27,2%	127	13,8%	258	18,4%
Gros nombril	10	2,1%	22	2,4%	32	2,3%
Arthrite	12	2,5%	23	2,5%	35	2,5%
Malformation de naissance	10	2,1%	41	4,5%	51	3,6%
Problème de pied ou de patte	4	0,8%	3	0,3%	7	0,5%
Accident	26	5,4%	73	8,0%	99	7,1%
Raide, tétanie	1	0,2%	7	0,8%	8	0,6%
Météorisation	45	9,3%	80	8,7%	125	8,9%
Veau faible ou mou	26	5,4%	54	5,9%	80	5,7%
Hémorragie	6	1,2%	11	1,2%	17	1,2%
Autre cause	41	8,5%	111	12,1%	152	10,9%
Cause inconnue	30	6,2%	93	10,1%	123	8,8%
<b>Total (sans les NR)</b>	<b>482</b>	<b>100,0%</b>	<b>917</b>	<b>100,0%</b>	<b>1399</b>	<b>100,0%</b>

Chez les bovins laitiers de 20 jours à six mois, on trouve pratiquement à part égale des morts dues à des problèmes respiratoires et des morts dues à des diarrhées. Les

entérites représentent chez les laitiers une cause de mort proportionnellement deux fois plus importante que chez les allaitants. Les malformations de naissance sont une cause de mort chez 4,5% des bovins allaitants contre 2,1% chez les bovins laitiers.

Chez les bovins de 20 jours à six mois, les « Autres causes » sont diverses et variées, elles sont détaillées dans l'Annexe 15. Parmi celles-ci, les plus représentées sont les problèmes cardiaques, les entérotoxémies, les ulcères de la caillette et les hémorragies digestives, les péritonites et les problèmes suite au vêlage.

On trouve une différence significative ( $p < 0,01$ ) dans la répartition des causes de mort selon le type de production d'après le test du  $\chi^2$ . Cette différence peut avoir des origines zootechniques ou génétiques. L'enquête couvre quasiment toute la saison de naissance des veaux allaitants, ce qui n'est pas le cas pour les veaux laitiers dont la saison de vêlage commence en septembre.

### 3.2.3 Bovins de six mois à deux ans

Le nombre et la fréquence de chaque cause de mort des 857 jeunes bovins (c'est à dire âgés de six mois à deux ans) laitiers, et des 1 408 jeunes bovins allaitants sont indiqués sur Le Tableau 15.

**Tableau 15: Répartition des différences causes de mort chez les bovins laitiers et allaitants de six mois à deux ans**

CAUSES DE MORT	Laitier		Allaitant		Total	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
NR	10	NC	0	NC	10	NC
Accident	207	24,1%	281	20,0%	488	21,5%
Vêlage difficile	16	1,9%	14	1,0%	30	1,3%
Entérite, diarrhée	85	9,9%	139	9,9%	224	9,9%
Mammite	0	0,00%	1	0,1%	1	0,0%
Occlusion, torsion digestive	32	3,7%	81	5,8%	113	5,0%
Boiterie	8	0,9%	35	2,5%	43	1,9%
Fièvre de lait	0	0%	0	0%	0	0%
Corps étranger	29	3,4%	32	2,3%	61	2,7%
Problème respiratoire	221	25,8%	406	28,8%	627	27,7%
Problème cardiaque	29	3,4%	63	4,5%	92	4,1%
Mauvais état général	64	7,5%	62	4,4%	126	5,6%
Autre cause	59	6,9%	126	8,9%	185	8,2%
Ne sait pas	107	12,5%	168	11,9%	275	12,1%
<b>Total</b>	<b>857</b>	<b>100,0%</b>	<b>1 408</b>	<b>100,0%</b>	<b>2 265</b>	<b>100,0%</b>

Les causes de mort les plus souvent rencontrées chez les jeunes bovins de six mois à deux ans sont les accidents, les problèmes respiratoires, les diarrhées, et les causes inconnues dans les deux types de production. Le test du  $\chi^2$  montre toutefois une différence significative dans la répartition des causes de mort entre les bovins laitiers et les bovins allaitants ( $p < 0,01$ ).

Dans l'Annexe 16, le nombre de morts par « autre cause » chez les bovins de six mois à deux ans est décrit. Les autres causes sont variées et nombreuses. On peut remarquer la

présence de maladies infectieuses et de maladies réglementées : trois cas de fièvre catarrhale ovine alors qu'aucun foyer n'a été déclaré en France pendant la durée de l'étude, ainsi qu'un cas de listériose, et un cas de tétanos. On peut noter aussi deux bovins morts de néoplasie d'après les éleveurs.

### 3.2.4 Bovins de plus de deux ans

Les causes de mort observées chez les bovins de plus de deux ans sont indiquées dans le Tableau 16.

**Tableau 16: Répartition des différentes causes de mort chez les bovins laitiers et allaitants de plus de deux ans**

CAUSE DE MORT	Laitier		Allaitant		Total	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
NR	8	NC	9	0,6%	17	0,4%
Accident	598	22,0%	312	19,4%	910	21,0%
Vêlage difficile	339	12,4%	451	28,0%	790	18,2%
Entérite, diarrhée	126	4,6%	101	6,3%	227	5,2%
Mammite	158	5,8%	9	0,6%	167	3,9%
Occlusion, torsion digestive	204	7,5%	87	5,4%	291	6,7%
Boiterie	151	5,5%	36	2,2%	187	4,3%
Fièvre de lait	131	4,8%	3	0,2%	134	3,1%
Corps étranger	264	9,7%	122	7,6%	386	8,9%
Problème respiratoire	110	4,0%	46	2,9%	156	3,6%
Problème cardiaque	135	5,0%	67	4,2%	202	4,7%
Mauvais état général	112	4,1%	66	4,1%	178	4,1%
Autre cause	148	5,4%	133	8,3%	281	6,5%
Ne sait pas	247	9,1%	170	10,5%	417	9,6%
Total sans les non répondant	2 723	100,0%	1 612	100,0%	4 335	100,0%

La différence selon le type de production est significative dans cette catégorie d'âge que dans les autres selon le test du  $\chi^2$  ( $p < 0,01$ ). Les morts dues au vêlage représentent une proportion de causes de mort deux fois plus importante chez les vaches allaitantes que chez les vaches laitières. Celles-ci en revanche présentent des proportions de mort par mammite ou de fièvre de lait beaucoup plus importantes alors que ce sont des causes de mort anecdotiques en production allaitante (environ zéro et 1%). Les causes inconnues sont relativement fréquentes dans les deux types de production, représentant près de 10% des cas.

## 3.3 Description détaillée de certaines causes de mort

### 3.3.1 Les morts accidentelles

Les bovins entre six mois et deux ans morts d'accidents comptent 207 laitiers et 281 allaitants. Les bovins accidentés de plus de deux ans comprennent 598 bovins laitiers et 312 allaitants.



Pour détailler les accidents, les éleveurs ont parfois donné des détails sur le membre accidenté, la nature de la lésion ou encore sur les circonstances de l'accident. Nous avons utilisés les informations fournies par les éleveurs sur les circonstances des accidents pour classer ces morts en quatre catégories : accident en bâtiment, accident en extérieur, accident en transport et accident dus à un congénère (et non classés préalablement dans l'une des précédentes catégories).

Selon les précisions apportées par les éleveurs, les accidents en bâtiment (qui comprennent les pendants au cornadis, les glissades sur le béton, etc.), représentent chez les bovins laitiers 80% et 65% des morts par accident déclarées respectivement chez les bovins de six mois à deux ans, et chez les bovins de plus de deux ans. Chez les bovins allaitants, ces proportions sont respectivement de 70% et 55%.

Globalement, les bovins laitiers ont une proportion d'accidents en bâtiment plus importante que leurs congénères allaitants. Les résultats présentés ici correspondent à la période hivernale, que la plupart des animaux passent en stabulation, il est donc probable que ce sont les différences de conception du bâtiment qui sont en jeu. Les bovins laitiers sont en effet plus souvent en logettes et sont plus exposés au risque de glissade sur béton que les allaitants, sur aire paillée. Certainement pour les mêmes raisons, les jeunes bovins ont une proportion d'accidents en bâtiment plus importante que les bovins adultes. Il sera nécessaire d'ajuster ces résultats sur le temps passé à l'extérieur pour mener une comparaison formelle et identifier d'éventuels facteurs de risque.

Les accidents à l'extérieur regroupent les noyades, chutes dans des fossés, etc. Cette modalité représente 5 % et 4% respectivement chez les laitiers de six mois à deux ans et les laitiers de plus de deux ans. Cette circonstance prend une part plus importante en production allaitante : 7% des circonstances accidentelles chez les bovins de six mois à deux ans et 10% chez les bovins de plus de deux ans, ce qui peut-être dû au fait que ces derniers passent plus de temps en extérieur. Les accidents à l'extérieur sont plus rares que les autres circonstances dans cette étude, mais ceci est sans doute à corréliser au fait que la partie de l'enquête analysée s'est déroulée en hiver et au début du printemps 2011. En raison du froid, les animaux sont sortis assez tardivement ce qui a probablement limité les accidents à l'extérieur. Cette remarque sera à vérifier lors de l'analyse complète de l'enquête qui permettra une analyse temporelle de la mortalité.

Les résultats reflètent probablement la manière dont les animaux sont élevés et l'impact du logement et mode de vie sur le bien-être, si on comprend que les accidents reflètent une inadaptation du logement à l'animal, et donc une source de mal-être.

Les précisions sur les circonstances de l'accident font très rarement état d'un accident survenu au cours d'un transport, quel que soit l'âge et le type de production. Sur les 598 bovins accidentés, seul un bovin laitier le serait au cours d'un transport contre sept bovins allaitants sur les 312 bovins morts accidentellement. Chez les jeunes bovins de six mois à deux ans, cinq bovins sur les 281 bovins allaitants accidentés sont morts pendant un transport, tandis qu'aucun bovin laitier n'est mort dans cette circonstance.

Les accidents dus à un congénère comprennent tout ce qui est interaction agressive : bagarres, coups de cornes, ou non agressive : chevauchement lors des chaleurs, etc. Les piétinements lors de mouvements du troupeau entrent aussi dans cette catégorie. Chez les bovins laitiers, cette cause représente respectivement 15% et 31% des circonstances accidentelles de mort des bovins de six mois à deux ans, et des bovins de plus de deux ans.

Chez les bovins allaitants, les jeunes bovins de six mois à deux ans sont accidentés à cause de congénères dans 20% des circonstances décrites, et les adultes de plus de deux ans à 32%. Cette circonstance prend une part plus importante chez les bovins allaitants d'une part, et chez les adultes. Il est difficile d'interpréter ce type de résultat (l'importance relative d'une cause de mort varie en fonction de celle des autres) mais on peut supposer que les interactions agressives sont plus dangereuses chez les bovins adultes, plus lourds que les jeunes et potentiellement munis de cornes. Un bâtiment inadapté pourrait également jouer un rôle, favorisant les issues accidentelles lors d'une interaction « vigoureuse ». Les chevauchements sont peut-être plus fréquents chez les jeunes animaux, mais avec des conséquences moindres, le poids des animaux « chevaucheurs » étant faible et la résistance des animaux chevauchés meilleures que celle de vaches adultes.

### 3.3.2 Les morts par entérite

Quatre-vingt cinq bovins laitiers et 137 bovins allaitants entre six mois et deux ans sont morts d'entérite (Tableau 17).

**Tableau 17 : Répartition des causes détaillées d'entérites chez les bovins de six mois à deux ans laitier et allaitants**

Détail des entérites	Laitier		Allaitant	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
Acidose, indigestion	2	2,4%	3	2,2%
Autre entérite	9	10,6%	20	14,6%
BVD	27	31,8%	20	14,6%
Entérotoxémie	10	11,8%	50	36,5%
Parasitose digestive	24	28,2%	27	19,7%
Paratuberculose	7	8,2%	4	2,9%
Salmonellose	1	1,2%	0	0,0%
Syndrome entéritique	5	5,9%	13	9,5%
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100,0%</b>	<b>137</b>	<b>100,0%</b>

La catégorie « syndromes entéritiques » regroupe les précisions des éleveurs décrivant les symptômes qu'avait présenté leur animal (diarrhée, déshydratation etc.), la catégorie « autres entérites » comprend les précisions qui ne rentrent dans aucune autre catégorie de cause détaillée.

La proportion de morts par entérotoxémie déclarée par les éleveurs est trois fois plus importante chez les bovins allaitants. Toutefois les entérotoxémies sont rarement diagnostiquées avec certitude, et c'est parfois un diagnostic attribué à tort pour les animaux trouvés morts. Ce résultat pourrait donc en réalité refléter une surveillance moins continue chez les bovins allaitants que chez les bovins laitiers.

On note également que la proportion de morts attribuée à la BVD est deux fois plus importante chez les bovins laitiers que chez les bovins allaitants. Les morts de paratuberculose peuvent paraître étonnantes chez de jeunes bovins, mais sont présentes en proportion non négligeable d'après les éleveurs. Le test du  $\chi^2$  effectué sur les causes où le nombre de mort était supérieur à cinq a montré une différence significative ( $p < 0,001$ ) entre les bovins laitiers et allaitants de six mois à deux ans.

Les bovins de plus de deux ans morts d'entérite concernent 123 bovins laitiers et 101 bovins allaitants (Tableau 18).

**Tableau 18 : Répartition des causes détaillées d'entérites chez les bovins de plus de deux ans laitier et allaitants**

Détail des entérites	Laitiers		Allaitants	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
Acidose, indigestion	1	0,8%	0	0
Salmonellose	3	2,4%	1	1,0%
Parasitose digestive	4	3,3%	15	14,9%
BVD	6	4,9%	1	1,0%
Entérotoxémie	13	10,6%	21	20,8%
Syndrome entéritique	16	13,0%	9	8,9%
Autre entérite	28	22,8%	19	18,8%
Paratuberculose	52	42,3%	35	34,7%
<b>Total</b>	<b>123</b>	<b>100,0%</b>	<b>101</b>	<b>100,0%</b>

Chez les bovins de plus de deux ans, la paratuberculose est une cause très souvent avancée par les éleveurs en cas d'entérite mortelle en production laitière comme en production allaitante. Ces chiffres sont toutefois à prendre avec du recul, étant donné que nous n'avons pas d'information sur les éléments conduisant les éleveurs à établir ce diagnostic. Plusieurs lettres d'éleveurs nous sont parvenues à ce sujet, regrettant l'arrêt de la commercialisation d'un vaccin en France. Chez les allaitants comme chez les jeunes bovins, on note l'importance des entérotoxémies.

Les parasitoses digestives mortelles ont été plus fréquemment rapportées en production allaitante, en revanche la proportion de BVD y est plus faible qu'en production laitière. Le test du Khi<sup>2</sup> effectué sur les causes détaillées d'entérite le permettant (nombre de mort >5), ne montrait toutefois pas de différence significative entre les bovins laitiers et allaitants ( $p=0,15$ ).

### 3.3.3 Les morts dues à des mammites

Les mammites ont été mortelles pour 154 vaches laitières et 9 vaches allaitantes de plus de deux ans dans cette étude. Outre la grande différence d'effectif lié au type de production, on peut noter que chez les vaches laitières, presque la moitié des mammites mortelles (48%) sont des mammites colibacillaires, suivies par les mammites gangréneuses (36%), et 16% d'autres mammites (non précisées). Chez les vaches allaitantes, l'effectif est trop petit pour en tirer une information pertinente.

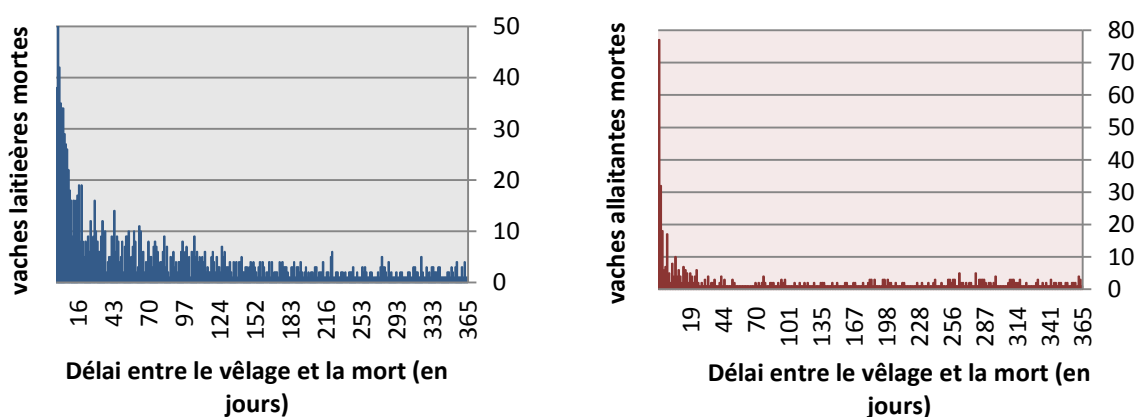
### 3.3.4 Les morts autour du vêlage

Le vêlage est un moment clé dans le cycle de la production, que ce soit en élevage laitier comme en allaitant. C'est aussi une étape risquée pour la vache : les dystocies, accidents lors du vêlage ou infections qui suivent le part augmentent de façon importante le risque de mortalité des vaches (cf. Partie I).

Parmi les questionnaires retournés pour les vaches de plus de deux ans, 2 155 questionnaires « laitiers » et 2 462 questionnaires « allaitants » ne comportaient pas de date de vêlage.

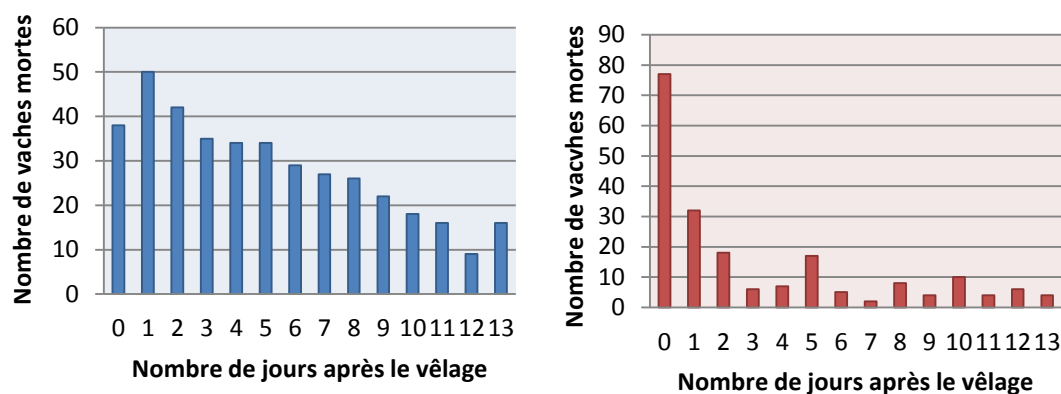
Une date de vêlage non renseignée peut soit signifier que l'animal n'a jamais vêlé, soit que l'éleveur ne la connaît pas ou n'a pas pris le temps de la renseigner. Le nombre d'éleveurs qui n'ont pas renseigné de date de vêlage a été évalué en croisant cette question avec celle sur le stade de production : 18% des vaches en production ou tarées (28% des vaches tarées seules) n'avaient pas de date de vêlage renseignée. Plus la date de vêlage est proche de la date de mort, plus celle-ci a été renseignée, ce qui conduit à sous estimer le nombre de vaches loin du vêlage ou probablement gestantes. Il est possible d'accéder à des données plus robustes sur la date de vêlage véritable de ces animaux via la Base de Données Nationale d'Identification (BDNI), ce que l'Unité Epidémiologie de l'Anses-Lyon fera ultérieurement. Au jour de la rédaction de ce travail de thèse, il est toutefois possible de décrire les résultats obtenus à partir des questionnaires pour lesquels ces dates sont renseignées.

Les 3 090 questionnaires comportant une date de vêlage nous ont permis de représenter une répartition temporelle des vêlages des vaches mortes. Ils concernent 1 666 vaches laitières et 714 vaches allaitantes. L'étude du délai entre la date de vêlage et la date de mort du bovin indique qu'un grand nombre de vaches sont mortes peu après le vêlage. Sur la Figure 20, on observe un pic beaucoup plus « effilé » immédiatement après le vêlage chez les vaches allaitantes, suivi d'une courbe relativement plate dans les jours qui suivent. Chez les vaches laitières, la mortalité le jour du vêlage est moins importante que chez les allaitantes, mais un nombre important de morts continue à survenir dans les jours suivants.



**Figure 20 : Délai en jours entre la mort et le vêlage chez les vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite)**

La Figure 21 présente le détail des deux premières semaines après le vêlage. Sur cette figure, nous avons confirmation que la mortalité des vaches allaitantes est plus importante au vêlage même que chez les vaches laitières.



**Figure 21: Détail du nombre de vaches mortes dans les 13 jours après le vêlage chez les vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite)**

Ces observations sont à rapprocher des précisions sur la mort au vêlage apportées par les éleveurs. Les morts dues à un vêlage difficile concernent 333 vaches laitières et 440 vaches allaitantes de plus de deux ans (Tableau 19).

**Tableau 19: Répartition des causes détaillées de morts dues à un vêlage difficile chez les vaches laitières et allaitantes de plus de 2ans**

Détail des vêlages difficiles	Laitier		Allaitant	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
Autre infection post partum	12	3,6%	12	2,7%
Autre mort suite vêlage	86	25,8%	67	15,2%
Césarienne et extraction forcée	34	10,2%	58	13,2%
Dystocie d'origine fœtale et avortement	50	15,0%	57	13,0%
Hémorragie et déchirure obstétricale	44	13,2%	110	25,0%
Métrite	5	1,5%	3	0,7%
Renversement et torsion de matrice	48	14,4%	112	25,5%
Trouble locomoteur post partum	54	16,2%	21	4,8%
<b>Total</b>	<b>333</b>	<b>100,0%</b>	<b>440</b>	<b>100,0%</b>

Le test du  $\text{Khi}^2$  montre une différence significative ( $p < 0,001$ ) entre les deux types de production. Les causes de mort les plus souvent précisées par les éleveurs allaitants sont les hémorragies, césariennes, renversements et torsions de matrice, ce qui correspond aux particularités de la production allaitante qui cherche à produire des veaux de grande conformation physique, ce qui entraîne plus de difficultés au vêlage. D'après les éleveurs laitiers, les morts des vaches laitières associées au vêlage correspondent le plus souvent à des vaches couchées après vêlage sans que l'on puisse distinguer les fièvres de lait, des mammites non diagnostiquées, des lésions nerveuses ou autres écartèlements (habituellement désignés sous le terme d' « éguasillage »). On note les rares mentions de cas d'infections (métrite, péritonite) dans les deux types de production.

Ainsi le vêlage cause des morts rapides chez les vaches allaitantes (hémorragie ou renversement de matrice) et plus retardées chez les vaches laitières (paralyse post-partum).

NB : Les catégories de causes détaillées ont été créées en fonction des commentaires des éleveurs, mais ne sont pas exclusives les unes des autres. En effet, si une césarienne est réalisée c'est peut être suite à une dystocie d'origine fœtale, de même une déchirure obstétricale peut être survenue après une extraction forcée. La problématique du facteur déterminant la mort se pose à nouveau. Ici nous avons simplement retranscrit les déclarations qu'ont décidé de faire les éleveurs.

### 3.4 Evolution de la maladie, gestion de la mort

Dans cette partie nous répondons aux questions relatives à la réaction de l'éleveur et du vétérinaire face à la maladie ayant causé la mort. L'éleveur a-t-il anticipé cette mort ? Comment l'a-t-il gérée ? S'est-il associé au vétérinaire pour faire face à cette situation ?

#### 3.4.1 Animaux trouvés morts

La proportion d'animaux trouvés morts dépend d'une part de la vitesse d'évolution des maladies ayant causé la mort, mais aussi de l'intensité de la surveillance des animaux. Ainsi un animal peut-être trouvé mort suite à une maladie d'évolution subaigüe, parce qu'il n'est pas surveillé fréquemment (animaux dans une pâture distante de l'exploitation). La proportion d'animaux trouvés morts par catégorie d'âge est indiquée dans le Tableau 20.

**Tableau 20 : Proportion d'animaux trouvés morts par catégorie d'âge**

Age	[0- 20 jours[	[20 jours- 6 mois[	[6 mois-2 ans[	[2 ans-∞[	TOTAL
Allaitants	NC	29,1%	34,7%	37,2%	34,4%
Laitiers	NC	18,2%	33,4%	21,6%	23,7%
Total	41,5%	25,3%	34,2%	27,3%	30,2%

Les principales causes de morts attribuées par les éleveurs aux bovins de 20 jours à six mois (laitiers et allaitants) trouvés morts étaient « cause inconnue », « météorisations » et « accidents ».

