



OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <https://oatao.univ-toulouse.fr/27643/>

Guihard, Romane . *Étude des possibilités de réduction de l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2020, 159 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

ETUDE DES POSSIBILITES DE REDUCTION DE L'UTILISATION DES ANTIBIOTIQUES LORS DE CHIRURGIE SUR BOVIN

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

GUIHARD Romane
Née, le 16/03/1995 à NANTES (44)

Directeur de thèse : M. Renaud MAILLARD

JURY

PRESIDENT :
M. Paul BONNEVIALLE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Renaud MAILLARD
M. Laurent-Xavier NOUVEL

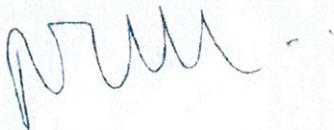
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Renaud MAILLARD, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **GUIHARD Romane** intitulée « **Etude des possibilités de réduction de l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 10/11/2020
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Renaud MAILLARD



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS



Vu :
Le Président du jury
Professeur Paul BONNEVIALLE



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul Sabatier
M. Jean-Marc BROTO



Le Président de l'Université Paul Sabatier,
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU
Fabienne ALARY

Mme GUIHARD Romane
a été admis(e) sur concours en : 2015
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 09/07/2019
a validé son année d'approfondissement le: 24/09/2020
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie - Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, (Emérite) - *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
 Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **BOLON Pierrick**, *Production et pathologie aviaire*
 M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie, production animale,*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*
 Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M **BESSIERE Pierre**, *Microbiologie infectiologie*
 Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

Remerciements

A Monsieur le Professeur Paul Bonneville,

Professeur des Universités - Praticien hospitalier
Chirurgie orthopédique et traumatologie

Pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury,
hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Renaud Maillard,

Maitre de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie des Ruminants

Pour avoir accepté le sujet de cette thèse, et pour avoir dirigé ce travail,
mes sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Laurent-Xavier Nouvel,

Maitre de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie de la Reproduction

Pour avoir accepté de prendre part à ce jury,
mes sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Nicolas Herman,

Docteur Vétérinaire

Pour son aide précieuse et l'intérêt porté à ce travail,
toute ma reconnaissance.

A Madame Hélène Jammes,

Directrice de recherche à l'Institut National de la Recherche Agronomique

Pour ses précieux conseils et corrections,
toute ma reconnaissance.

A mes parents,

Pour leurs corrections et leurs remarques toujours pertinentes, pour l'intérêt porté à ce travail et pour le soutien sans faille qu'ils m'apportent,
tout mon amour.

A ma famille, à mes amis, merci.

Table des matières

Liste des abréviations	12
Liste des tableaux	13
Liste des figures	14
INTRODUCTION	17
I. Chirurgie sur bovin et problématiques en terme d'asepsie	18
1. Etat des lieux des chirurgies sur bovin	18
2. Des facteurs de risques et de complications	18
2.1. Les conditions environnementales.....	18
2.2. L'état de propreté et le caractère des animaux.....	19
2.3. Les facteurs immunitaires.....	20
2.3.1. Les périodes à risque.....	20
2.3.2. Les facteurs stress et douleur.....	21
3. Un aperçu des complications septiques suite aux chirurgies	23
3.1. Nature et fréquence des complications septiques.....	23
3.2. Les germes impliqués	26
II. Les impacts néfastes des antibiotiques sur l'élevage	29
1. Des produits coûteux	29
2. Résidus antibiotiques et temps d'attente	30
2.1. La notion de résidus antibiotiques.....	30
2.2. Temps d'attente et pertes économiques associées	31
3. Des antibiotiques dont l'efficacité diminue : l'antibiorésistance	32
3.1. Apparition de gènes de résistance aux antibiotiques.....	32
3.2. Sélection de ces résistances	33
3.3. Dissémination du gène de résistance.....	34
3.4. Les dangers de l'antibiorésistance.....	35
4. Une mauvaise image pour le grand public	37
III. Les recommandations actuelles doivent prendre en compte les dangers de l'antibiorésistance	39
1. Des objectifs de réduction globaux	39
1.1. Des mesures à l'échelle européenne	39
1.2. Des objectifs de réduction à l'échelle nationale : les plans Ecoantibio	41
2. Application des principes d'asepsie en chirurgie des bovins	42
2.1. La préparation du patient et du site opératoire	43
2.2. La préparation du chirurgien	45
2.3. La technique chirurgicale.....	47