Concernant les bovins laitiers de six mois à deux ans trouvés morts, les accidents, les causes de mort inconnues et les problèmes cardiaques étaient les principales causes avancées. Les mêmes causes étaient évoquées pour les bovins allaitants, mais également les troubles digestifs (entérites, diarrhées et occlusions). Pour ces animaux, les supposés problèmes cardiaques sont probablement à rapprocher des causes inconnues (et des morts subites).

Les bovins de plus de deux ans ont moins fréquemment été trouvés morts (ils étaient vus malades). Causes inconnues et troubles cardiaques étaient de nouveaux des causes avancées pour les bovins laitiers trouvés morts. Les mêmes causes étaient avancées pour les bovins allaitants qui n'avaient pas été vus malades, ainsi que les vêlages difficiles et les accidents, dans une moindre mesure.

Au sein des bovins allaitants, la proportion de bovins trouvés morts augmentait avec l'âge. Chez les bovins laitiers, la catégorie d'âge où la fréquence des animaux « trouvés morts » était la plus importante était celle entre six mois et deux ans. Contrairement à la production allaitante, la production laitière est essentiellement basée sur les vaches qui sont certainement mieux surveillées du fait de la traite biquotidienne.

Enfin, quel que soit le type de production, les veaux de moins de 20 jours représentent une forte proportion d'animaux trouvés morts par rapport aux autres âges, ce qui est expliqué par leur fragilité.

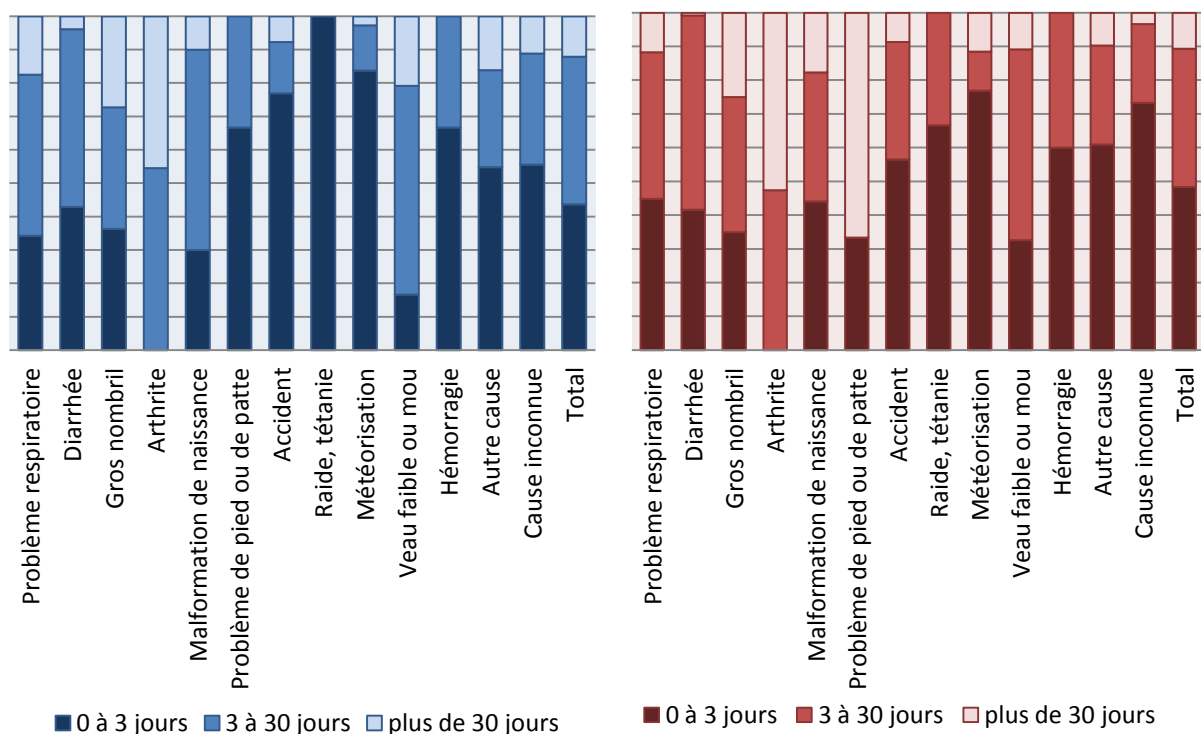
Si le bovin a été vu malade, il est intéressant de savoir depuis combien de temps évolue cette maladie (ou le problème) avant la survenue de la mort, et quels types d'évolution sont associées à quelles causes de mort.

### **3.4.2 Durée d'évolution de la maladie**

Cette question a été l'une des questions où les mal/non répondants ont été les plus nombreux, malgré la reformulation de la question suite au test préliminaire du questionnaire. Environ 20,2% des éleveurs n'ont pas pu répondre à cette question ou n'ont pas répondu correctement.

Il serait logique de ne pas trouver d'évolution de plus de 30 jours chez des bovins morts à moins de 20 jours. On note tout de même 2% d'éleveurs laitiers et allaitants ayant notifié une évolution de plus de 30 jours. Cependant, l'évolution aigue en moins de trois jours prédomine quel que soit le type de production.

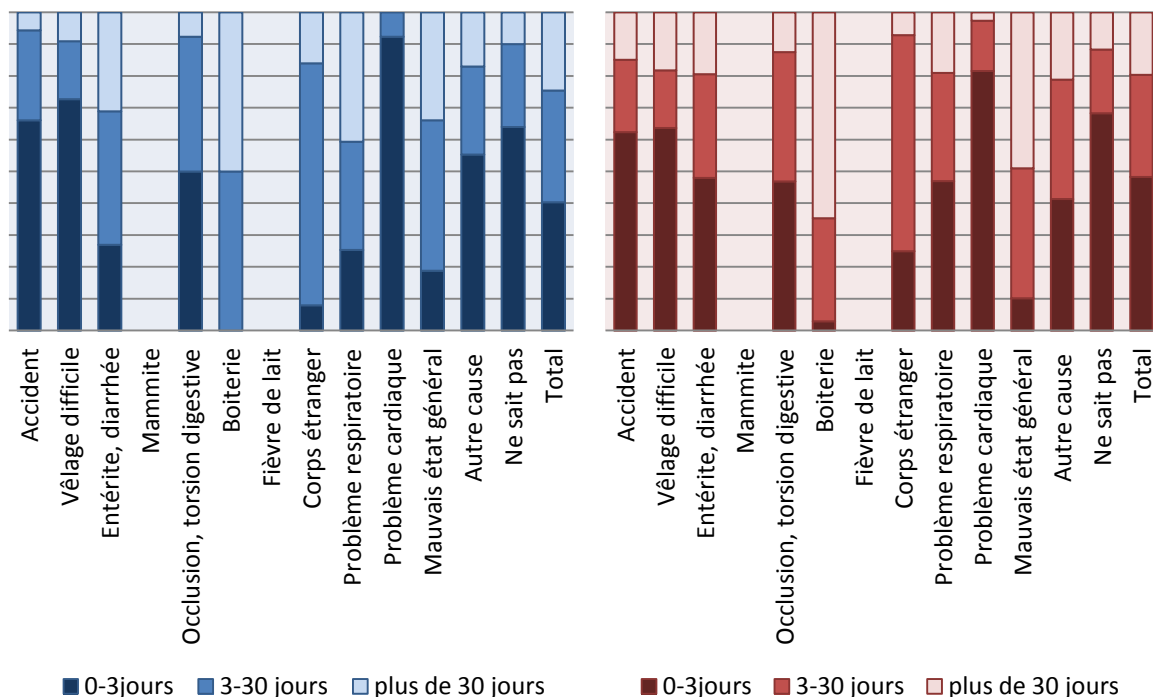
De 20 jours à six mois, on trouve de grandes similitudes dans la répartition de la vitesse d'évolution des différentes causes de mort chez les bovins allaitants et laitiers (Figure 22). La mort survient principalement en moins de trois jours (43,7% et 48,3% respectivement chez les bovins laitiers et allaitants), mais les évolutions en trois à 30 jours représentent elles aussi une proportion importante des morts (44,2% chez les bovins laitiers et 41,0% chez les bovins allaitants). Enfin les évolutions très longues en plus de 30 jours sont minoritaires quelque soit le type de production : 12,1% chez les veaux laitiers et 10,7% chez les veaux allaitants.



**Figure 22: Répartition des durées de l'évolution du problème selon la cause de mort chez les bovins de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**

Chez les bovins laitiers de six mois à deux ans (Figure 23), 40,3% des éleveurs rapportent une évolution de la maladie de moins de trois jours, 35,2% une évolution de trois à 30 jours avant la mort de l'animal, et enfin 24,5% une évolution de plus de 30 jours. Chez les bovins allaitants de cet âge, les proportions sont du même ordre même si l'évolution paraît plus rapide : 48,3% des éleveurs rapportent une évolution de la maladie de moins de trois jours, 32,1% une évolution de trois à 30 jours, et enfin 19,7% une évolution de plus de 30 jours avant la survenue de la mort. Ces durées, croisées avec d'autres informations, permettent d'évaluer par exemple le nombre de « morts subites ». Dans ce cas, le délai d'évolution est inférieur à trois jours, la mort est de cause inconnue et le bovin n'a pas été vu malade.

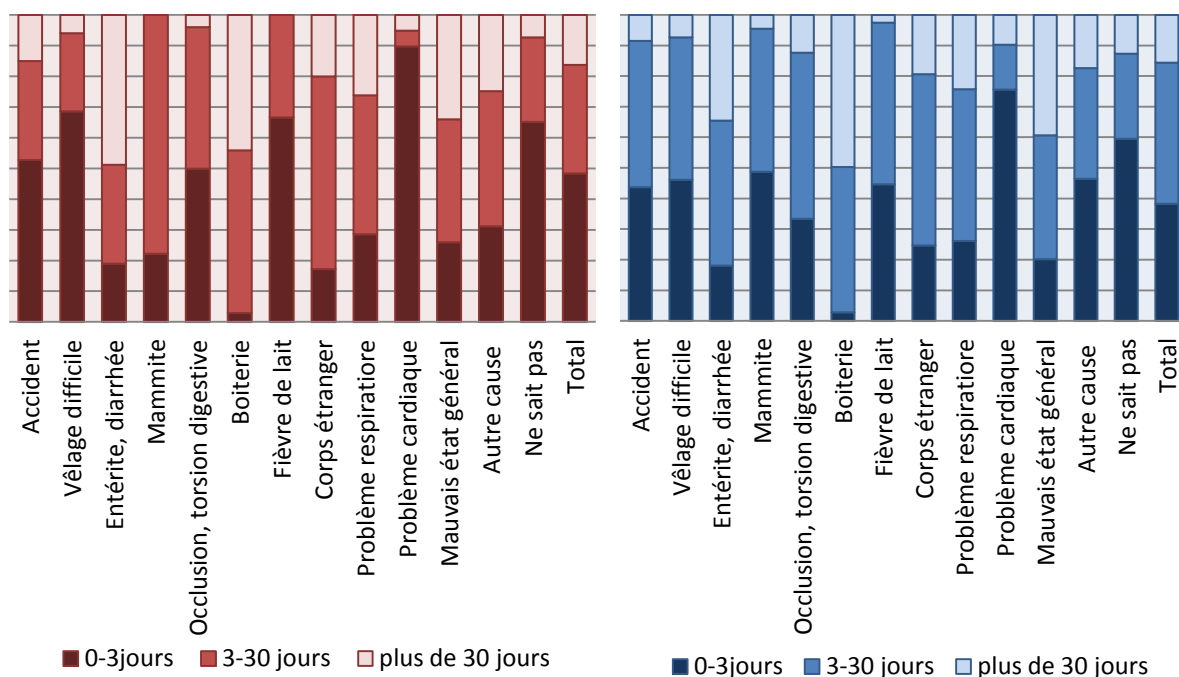




**Figure 23 : Répartition des durées de l'évolution du problème selon la cause de mort chez les bovins de six mois à deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**

Chez les bovins de plus de deux ans (Figure 24), les durées d'évolution des maladies mortelles sont comparables dans les deux types de production : chez les laitiers la proportion de morts survenues en moins de trois jours est de 38,3%, celle de trois à 30 jours est de 46,1% et celle de plus de 30 jours seulement est de 15,6%, tandis que chez les bovins allaitants, ces proportions sont respectivement 48,4%, 35,3% et 16,3%.

On remarque que si les durées d'évolution sont comparables chez les bovins allaitants de six mois à deux ans et ceux de plus de deux ans, les évolutions sont en revanche plus longues chez les bovins laitiers de plus de deux ans que chez ceux de six mois à deux ans.



**Figure 24: Répartition des différents type d'évolution selon les causes de mort chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**

### 3.4.3 Pratique de l'euthanasie

Une bête dont la maladie évolue depuis plus de 30 jours a théoriquement plus de chances d'être euthanasiée. En réalité la pratique de l'euthanasie dépend de nombreux facteurs : valeur économique de l'animal, sensibilité de l'éleveur au bien-être animal, durée d'évolution de la maladie, type de pathologie (incurable ou laissant un espoir)... Ici nous n'étudions que la pratique de l'euthanasie en fonction de la cause de mort et de la sous-population.

#### - Causes de mort et euthanasie

L'euthanasie est une pratique qui participe au bien-être animal dans le sens où elle permet la réduction de la souffrance animale en cas de maladie incurable. Elle était très peu pratiquée avant les années 2000, mais est rentrée dans les mœurs suite à la crise ESB, grâce à sa prise en charge financière par l'état (Raboison, 2011b).

Hormis les 8,6 % de questionnaires mal renseignés, on trouve des pourcentages d'euthanasie qui varient grandement selon l'âge du bovin et le type de production.

La proportion d'euthanasie augmente avec l'âge quel que soit le type de production : les bovins morts à moins de 20 jours n'étaient que 1,6% à avoir été euthanasiés, les bovins de 20 jours à six mois, 5,3% , les jeunes bovins de six mois à deux ans, 9,9%, et les bovins de plus de deux ans, 26,6%. Il est probable que l'euthanasie est moins fréquente chez les jeunes parce que l'évolution des maladies est plus rapide pour eux (cf. paragraphe 3.4.2). Toutefois, plus de 10% des animaux de six mois à deux ans sont morts après une maladie évoluant depuis plus de 30 jours. La faible proportion d'euthanasie chez les jeunes animaux pourrait donc être expliquée par d'autres facteurs qui pourraient être explorés.

Concernant l'influence du type de production sur l'euthanasie, on constate que les bovins laitiers ont une proportion d'euthanasie plus importante que les bovins allaitants quelle que soit la classe d'âge. On a vu auparavant que ces derniers étaient moins surveillés (plus souvent trouvés morts), ceci pourrait expliquer la plus faible proportion d'euthanasie : pour une même durée d'évolution, l'éleveur ne se rend pas compte que le bovin est malade et celui-ci meurt « naturellement ». On peut aussi évoquer la politique de réforme plus stricte en production laitière. En effet, une vache qui fait des récidives de mammite, ou de boiterie, ou qui tout simplement n'est plus économiquement rentable à cause de ses multiples traitements sera plus facilement réformée ou euthanasiée si elle ne peut être abattue.

La principale cause de mort ayant entraîné l'euthanasie des veaux de moins de 20 jours est la malformation congénitale. Les euthanasies des veaux de 20 jours à six mois sont moins fréquentes pour les causes les plus représentées (diarrhées et problèmes respiratoires) que pour les causes plus rares (association gros nombril/arthritis, problème de pied ou de patte, accident et autre causes), quel que soit le type de production.

Les proportions d'euthanasie selon la cause de mort et le type de production sont présentées dans le Tableau 21 pour les bovins de plus de six mois. Dans cette population, la proportion maximale d'euthanasie est observée pour les morts associées à la cause boiterie. Il est à remarquer que la réglementation sur le bien-être animal, limite les possibilités de transport pour des animaux qui ne peuvent plus se déplacer seuls. Par ailleurs, peu de bovins morts d'une cause inconnue ont été euthanasiés, certainement car celles-ci correspondent souvent à des morts subites ou des animaux trouvés morts.

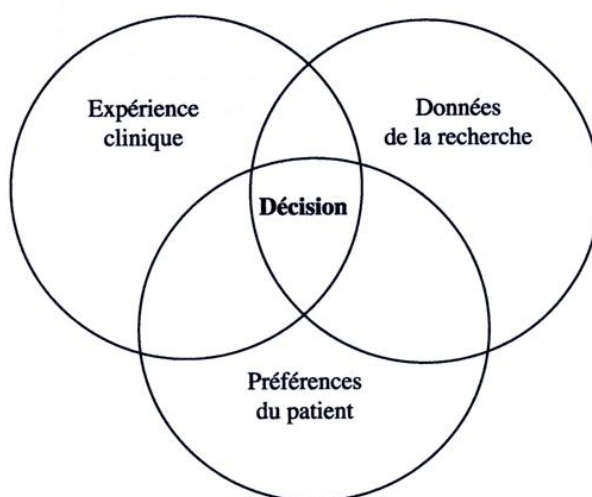
Les vaches laitières ont une proportion d'euthanasies suites à des vêlages difficiles plus importantes que les vaches allaitantes. Ceci est cohérent avec les résultats décrits dans le paragraphe 3.3.1, qui indiquent que les morts des vaches allaitantes liées au vêlage surviennent plus rapidement que celles des vaches laitières, souvent associées à un décubitus *post partum*. L'euthanasie nécessite un délai de réflexion et donc une certaine durée d'évolution du problème.

La proportion d'euthanasie est plus importante chez les bovins laitiers que chez les allaitants, quelle que soit la cause de la mort.

**Tableau 21: Proportion des bovins de plus de six mois euthanasiés selon les causes de mort**

	LAITIERS			ALLAITANTS			TOTAL		
	6 mois à 2 ans	Plus de 2 ans	Total	6 mois à 2 ans	Plus de 2 ans	Total	6 mois à 2 ans	Plus de 2 ans	Total
Accident	21,5%	58,4%	49,2%	19,9%	20,1%	20,0%	20,6%	45,6%	37,0%
Vêlage difficile	18,8%	36,1%	35,3%	38,5%	13,7%	14,4%	27,6%	23,5%	23,6%
Entérite, diarrhée	19,3%	28,6%	24,9%	5,1%	13,1%	8,5%	10,5%	21,8%	16,2%
Mammite	0,0%	33,8%	33,8%	0,0%	33,3%	30,0%	0,0%	33,7%	33,5%
Occlusion, torsion digestive	6,5%	24,0%	21,6%	7,8%	11,8%	9,9%	7,4%	20,4%	16,8%
Boiterie	50,0%	54,0%	53,8%	37,1%	44,4%	40,8%	39,5%	52,2%	49,8%
Fièvre de lait	0,0%	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	32,6%	32,6%
Corps étranger	19,2%	19,2%	19,2%	9,4%	10,9%	10,6%	13,8%	16,6%	16,2%
Problème respiratoire	5,0%	13,8%	8,0%	1,0%	0,0%	0,9%	2,4%	9,7%	3,9%
Problème cardiaque	0,0%	6,2%	5,1%	1,6%	6,3%	4,0%	1,1%	6,2%	4,6%
Mauvais état général	14,3%	32,7%	26,0%	11,7%	18,2%	15,1%	13,0%	27,3%	21,4%
Autre cause	15,5%	32,7%	27,8%	8,9%	21,5%	15,4%	11,0%	27,4%	21,0%
Ne sait pas	2,9%	8,7%	7,0%	2,4%	3,1%	2,7%	2,6%	6,4%	4,9%
<b>Total</b>	<b>12,5%</b>	<b>33,7%</b>	<b>28,7%</b>	<b>8,3%</b>	<b>14,4%</b>	<b>11,5%</b>	<b>9,9%</b>	<b>26,6%</b>	<b>20,9%</b>

La décision de traitement en médecine factuelle procède de trois éléments (Sackett et al., 1996) : l'expérience clinique, les données de la recherche, et la préférence (de l'éleveur).



**Figure 25 : Illustration de la décision de traitement en médecine factuelle (d'après Sackett DL et al, 1996)**

Lorsqu'un diagnostic de certitude est établi, il est plus facile pour le vétérinaire de prendre la décision d'euthanasier en cas de maladie incurable. De la même façon, si l'expérience clinique du vétérinaire lui fait considérer que l'euthanasie est la meilleure

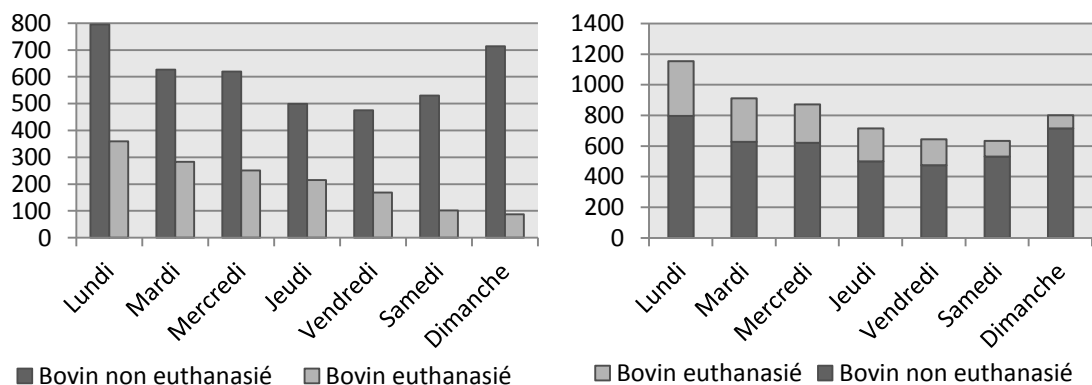
solution, il convaincra plus facilement l'éleveur. En revanche s'il n'a pas d'avis sur la question, seules les préférences de l'éleveur, basées sur des considérations économiques (valeur pécuniaire et génétique de l'animal) et personnelles (attachement à l'animal, rapport à la mort), détermineront la prise de décision. La recherche a permis d'évaluer à partir de quel seuil, de quel degré de récurrence de certaines maladies un animal n'est plus rentable, permettant ainsi aux éleveurs de pratiquer une politique de réforme assez stricte, écartant les considérations personnelles. Cet état d'esprit est particulièrement présent dans les élevages à gros effectifs (Thomsen and Sorensen, 2009).

#### - Temporalité et euthanasie

Selon notre enquête, le nombre et la proportion de morts par euthanasie est variable selon le jour de la semaine (Figure 26).

Théoriquement, le jour de la mort devrait être réparti de façon aléatoire. Le test du  $\chi^2$  de conformité montre une différence significative ( $p < 2,2e-16$ ) entre la répartition du nombre de mort par jour de la semaine théorique (c'est-à-dire partagée également entre les sept jours de la semaine) et la répartition observée illustrée sur la Figure 26.

Le jour de la mort par euthanasie dépend du jour de la semaine où l'éleveur (ou le vétérinaire) juge que le bovin est incurable. Lors d'un accident, le bovin sera souvent euthanasié le jour-même, mais après une maladie dont l'évolution est incertaine, le bovin ne sera pas euthanasié de façon aléatoire selon le jour de la semaine. On peut penser que les éleveurs font rarement euthanasier leurs bovins un dimanche pour ne pas payer le tarif de garde au vétérinaire et attendre le lundi pour le passage de l'équarisseur. Ensuite, les vétérinaires se laissent souvent un délai pour apprécier l'évolution de la maladie. Ce délai correspond souvent au début de la semaine suivante : « prendre une décision en début de semaine », ou « attendre la semaine prochaine » (communication personnelle), ce qui explique le plus grand nombre d'euthanasies le lundi. Ceci n'explique toutefois pas la totalité de l'aspect du graphique où on voit nettement une décroissance de la proportion de bovins euthanasiés du début à la fin de la semaine. Parallèlement, le nombre de mort « naturelles » diminue du lundi au vendredi (mardi et mercredi sensiblement au même niveau) puis remonte beaucoup en fin de semaine à partir du vendredi, ce qui fait augmenter le nombre global de mort à la fin de la semaine.



**Figure 26 : Répartition du nombre de morts avec ou sans euthanasie (histogrammes groupés et empilés), chez les bovins laitiers et allaitant, selon le jour de la semaine**

#### **3.4.4 Rôle du vétérinaire dans la surveillance**

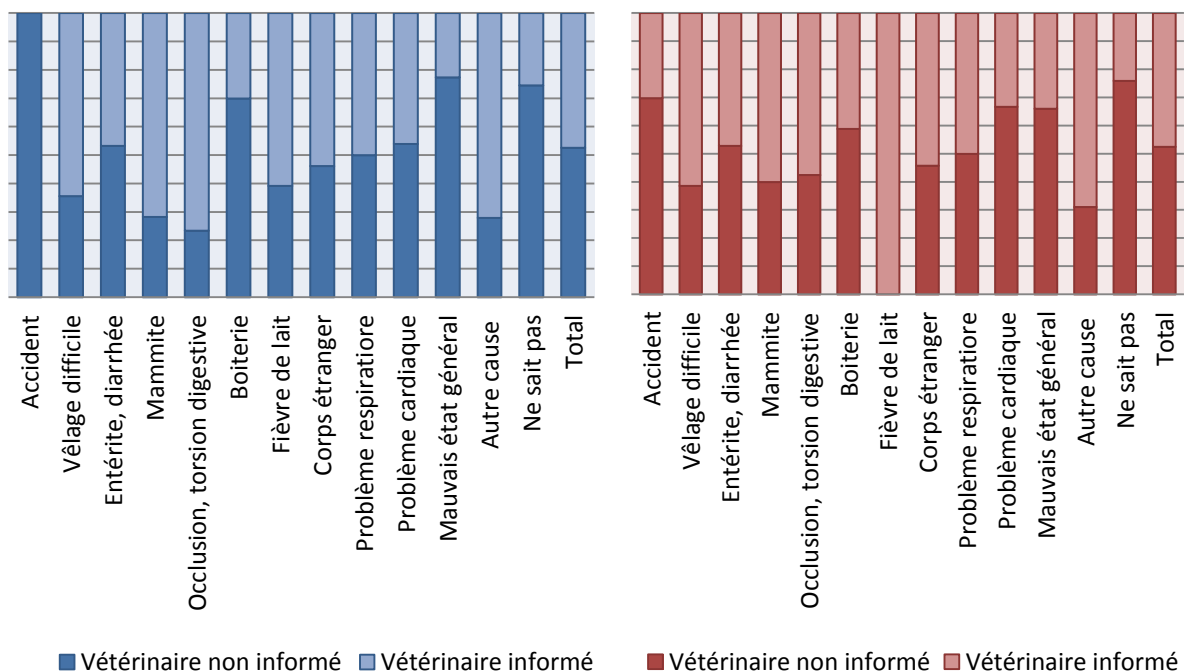
Les questions portant sur l'information du vétérinaire permettent de savoir dans quelle mesure les vétérinaires praticiens peuvent jouer le rôle de sentinelles pour détecter des surmortalités anormales, et donc de discuter de l'intérêt d'une surveillance automatisée de la mortalité.

Mille-cinq-cent quatre-vingt huit questionnaires ont été classés comme erronés sur ce point seulement car les cases « euthanasié » et « non vu par le vétérinaire » ont été cochées simultanément, alors qu'une euthanasie est normalement nécessairement effectuée par un vétérinaire. Il est difficile de déterminer si ces anomalies sont dues à une incompréhension de la question, ou au fait que certains éleveurs euthanasient leurs animaux eux-mêmes.

Pour les bovins de moins de 20 jours, les éleveurs n'ont informé les vétérinaires de la mort de leur animal que dans 32,0% des cas. Concernant les veaux de 20 jours à six mois, le vétérinaire est informé de sa mort à 30,8% en production laitière et 36,4% en production allaitante. Chez les bovins laitiers, le vétérinaire était plus rarement informé pour les morts causées par des accidents, des boiteries, des problèmes cardiaques, un mauvais état général ou une cause inconnue. Une répartition similaire était observée chez les bovins allaitants.

Les bovins de plus de deux ans ont été euthanasiés dans 34% des cas chez les laitiers contre 14% des cas chez les bovins allaitants. En cas de mort naturelle (sans euthanasie), le vétérinaire a été informé dans au moins un cas sur deux de la mort du bovin (50% en production laitière contre 52% chez les bovins allaitants). La fréquence avec laquelle le vétérinaire était informé était variable selon la cause de la mort chez les bovins adultes (Figure 27).

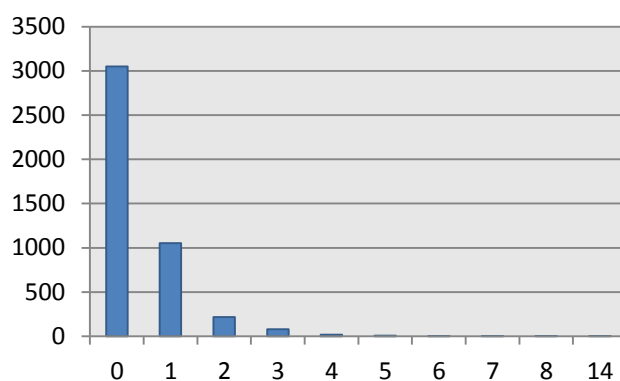
Chez les bovins laitiers de plus de deux ans, on peut noter que le vétérinaire n'est jamais informé (toujours en dehors du cas de l'euthanasie) en cas de mort par accident, et rarement informé lors des morts de cause inconnue ou dues à un mauvais état général. En revanche il est souvent informé pour les maladies infectieuses (mammites, entérites, problèmes respiratoires) et pour les affections autour du vêlage. On retrouve le même schéma chez les bovins allaitants.



**Figure 27 : Information du vétérinaire selon la cause de la mort chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitant (à droite) pour les animaux qui n'ont pas été euthanasiés**

### 3.4.5 Délai entre la mort et l'appel à l'équarrissage

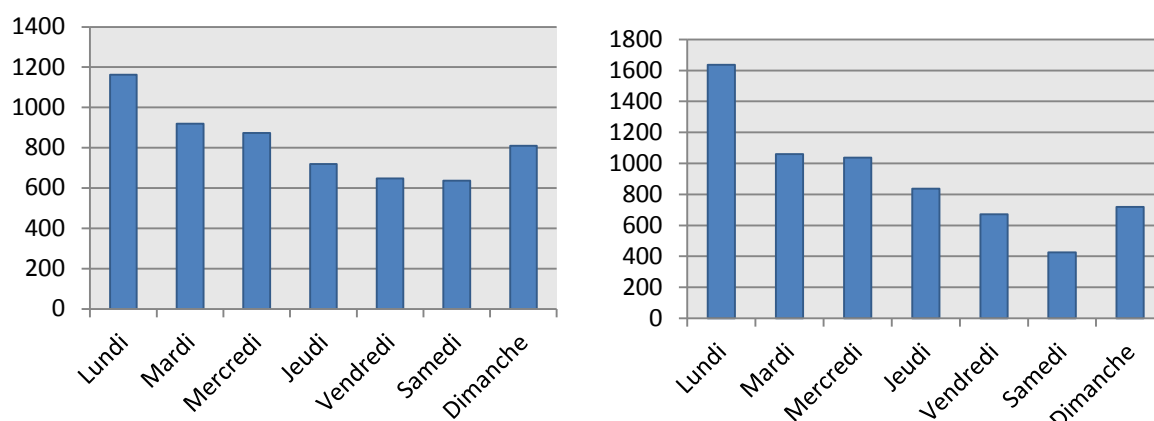
Pour étudier le délai entre la constatation de la mort et l'appel à l'équarrissage, nous avons décidé arbitrairement d'enlever les dates qui donnent un délai supérieur à quinze jours, les éleveurs commettant parfois des erreurs de semaine, de mois, voire d'année, ce qui était visible dans nos résultats (pic d'erreur à ces dates). Le jour d'appel à l'équarrissage n'a pas été renseigné dans 9,6% des cas, et le jour de la mort dans 40,8% des cas sur les 9 753 morts.



**Figure 28: Répartition du nombre de morts selon le délai entre la mort de l'animal et l'appel à l'équarrissage (en jours)**

La Figure 28 montre la répartition du nombre d'appels selon le délai entre la date de la mort et la date d'appel à l'équarrissage. La moyenne du délai entre la date de la mort et la date d'appel à l'équarrissage est de 1,01 jour. Environ 92,5% des appels sont passés moins de deux jours après la mort. La plus grande majorité des appels est passée le jour même de la mort.

Ce délai est visiblement variable selon le jour de la semaine. La répartition du nombre de mort et d'appels par jour de la semaine était répartie comme représenté à la Figure 29.



**Figure 29: Répartition du nombre de morts constatées (gauche) et du nombre d'appels à l'équarrissage (droite) par jour de la semaine**

Peu d'auteurs ont étudié cette variable, un auteur (Bleul, 2011) dans son article sur les risque de mortalité périnatale a trouvé un taux de mortalité plus fort le lundi (2,3%), et plus faible le mardi (2,4%), cependant la différence n'était pas significative.

Comme il s'agit du jour de la constatation de la mort par l'éleveur, on pourrait imaginer que le nombre de morts varie en fonction de l'intensité de surveillance du troupeau au cours de la semaine (qui est moindre le week-end). Pourtant si le nombre de morts constatées est effectivement bas le samedi, il remonte de manière importante le dimanche, ce qui ne corrobore pas cette hypothèse. De plus l'analyse des réponses aux questionnaires montrait que la fréquence d'animaux non vus malades ne variait pas selon le jour de la semaine. On peut aussi penser que cette distribution non aléatoire est liée aux morts provoquées par euthanasie. Le nombre et la proportion d'euthanasies pratiquées le week-end sont moins importants que le reste de la semaine.

De même, la répartition des appels à l'équarrissage n'est pas uniforme selon le jour de la semaine (Figure 29). On constate un petit creux en fin de semaine, et un rebond le dimanche. Plusieurs facteurs interviennent pour expliquer la répartition des appels à l'équarrissage au cours de la semaine. Tout d'abord, alors que certains éleveurs ont la possibilité d'appeler tous les jours (appels réceptionnés par une boîte vocale), d'autres ne peuvent le faire que les jours et heures ouvrés. Ceci explique notamment qu'il y a plus d'appels en début de semaine (surtout le lundi) que pendant le week-end. D'autre part la diminution du nombre d'appels les vendredis et samedis et l'augmentation les dimanches peuvent s'expliquer par le fait que les éleveurs ne sont pas pressés d'appeler l'équarrissage lorsqu'ils savent que leur demande ne pourra pas être traitée le lendemain (la plupart des équarrisseurs ne ramassent pas de cadavres pendant le week-end).

Les nombres de morts constatées et d'appels ne sont pas distribués de manière identique au cours de la semaine, ce qui indique qu'il existe un délai entre le moment de la mort et l'appel à l'équarrissage, dépendant du jour de la mort dans la semaine.

Finalement, ces résultats montrent d'une part qu'un système de surveillance des appels à l'équarrissage pourrait permettre de détecter très précocement des surmortalités,



mais aussi que ce délai dépend de nombreux facteurs de variations non aléatoires et notamment de l'activité des éleveurs, des vétérinaires et de l'équarrissage.

## **4 Bilan de cette analyse préliminaire et perspectives**

Nous avons pu répondre aux objectifs fixés dans le cadre de cette thèse, qui étaient de concevoir et réaliser l'enquête, de collecter des données sur les causes de mortalité des bovins et réaliser l'analyse descriptive des premières réponses retournées. On peut dire que l'ensemble des questionnaires a été renseigné de manière satisfaisante même si certaines questions ont visiblement soulevé les mêmes doutes chez les éleveurs que lors de la phase de test. Les importants taux de réponses indiquent qu'ils sont sensibles à la problématique de la mortalité bovine. Toutes les réponses qu'ils ont fournies ont permis le recueil de données très riches en enseignements.

Ces données ont montré que les principales causes de mortalité chez les veaux jusqu'à 20 jours d'âge étaient les problèmes à la naissance et les diarrhées. Chez les veaux plus âgés, les diarrhées et les problèmes respiratoires étaient les causes de mort prépondérantes. Chez les jeunes bovins de six mois à deux ans, les causes de mort le plus souvent rencontrées étaient les accidents, les problèmes respiratoires, les diarrhées et causes inconnues tandis que chez les bovins adultes c'était les accidents, les vêlages difficiles, les causes inconnues et les corps étrangers. Nous avons pu mettre en évidence certaines différences notamment entre les bovins allaitants et laitiers dans la répartition des causes de mort, et dans la fréquence du recours à l'euthanasie ou d'animaux trouvés morts. Ces différences parfois importantes sont cependant difficiles à interpréter à ce stade. L'enquête « mortalité bovine » va en effet fournir de nombreux autres résultats et nous n'avons ici que les premiers résultats.

Le travail d'analyse va désormais être poursuivi par l'unité Epidémiologie de l'Anses notamment pour estimer des taux ou risques de mortalité en rapportant les nombre de morts constatés à la population à risque correspondante. De plus, grâce aux numéros d'identification des élevages et des animaux, elle pourra croiser ces résultats avec des données sur les élevages (taille, localisation, typologie, etc.) et les animaux eux-mêmes (mouvements antérieurs, carrière productive), ce qui permettra d'étudier différents facteurs de risque relatifs à une cause de mort en particulier.

Il est impossible de comparer nos résultats à la littérature, étant donné le manque d'homogénéité des matériels et méthodes, et de la classification des causes de mort. Cependant, dans la partie suivante, nous tenterons une comparaison entre l'étude de la base ESB et l'enquête mortalité bovine. Nous discuterons également de la mise en place d'un système de surveillance de la mortalité à partir de ces résultats.



## **PARTIE IV : DISCUSSION GENERALE**



Nous avons pu aborder la mortalité bovine sous trois approches : une étude bibliographique, l'analyse de la base ESB et l'enquête mortalité bovine. Elles nous ont permis d'explorer le sujet de façons complémentaires. Nous allons tout d'abord mettre en parallèle l'analyse de la base ESB et l'enquête mortalité bovine, au niveau du protocole, du matériel et méthode et des résultats. Ensuite nous discuterons des difficultés relatives à la classification des causes, qui sont finalement inhérentes au sujet. Enfin, nous évoquerons la possibilité d'utiliser la mortalité comme indicateur dans un système de surveillance syndromique.

# **1 Comparaison de l'analyse de la base ESB et de l'enquête mortalité bovine**

## **1.1 Comparaison des protocoles**

L'enquête mortalité bovine et la base ESB ont permis d'établir des statistiques sur les causes de mortalité bovine. Cependant les protocoles de ces deux études différaient considérablement à plusieurs niveaux. Tout d'abord, l'enquête, basée sur le volontariat, avait pour cible des éleveurs, alors que ce sont des vétérinaires qui ont renseigné les FISM au cours d'une visite de mortalité obligatoire. Ensuite, les éleveurs ont été guidés dans leur réponse par un choix de causes de mort à cocher, avec un champ libre complémentaire, tandis que les vétérinaires ne pouvaient renseigner qu'un champ libre. Enfin, l'enquête mortalité bovine concernait un échantillon aléatoire tiré parmi l'ensemble du cheptel français, tandis que la base ESB était un recueil exhaustif mais limité aux bovins morts dans le Grand Ouest en 2000-2001.

## **1.2 Comparaison des matériels et méthodes**

### **1.2.1 Représentativité des résultats**

Dans l'étude de la base ESB, la population bovine étudiée représentait une part importante du cheptel français en termes d'effectif (en 2000, les trois régions considérées représentaient 43,6% de l'effectif des vaches laitières et 18,7% de l'effectif des vaches allaitantes au plan national). Elle n'était toutefois pas représentative de l'ensemble de la France, qui présente une typologie d'élevages très variée selon les régions. Ces résultats ont par ailleurs été obtenus sur une base de données constituée au début des années 2000, en pleine crise de la « vache folle », ce qui a pu influencer les déclarations, notamment vis-à-vis des accidents (Raboisson et al., 2011b).

L'enquête mortalité bovine, menée à l'échelle nationale sur une année entière et concernant les bovins de tous âges produira des données actualisées et plus représentatives de l'ensemble du cheptel français. Malgré un taux de réponse avoisinant les 40%, il existe certainement des biais de réponses car le renseignement du questionnaire était basé sur le volontariat. Il est possible que les éleveurs qui n'ont pas répondu partagent des caractéristiques communes. Il pourra être intéressant d'étudier le profil des exploitations ayant répondu au questionnaire.

## 1.3 Comparaison des résultats

Nous ne disposons pas encore des données sur la population vivante par classe d'âge, donc il nous est impossible de calculer des taux de mortalité issus de l'enquête, comme nous avons pu le faire pour l'étude de la base ESB. Cependant, une partie des résultats des deux études est potentiellement comparable. En effet, la répartition des causes de mort a pu être établie pour les bovins de plus de deux ans à travers les deux types d'étude, grâce à un choix identique des causes de mort, de plus ces données correspondent à la période hivernale. Si des différences sont identifiées, on peut discuter de leur origine : perception différentes des éleveurs et des vétérinaires, ou véritable évolution de la pathologie au cours de la décennie.

Le Tableau 22 montre à titre indicatif les différences entre les pourcentages des différentes causes de mort obtenus dans les deux types d'études. Pour l'étude de la base ESB, nous n'avons retenu que les fiches renseignées.

**Tableau 22: Comparaison des résultats concernant les causes de mort des bovins de plus de deux ans, dans l'étude de la base ESB et dans l'enquête mortalité bovine**

CAUSES DE MORT	LAITIER		ALLAITANTS	
	base ESB	EMB	base ESB	EMB
Données				
Accident	17%	22%	16%	19%
Vêlage difficile	14%	12%	19%	28%
Entérite, diarrhée	7%	5%	11%	6%
Mammite	7%	6%	1%	1%
Occlusion, torsion digestive	5%	8%	1%	5%
Boiterie	5%	6%	4%	2%
Fièvre de lait	5%	5%	0%	0%
Corps étranger	3%	10%	3%	8%
Problème respiratoire	3%	4%	3%	3%
Problème cardiaque	3%	5%	2%	4%
Mauvais état général	4%	4%	6%	4%
Autre cause	21%	5%	24%	8%
Ne sait pas	6%	9%	10%	11%

Les pourcentages sont du même ordre de grandeur pour les deux types d'étude, ce qui suggère que l'information transmise par les éleveurs est cohérente. Cette cohérence n'est finalement pas très surprenante considérant que de nombreux bovins meurent d'une maladie au diagnostic évident. Lorsqu'il est plus complexe, soit le bovin malade a été examiné par le vétérinaire et le diagnostic est communiqué à l'éleveur, soit le bovin est mort subitement, et le vétérinaire est rarement en mesure (par faute de moyens notamment) d'établir un diagnostic beaucoup plus précis que celui de l'éleveur.

Dans la base ESB, quel que soit le type de production, un grand nombre de causes de mort identifiées n'avaient pu être catégorisées : ce sont les « autres causes », qui représentent en fait les causes bien identifiées mais faiblement représentées. La proportion de mort appartenant cette catégorie dans notre enquête est plus réduite. Cette différence peut être due au fait que lorsque des vétérinaires renseignent la cause de mort (base ESB), ils sont en mesure de distinguer un plus grand nombre de causes différentes, tandis que les

éleveurs vont caractériser de la même manière plusieurs pathologies différentes. Le fait d'être guidé par un questionnaire à choix multiples a certainement également guidé les éleveurs et évité qu'ils s'éparpillent en diverses réponses même si le choix de la réponse « autre cause » suivie d'un champ libre était possible.

Concernant les bovins laitiers, les trois principales causes de mort, hormis les « autres causes », sont dans le même ordre d'importance : d'abord les accidents, ensuite les vêlages difficiles et enfin les entérites. On peut remarquer une proportion plus importante des morts causées par un corps étranger dans l'enquête mortalité par rapport à la base ESB. Le corps étranger est souvent un diagnostic d'incertitude basé sur un syndrome d'anorexie et de douleur. Il semblerait que c'est un fait rapporté par de nombreuses personnes du milieu agricole et vétérinaire (communication personnelle), donc à éventuellement à considérer comme l'entérotoxémie dans les syndromes de mort subite.

En ce qui concerne les bovins allaitants, la répartition des causes de mort entre les deux études diffère un peu plus que chez les laitiers. La population allaitante ne représente pas une dominante dans la région du Grand Ouest, tandis qu'elle était représentée à part pratiquement égale avec la population des bovins laitiers dans l'enquête mortalité bovine qui a couvert toute la France. Il y a donc une représentativité de la population allaitante différente dans les deux types d'étude. De plus, les éleveurs et les vétérinaires qui travaillent avec des animaux qui sont hors de leur bassin de production original sont parfois moins familiers avec les pathologies courantes de ces animaux. Les connaissances empiriques liées à la culture locale sont réduites concernant les bovins allaitants élevés dans le Grand Ouest. Ce fait est vérifié couramment en pratique, il faut donc le prendre en compte pour l'interprétation des résultats.

Chez les bovins allaitants, on peut remarquer une nette supériorité de la proportion des morts dues à un vêlage difficile dans l'enquête mortalité. De même, les causes inconnues sont en proportion légèrement supérieures dans l'enquête mortalité bovine, bien qu'elles soient moins fréquentes en production laitière qu'en production allaitante. Il faut rappeler que près d'un quart des FISM de la base ESB étaient non renseignées, sans que l'on puisse dire si c'est parce que la cause était inconnue ou parce que les vétérinaires avaient omis de renseigner correctement la fiche. La proportion de causes inconnues est donc certainement sous estimée dans l'analyse de la base ESB ce qui ne nous permet pas de conclure à une augmentation ou une diminution des diagnostics inaboutis sur ces dix dernières années. Le progrès médical et technique voudrait que la proportion de causes inconnues diminue, mais les difficultés économiques ralentissent son effet.

L'analyse comparative précise des résultats des deux études ne relève pas de notre sujet d'étude qui est d'établir une base de données dans le but d'une utilisation à des fins de surveillance syndromique, nous n'avons donc pas discuté davantage cette partie.

## **1.4 Degré de certitude concernant les causes de mort**

Les causes de mort décrites dans l'étude de la base ESB sont celles identifiées par les vétérinaires venus constater la mort des animaux lors des visites « de mortalité ». Souvent, le vétérinaire n'avait pas vu l'animal avant la mort, et c'est donc par entretien avec l'éleveur qu'une hypothèse sur la cause a été émise. Il y a donc une part d'incertitude importante dans les diagnostics rapportés. L'enquête a quant à elle eu pour cible les éleveurs, qui sont

plus observateurs de leur troupeau au jour le jour, mais n'ont pas nécessairement la formation médicale leur permettant d'établir ou de catégoriser le diagnostic de la cause de mort.

En pratique, malgré l'importance de ce problème en élevage, la mort d'un bovin est rarement explorée à cause du coût d'une autopsie, qui est d'ailleurs rarement conclusive (Waldner et al., 2009). De plus l'interdiction de pratiquer une autopsie sur le site de l'exploitation limite l'usage de cet outil diagnostique. Ainsi, il semble que si le degré de certitude concernant les causes de mort peut sembler moyen dans les deux études, il l'est d'une manière générale en élevage bovin. Les trois études que nous avons menées (étude bibliographique, analyse de la base ESB et enquête postale) concordent sur le fait qu'une grande proportion de bovins meurent d'une cause indéterminée, ou déterminée mais avec un faible degré de certitude. Les résultats de l'enquête sont peut être d'un niveau de certitude correct étant donné que les causes de mort évoquées sont des syndromes facilement identifiables (vêlage difficile, entérites, etc.).

Malheureusement, il semble difficile, par manque de formation et de moyens financiers, d'améliorer la détermination des causes de mort. Dans ce contexte, certains douteront de l'utilité de telles études. A cela on peut opposer plusieurs arguments. Tout d'abord, la connaissance n'est pas affaire de tout ou rien. Nous avons l'habitude de juger une réponse de façon binaire, c'est-à-dire correcte ou incorrecte. L'étude de la classification des causes de mort nous rappelle que la mort est une suite de phénomènes complexes, dont la cause initiale se prête difficilement à un diagnostic simple et unique. Ainsi, une réponse partielle sur cette cause est probablement vraie : en effet, si un éleveur relate un processus morbide et en déduit qu'il est la cause de mort alors que c'est faux, on ne peut affirmer qu'il a entièrement tort, dans le sens où tout processus morbide déséquilibre l'état de santé, la mort étant un déséquilibre irréversible de cet état de santé (Raboisson et al., 2011b).

Dans l'optique d'un système de surveillance de la mortalité, basé sur le suivi de différentes causes de mort, l'incertitude voire l'erreur sur le diagnostic de la cause de mort ne serait pas problématique, tant que cette erreur serait commise de façon aléatoire et systématique. En revanche, on peut imaginer que certains événements extérieurs peuvent influencer l'appréciation de la cause de mort par les éleveurs. Par exemple, une campagne de sensibilisation sur une maladie spécifique pourrait augmenter artificiellement le nombre de morts attribuées à cette maladie. C'est la raison pour laquelle, la ligne de base devrait régulièrement être mise à jour, en prenant en compte le contexte actuel.

## **2 Classification des causes de mort**

### **2.1 Détermination des causes de mort**

Lors des visites de mortalité mises en place en France en 2000, aucune consigne stricte n'avait été donnée aux vétérinaires pour caractériser les causes de mort. Certains ont donc notifié des circonstances, des maladies, des symptômes voire des organes. Cette difficulté a pu en partie être contournée par l'usage d'un algorithme de classification des termes utilisés par les vétérinaires. Nous en avons tiré une dizaine de grands groupes de causes de mort afin de communiquer plus facilement sur ces données. Dans l'enquête



« mortalité bovine », *a contrario*, nous avons utilisé ce travail de classification pour proposer dès le départ un choix restreint d'une dizaine de causes de mort préalablement établies.

Ainsi, quel que soit la base de données utilisée et l'approche adoptée, l'étude des causes de mort passe nécessairement par leur classification, qui est une étape difficile. Les choix doivent être faits en fonction de l'utilisation qui en est espérée. Les différents systèmes utilisables sont développés dans la deuxième partie de cette discussion, mais en réalité ils sont difficiles à mettre en pratique et sont de fait peu utilisés.

Il n'existe pas de système de classification parfait. Les champs multiples facilitent l'analyse des réponses mais ne permettent pas une grande précision ou nuance dans les réponses. Les champs libres, malgré leurs limites, apportent des informations précieuses mais induisent un travail de traitement des réponses plus conséquent. C'est pourquoi nous avons choisi de combiner les choix multiples et champs libres pour avoir des données ordonnées mais précises.

Le travail que nous avons mené a souligné la nécessité qui existe aujourd'hui de travailler avec des systèmes officiels en médecine vétérinaire pour la classification des maladies, causes de morts, signes cliniques, etc. Des groupes de travail européen travaillent actuellement sur l'harmonisation des systèmes déjà existants (par exemple, le projet britannique « Towards an international classification of animal diseases » émanant de l'HAVLA, c'est-à-dire l'Animal Health and Veterinary Laboratories Agency).

## **2.2 Difficultés rencontrées lors de la classification des diagnostics**

Les vétérinaires ont renseigné le diagnostic avec un degré de précision variable : des étiologies, des processus physiopathologiques, des lésions d'organes, des organes ou des appareils dont la défaillance semble être à l'origine de la mort, des symptômes ou des circonstances ayant entouré la mort.

Les étiologies sont les façons les plus précises de qualifier la cause de la mort. Ce sont les maladies ou accidents dans lesquels l'agent causal est clairement identifié, comme par exemple la paratuberculose. Les processus physiopathologiques nous font bien comprendre le déroulement des événements ayant conduit à la mort, sans pour autant éclairer sur l'origine exacte de ces événements. Les lésions décrites sont le plus souvent des lésions inflammatoires. Les organes mentionnés sont parfois assez éloquents (« caillette » signifie souvent « déplacement de la caillette »). Les circonstances décrites sont souvent présentes pour illustrer le constat de la mort sans pouvoir établir de diagnostic.

L'algorithme de classification a été difficile à construire en raison de l'absence d'instructions données aux vétérinaires sur les informations à renseigner. Mais quelles que soient les précautions prises, le classement statistique des maladies et des causes de mortalité est une problématique difficile à résoudre. Ces difficultés ont bien été décrites par William Farr, il y a plus d'un siècle (Registrar general of England and Wales, 1856) : « *Le classement est une méthode de généralisation. C'est pourquoi plusieurs classifications peuvent être employées avec avantage, et le médecin, le pathologiste ou le juriste peuvent légitimement, chacun d'eux se plaçant à son propre point de vue, classer les maladies et les causes de décès de la façon qu'ils jugent la plus apte à faciliter leurs recherches et à donner des résultats généraux. [...]* » (citation entière en Annexe 5).

Les difficultés de classification viennent aussi du vocabulaire médical, paramédical, et local qui est très riche. Les mêmes maladies peuvent avoir plusieurs dénominations possible (exemple : *synonymie* entre « fièvre de lait » et « fièvre vitulaire »). Au contraire, les mêmes expressions peuvent désigner des entités différentes (exemple : *polysémie* entre « ventre » pouvant signifier un prolapsus utérin ou une partie anatomique. Enfin il y a *ambiguïté* (« caillette » peut signifier « torsion de caillette », « ulcère de la caillette »...) lorsque le champ n'est pas renseigné avec assez de précision.

Le choix des mots clés et des suites de caractères a donc été fondamental, ainsi que la hiérarchisation des causes, puisque nous avons fait le choix de ne garder qu'une cause par mort.

Outre la hiérarchisation des catégories, la difficulté a également été de regrouper les catégories de diagnostics détaillés dans des catégories de diagnostics plus générales (catégories « groupées »). Par exemple, la sous-catégorie « parasites digestifs » a été attribuée à la catégorie « entérite, diarrhée ». Bien que ces affections puissent provoquer de la diarrhée, lorsqu'elles provoquent la mortalité, elles sont plus souvent reliées à un mauvais état général qu'à une diarrhée. De plus le parasite le plus souvent évoqué dans la base est la douve qui est un parasite du foie et non des intestins.

Enfin le problème le plus fréquemment retrouvé était le choix entre deux catégories. Les tumeurs rénales par exemple, sont-elles à classer dans les néoplasies ou dans les problèmes urinaires ? Les asphyxies ou les fausses déglutitions sont-elles des accidents ou des problèmes respiratoires ? Ou ces locutions méritent-elles une catégorie entière ?

## **2.3 Méthodes de classification existantes**

L'approche que nous avons adoptée, malgré toutes ses limites, nous a tout de même permis de produire des statistiques sur la mortalité des bovins. Classer des causes de mortalité des bovins se révèle être complexe, mais comme en témoigne la phrase du Professeur Major Greenwood<sup>4</sup>: «Le puriste scientifique qui attend des statistiques médicales l'exactitude du point de vue nosologique n'est pas plus sage que le paysan d'Horace attendant que la rivière tarisse», le problème s'est également posé très tôt en médecine humaine. Plusieurs méthodes de classification ont été développées, chacune présentant des avantages et des inconvénients.

### **2.3.1 Un exemple de classification mono-axiale : la CIM**

La définition de la Classification Internationale des Maladies (CIM) est la suivante [Définition MeSH]: Système de catégories auxquelles des entrées morbides sont assignées selon des critères établis. La gamme entière des conditions en fait partie et est organisée en un nombre de catégories groupées pour faciliter le report de la mortalité. Il est produit par l'Organisation Mondiale de la Santé.

LA CIM a été conçue pour « permettre l'analyse systématique, l'interprétation et la comparaison des données de mortalité et de morbidité recueillies dans différents pays ou

---

<sup>4</sup> GREENWOOD, M. reprenant la citation d'Horace : « Celui qui ajourne le moment de bien vivre, attend comme les paysans que la rivière ait fini de couler ». Greenwood, M. 1948. Medical statistics from Graunt to Farr. Cambridge university Press, Cambridge.

régions à des époques différentes » (Classification internationale des maladies- dixième révision, 1992).

Dès le dix-neuvième siècle, les tout premiers statisticiens médicaux William Farr (1807-1883) et Jacques Bertillon (1851-1922), se sont penchés sur la question. La nomenclature de Farr était divisée en cinq catégories : maladies épidémiques, maladies constitutionnelles (générales), maladies locales classées selon leur localisation anatomique, maladies du développement et maladies consécutives à un traumatisme. Cette classification n'a jamais reçu une approbation universelle, pour autant la disposition générale, et notamment le principe de classer les maladies suivant leur localisation anatomique, a survécu comme base de la Nomenclature internationale des causes de décès.

La nomenclature de Bertillon était basée sur la nomenclature des causes de décès utilisée par la ville de Paris, nomenclature issue d'une synthèse des classifications anglaise, suisse et allemande. Le classement était basé sur le même principe que Farr, c'est-à-dire faire la distinction entre les maladies générales et celles localisées à un organe ou une région anatomique particulière.

Bertillon établit trois classifications : la première, une classification abrégée de 44 rubriques, la seconde (99 rubriques), et la troisième (161 rubriques). La Nomenclature internationale des causes de décès (Classification Bertillon) reçut l'approbation générale et fut adoptée par plusieurs pays, ainsi que par de nombreuses villes.

En 1900, le gouvernement français organisa la première conférence internationale pour la révision de la Classification internationale des causes de décès, ainsi que les conférences suivantes tenues en 1909, puis en 1920, 1929 et 1938.

La Conférence internationale sur la santé qui s'est tenue à New York en 1946 a confié à la Commission intérimaire de l'OMS la préparation de la sixième révision des listes internationales des maladies et des causes de décès. Celle-ci a été approuvée en 1948 par la Conférence internationale pour la sixième révision des listes internationales des maladies et de causes de décès et par la première Assemblée mondiale de la santé. La sixième révision a étendu la portée de la classification aux maladies non mortelles, et l'OMS est toujours en charge des révisions périodiques de la classification. La dernière ou dixième révision date de 1995. Elle est désignée par le sigle CIM-10 ou ICD-10 (International Classification of Diseases).

La CIM fait partie des classifications mono-axiales, c'est-à-dire qu'elle forme une hiérarchie de termes à partir d'une racine commune : l'ensemble des maladies est réparti en catégories ayant un caractère commun. Ce caractère peut être étiologique, faire référence à un appareil ou encore désigner le processus morbide en cause. Chaque catégorie est subdivisée en niveaux hiérarchisés aboutissant à un diagnostic précis. Les catégories de premier niveau sont les catégories principales, qui couvrent l'ensemble du domaine. Ainsi, un objet du domaine doit y trouver une place unique. Le découpage doit obéir à un critère qui s'applique à l'ensemble des éléments de la classe « mère » sachant que les critères se succèdent dans un ordre d'importance décroissante.

La CIM 10 utilise un code hiérarchique (Tableau 23) mais cette classification ne permet pas de décrire des manifestations atypiques de maladies ou de coder des détails cliniques, elle ne comporte pas non plus de notion temporelle ou physiopathologique. Une modification clinique de la CIM-9 a été proposée aux Etats-Unis, elle proposait le choix entre

une double classification basée sur l'étiologie (classification principale, avec une lettre marquée d'une croix), et une classification basée sur les manifestations (classification secondaire, avec lettre suivie d'un astérisque), utilisable si la formulation diagnostique comporte à la fois une étiologie et des manifestations importantes.

Les objectifs de la dixième révision de la classification sont de permettre une utilisation plus globale, permettant de produire des statistiques à buts sociologiques et économiques, compliquant davantage la tâche. Les objectifs de cette classification étaient multiples, d'autres systèmes de classification à plusieurs axes ont été étudiés, afin d'améliorer la CIM, l'inconvénient principal de ces systèmes étant la difficulté à retrouver tous les termes et les maladies.

**Tableau 23: Liste des chapitres de la classification internationale des maladies**

CHAPITRES	CODES	TITRE
I	A00-	Certaines maladies infectieuses et parasitaires
II	C00-	Tumeurs
III	D50-	Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du
IV	E00-	Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques
V	F00-	Troubles mentaux et du comportement
VI	G00-	Maladies du système nerveux
VII	H00-	Maladies de l'œil et de ses annexes
VIII	H60-	Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde
IX	I00-	Maladies de l'appareil circulatoire
X	J00-	Maladies de l'appareil respiratoire
XI	K00-	Maladies de l'appareil digestif
XII	L00-	Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané
XIII	M00-	Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif
XIV	N00-	Maladies de l'appareil génito-urinaire
XV	O00-	Grossesse, accouchement et puerpéralité
XVI	P00-	Certaines affections dont l'origine se situe dans la période périnatale
XVII	Q00-	Malformations congénitales et anomalies chromosomiques
XVIII	R00-	Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de
XIX	S00-	Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de
XX	V01-	Causes externes de morbidité et de mortalité
XXI	Z00-	Facteurs influant sur l'état de santé et motifs de recours aux services de santé
XXII	U00-	Codes d'utilisation particulière

Malgré toutes les révisions de la CIM, il est apparu que son utilisation pour classer les maladies dans les dossiers médicaux était toujours délicate en raison de l'insuffisance persistante de précisions de différentes entités nosologiques. Ces carences ont engendré la production d'un certain nombre de *thesauri*, généralement élaborés par les sociétés savantes des diverses spécialités médicales.

S'ils sont de qualité inégale, ceux d'entre eux qui respectent une certaine conformité avec la CIM d'une part, et possèdent la qualité des informations nécessaires au Programme

de médicalisation des systèmes d'information (PMSI<sup>5</sup>) d'autre part, ont pu recevoir l'aval du Pôle d'expertise et de référence nationale des nomenclatures de santé (PERNNS). C'est dans ce contexte que la Systematized nomenclature of medicine – Nomenclature systématique de médecine (SNOMED) est apparue.

### **2.3.2 Un exemple de classification multi-axiale : SNOMED**

SNOMED est une nomenclature pluri-axiale couvrant tous les champs de la médecine humaine et vétérinaire. Elle permet de projeter les concepts médicaux selon plusieurs axes orthogonaux.

Elle est composée de 650 000 codes, contenant plus de 50 000 termes médicaux organisés suivant onze axes dans la version actuelle.

Les sept principaux axes de projection sont :

- T pour Topography, qui décrit les régions du corps, les organes.
- M pour Morphology, qui présente les modifications de l'anatomie, des cellules et des organes.
- E pour Etiology, qui regroupe toutes les causes des anomalies décrites : agent biologique, physique ou chimique ...
- F pour Function, qui décrit les termes de physiopathologie et les termes utilisés pour décrire les états et processus pathologiques.
- D pour Disease, qui permet de décrire des combinaisons de symptômes devant être spécifiés simultanément (syndromes et maladies complexes).
- P pour Procedure, qui présente toutes les activités administratives, diagnostiques et thérapeutiques mises en œuvre lors de la prise en charge du patient.
- O pour Occupation, qui est utilisé pour coder l'activité professionnelle du patient.

Les éléments de chaque axe sont organisés suivant une structure hiérarchique. A chaque concept est attribué un code, ce qui permet une description détaillée, limitant ainsi la perte d'information, et conservant les relations sémantiques <sup>6</sup> entre les différents concepts.

L'avantage principal de ce système et la possibilité quasiment infinie de combiner des concepts médicaux, des causes et des effets. Ce système permet également le traitement automatisé de l'information. Le principal inconvénient de ce système réside dans la structure même de la nomenclature : le nombre de caractères nécessaires au codage est parfois important, cependant des outils actuels de codage automatique ont été créés pour pallier cet inconvénient. La SNOMED est donc un système de classification performant, mais qui n'est pas adapté aux pays en voie de développement.

---

<sup>5</sup> Dispositif faisant partie de la réforme du système de santé français ayant pour but la réduction des inégalités de ressources entre les établissements de santé (ordonnance du 24/04/1996) sur la réforme de l'hospitalisation. Afin de mesurer l'activité et les ressources des établissements, il est nécessaire de disposer d'informations quantifiées et standardisées, le PMSI.

<sup>6</sup> Relation mettant en évidence les liens de signification entre les termes ou les classes d'un langage documentaire. Les principales relations sémantiques sont la relation d'équivalence, la relation hiérarchique et la relation associative.

Comme l'a montré cette étude de deux types de classifications, il est très difficile d'arriver à un système de classification vraiment polyvalent. Un système de classification n'est pas parfait, mais il doit être « adapté » à une situation. L'idéal étant le système dont les objectifs sont clairement définis, et en adéquation avec les moyens dont on dispose.

### **3 Intérêt de l'étude de la mortalité pour la surveillance du cheptel bovin français**

Au-delà de leur intérêt zootechnique, les résultats de l'analyse de la base ESB et de l'enquête mortalité bovine pourraient avoir des applications en surveillance épidémiologique. Les données collectées lors de ces études ont permis de décrire les principales causes de mortalité chez les bovins et de quantifier la part de morts purement aléatoires (accidents), associées à des facteurs saisonniers (vêlage) ou dues à des maladies infectieuses. Ces informations aideront à la modélisation des variations « normales » des taux de mortalité observées dans le cheptel bovin. La surveillance des causes de mortalité est un outil déjà employé en médecine humaine, et qui pourrait de même avoir un intérêt en santé animale (Perrin et al., 2011). En effet, si une augmentation de la mortalité au sein d'un troupeau peut refléter des conditions de bien-être ou une maîtrise de la santé non optimales, une telle augmentation à une échelle plus grande, comme le canton ou le département, pourrait révéler l'émergence d'une maladie (Perrin et al., 2010), sous réserve que celle-ci entraîne une variation de la mortalité significative.

#### **3.1 Principe de la surveillance syndromique**

La surveillance d'indicateurs de santé non spécifiques, aussi appelée surveillance syndromique, est un concept récent en épidémiologie, initialement développé en santé humaine dans le but de détecter certains événements sanitaires plus précocement qu'avec des dispositifs de surveillance classiques. Fondée sur le suivi automatisé d'indicateurs indirects de la santé d'une population, cette nouvelle approche offre, malgré ses limites, des perspectives intéressantes pour la détection de phénomènes pathologiques divers, en particulier au regard de la multitude des agents infectieux exotiques potentiellement menaçants. Au contraire des dispositifs de surveillance classiques, qui tentent de détecter une maladie déterminée en mettant en évidence la présence d'un agent pathogène, les dispositifs de surveillance syndromique (DSS) ne reposent pas sur un diagnostic spécifique. Ils sont ainsi supposés pouvoir détecter un spectre plus large d'événements. Ces dispositifs sont par ailleurs souvent moins coûteux et potentiellement plus réactifs que ceux fondés sur des analyses biologiques.

En santé animale comme en santé humaine, les indicateurs exploitables dans le cadre de la surveillance syndromique sont de nature extrêmement variée. En France, un projet de surveillance de la mortalité des animaux de rente basé sur le suivi des appels à l'équarrissage est actuellement à l'étude. L'analyse rétrospective des courbes hebdomadaires de mortalité due à la FCO (fièvre catarrhale ovine) a déjà montré l'intérêt potentiel de cet indicateur pour la surveillance épidémiologique du cheptel bovin (Perrin et al., 2010).

Les données d'équarrissage sont disponibles pratiquement en temps réel et pourraient permettre la mise en place d'un système de surveillance de la mortalité très réactif.

## 3.2 La mortalité, un bon indicateur pour un système de surveillance ?

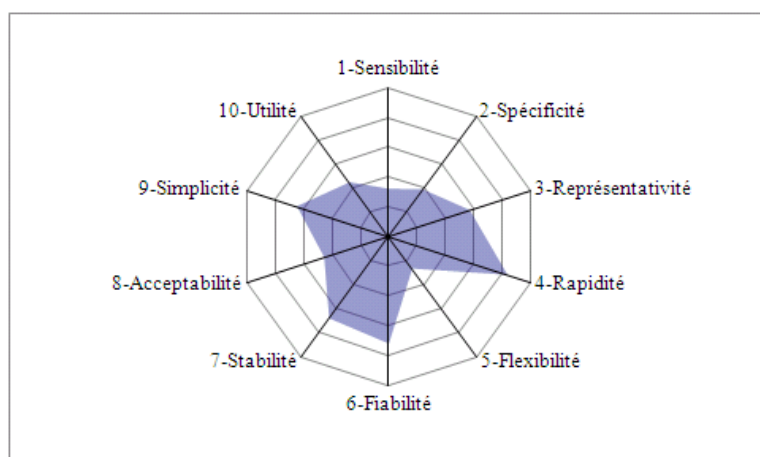
### 3.2.1 Intérêt d'un système automatisé

Nous avons constaté lors de l'enquête mortalité qu'une importante proportion des morts de bovins survenant en élevage ne sont pas portées à la connaissance des vétérinaires. Cette proportion est variable selon l'âge et le type de production des animaux, ainsi que selon la cause de la mort. Toutefois cette observation suggère qu'un système uniquement basé sur la vigilance des vétérinaires pourrait être insuffisant pour détecter des surmortalités anormales.

Un système de surveillance de la mortalité automatisé représenterait à ce titre un outil complémentaire de la surveillance déjà assurée par les vétérinaires praticiens.

### 3.2.2 Sensibilité et précocité du système envisagé

Un système de surveillance est caractérisé par plusieurs critères de qualité (Figure 30). L'enquête menée va permettre de discuter certaines des caractéristiques que pourrait avoir un système de surveillance des appels à l'équarrissage.



**Figure 30: Critères de qualité d'un réseau de surveillance (Hendrickx and Dufour, 2005)**

Tous les éléments susceptibles de faire varier le délai entre la survenue de l'événement (apparition du foyer) et l'apparition d'un signal (augmentation du nombre de notifications) ont un impact sur les performances (cf. plus bas) du système et doivent en conséquence être étudiés. Le temps qui s'écoule depuis l'apparition d'un foyer jusqu'à l'augmentation du nombre de notifications de morts dans le système étudié ici dépend des délais entre :

- le contact avec l'agent causal et la survenue de la mort ;
- la survenue de la mort de l'animal et sa constatation par l'éleveur ;

- la constatation de la mort et sa notification.

L'enquête mortalité nous a permis de collecter des informations sur ces deux derniers délais et leurs variations. Ces délais de notification sont importants car ils sont susceptibles de faire varier la réactivité du système et sa sensibilité. La moyenne des délais de notification affecte la réactivité du système (plus ils sont courts, plus l'alerte est précoce). La variance de ces délais affecte en revanche la sensibilité du système. En effet, si le délai entre l'exposition et la notification de la mort est très différent d'un individu à l'autre, alors une exposition commune de plusieurs individus ne résultera pas en un pic de mortalité, mais en un signal dilué, plus difficile à détecter.

Lors de notre enquête nous avons observé que les délais entre la constatation de la mort et la notification à l'équarrissage étaient courts et respectaient presque systématiquement le délai réglementaire de 48 heures. Par contre, dans un certain nombre de cas, le délai entre la mort et sa constatation est inconnu (catégorie : animal trouvé mort). Il pourrait être important de mieux évaluer les facteurs susceptibles de faire varier ce nombre (surveillance du cheptel, mort rapide, etc.).

### **3.2.3 Intérêt et limites des causes de mort déclarées par les éleveurs**

Actuellement les notifications d'équarrissage, que ce soit lors de l'appel ou lors du ramassage, ne présentent pas de champ relatif à la cause de mortalité. Pourtant cette information pourrait être primordiale dans le cadre d'un dispositif de surveillance épidémiologique. Un système permettant de suivre les taux de mortalité par cause serait plus sensible qu'un système de surveillance de la mortalité brute. Le suivi du nombre ou de la fréquence de morts dont la cause n'a pas été identifiée pourrait par exemple permettre de détecter l'apparition de nouvelles affections. L'évolution du nombre de morts relatives à des syndromes infectieux (respiratoire, diarrhée) pourraient produire des alertes plus spécifiques.

Certains équarrisseurs envisagent d'offrir aux éleveurs la possibilité d'indiquer la cause supposée de la mort. Le taux de réponse important à l'enquête mortalité bovine, basée sur le volontariat, suggère qu'un tel système pourrait fonctionner et collecter, de manière automatique un grand nombre d'informations sur les causes de morts de bovin. Si un tel dispositif venait à être mis en place, il faudrait toutefois évaluer avec précision la qualité de cette information. En effet, les incohérences que nous avons relevées dans certaines précisions apportées par éleveurs (mort par paratuberculose chez de très jeunes bovins par exemple) rappellent que les causes de mortalité sont déclarées par les éleveurs, et ne reflètent donc pas forcément la réalité. Une consigne sur la participation du vétérinaire sanitaire à la notification de la cause de mort pourrait être également mise en place afin d'améliorer la qualité des réponses. Une mention permettant d'estimer le degré de certitude du diagnostic proposé permettrait de nuancer cette réponse et d'en améliorer la sensibilité : 0 pour animal trouvé mort, 1 pour un animal mort après avoir exprimé quelques signes cliniques observés par l'éleveur ou le vétérinaire, 2 pour un animal mort suite à une maladie diagnostiquée voire traitée par le vétérinaire, 3 pour un animal vu accidenté, autopsié ou dont le cadavre a fait l'objet d'analyses de laboratoire. Ces notions permettraient de faciliter l'utilisation de la base collectée, que ce soit dans un but zootechnique ou de surveillance.



# CONCLUSION

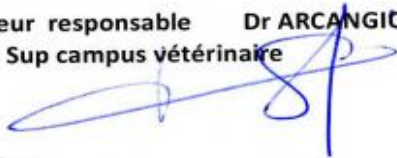
La mortalité des bovins d'élevage est un sujet qui, malgré son importance, a été relativement négligé jusqu'à présent. Nous l'avons étudié selon trois approches complémentaires : une revue de la littérature, l'analyse d'une base de données, et une enquête auprès d'éleveurs. La synthèse bibliographique que nous avons menée a montré que le sujet avait été inégalement traité pour la population bovine : les études existantes portent principalement sur les veaux, et sur les vaches laitières, alors que les données sur la mortalité des adultes allaitants sont plus rares. Cette revue a par ailleurs mis en lumière l'existence d'importants obstacles pour la comparaison des résultats publiés, les principaux étant l'usage d'indicateurs de mortalité différents, l'absence d'information sur leur méthode d'estimation, et l'absence d'homogénéité des causes de morts. Ceci nous a conduits à définir notre propre système de classification des causes de mort, que nous avons appliqué dans les deux autres approches.

L'analyse de la base ESB a ainsi permis d'identifier et de quantifier les principales causes de mort des bovins adultes du Grand Ouest en France, en 2000-2001, à savoir les vèlages difficiles (19% chez les bovins allaitants et 14% chez les bovins laitiers), et les accidents (16% chez les bovins allaitants et 17% chez les bovins laitiers). Des données actualisées, sur la France métropolitaine, ont été collectées lors d'une enquête postale à destination des éleveurs depuis novembre 2010. Sur les premiers mois, elle a montré une importance prépondérante des accidents et des vèlages difficiles chez les bovins adultes, tandis que chez les veaux et jeunes bovins, les diarrhées, les problèmes respiratoires et les problèmes à la naissance étaient majoritaires, confirmant ainsi les données bibliographiques.

La mise en place de l'enquête a montré qu'on pouvait établir un système de surveillance de la mortalité bovine à partir du recueil automatisé des notifications des morts à l'équarrissage, quasiment en temps réel. Les notifications par Internet, représentant désormais près de 50% des demandes d'enlèvement chez certains équarrisseurs, pourraient être adaptées en incluant un champ sur la cause de mort supposée. Selon nos résultats, les délais entre le jour de la mort et l'appel à l'équarrissage seraient satisfaisants pour assurer la rapidité des alertes. Par ailleurs, les taux de réponse à l'enquête ont montré l'intérêt que les éleveurs portent à la mortalité, et leur volonté de communiquer des informations.

Cette approche, innovante en épidémiologie, vise à instaurer la mortalité comme indicateur de surveillance syndromique. Elle est actuellement mise en œuvre dans le cadre du projet OMAR (Observatoire de la Mortalité des Animaux de Rente) par l'unité Epidémiologie de l'Anses laboratoire de Lyon. Ce travail, qui en représente une première étape, va permettre l'établissement d'une ligne de base de la mortalité bovine en France.

Le Professeur responsable Dr ARCANGIOLI  
VetAgro Sup campus vétérinaire



Le Directeur général  
de VetAgro Sup  
Dr S. MARTINOT

Par délégation  
Pr F. Grain - DEVE

VetAgro Sup  
Campus Vétérinaire

Le Président de la thèse Pr FABRY



Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 07 DEC. 2011

Pour le Président de l'Université,

Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,

Professeur F.N GILLY





# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agreste. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/recensement-agricole/>.

Date de consultation : 7 décembre 2011

Agger, J. F. and P. Willeberg. 1991. Production and mortality in dairy cows from 1960-1990: Time series analysis of ecological data. Pages 357-360 in The 6th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics.

Batra, T. R., E. B. Burside, and M. G. Freeman. 1970. Canadian dairy cows disposals. Effects of herd size and production level on dairy cow disposal patterns. Canadian Journal of Animal Science 51:85-87.

Berglund, B., L. Steinbock, and M. Elvander. 2003. Causes of stillbirth and time of death in Swedish Holstein calves examined post mortem. Acta vet. scand. 44:111-120.

Bleul, U. 2011. Risk factors and rates of perinatal and posnatal mortality in cattle in Switzerland. Livestock Science 135:257-264.

Boissard, V., D. Calavas, M.-A. Arcangioli, E. Gay, and J.-B. Perrin. 2011. De quoi meurent les bovins adultes ? Le Nouveau Praticien Vétérinaire- Elevages et santé.

Burow, E., P. T. Thomsen, J. T. Sorensen, and R. T. Rousing. 2011. The effect of grazing on cow mortality in Danish dairy herds. Preventive Veterinary Medicine 100:237-241.

Casas, E., R. M. Thallman, and V. Cundiff. 2011. Birth and weaning traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brahman, Boran, Tuli, and Belgian Blue sires. Journal of Animal Science 89(4):4979-4987.

Classification internationale des maladies- dixième révision. 1992. Vol. 2. Organisation Mondiale de la Santé.

Drevenstedt, G. L., E. M. Crimmins, S. Vasunilashorn, and C. E. Finch. 2008. The rise and fall of excess male infant mortality. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105:5016-5021.

Eriksson, S., A. Nahsholm, K. Johansson, and J. Philipsson. 2004. Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. Journal of Animal Science 82:375-383.

Esslemont, R. J. and M. A. Kossaibati. 1997. Culling in 50 dairy herds in England. Veterinary Record 140(2):36-39.

Faye, B. and L. Pérochon. 1995. La mortalité des vaches laitières dans l'enquête écopathologique Bretagne. Veterinary Research 26:124-131.

Gardner, I. A., D. W. Hird, W. W. Utterback, C. Danaye-Elmi, B. R. Heron, K. H. Christiansen, and W. M. Sischo. 1990. Mortality, Morbidity, Case-fatality, and Culling Rates for California Dairy Cattle as Evaluated by the National Animal Health Monitoring System, 1986-87. Preventive Veterinary Medicine 8:157-170.

Gartner, J. A. 1983. Dairy cows disposals from herds in the Melbroad dairy herd health recording scheme. British Veterinary Journal 139:513-521.

- Gay, E., M. Haenni, P. Sulpice, J.-Y. Madec, and D. Calavas. 2010. Prévalence dans les laits de mammites bovines des bactéries pathogènes et de leurs résistances aux antibiotiques. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire- Elevages et santé* 3(15):31-35.
- Glock, R. D. 1998. Sudden Death of feedlot Cattle. *Journal of Animal Science* 76:315-319.
- Greenwood, M. 1948. *Medical statistics from Graunt to Farr*. Cambridge university Press, Cambridge.
- Gulliksen, S. M. 2009. Calf mortality in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science* 92:2782-2795.
- Gundelach, Y. 2009. Risk factors for perinatal mortality in dairy cattle : cow and foetal factors, calving process. *Theriogenology* 71:901-909.
- Harris, B. L. 1989. New Zealand dairy cows removal reasons and survival rate. *New Zealand Journal of agriculture reasearch* 32:355-358.
- Hendrickx, P. and B. Dufour. 2005. Surveillance épidémiologique en santé animale. AEEMA.
- Jegou, V. 2006. Mortalité des veaux d'élevage en Bretagne : facteurs de risque de mortalité dans 80 élevages bretons. *Proceeding Rencontre Recherche Ruminants* 13.
- Jouglà, E. 1997. tests statistiques relatifs aux indicateurs de la mortalité en population *Revue épidémiologie et santé publique* 45:78-84.
- Karuppanan, P., M. C. Thurmond, and I. A. Gardner. 1997. Survivorship approaches to measuring and comparing cull rates for dairies. *Prev Vet Med* 30(2):171-179.
- Kirkpatrick, B. W. 2001. Management of twinning cow herds. *J Anim Sci* 80(E. Suppl. 2):E14-E18.
- M.Torsein. 2011. Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive veterinary Medicine* 99 136-147.
- Manteca, C. 2007. L'entérotoxémie en élevage bovin. *Bulletin des GTV* 42:29-24.
- Mc Parland, S. 2008. Inbreeding effects on postweaning production traits, conformation, and calving performance in Irish beef cattle. *Journal of Animal Science* 86:3338-3347.
- McConnel, C. S. 2008. Evaluation of factors associated with increased dairy cow mortality. *Journal of Dairy Science* 91:1423-1432.
- Mee, J. F., D. P. Berry, and A. R. Cromie. 2008. Prevalence of, and risk factors associated with, perinatal calf mortality in pasture based Holstein-Friesian cows. *Animal* 2(4):613-620.
- Mee, M. F. 1991. Factors influencing the spontaneous twinning rate and the effect of twinning on calving problems in 9 Irish dairy herds. *Ir Vet J* 44:14-20.
- Menzies, F. D., D. G. Bryson, T. McCallion, and D. I. Matthews. 1995. A study of mortality among suckler and dairy cows in Northern Ireland in 1992. *Veterinary Record* 137(21):531-536.
- Meyer, C. L., P. J. Berger, K. J. Kholer, J. R. Thompson, and C. J. Sattler. 2001. Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science* 84(515-523).
- Milian-Suazo, F., H. N. Erb, and R. D. Smith. 1989. Risk factors for reason-specific culling. *Preventive Veterinary Medicine* 7(1):19-29.

- Miller, R. H., M. T. Kuhn, H. D. Norman, and J. R. Wright. 2008. Death losses for lactating cows in herds enrolled in dairy herd improvement test plans. *Journal of Dairy Science* 91(9):3710-3715.
- Norgaard, N. H., K. M. Lind, and J. F. Agger. 1999. Cointegration analysis used in a study of dairy-cow mortality. *Preventive Veterinary Medicine* 42(2):99-119.
- Ortiz-Peleaz, A., D. G. Pritchard, D. U. Pfeiffer, E. Jones, P. Honeyman, and J. J. Mawdsley. 2008. Calf mortality as a welfare indicator on British cattle farms. *The Veterinary Journal* 176:177-181.
- Perrin, J.-B. 2011. Analyse de la mortalité bovine en France de 2003 à 2009 en cours de soumission.
- Perrin, J.-B., C. Ducrot, and coll. 2010. Using the National Cattle Register to estimate the excess of mortality during an epidemic : Application to an outbreak of Bluetongue serotype 8 *Epidemics*:207-214.
- Perrin, J.-B., C. Ducrot, and coll. 2011. La surveillance syndromique, une nouvelle approche en surveillance épidémiologique. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire- Elevages et santé* 4(17).
- Poutrel, B. and A. Fromageau. 2008. Estimation de la prévalence des pathogènes impliqués dans les mammites cliniques aigues. *Bulletin des GTV* 43:65-68.
- Raboisson, D., E. Cahuzac, P. Sans, and G. Allaire. 2011a. Herd-level and contextual factors influencing dairy cow mortality in France in 2005 and 2006. *Journal of Dairy Science* 94:1790-1803.
- Raboisson, D. 2011b. Approche institutionnelle de la santé animale : place des compétences, des territoires et des collectifs dans la gestion des bovins laitiers en France. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse, 241 p.
- Registrar general of England and Wales. 1856. Page p.73. S. A. Report, ed.
- Rio, N. S. d. 2007. An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90:1255-1264.
- Sackett, D. L., W. M. Rosenberg, and J. A. Gray. 1996. Evidence based Medicine : what it is and wath isn't *BMJ*. 312.
- Schelcher, F. and P. Cabanié. 2002. Principales causes de mort subites des bovins. *Point vétérinaire* (228):1-7.
- Smith, J. W., L. O. Ely, and A. M. Chapa. 2000. Effect on region, herd size, and milk production on reasons cows leave the herd. *Journal of Dairy Science* 83:2980-2987.
- Steinbock, L., A. Näsholm, B. Berglund, K. Johansson, and J. Philipsson. 2003. Genetif effects on stillbirth and calving difficulty in Swedish Holsteins at firs and second calving. *Journal of Dairy Science* 86:2228-2235.
- Stevenson, M. A. and I. J. Lean. 1998. Descriptive epidemiological study on culling and deaths in eight dairy herds. *Australian Veterinary Journal* 76(7):482-488.
- Szücs, E., L. Gulyas, L. T. Ciszter, and I. Demirkan. 2009. Stillbirth in dairy cattle : review *Lucrari stiitifice Zootehnie si Biotehnologii* 42(2):622-636.

- Tarrés, J. 2005. Genetic and environmental factors influencing mortality up to weaning on Bruna dels Pirinys beef calves in mountain areas. A survival analysis. *Journal of Animal Science* 83:843-551.
- Thomsen, P. T. 2004. Mortality (including euthanasia) among Danish dairy cows (1990\_2001). *Preventive Veterinary Medicine* 62(1):19-33.
- Thomsen, P. T. 2006a. Dairy cow mortality : a review to evaluate the potential for meta-analysis. *Proceedings of the 11 th International Symposium on Veterinary Epidemiology and economics*.
- Thomsen, P. T. 2006b. Herd-level risk factors for the mortality of cows in Danish dairy herds. *The Veterinary Record* 158:622-626.
- Thomsen, P. T., A. M. Kjeldsen, J. T. Sorensen, and H. Houe. 2004a. Mortality (including euthanasia) among Danish dairy cows (1990-2001). *Prev Vet Med* 62(1):19-33.
- Thomsen, P. T., A. M. Kjeldsen, J. T. Sorensen, and H. Houe. 2004b. Mortality (including euthanasia) among Danish dairy cows (1990-2001). *Preventive Veterinary Medicine* 62(1):19-33.
- Thomsen, P. T. and J. T. Sorensen. 2009. Factors affecting the risk of euthanasia for cows in Danish dairy herds. *Veterinary Record* 165:43-45.
- Toma, B. 1999. *Dictionnary of Epidemiology*.
- Torsein, M., A. Lindberg, C. H. Sandgren, K. P. Waller, M. Törnquist, and C. Svensson. 2011. Risk factors for calves mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 99:136-147.
- United States Department of Agriculture. 2007. *Dairy 2007, Part I: Reference of Dairy Cattle Health and management Practices in the United States, 2007*. Page 128. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Fort Collins, U. S. A.
- Waldner, C. L. 2010. Gross postmortem and histologic examination findings from abortion losses and calf mortalities in western Canadian beef herds. *Canadian Veterinary Journal* 51:1227-1238.
- Waldner, C. L., R. I. Kennedy, L. Rosengren, and E. G. Clark. 2009. A field study of culling and mortality in beef cows from western Canada. *Can Vet J* 50(5):491-499.
- Waldner, C. L., R. I. Kennedy, L. Rosengren, C. M. Pollock, and E. G. Clark. 2010. Gross postmortem and histologic examination findings from abortion losses and calf mortalities in western Canadian beef herds. *Canadian Veterinary Journal* 51:1227-1238.
- Wymann, M. N. 2006. Calf mortality rate and causes of death under different herd management systems in periurban Bamako, Mali. *Livestock Science* 100(2-3):169-178.

# **ANNEXES**





## Description of causes of death in cattle over two years, foreseen interest for epidemiological surveillance

V Boissard<sup>1,2</sup>, JB Perrin<sup>1,3\*</sup>, JL Vinard<sup>1</sup>, E Gay<sup>1</sup>, D Calavas<sup>1</sup>



<sup>1</sup> ANSES, Lyon laboratory

<sup>2</sup> VetAgro Sup, Vet campus of Lyon

<sup>3</sup> Animal Epidemiology Unit, INRA, St Genès-Champagnelle

\*jean-baptiste.perrin@anses.fr

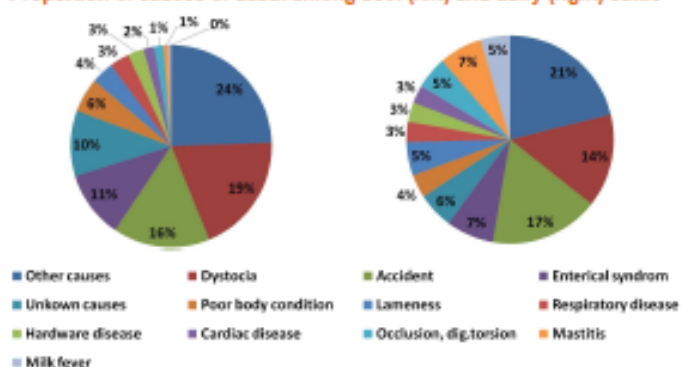
### DATA COLLECTION

Data were collected through a program initially designed for Bovine spongiform encephalopathy surveillance in 2000. At this time, every death (natural or by euthanasia) of cattle over two years was investigated by a veterinarian. We analyzed the death diagnoses reported by veterinarians from 07/08/2000 to 16/03/2001 in Brittany, Lower Normandy and Pays-de-la-Loire, three regions in Western France where the average population of cattle over 2 years was 2.4 and 1.2 millions for dairy and beef cattle respectively.

### Classification of causes of death

Since diagnoses were freely described, we designed an algorithm to classify them according to different keywords and word associations. When more than one cause was recorded, the algorithm selected a unique cause according to the priority order we previously defined. From the 36,640 recorded diagnoses, the algorithm could group 27,895 into 12 categories representing individually at least 2% of the deaths. The 8,585 diagnoses left, which had scarce occurrences, were grouped in the "Other causes" category.

### Proportion of causes of death among beef (left) and dairy (right) cattle



### Main causes of death

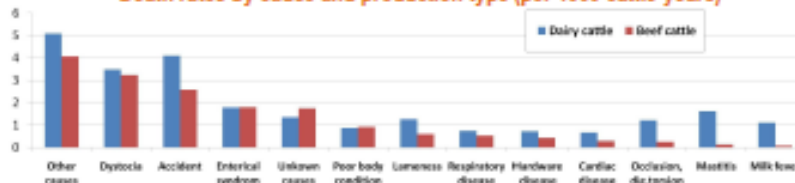
Dystocia and accident were the two main death causes in both production types and represented together more than a third of the mortality. The calving disorder leading to death, which was the most often cited, was postpartum paralysis in dairy cattle and uterine prolapse in beef cattle.

The "Unknown cause" category represented 6.8% of the recorded diagnoses. However the proportion of deaths without identified cause was probably underestimated since we excluded from the description deaths that had no diagnosis recorded (23% of the 47,210 notified deaths).

### Death rates

Crude death rate was higher in dairy (30.6 for 1000 cattle-years) than in beef cattle (22.5 for 1000 cattle-years). This difference was observed for each cause of death, except poor body condition, unknown cause and enteric syndrome for which death rate was higher in beef cattle.

### Death rates by cause and production type (per 1000 cattle-years)



### Foreseen interest for surveillance

This work allowed us to describe the main causes of death in adult cattle, and to quantify the proportion of deaths which were random (accident), associated to seasonal factors (calving disorders) or related to endemic infectious diseases (paratuberculosis, respiratory disease, etc.). This information will help us to better understand and model the baseline fluctuations of the mortality rates in different cattle populations. The defined baseline mortality will then be used to detect anomalies possibly related to the emergence of new threats, in the objective to build a syndromic surveillance system of mortality in cattle.

## actualités en perspective **de quoi meurent les bovins adultes ?**

★ résultats originaux

Plutôt rare, donc peu documentée, la mortalité hors abattage des bovins adultes a pourtant, des conséquences importantes pour l'élevage.

Si les principales causes de mortalité sont connues des éleveurs et de leurs vétérinaires, elles sont en revanche mal quantifiées. L'analyse des données issues des "visites mortalité" réalisées en 2000-2001 dans le grand ouest de la France a permis de décrire les principales causes de mort des bovins adultes dans cette région.



Le taux de mortalité est plus élevé chez les bovins laitiers (30,6 pour 1000 bovins-années) que chez les allaitants (photo Anses Lyon).

La mortalité hors abattage des bovins adultes est un phénomène moins fréquent, donc moins étudié, que la mortalité des veaux [1, 5, 7]. Pourtant, elle a des conséquences graves pour l'éleveur : perte de production, non valorisation de la carcasse, coût du remplacement, perte génétique, préjudice moral, ... [6].

- Connaître et quantifier les principales causes de mortalité dans les élevages de bovins en France est donc important pour évaluer et, éventuellement, pour améliorer la conduite de ces élevages [3].

- Cette étude des causes de mortalité chez les bovins adultes a été réalisée à partir des données recueillies dans le cadre du programme pilote de surveillance active de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) mené en 2000-2001 dans le grand ouest de la France (encadré 1).

### Encadré 1 - Source des données sur la mortalité des bovins adultes

- Les données exploitées ont été recueillies dans le cadre du programme pilote de surveillance active de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB), qui s'est déroulé dans trois régions du grand ouest : Basse Normandie, Bretagne et Pays de la Loire, d'août 2000 à mars 2001 (avec une interruption en janvier 2001, due au démarrage du dépistage systématique en abattoir des bovins de plus de 30 mois) [2].
- Au cours de cette période, les éleveurs ont été tenus de déclarer à leur vétérinaire sani-

### LES PRINCIPALES CAUSES DE MORT

- Parmi les 47 210 fiches d'information et de suivi de la mortalité (FISM) enregistrées dans la base de données, le diagnostic n'a pas été indiqué pour environ un quart d'entre elles (23 p. cent). Les autres ont été catégorisées à l'aide d'un algorithme de classification (encadré 2).

- Le nombre de morts notifiées et les taux de mortalité sont indiqués par catégorie et par type de production (bovins allaitants, bovins laitiers) dans le tableau 1.

### Les causes de mortalité les plus fréquentes

- Il existe une différence statistiquement significative dans la répartition des différentes causes de mort selon le type de production, allaitant ou laitier (figure 1).

taire la mort de tous les bovins âgés de plus de 24 mois. Celui-ci devait alors systématiquement réaliser une "visite de mortalité", et renseigner une fiche d'information et de suivi de la mortalité (FISM).

- Les cadavres étaient ensuite équarris après un prélèvement de tissu nerveux, afin de réaliser un test de dépistage de l'ESB.

- Ces fiches d'information (FISM) et les résultats du dépistage ont été saisis dans une base de données ESB, conservée au laboratoire de l'Anses Lyon.

Virginie Boissard<sup>1,2</sup>  
Didier Calavas<sup>1</sup>  
Marie-Anne Arcangoli<sup>2</sup>  
Émilie Gay<sup>1</sup>  
Jean-Baptiste Perrin<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Anses - Laboratoire de Lyon, Unité Épidémiologie

<sup>2</sup> VetAgro Sup, Lyon

<sup>3</sup> INRA, UR344 Épidémiologie Animale

### Objectif pédagogique

Connaître les principales causes de mortalité chez les bovins adultes en fonction du type de production des animaux.

### Essentiel

- Un grand nombre de causes de mort renseignées ne correspond pas à un diagnostic formel, mais à des symptômes ou à des hypothèses non spécifiques.

- Les vélages difficiles, les accidents et les syndromes entériques sont les trois premières causes de mortalité rapportées dans les deux types de production.

- Au total, plus de 30 p. cent des morts enregistrées ont un diagnostic inconnu ou non renseigné.

### ACTUALITÉS

Crédit Formation Continue :  
0,05 CFC par article



## Encadré 2 - Classification des causes de mort

- Les causes de mort ont été renseignées de manière libre par les vétérinaires, auxquels aucune instruction particulière n'avait été donnée pour ce champ.
- La classification des causes de mort a été effectuée grâce à un algorithme analysant les termes saisis, et regroupant dans une même catégorie ceux relatifs à une cause identique ou proche.
- Lorsque plusieurs causes de mort étaient

renseignées, une seule a été retenue, afin de simplifier l'interprétation des résultats. Pour cela, les diagnostics proposés ont été hiérarchisés selon les connaissances médicales des auteurs, et après une lecture attentive des champs "diagnostic" de la base.

- Les catégories [12] attribuées en priorité par l'algorithme ont été celles correspondant à des causes bien identifiées (par exemple, paratuberculose, fièvre de lait,

corps étranger, etc.), devant les catégories associées à des causes moins spécifiques, voire à des effets ou à des conséquences (par exemple, vache couchée, péritonite, etc.).

**Exemple :** le diagnostic saisi "insuffisance cardio-respiratoire par corps étranger" a été affecté à la catégorie "corps étranger", en considérant que le corps étranger était la cause principale de la mort, et l'insuffisance cardio-respiratoire sa conséquence.

Tableau 1 - Nombre de morts notifiées pendant la période d'étude et taux de mortalité par cause et par type de production

Causes de mort	Bovins allaitants		Bovins laitiers	
	Population moyenne sur la période : 1,2 millions d'animaux		Population moyenne sur la période : 2,5 millions d'animaux	
	Nombre de morts	Taux de mortalité*	Nombre de morts	Taux de mortalité*
• Autres causes	2 303 (18 %)	4,06	5 703 (16,6 %)	5,08
• Vêlage difficile	1 832 (14,3 %)	3,23	3 920 (11,4 %)	3,49
• Accident	1 467 (11,5 %)	2,59	4 602 (13,4 %)	4,1
• Syndrome entérique	1 020 (8 %)	1,8	2 004 (5,8 %)	1,78
• Cause inconnue	992 (7,8 %)	1,75	1 517 (4,4 %)	1,35
• Mauvais état général	522 (4,1 %)	0,92	984 (2,9 %)	0,88
• Boiterie	338 (2,6 %)	0,6	1 413 (4,1 %)	1,26
• Problème respiratoire	299 (2,3 %)	0,53	842 (2,4 %)	0,75
• Corps étranger	241 (1,9 %)	0,43	816 (2,4 %)	0,73
• Problème cardiaque	164 (1,3 %)	0,29	753 (2,2 %)	0,67
• Occlusion, torsion digestive	143 (1,1 %)	0,25	1 368 (4 %)	1,22
• Mammites	74 (0,6 %)	0,13	1 816 (5,3 %)	1,62
• Fièvre de lait	40 (0,3 %)	0,07	1 251 (3,6 %)	1,11
• Non renseignée	3 349 (26,2 %)	5,91	7 437 (21,6 %)	6,62
• Totaux	12 784 (100 %)	22,55	34 426 (100 %)	30,6

\* Par 1000 bovins-années

### Essentiel

Seuls les taux associés aux causes de mortalité "mauvais état général", "cause inconnue", et "syndromes entériques" sont supérieurs chez les bovins allaitants ; toutes les autres causes ont des taux supérieurs chez les bovins laitiers.

La période hivernale, connue pour être une période à risque chez les jeunes bovins, est aussi à l'origine d'une surmortalité chez les bovins adultes.

Un quart des morts associées à un syndrome entérique est attribué à la paratuberculose.

- Si l'on omet la catégorie "autres causes" (qui regroupe des causes soit peu informatives, soit bien identifiées, mais chacune en nombre insuffisant pour être représentées), les vêlages difficiles, les accidents et les syndromes entériques sont les trois premières causes de mortalité rapportées dans les deux types de production.

### Les taux de mortalité

- Les taux de mortalité ont été obtenus en rapportant le nombre de morts par cause à la population vivante correspondante (encadré 3).
- Dans la population étudiée (bovins de plus de 2 ans du grand ouest), le taux de mortalité est globalement plus élevé chez les bovins laitiers (30,6 pour 1000 bovins-années) que chez les bovins allaitants (22,55 pour 1000 bovins-années). Cette différence se retrouve pour presque chaque cause de mor-

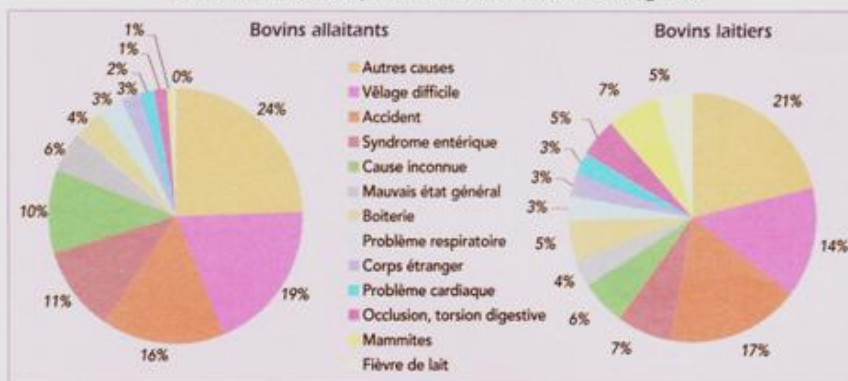
talité identifiée (figure 2). Seuls les taux associés aux causes "mauvais état général", "cause inconnue" et "syndromes entériques" sont supérieurs chez les bovins allaitants.

### FOCUS SUR CERTAINES CATÉGORIES

- Certains taux de mortalité plus élevés chez les bovins laitiers sont directement reliés au type de production des animaux. Ainsi, les taux de mortalité par mammite et par fièvre de lait sont respectivement de 1,62 et 1,11 pour 1000 bovins-années chez les bovins laitiers, contre 0,13 et 0,07 chez les bovins allaitants.
- L'interprétation d'autres différences importantes, comme celles observées pour le taux de mortalité par accident ou suite à un vêlage difficile, est en revanche moins directe. Les catégories de causes de mort initialement définies ont été subdivisées en sous-



Figure 1 - Répartition des différentes causes de mort chez les bovins allaitants et laitiers parmi les 36 424 morts renseignées



groupes plus détaillés, pour aider à l'interprétation des résultats observés.

#### Les vêlages difficiles

• Chez les bovins laitiers, la première cause renseignée parmi les morts associées à un vêlage difficile est un trouble locomoteur post-partum : vache couchée après le vêlage, mais non diagnostiquée comme une fièvre de lait (figure 3). Deux raisons peuvent être avancées :

1. le nombre d'extractions forcées sur disproportion fœto-pelvienne est plus élevé chez les laitières que chez les allaitantes ; ceci entraîne secondairement des difficultés locomotrices, puis un décubitus ;

2. le logement en logettes ou en stabulation entravée, plus fréquent chez les laitières, aggrave les conséquences d'un décubitus ou de difficultés locomotrices post-partum (d'origine métabolique ou autre) (photo 2).

• Chez les bovins allaitants, la première cause correspond aux accidents matriciels (torsion, prolapsus). Ici, il est probable que le manque de suivi (vêlage sans assistance), ou une prédisposition raciale, sans doute liée à la taille des veaux, expliquent ceux-ci.

• Le sous-groupe "non spécifié" (figure 3) correspond aux morts de la catégorie "vêlage difficile" pour lesquels les vétérinaires n'ont pas apporté de précisions supplémentaires sur la cause de la mort.

#### Les accidents

• Dans le cas des accidents, en l'absence de consignes précises, les vétérinaires ont indiqué tantôt les circonstances de l'accident (chute, piétinement, noyade, etc.), la nature du traumatisme (fracture, luxation, entorse, ...), ou sa topologie (fémur, jarret, bassin, ...).

• Parmi les cas pour lesquels les circonstances de l'accident ont été précisées, 76 p. cent



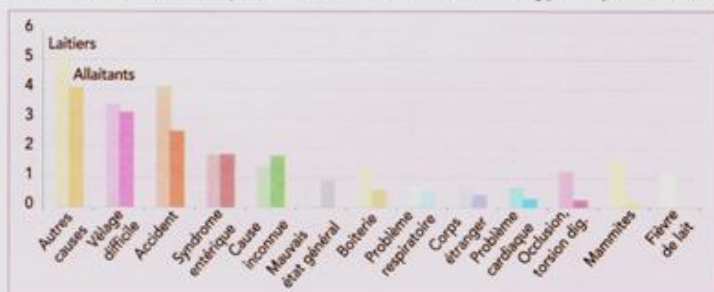
#### Encadré 3 - Calcul du taux de mortalité

• Le taux de mortalité, exprimé en 1 000 bovins-années, a été calculé en rapportant le nombre de bovins équarris durant la période d'étude à la population vivante moyenne durant cette période.

• La population vivante moyenne a été estimée à partir des données BDNI (base de données nationale d'identification) pour la saison suivante (août 2001 à février 2002), les données relatives à la saison 2000-2001 n'étant pas disponibles. L'évolution réduite de la population bovine de plus de 2 ans observée au cours des années suivantes a justifié cette approximation.

• L'effectif moyen pendant la période considérée était de 3,8 millions d'animaux de plus de 2 ans, dont un tiers de bovins allaitants, et deux tiers de laitiers.

Figure 2 - Taux de mortalité moyen sur la période d'étude (par 1000 bovins-années) par cause de mort en fonction du type de production



des morts accidentelles étaient associées aux installations des exploitations (glissades sur le béton, étranglements au cornadis, etc.), 14 p. cent étaient survenues au pré (chute, noyade, fulguration, etc.), et 10 p. cent lors de transports.

#### Les syndromes entériques

• Parmi les morts associées à un syndrome entérique, le sous-groupe "entérotaxémie" est le plus important chez les bovins allaitants (38 p. cent), et représente un tiers des cas chez les bovins laitiers (figure 4).

• Toutefois, certaines entérotaxémies sont certainement à rapprocher des causes inconnues, car il s'agit d'une hypothèse souvent émise pour des bovins retrouvés morts

#### Essentiel

La majorité des morts au vêlage chez les bovins laitiers sont dues à des troubles locomoteurs post-partum tandis que les troubles matriciels sont prépondérants chez les allaitants.



## Essentiel

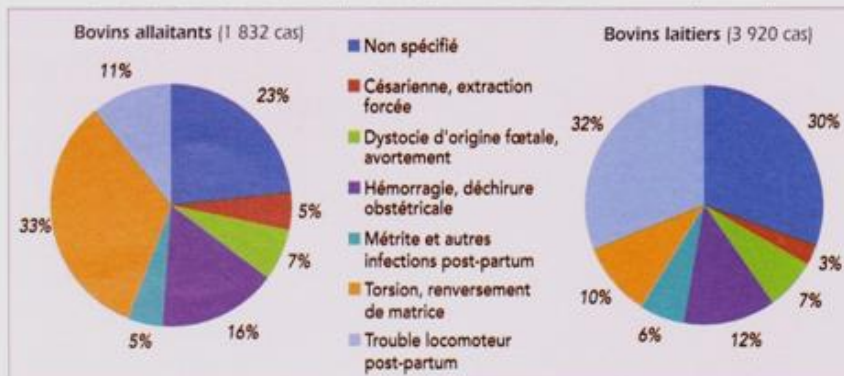
Le sous-groupe "entérotoxémie" est le plus important chez les bovins allaitants (38 p. cent), et représente un tiers des cas chez les bovins laitiers.

**Tableau 2 - Principales causes de mort regroupées dans la catégorie "autres causes", par ordre de fréquence**

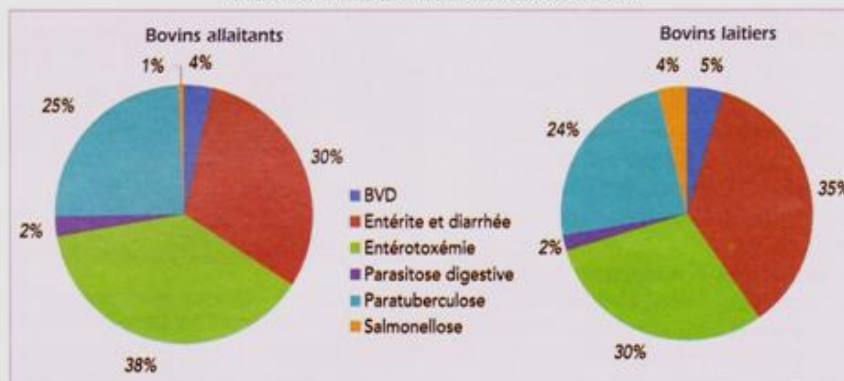
Autres causes (8006 morts sur 47210 cas)	Nombre de morts
• Péritonite	- 1259
• Vache couchée*	- 871
• Météorisation	- 717
• Autres hémorragies	- 541
• Tétanie	- 495
• Hépatopathie	- 471
• Infection non spécifiée (abcès, septicémie, phlegmon)	- 464
• Hémorragie digestive, ulcère de la caillette	- 442
• Acidose	- 332
• Problème urinaire	- 299
• Intoxication, envenimation, allergie	- 285
• Phénomène inflammatoire	- 198
• Trouble nerveux	- 195
• Néoplasie	- 188
• Acétonémie	- 176
• Piroplasmose	- 159
• Charbon	- 37
• Listériose	- 36
• Actinobacillose	- 21
• Botulisme	- 18
• Tétanos	- 17
• Actinomycose	- 15
• Alcalose	- 15
• Anaplasmose	- 10
• Suspicion d'ESB	- 6
• Divers	- 739

\* Décubitus non explicitement lié à une cause identifiée (par exemple, fièvre de lait ou équasillage)

**Figure 3 - Distribution des causes de mort dues à un vêlage difficile chez les vaches allaitantes (1 832 cas) et chez les vaches laitières (3 920 cas)**



**Figure 4 - Distribution des causes de mort par syndrome entérique chez les bovins allaitants et chez les laitiers**



subitement, sans autopsie ni examen fondé des circonstances [9, 13].

La part des morts attribuées à la paratuberculose parmi celles associées à un syndrome entérique est importante quel que soit le type de production (environ 25 p. cent), tandis que salmonellose et BVD (diarrhée virale bovine) sont beaucoup plus rarement incriminées. Environ un tiers des diagnostics de ce groupe sont limités à l'observation de symptômes (sous-groupe "entérite et diarrhée").

### Les "autres causes"

La catégorie représentant le plus grand nombre de cas enregistrés dans la base de données (8 006 morts de bovins) est celle des "autres causes". Cette catégorie regroupe les causes de mortalité dont le nombre d'occurrences dans la base de données est faible (telles que les maladies infectieuses, les intoxications, etc.), et celles qui sont peu informatives (vache couchée, péritonite, etc.).

Le détail de ces autres causes est présenté dans le **tableau 2** (le sous-groupe "divers"

rassemble les diagnostics qui n'ont pas pu être regroupés).

**Remarque :** La base ne recèle que six suspicions d'ESB, ce chiffre peut sembler faible puisque ce programme était mené pour surveiller cette maladie.

### Les causes inconnues

La catégorie "cause inconnue" représente respectivement 10 p. cent et 6 p. cent des diagnostics renseignés chez les bovins allaitants et laitiers. Cette différence peut probablement s'expliquer par une surveillance moins attentive des bovins allaitants que des laitiers. Dans les deux populations, les morts subites (animal retrouvé mort sans symptômes préalables) représentent environ la moitié de ces cas [3].

L'importance relative de la catégorie "cause inconnue" est globalement faible (6,8 p. cent des diagnostics renseignés). Celle-ci est toutefois sous-estimée, car les fiches dont le champ diagnostic n'était pas renseigné (23 p. cent du total) ont été exclues, alors qu'un grand nombre d'entre elles apparte-

## Références

1. Bouzebda Z, Bouzebda-Afri F, Guelatti MA, coll. Enquête sur la mortalité des veaux en élevage bovin laitier à El-Tarf (Algérie). *Renc Rech Ruminants* 2008;15:91.
2. Calavas D, Morignat E, Ducrot C. Programmes de surveillance active de l'ESB dans trois catégories de bovins à risque - Analyse des résultats. 2001(12p). <http://www.afssa.fr/ftp/basedoc/synthesesresultatsesb.pdf>.
3. Collectif. Les morts subites chez les ruminants. *Le Nouveau Praticien Vet élevages et santé* 2006;2(1):113-44.
4. Collectif. Agreste recensement agricole en 2000. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/recensement-agricole/>
5. Delafosse A, Desvois S. Mortalité des veaux dans l'Orne (France) : données sur une période historique (1999-2003) et facteurs de risque en élevage laitier. *Renc Rech Ruminants* 2008;15:73.
6. Holleville P, Michenot B. Estimation des pertes par mortalité en élevage. *Journées Nationales des GTV* 2009;21-4.
7. Jegou V, Porhriel JY, Brunschwig P, coll. Mortalité des veaux d'élevage en Bretagne : facteurs de risque de mortalité dans 80 élevages bretons. *Renc Rech Ruminants* 2006;13:423-6.
8. Laurent D. Comprendre la fulguration et son expertise chez les bovins. *Le Nouveau Praticien Vet élevages et santé* 2006;2(1):125-30.
9. Manteca C. L'entéroxémie en élevage bovin. *Bull GTV* 2007;42:19-24.
10. Perrin JB, Ducrot C, Calavas D, coll. La surveillance syndromique, une nouvelle approche pour la surveillance épidémiologique. *Le Nouveau Praticien Vet élevages et santé* 2011;17(4):9-13.
11. Perrin JB, Ducrot C, Vinard JL, coll. Using the National Cattle Register to estimate the excess mortality during an epidemic: Application to an outbreak of Bluetongue serotype 8. *Epidemics* 2010; 2: 207-14.
12. Schelcher F, Corbière F, Foucras G, coll. Méthode d'approche diagnostique des morts subites des bovins. *Le Nouveau Praticien Vet élevages et santé* 2006;2(1):113-9.
13. Schelcher F, Cabanié P. Principales causes de mort subite des bovins. *Le Point Vet* 2002;228:1-7.

## actualités en perspective - de quoi meurent les bovins adultes ?

essentiellement sur son entretien avec l'éleveur. Il y a donc une part d'incertitude importante dans les diagnostics rapportés.

● Par ailleurs, aucune consigne stricte n'avait été donnée aux vétérinaires pour caractériser les causes de mort. Certains ont donc notifié des circonstances, des maladies, des symptômes, voire des organes. Cette difficulté n'a pu qu'en partie être contournée par l'usage d'un algorithme de classification des termes.

### Représentativité des données et biais de l'étude

● La population bovine étudiée représente une part importante du cheptel français en terme d'effectif : en 2000, les trois régions considérées représentaient 43,6 p. cent de l'effectif des vaches laitières et 18,7 p. cent de l'effectif des vaches allaitantes au plan national [4].

● Elle n'est toutefois pas représentative de l'ensemble de la France, qui présente une typologie d'élevages très variée selon les régions. Ces résultats ont par ailleurs été obtenus sur une base de données, constituée au début des années 2000, en pleine crise de la "vache folle", ce qui a pu influencer les déclarations, notamment vis-à-vis des accidents.

● Malgré ces limites, cette étude décrit l'importance relative des principales causes de mort chez les bovins adultes du Grand ouest. Les résultats obtenus permettent d'alimenter la réflexion sur les moyens qui pourraient être mis en œuvre (amélioration du suivi des vêlages, du logement des animaux, etc.) pour réduire les taux de mortalité en élevage bovin.

### Intérêt pour la surveillance du cheptel bovin français

● Au delà de leur intérêt zootechnique, ces résultats pourraient avoir des applications en surveillance épidémiologique. La surveillance des causes de mortalité est un outil déjà employé en médecine humaine,

et qui, de même, pourrait avoir un intérêt en santé animale [10]. En effet, si une augmentation de la mortalité au sein d'un troupeau peut refléter des conditions de bien-être ou une maîtrise de la santé non optimales, une telle augmentation à une plus grande échelle, comme le canton ou le département, pourrait révéler l'émergence d'une maladie [11].

● Les données collectées lors de ce programme ont permis de décrire les principales causes de mortalité chez les bovins adultes, et de quantifier la part de morts purement aléatoires, associées à des facteurs saisonniers (vêlage) ou dues à des maladies infectieuses.

● Ces informations aideront à la modélisation des variations "normales" des taux de mortalité observées dans le cheptel bovin. Cette ligne de base étant établie, elle pourrait permettre de lancer des alertes en cas d'augmentation anormale. Grâce à son utilisation dans le cadre d'un système de surveillance basé sur la mortalité, certains phénomènes sanitaires émergents pourraient être détectés, sous réserve que ceux-ci entraînent une mortalité significative [10].

## CONCLUSION

● Pour compléter et élargir cette première étude, l'Anses - Laboratoire de Lyon a lancé en novembre 2010 une enquête spécifiquement consacrée à l'étude de la mortalité bovine, couvrant l'ensemble du cheptel français et sur une durée d'un an.

● Contrairement à cette étude initiale, les causes de mortalité sont, cette fois-ci, celles déclarées par les éleveurs eux-mêmes. L'analyse de la pertinence et de la précision des réponses apportées par les éleveurs permettra d'évaluer l'intérêt de leur offrir la possibilité de déclarer une cause probable de mort lors des notifications d'équarissage. Cette mesure, relativement simple à mettre en œuvre, pourrait constituer un outil original et pertinent de surveillance épidémiologique des causes de mortalité. □

## ACTUALITÉS

## formation continue

1. Les vêlages difficiles, les accidents et les syndromes entériques sont les trois premières causes de mortalité rapportées chez les bovins adultes laitiers et allaitants du Grand-Ouest :
2. Le taux de mortalité des bovins adultes dans le Grand-Ouest est plus élevé chez les allaitants que chez les laitiers :
3. Les taux de mortalité sont plus élevés en hiver pour presque toutes les causes :

☐ oui ☐ non

☐ oui ☐ non

☐ oui ☐ non



### Annexe 3: Fiche d'information et de suivi de la mortalité

#### Surveillance de l'ESB : fiche d'information et de suivi de la mortalité

Bovins de 24 mois et plus, morts ou euthanasiés

A renseigner par le vétérinaire qui constate la mort ou euthanasie le bovin

EXPLOITATION DE PROVENANCE	BOVIN									
<ul style="list-style-type: none"> <li>N° EDE exploitation : _ _   _ _   _ _</li> <li>Nom et/ou raison sociale : (Nom – prénom, GAEC, EARL, etc. et lieu-dit) .....</li> <li>Production bovine : (un seul numéro) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em;"> <span>01 : laitière</span> <span>02 : allaitante</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em;"> <span>03 : mixte</span> <span>04 : engraissement</span> </div> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N° d'identification (inscrire le code pays) : _ _   _ _   _ _   _ _   _ _   _ _   _ _   _ _ <small>code pays</small></li> <li>Absence de passeport : <input type="checkbox"/></li> <li>N° de travail : .....</li> <li>Date de naissance : _ _   _ _   _ _ <small>(voir passeport) m m a a</small></li> <li>Code race : _ _      Sexe (M ou F) : _ <small>(voir passeport)</small></li> <li>Type de mort : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em;"> <span>1 : Mort naturelle</span> <span>2 : Euthanasie accident</span> <span>3 : Euthanasie maladie</span> </div> </li> <li>Syndrome dominant ayant entraîné la mort ou justifié l'euthanasie : <small>(un seul numéro)</small> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> <table style="width: 100%; font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> <tr> <td>1 : digestif</td> <td>4 : cardio-vasculaire</td> <td>7 : métabolique</td> </tr> <tr> <td>2 : respiratoire</td> <td>5 : nerveux</td> <td>8 : autre</td> </tr> <tr> <td>3 : génital</td> <td>6 : locomoteur</td> <td>9 : indéterminé</td> </tr> </table> </li> <li>Diagnostic : .....</li> </ul>	1 : digestif	4 : cardio-vasculaire	7 : métabolique	2 : respiratoire	5 : nerveux	8 : autre	3 : génital	6 : locomoteur	9 : indéterminé
1 : digestif	4 : cardio-vasculaire	7 : métabolique								
2 : respiratoire	5 : nerveux	8 : autre								
3 : génital	6 : locomoteur	9 : indéterminé								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <h4 style="background-color: #006699; color: white; padding: 2px 5px; margin: 0;">LIEU D'INTERVENTION</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>N° du département : _ _   _ _   _ _</li> <li>Commune : .....</li> <li>Date : _ _   _ _   0 _           j j    m m    a a</li> <li>Signature du détenteur du bovin : <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div></li> </ul> </div> <div style="width: 50%;"> <h4 style="background-color: #006699; color: white; padding: 2px 5px; margin: 0;">VÉTÉRINAIRE</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nom et prénom du vétérinaire : .....</li> <li>N° d'inscription national à l'Ordre : _ _   _ _   _ _   _ _  </li> <li>Cachet et signature du vétérinaire : <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div></li> </ul> </div> </div>										

A renseigner par le vétérinaire qui prélève le tronc cérébral

<ul style="list-style-type: none"> <li>Nom du site : .....</li> <li>N° du site : _ _   _ _   _ _</li> <li>Nom et prénom du vétérinaire : .....</li> <li>N° d'inscription national à l'Ordre : _ _   _ _   _ _   _ _  </li> <li>Cachet et signature du vétérinaire : <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Date de prélèvement : _ _   _ _   0 _                                   j j    m m    a a</li> <li>Heure précise : _ _   _ _                           h h    m m</li> <li>Identification du bovin impossible : <input type="checkbox"/></li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 20px; font-weight: bold;">             Coller ici l'étiquette du prélèvement         </div>
---	--

**F 1**

Ce feuillet accompagne le cadavre du bovin jusqu'au site de prélèvement et le prélèvement jusqu'au laboratoire chargé de l'analyse.



#### Annexe 4 : Classification des causes de mort, diagnostics groupés et détaillés

Accident à la ferme	}	Accident
Accident du à des congénères		
Autre accident		
AVP, mort en abattoir ou en transport		
Foudre		
Fracture, luxation, entorse	}	Autre cause
Acétonémie		
Acidose		
Autre cause		
Hémorragie		
Hémorragie digestive, ulcère de la caillette		
Hépatopathie		
Intoxication, envenimation, allergie		
Météorisation		
Néoplasie		
Péritonite		
Phénomène infectieux		
Phénomène inflammatoire		
Piroplasmose		
Problème urinaire		
Tétanie		
Trouble nerveux		
Vache couchée	}	Boiterie
Affection musculo-tendineuse		
Autre affection articulaire		
Autre trouble locomoteur		
Boiterie basse	}	Cause inconnue
Cause inconnue →		
Corps étranger →	}	Entérite, diarrhée
BVD		
Entérite		
Entérotoxémie		
Parasitose digestive		
Paratuberculose		
Salmonellose		
Fièvre de lait →		Fièvre de lait



Autre mammite Mammite colibacillaire Mammite gangréneuse	}	Mammites
Mauvais état général →		Mauvais état général
Déplacement, Dilatation, Torsion de la caillette Occlusion, torsion digestive hors caillette	}	Occlusion, torsion digestive
Problème cardiaque →		Problème cardiaque
Problème respiratoire →		Problème respiratoire
Césarienne, extraction forcée Dystocie d'origine fœtale, avortement Hémorragie, déchirure obstétricale Métrite Mort suite vêlage Torsion, renversement de matrice Trouble locomoteur post partum	}	Vêlage difficile

« Les causes de décès ont été cataloguées par ordre alphabétique dans les premiers états de mortalité (tables mortuaires) ; ce procédé a l'avantage de ne soulever aucune de ces questions délicates, au sujet desquelles il est vain de compter sur l'accord unanime des médecins et des statisticiens. Mais la statistique est essentiellement une science de classement et, lorsqu'on jette un coup d'œil rapide sur ce sujet, il est évident que toute classification, qui groupe des maladies se ressemblant beaucoup ou risquant d'être confondues, est de nature à faciliter la déduction de principes généraux. [...] Le classement est une méthode de généralisation. C'est pourquoi plusieurs classifications peuvent être employées avec avantage, et le médecin, le pathologiste ou le juriste peuvent légitimement, chacun d'eux se plaçant à son propre point de vue, classer les maladies et les causes de décès de la façon qu'ils jugent la plus apte à faciliter leurs recherches et à donner des résultats généraux. [...] Le médecin praticien peut établir ses principaux groupes de maladies d'après la nature (médicale ou chirurgicale) de leur traitement ; le pathologiste, d'après la nature du processus morbide ou de la lésion ; l'anatomiste ou le physiologiste, d'après les tissus et les organes intéressés ; le juriste médical, d'après la soudaineté ou la lenteur du décès ; tous ces points méritent bien d'être pris en considération dans une classification statistique. [...] Au regard des statisticiens nationaux, les éléments les plus importants ont été, cependant, pris en considération dans l'ancienne subdivision des maladies en fléaux (ou épidémies et endémies), en maladies communément rencontrées (maladies sporadiques), qui peuvent être divisées en trois classes, et en traumatismes ou conséquences immédiates d'actes violents ou de causes externes. »

**Annexe 5: citation de William Farr**

## Annexe 6 : Questionnaire définitif bovin de plus de six mois



### ENQUETE SUR LA MORTALITE BOVINE

Questionnaire « Bovins de plus de 6 mois » n°XXXXX

Le questionnaire porte  
sur le bovin suivant :

Numéro national : XX XX XXXX XXXX

Date d'enlèvement : XX/XX/XXXX

Sexe : X

Date de naissance : XX/XX/XXXX

(Corriger ou compléter si nécessaire)

1- L'animal mort était :

- ☐ Une génisse (pas encore vêlée)  
☐ Une vache en lactation ou allaitant un veau  
☐ Une vache tarie  
☐ Un bovin en engraissement  
☐ Autre : .....

2- Date du dernier vêlage :

(si existant) j mm aaaa

3- Quel est le type de stabulation hivernale dans  
votre élevage ?

- ☐ Stabulation entravée  
☐ Stabulation libre avec aire paillée  
☐ Stabulation libre avec logettes  
☐ Autre : .....

4- Avez-vous vu le bovin malade (ou accidenté) ?

- ☐ Oui  
☐ Non (bovin trouvé mort)

5- Combien de temps s'est-il écoulé entre  
l'apparition du problème et la mort ?

- ☐ Moins de 3 jours  
☐ De 3 à 30 jours  
☐ Plus de 30 jours  
☐ Ne sait pas

6- Le bovin a-t-il été euthasié ?

- ☐ Oui  
☐ Non ➡ 7- Si non, votre vétérinaire  
a-t-il eu connaissance de la mort  
de cet animal ? ☐ Oui  
☐ Non

8- Date à laquelle vous avez fait euthanasier le bovin  
ou constaté sa mort :

j mm aaaa

9- Date à laquelle vous avez appelé  
l'équarrissage :

j mm aaaa

10- Quelle est la cause supposée de la mort ?

Merci de ne cocher qu'UNE SEULE CASE et de préciser si possible  
dans les pointillés

Cocher une seule case

Préciser si possible




- A. ☐ Accident  
(fracture, traumatisme, étranglement...)
- B. ☐ Vêlage difficile  
(vache écartelée, césarienne, matrice...)
- C. ☐ Entérite, diarrhée  
(perituberculose, BVD...)
- D. ☐ Mammites
- E. ☐ Occlusion, torsion digestive  
(vache bouchée, caecum, caillottes...)
- F. ☐ Boiterie  
(fourbure...)
- G. ☐ Fièvre de lait
- H. ☐ Corps étranger  
(vache ferrée)
- I. ☐ Problème respiratoire
- J. ☐ Problème cardiaque
- K. ☐ Mauvais état général
- L. ☐ Autre cause
- M. ☐ Ne sait pas

Nous vous remercions d'avoir renseigné ce questionnaire  
Merci de le renvoyer avec l'enveloppe-T jointe

Conformément à la loi "Informatique et Libertés" du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant veuillez vous adresser à l'unité Épidémiologie – Enquête mortalité par courrier à l'adresse mentionnée sur la lettre d'accompagnement. Vous pouvez également, pour des motifs légitimes, vous opposer au traitement des données vous concernant.

## Annexe 7 : Questionnaire définitif bovin de moins de six mois



**ANSES**  
Administration nationale  
santé, alimentation, environnement, travail

### ENQUETE SUR LA MORTALITE BOVINE

Questionnaire « Bovins de moins de 6 mois » n°XXXXXX

Le questionnaire porte  
sur le bovin suivant :

**Numéro national :** XX XX XXXX XXXX  
**Date d'enlèvement :** XX/XX/XXXX

**Sexe :** X  
**Date de naissance :** XX/XX/XXXX  
*(Corriger ou compléter si nécessaire)*

**1- Quelle était la destination du bovin ?**

☐ Renouvellement  
☐ Boucherie  
☐ Vente maigre  
☐ Autre : .....  
☐ Ne sait pas

**2- Date du sevrage total :** ...../...../.....  
*(si existant) j mm aaaa*

**3- Le bovin est mort :**

☐ A l'attache  
☐ En box individuel ou niche  
☐ En box collectif  
☐ Au pré

**4- Avez vous vu le bovin malade (ou accidenté) ?**

☐ Oui  
☐ Non (bovin trouvé mort)

**5- Combien de temps s'est-il écoulé entre l'apparition du problème et la mort ?**

☐ Moins de 3 jours  
☐ De 3 à 30 jours  
☐ Plus de 30 jours  
☐ Ne sait pas

**6- Le bovin a-t-il été euthanasié ?**

☐ Oui  
☐ Non → 7- Si non, votre vétérinaire a-t-il eu connaissance de la mort de cet animal ? ☐ Oui ☐ Non

**8- Date à laquelle vous avez fait euthanasier le bovin ou constaté sa mort :** ...../...../.....  
*j mm aaaa*

**9- Date à laquelle vous avez appelé l'équarrissage :** ...../...../.....  
*j mm aaaa*

**10- Quelle est la cause supposée de la mort ?**  
*Merci de ne cocher qu'UNE SEULE CASE et de préciser si possible dans les pointillés*

Cocher une seule case	Préciser si possible
↓	↓
A. <input type="checkbox"/> Problème respiratoire	.....
B. <input type="checkbox"/> Diarrhée	.....
C. <input type="checkbox"/> Gros nombril <i>(nerve, infection au nombril)</i>	.....
D. <input type="checkbox"/> Arthrite <i>(gros genou...)</i>	.....
E. <input type="checkbox"/> Malformation de naissance <i>(veau cardiaque...)</i>	.....
F. <input type="checkbox"/> Problème de pied ou de patte	.....
G. <input type="checkbox"/> Accident <i>(fracture, traumatisme)</i>	.....
H. <input type="checkbox"/> Raide, tétanie	.....
I. <input type="checkbox"/> Météorisation <i>(veau gonfle)</i>	.....
J. <input type="checkbox"/> Veau faible ou mou	.....
K. <input type="checkbox"/> Hémorragie <i>(sueur de sang...)</i>	.....
L. <input type="checkbox"/> Autre cause	.....
M. <input type="checkbox"/> Ne sait pas	.....

**Nous vous remercions d'avoir renseigné ce questionnaire**  
**Merci de le renvoyer avec l'enveloppe-T jointe**

Conformément à la loi "Informatique et Libertés" du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez vous adresser à l'unité "Épidémiologie - Enquête mortalité" par courrier à l'adresse mentionnée sur la lettre d'accompagnement. Vous pouvez également, pour des motifs légitimes, vous opposer au traitement des données vous concernant.

## ENQUETE MORTALITE BOVINE

Numéro d'exploitation FR XXX XXX  
 Questionnaire bovin adulte XXXXX  
 Numéro national du bovin FR XXXX XXXX  
 Date de naissance XX/XX/XX  
 Code race XX  
 Sexe X  
 Date d'enlèvement XX/XX/XX

Date de renseignement  
 du questionnaire

jj mm aa

Date de la constatation  
 de la mort

jj mm aa

L'animal a-t-il déjà vêlé?

☐ Oui  
☐ Non  
☐ Sans objet

Si oui, date du dernier  
 vêlage

jj mm aa

L'animal était:

- ☐ Vache tarie  
☐ Vache en lactation (traite ou avec un veau)  
☐ Bovin en engraissement

### Contexte de la mort

Où le bovin est-il mort?

- ☐ Au pré  
☐ En bâtiment  
☐ Au cours d'un transport  
☐ Autre

Le bovin a-t-il été euthanasié ?

- ☐ Oui  
☐ Non

### A propos du problème ayant causé la mort du bovin :

Le bovin a-t-il été vu par un vétérinaire pour ce problème ?

- ☐ Oui  
☐ Non

Quel a été le temps écoulé entre les premiers symptômes (ou l'accident) et la mort?

- ☐ Bovin trouvé mort  
☐ Moins de 1 jour  
☐ De 1 à 3 jours  
☐ Plus de 3 jours

### CAUSE DE LA MORT

Merci de ne cocher qu'une seule case et de préciser si possible dans les pointillés

Cocher une seule case



Préciser si possible



- ☐ Mammite .....
- ☐ Métrite.....
- ☐ Fièvre de lait .....
- ☐ Vêlage difficile.....  
 (vêlage forcé, hémorragie, vache écartelée, césarienne, matrice)
- ☐ Vache couchée.....  
 (autres causes que celles citées ci-dessus)
- ☐ Problème respiratoire .....
- ☐ Entérototoxicité .....
- ☐ Boiterie.....
- ☐ Accident .....
- (fracture, traumatisme, étranglement...)
- ☐ Intoxication .....
- (glands, plomb...)
- ☐ Acidose aigue.....
- ☐ Péritonite.....
- ☐ Tétanie .....
- (tétanie d'herbage, tétanos...)
- ☐ Troubles nerveux .....
- ☐ Foudre.....
- ☐ Corps étranger (vache ferrée).....
- ☐ Météorisation (vache gonflée) .....
- ☐ Occlusion (vache bouchée).....
- ☐ Mauvais état général .....
- ☐ Problème urinaire .....
- ☐ Problème cardiaque .....
- ☐ Autre cause .....
- ☐ La cause n'a pas été identifiée

Nous vous remercions d'avoir rempli ce questionnaire  
 Merci de le retourner avec l'enveloppe "T" jointe

**Annexe 9 : Questionnaire "enquête mortalité bovine" test version veau et jeune bovin**

## ENQUETE MORTALITE BOVINE

Numéro d'exploitation FR XXX XXX  
Questionnaire veau et jeune bovin XXXXX  
Numéro national de l'animal FR XXXX XXXX  
Date de naissance XX/XX/XX  
Code race XX  
Sexe X  
Date d'enlèvement XX/XX/XX

Date de renseignement  
du questionnaire

/	/
jj	mm aa

Date de la constatation  
de la mort

/	/
jj	mm aa

Quelle était la destination du bovin ?

- ☐ Bovin de renouvellement
- ☐ Jeune bovin de boucherie
- ☐ Veau de boucherie
- ☐ Ne sait pas
- ☐ Autre .....

**Contexte de la mort**

Où le bovin est-il mort ?

- ☐ Au pré
- ☐ En bâtiment
- ☐ Au cours d'un transport
- ☐ Autre

Le bovin a-t-il été euthanasié ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

**A propos du problème ayant causé la mort du bovin**

Le bovin a-t-il été vu par un vétérinaire pour ce problème ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Quel a été le temps écoulé entre les premiers symptômes (ou l'accident) et la mort ?

- ☐ Bovin trouvé mort
- ☐ Moins de 1 jour
- ☐ De 1 à 3 jours
- ☐ Plus de 3 jours

### CAUSE DE LA MORT

Merci de ne cocher qu'une seule case et de  
préciser si possible dans les pointillés

Cocher une seule case



Préciser si possible



- ☐ Problème respiratoire.....
- ☐ Diarrhée.....
- ☐ Gros nombril.....  
(hernie ombilicale, infection du nombril...)
- ☐ Arthrite .....  
(gros genou...)
- ☐ Malformation à la naissance.....  
(monstre, veau cardiaque...)
- ☐ Problème de pied ou de patte.....
- ☐ Accident .....  
(fracture, traumatisme, étranglement...)
- ☐ Intoxication .....  
(glands, plomb...)
- ☐ Raide, tétanie .....  
(tétanie d'herbage, tétanos, carence en sélénium et vitamine E, ...)
- ☐ Autres Troubles nerveux.....
- ☐ Météorisation .....  
(veau gonflé)
- ☐ Veau faible, veau mou .....
- ☐ Foudre .....
- ☐ Hémorragie .....  
(sueur de sang, nombril qui saigne...)
- ☐ Autre cause .....
- ☐ La cause n'a pas été identifiée

**Nous vous remercions d'avoir rempli ce questionnaire  
Merci de le retourner avec l'enveloppe "T" jointe**

## **Annexe 10 : Lettre d'accompagnement de l'enquête mortalité bovine**



Anses- Laboratoire de Lyon

M.Léleveur

Lieu dit « la courte paille »  
69 158 Saint Hilaire du Coin

### ***ENQUETE SUR LA MORTALITE BOVINE***

Madame, Monsieur,

L'unité épidémiologie de l'Anses-laboratoire de Lyon\* réalise une **enquête sur les causes de la mortalité bovine en France** et a besoin de vous.

L'Anses-laboratoire de Lyon cherche à récolter des éléments sur les causes de mortalité des bovins afin de mieux connaître et maîtriser ces causes et risques associés. Cette enquête a pour but **l'amélioration du système de surveillance sanitaire des bovins**, vous pouvez donc nous aider en remplissant ce questionnaire.

**Vous avez récemment notifié la mort d'un bovin sur votre élevage. Nous vous remercions de remplir le questionnaire sur la cause et les circonstances de la mort de cet animal.**

Cela ne vous prendra que quelques minutes et vous pouvez renvoyer ce questionnaire gratuitement grâce à l'enveloppe T ci-jointe. Les données seront traitées de manière confidentielle. Si vous avez des questions sur cette étude ou sur la façon de remplir ce questionnaire, vous pouvez nous joindre au numéro indiqué ci-dessous.

**Chaque réponse est importante**, aussi nous comptons sur votre participation.

*Didier Calavas et l'équipe épidémiologie Anses-laboratoire de Lyon.*

---

\* L'**Afssa** (agence française de la sécurité sanitaire des aliments) a fusionné avec l'Afsset (l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du Travail) pour donner l'**Anses**, L'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail mais ses missions d'expertises en matière de risque sanitaire restent les mêmes.

## Annexe 11 : Rapport de transfert quotidien EDI-SPAN



```
-----  
--  
Début du traitement : 15/01/2011 00:06:00  
Fin du traitement : 15/01/2011 00:06:06  
Durée du traitement : 00:00:06  
Les 12 fichiers ont été transférés avec succès.  
-----
```

### EXTRACTION DES ARCHIVES ZIP

```
-----  
--  
Début du traitement : 15/01/2011 00:06:06  
Fin du traitement : 15/01/2011 00:06:07  
Durée du traitement : 00:00:00
```

Extraction des archives zip terminée. Les 12 archives zip ont été dézipées avec succès.

### INTEGRATION DES FICHIERS XML A LA BASE MYSQL EDI-SPAN

```
-----  
--  
Début du traitement : 15/01/2011 00:06:07  
Fin du traitement : 15/01/2011 00:08:05  
Durée du traitement : 00:01:57
```

Intégration des fichiers XML terminée. Les 505 fichiers ont été intégrés avec succès.

### ARCHIVAGE

```
-----  
--  
Début du traitement : 15/01/2011 00:08:05  
Fin du traitement : 15/01/2011 00:08:05  
Durée du traitement : 00:00:00
```

L'archivage des fichiers a réussi.

### TIRAGE AU SORT ENQUETE CAUSES MORTALITE BOVIN

```
-----  
--  
Début du traitement : 15/01/2011 00:08:05  
Fin du traitement : 15/01/2011 00:08:10  
Durée du traitement : 00:00:05
```

Le tirage au sort a réussi.

Catégorie tirage	taux sondage	nbr. / cat	nbr. tirés
<= 20 jour	0.01	2707	27
> 21 jours à 6 mois	0.03	841	25
> 6 mois à 1 an	0.1	235	24
> 1 an - 2 ans	0.1	155	16
> 2 ans	0.07	929	65
Total			157



## Annexe 12 : Taux de sondage par département

Département	Taux de réponse				
1	41,2%	44	36,3%	91	50,0%
2	35,0%	45	41,7%	94	75,0%
3	38,7%	46	45,5%	95	60,0%
4	50,0%	47	37,9%		
5	35,3%	48	40,8%		
7	37,4%	49	40,6%		
8	39,9%	50	30,5%		
9	41,9%	51	36,1%		
10	43,0%	52	39,4%		
11	37,0%	53	30,2%		
12	44,6%	54	35,8%		
13	50,0%	55	39,3%		
14	30,1%	56	31,9%		
15	40,8%	57	42,1%		
16	36,6%	58	37,6%		
17	40,2%	59	37,7%		
18	35,7%	60	37,0%		
19	46,4%	61	27,1%		
21	45,4%	62	37,8%		
22	33,2%	63	36,9%		
23	35,8%	64	39,5%		
24	41,3%	65	43,7%		
25	46,0%	66	17,7%		
26	40,9%	67	48,0%		
27	28,3%	68	44,6%		
28	37,1%	69	35,3%		
29	37,9%	70	35,6%		
30	71,4%	71	36,4%		
31	31,9%	72	35,8%		
32	35,2%	73	29,7%		
33	31,4%	74	33,3%		
34	10,0%	76	31,1%		
35	32,0%	77	38,2%		
36	42,2%	78	50,0%		
37	42,2%	79	42,9%		
38	41,1%	80	42,8%		
39	52,9%	81	39,9%		
40	45,8%	82	42,9%		
41	44,8%	85	41,1%		
42	41,5%	86	37,6%		
43	35,9%	87	36,4%		
		88	45,2%		
		89	37,3%		
		90	56,1%		

**Annexe 13 : Principales associations des causes de mort des bovins de moins de six mois**  
(Associations apparaissant au moins cinq fois)

Associations de causes	Nombre d'occurrences
Problème respiratoire + diarrhée	42
Problème respiratoire + diarrhée + veau faible	6
Problème respiratoire + veau faible	9
Diarrhée + veau faible	18
Autre cause + ne sait pas	8
Total	83

**Annexe 14 : Principales associations des causes de mort des bovins de plus de six mois**  
(Associations apparaissant au moins dix fois)

Associations de causes	Nombre d'occurrences
Accident + vêlage difficile	15
Accident + autre cause	15
Vêlage difficile + fièvre de lait	12
Entérite + mauvais état général	11
Occlusion + corps étranger	11
Boiterie + mauvais état général	15
Corps étranger + problème cardiaque	11
Problème respiratoire + cardiaque	12
Problème respiratoire + mauvais état général	17
Autre cause + ne sait pas	12

**Annexe 15 : Détail des « Autres causes » de mort chez les bovins de 20 jours à six mois**

"Autres causes" détaillées	Nombre d'occurrences	Fréquence
Acidose, indigestion	3	1,9%
Autre occlusion	5	3,2%
Autre trouble locomoteur	1	0,6%
cardiaque	10	6,5%
Corps étranger	1	0,6%
Divers	43	27,9%
Entérotoxémie	25	16,2%
FCO	2	1,3%
Hémorragie digestive, ulcère de la caillette	8	5,2%
Hépatopathie	1	0,6%
Intoxication, envenimation, allergie	4	2,6%
mauvais état général	6	3,9%
Mort subite	4	2,6%
Péritonite	10	6,5%
Phénomène infectieux	3	1,9%
Phénomène inflammatoire	2	1,3%
Problème de croissance	3	1,9%
Problème suite vêlage	15	9,7%
Problème urinaire	3	1,9%
Réaction anaphylactique	2	1,3%
Trouble nerveux	3	1,9%
Total	154	100,0%

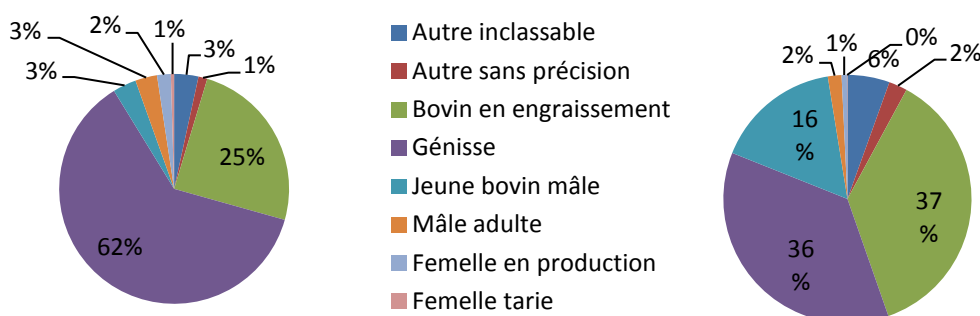
**Annexe 16 : Détail des « Autres causes » de mort chez les bovins de six mois à deux ans**

<b>Autre cause détaillée</b>	<b>Bovins de plus de six mois</b>	<b>Fréquence</b>
Acidose, indigestion	12	6,6%
Anaplasmose	1	0,5%
Divers	55	30,1%
Embolie, AVC	3	1,6%
FCO	3	1,6%
Foudre	1	0,5%
Hémorragie	6	3,3%
Hépatopathie	6	3,3%
Intoxication, envenimation, allergie	18	9,8%
Listériose	1	0,5%
Météorisation	24	13,1%
Mort subite	4	2,2%
Néoplasie	2	1,1%
Péritonite	1	0,5%
Phénomène infectieux	7	3,8%
Phénomène inflammatoire	2	1,1%
Problème de croissance	1	0,5%
Problème urinaire	3	1,6%
Réaction anaphylactique	2	1,1%
Tétanie	2	1,1%
Tétanos	1	0,5%
Trouble nerveux	26	14,2%
Vache couchée	2	1,1%
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>100,0%</b>

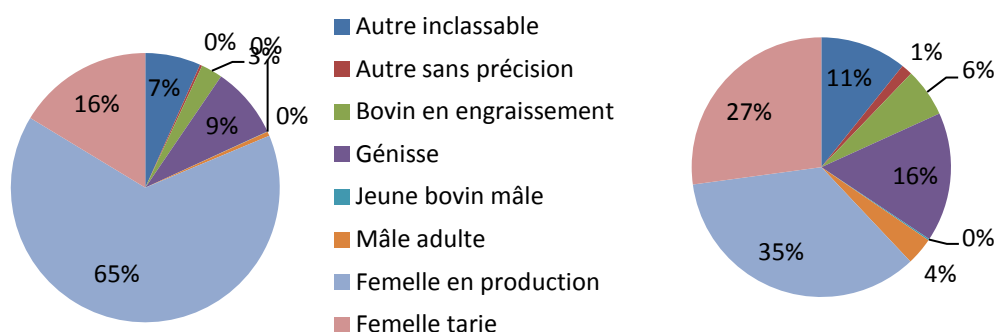
**Annexe 17 : Détail des « Autres causes » chez les bovins de plus de deux ans**

<b>Autre cause détaillée</b>	<b>Bovins de plus de deux ans</b>	<b>Total</b>
Acétonémie	5	1,8%
Acidose, indigestion	15	5,4%
Actinobacillose	1	0,4%
Actinomycose	1	0,4%
Besnoitiose	2	0,7%
Botulisme	1	0,4%
Divers	44	15,9%
Embolie, AVC	7	2,5%
FCO	4	1,4%
Foudre	2	0,7%
Hémorragie	18	6,5%
Hémorragie digestive, ulcère de la caillette	5	1,8%
Hépatopathie	20	7,2%
Intoxication, envenimation, allergie	27	9,7%
Listériose	2	0,7%
Météorisation	7	2,5%
Mort subite	4	1,4%
Néoplasie	18	6,5%
Péritonite	10	3,6%
Phénomène infectieux	11	4,0%
Phénomène inflammatoire	1	0,4%
Piroplasmose	4	1,4%
Problème urinaire	36	13,0%
Réaction anaphylactique	5	1,8%
Tétanie	3	1,1%
Tétanos	3	1,1%
Trouble nerveux	16	5,8%
Vache couchée	5	1,8%
<b>Total</b>	<b>277</b>	<b>100,0%</b>

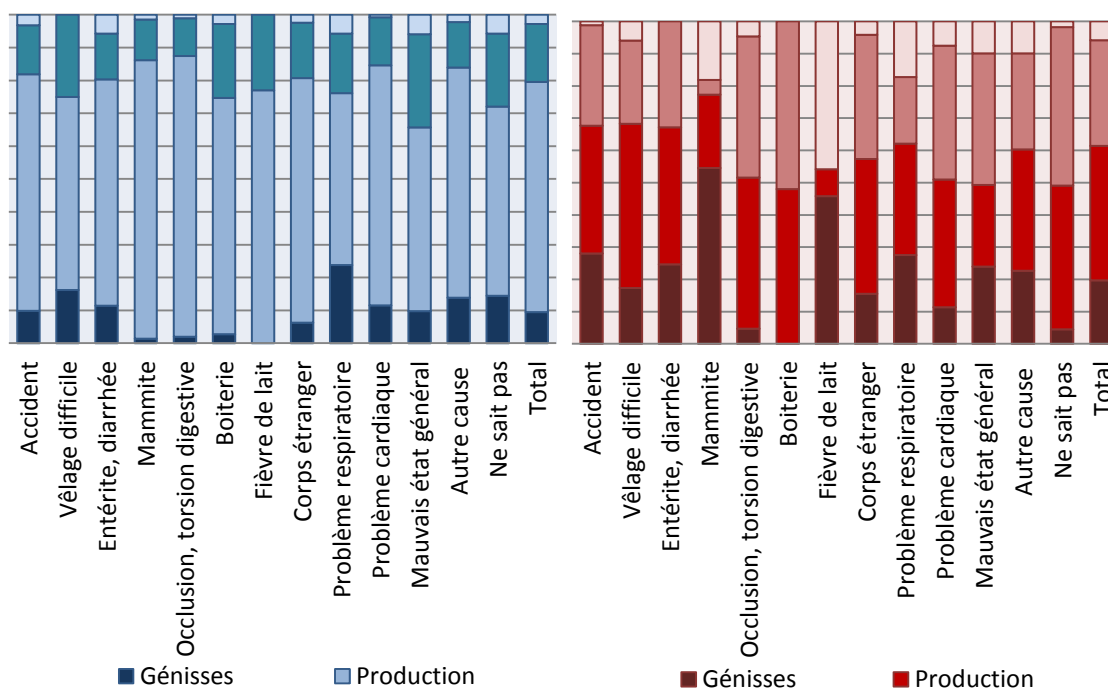
**Annexe 18: Répartition des différents stades de production chez les bovins morts entre six mois et deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



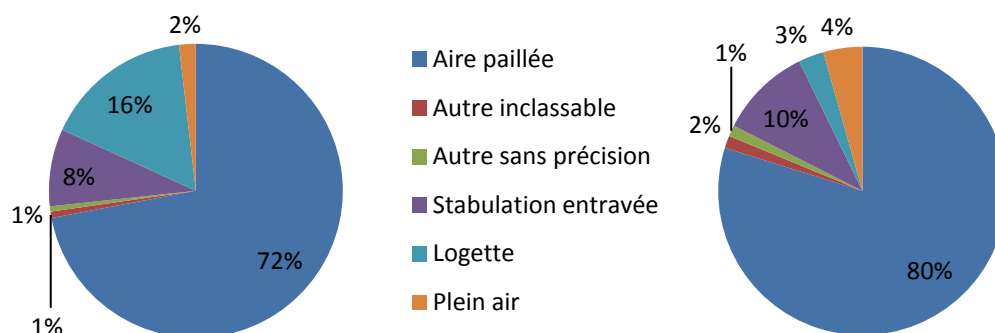
**Annexe 19: Répartition des différents stades de production chez les bovins morts à plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



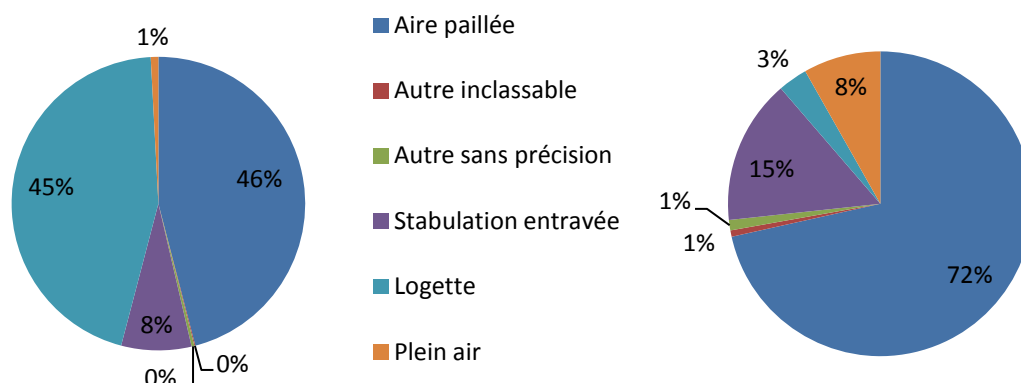
**Annexe 20: Répartition des différentes causes de mort selon de stade de production chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitant (à droite)**



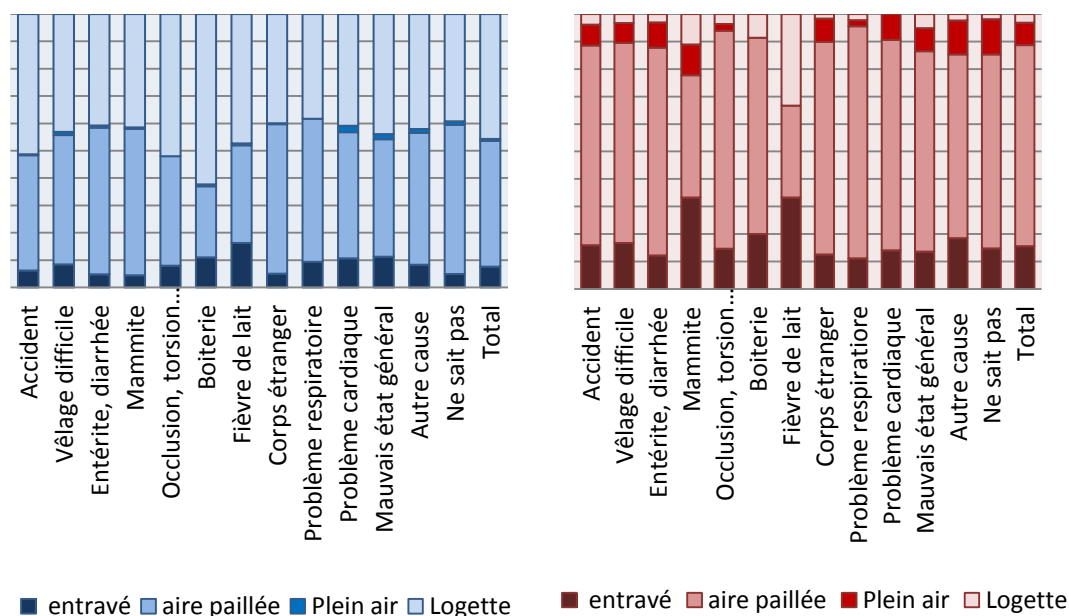
**Annexe 21 : Répartition des différents types de stabulation chez les bovins morts entre six mois et deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



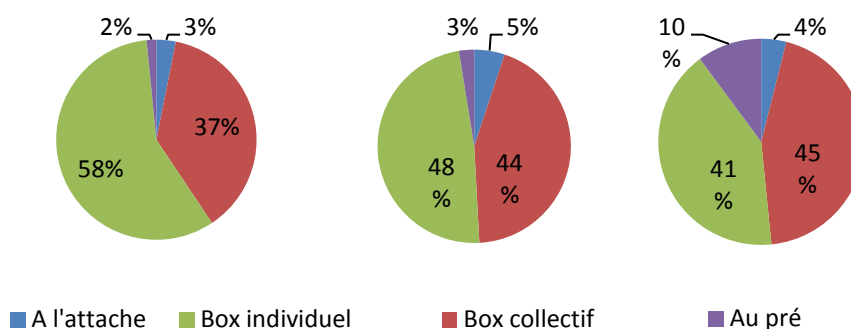
**Annexe 22 : Répartition des différents types de stabulation chez les bovins morts à plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



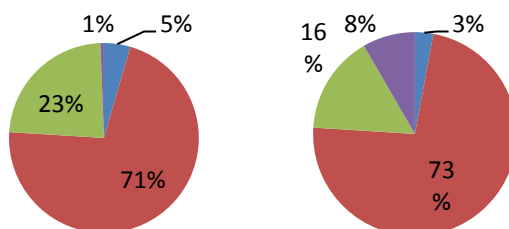
**Annexe 23: Répartition des différentes causes de mort selon le type de stabulation hivernale chez les bovins de plus de deux ans laitiers (à gauche) et allaitant (à droite)**



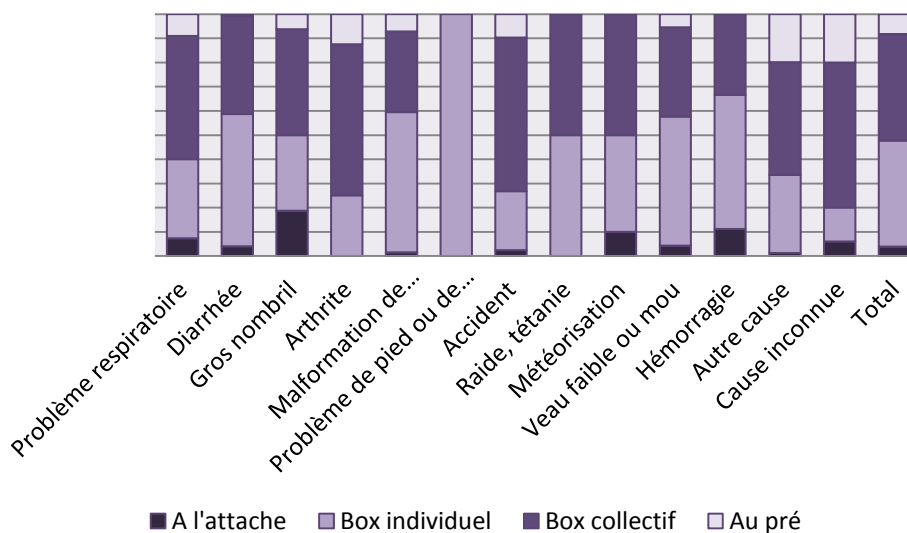
**Annexe 24 : Environnement au moment de la mort des veaux de moins de 20 jours laitiers, allaitants et de type de production inconnu (de gauche à droite) au moment de la mort**



**Annexe 25 : Environnement au moment de la mort des veaux de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitant (à droite)**

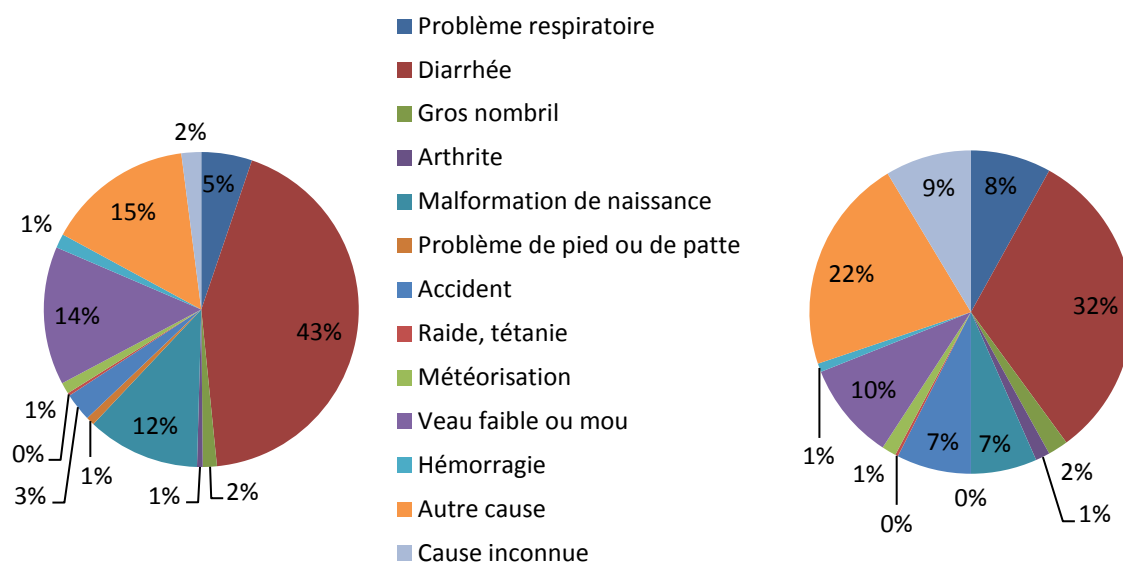


**Annexe 26: Environnement au moment de la mort des bovins morts à moins de 20 jours par cause de mort (tous types de production confondus)**

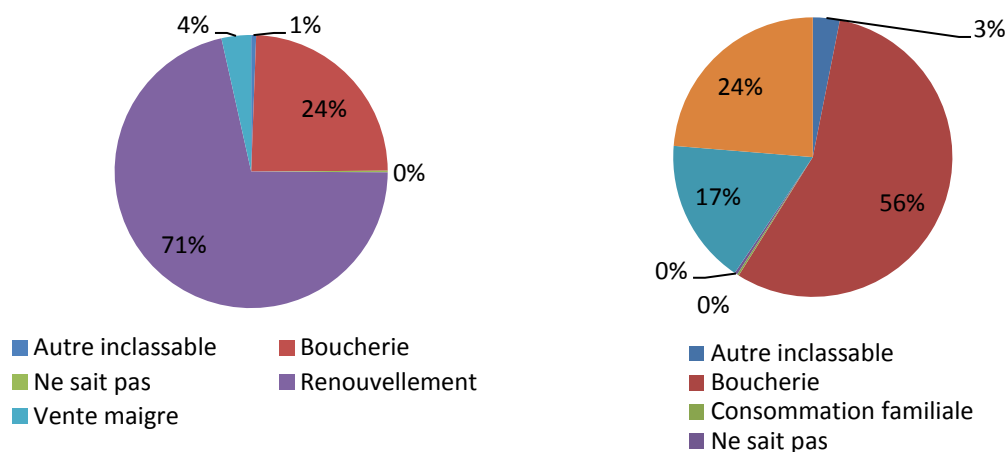




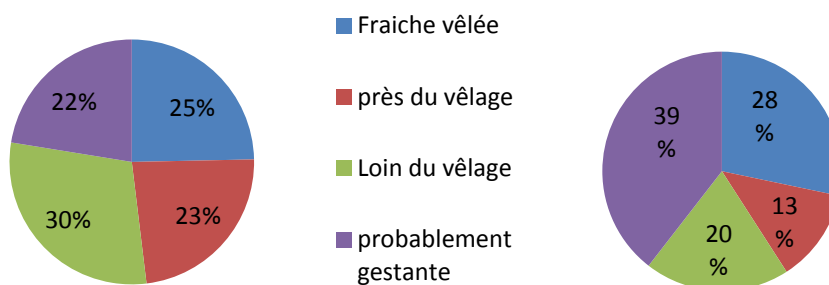
**Annexe 27: Répartition des différentes causes de mort des bovins de moins de 20 jours en box individuel (à gauche) et en box collectif (à droite)**



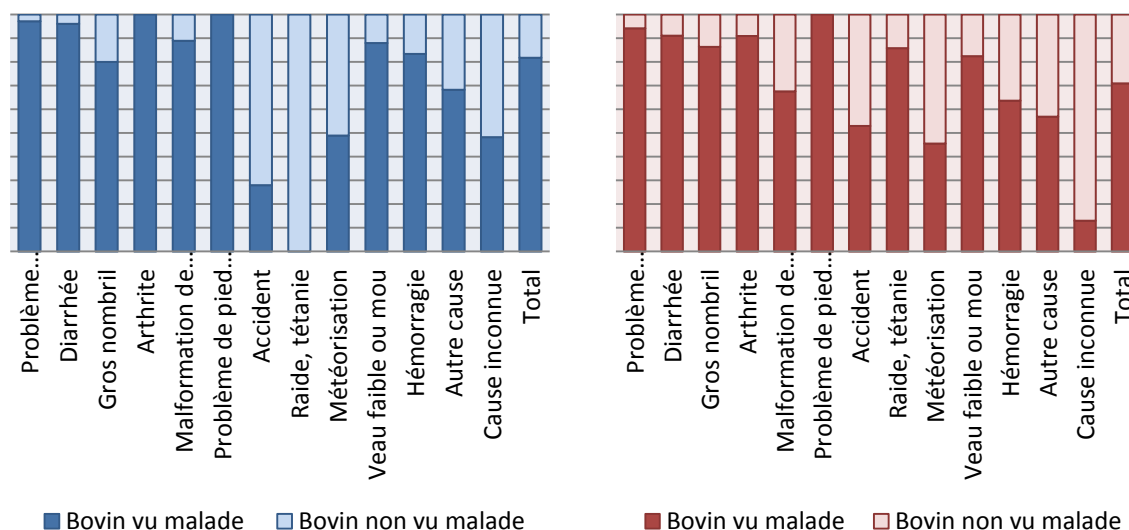
**Annexe 28 : Destination des veaux morts à moins de 20 jours à six mois laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



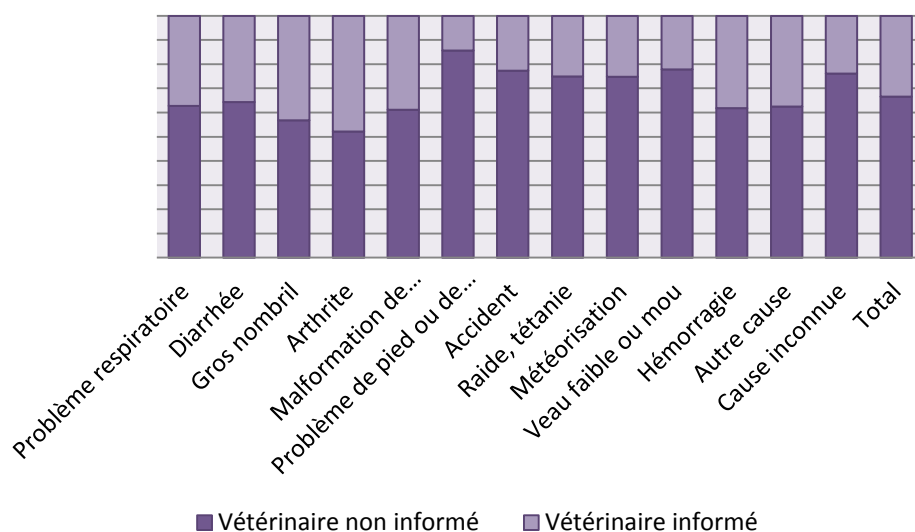
**Annexe 29 : Répartition vaches laitières (à gauche) et allaitantes (à droite) mortes selon le délai vèlage-mort**



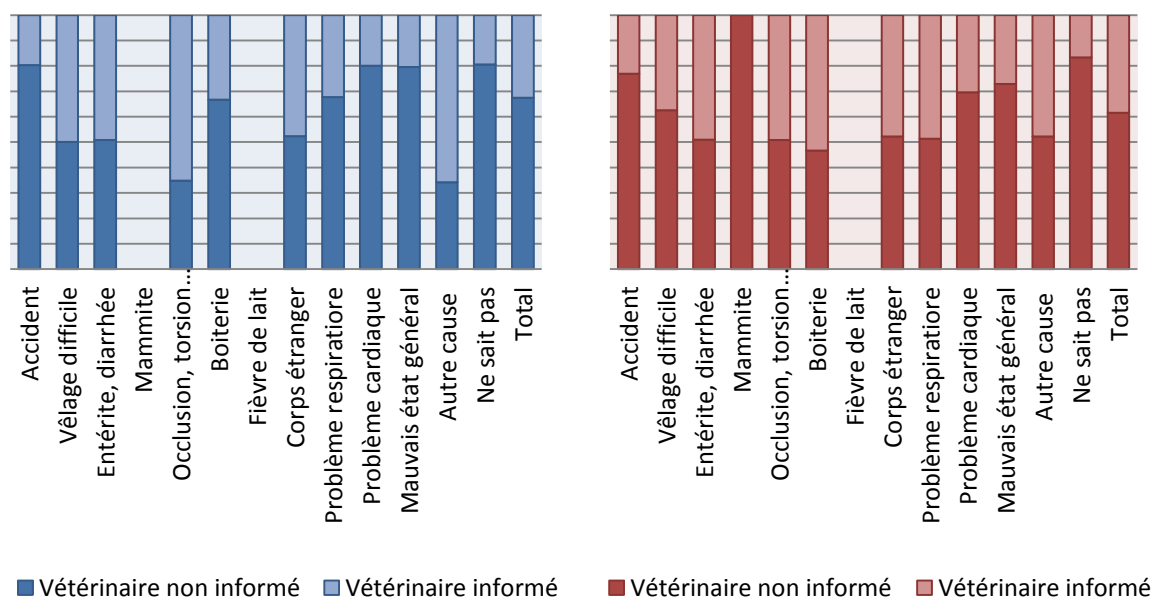
**Annexe 30: Proportion de bovins de 20 jours à six mois vu malade selon la cause de la mort chez les bovins laitiers (à gauche) et allaitants (à droite)**



**Annexe 31: Proportion de vétérinaires informés selon la cause de mort chez les bovins laitiers et allaitants de moins de six mois**



**Annexe 32 : Proportion de vétérinaires informés selon la cause de la mort chez les bovins de plus de six mois laitiers de (à gauche) et allaitants (à droite)**



## **Morceaux choisis des causes de mort**

Lors de la lecture des causes de morts notifiées par les éleveurs ou les vétérinaires, nous avons pu relever certaines causes de mort loufoques. Le Best of ci-dessous montre les réponses les plus drôles ou les plus étranges :

- « Magie noire » (x 2)
- « Vache par terre qui a été poussée par un racleur électrique et donc ne s'est jamais relevé de sa mammite et de son traumatisme »
- « j'ai branché le tire fumier, la vache était debout, je ne sais pour quelle raison celle-ci s'est couchée le placenta s'est pris aux palettes du tire fumier d'où un arrachement du placenta »
- « Râtelier à moitié plein. Lors de la visite de mes bêtes le soir à la tombée de la nuit, j'ai trouvé cette génisse pleine perchée dans le râtelier à foin, elle était bien serrée au niveau du ventre et ne pouvait plus se sortir ».
- « vache tombée dans une douve »
- « vache électrocutée en tombant dans un fossé alors qu'elle vêlait »
- « idées noires »

**BOISSARD Virginie**

**ETUDE DE LA MORTALITE BOVINE EN France METROPOLITAINE par une triple  
approche : bibliographique, analyse de base de données et enquête postale**

**Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, le 21 décembre 2011**

**RESUME :** Les données de la mortalité bovine sont habituellement produites en marges de l'étude de maladies particulières. Dans ce travail au contraire, la mortalité a été placée au centre de l'étude par une triple approche afin d'évaluer la possibilité de son utilisation en tant qu'indicateur dans la surveillance syndromique (surveillance d'indicateurs sanitaires non spécifiques).

Dans un premier temps, une revue de la littérature a permis de synthétiser les connaissances actuelles sur le sujet. Ensuite, nous avons analysé une base de données réalisée à partir des « visites de mortalité » mises en place lors de la crise ESB dans le Grand Ouest de la France en 2000-2001. Cette étude nous a permis de déterminer les principales causes de mort en production laitière et allaitante, et les taux de mortalité associés.

Enfin, pour actualiser ces résultats nous avons lancé une enquête « mortalité bovine » nationale auprès d'éleveurs, d'une durée de un an, à partir des morts notifiés aux centres d'équarrissage. Les questionnaires des cinq premiers mois d'enquête sont analysés dans ce travail, qui n'est que préliminaire, mais qui devrait permettre à l'unité Epidémiologie de l'Anses d'établir une ligne de base de la mortalité. Des améliorations sont à prévoir, mais il semblerait que le système de notifications de morts à l'équarrissage soit utilisable dans un système de surveillance syndromique. Ce dernier permettrait alors de détecter précocement l'émergence de n'importe quel phénomène sanitaire.

**MOTS CLES :**

- Mortalité bovine
- Surveillance syndromique
- Base de données
- Enquête postale

**JURY :**

Président :	Monsieur le Professeur Jacques Fabry
1er Assesseur :	Madame le Professeur Marie-Anne Arcangioli
2ème Assesseur :	Madame le Professeur Karine Chalvet-Monfray

**DATE DE SOUTENANCE :** 21 décembre 2011

**ADRESSE DE L'AUTEUR :** 29 rue de Bourgogne  
69 009 Lyon