3. Prescription des antibiotiques en chirurgie : mise en parallèle avec les recommandations en médecine humaine.....	47
3.1. Réserver l'antibioprophylaxie aux chirurgies les plus contaminées.....	48
3.2. Choisir la molécule adaptée.....	50
3.3. Optimiser la concentration tissulaire.....	52
3.3.2. Voie d'administration.....	53
3.3.3. Moment de la première administration.....	56
3.3.4. Dose administrée.....	57
3.4. Limiter la durée du traitement post-chirurgical.....	57
IV. Un questionnaire à destination des stagiaires pour donner un aperçu des conditions et des pratiques en chirurgie sur bovin.....	59
1. Matériel et méthode.....	59
1.1. Objectifs de l'étude et rédaction du questionnaire.....	59
1.2. Diffusion du questionnaire.....	60
1.3. Méthodologie statistique adaptée aux résultats.....	60
2. Les complications.....	62
3. Présentation de l'échantillon.....	63
4. Présentation des résultats relatifs aux conditions.....	65
5. Présentation des résultats relatifs à la préparation.....	68
5.1. Préparation de l'animal.....	68
5.2. Préparation du chirurgien et de son matériel.....	70
6. Aperçu des pratiques propres à la césarienne.....	71
7. Aperçu des pratiques propres à la chirurgie de la caillette.....	73
8. Aperçu des pratiques propres à la chirurgie de l'ombilic.....	74
9. Présentation des résultats en termes de traitements et de suivi de l'animal.....	76
9.1. Traitements de la plaie de chirurgie.....	76
9.2. Nature des traitements antibiotiques administrés.....	77
9.3. Autres traitements administrés dans le cadre de la chirurgie.....	83
10. Présentation des corrélations.....	85
11. Discussion.....	88
11.1. Aperçu des pratiques chirurgicales des vétérinaires français.....	88
11.2. Lien entre ces pratiques et les complications post-chirurgicales.....	90
V. Un questionnaire à destination des vétérinaires afin d'étudier l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin par les praticiens en France.....	91
1. Matériel et méthode.....	91
1.1. Objectifs de l'étude et rédaction du questionnaire.....	91
1.2. Diffusion du questionnaire.....	91
1.3. Méthodologie statistique adaptée à l'échantillon.....	91
2. Présentation de l'échantillon.....	93

3. La classification d'Altemeier vue par les praticiens	95
4. Fréquence d'application locale des antimicrobiens	97
5. Utilisation systématique des antibiotiques	98
6. Diversité des protocoles antibiotiques	99
6.1. Spécialités antibiotiques	99
6.2. Voies d'administration	101
6.2.1. Les voies utilisées.....	101
6.2.2. Corrélations entre voies d'administration et familles antibiotiques	102
6.3. Doses prescrites	103
6.3.1. Respect des doses recommandées.....	103
6.3.2. Corrélations entre respect des doses et âge du vétérinaire	104
6.3.3. Corrélations entre respect des doses et niveau de pratique du vétérinaire en césarienne	105
6.3.4. Corrélations entre respect des doses et famille d'antibiotiques	106
6.3.5. Corrélations entre dosage et voie d'administration	107
6.4. Moment de la première administration	107
6.4.1. Fréquence du moment de la première administration en fonction de la chirurgie 107	
6.4.2. Corrélations entre moment de la première administration et âge du vétérinaire 108	
6.5. Durée des traitements	110
7. Critères d'adaptation des protocoles	112
7.1. Des critères variés.....	112
7.2. Indépendance entre les critères d'adaptation et les caractéristiques du chirurgien 114	
8. Pourcentage de complications post-chirurgicales	115
8.1. Distribution de l'échantillon selon le taux de complications	115
8.2. Recherche de corrélations entre le taux de complications et certaines pratiques 115	
9. Conclusions tirées du questionnaire vétérinaire	117
9.1. Un résumé des résultats.....	117
9.2. Bonnes et mauvaises pratiques	118
VI. Discussion	119
1. Conclusions tirées de l'étude : pratiques des vétérinaires ruraux français	119
1.1. Confrontation entre les recommandations et les pratiques des vétérinaires sur le terrain 119	
1.2. Des bonnes pratiques à généraliser	120
1.3. Les modifications à appliquer sur le terrain	120
1.4. Biais de l'étude	121

2. Pistes de diminution de l'utilisation des antibiotiques à moyen et long termes	122
2.1. Développer les mesures prophylactiques.....	122
2.2. Développer la laparoscopie.....	123
2.3. Des alternatives aux antibiotiques	123
Conclusion	125
Bibliographie	127
ANNEXE n°1 - Liste des antibiotiques d'importance critique de l'OMS, d'après (OMS, 2017b)	139
ANNEXE n°2 – Questionnaire à destination des étudiants	140
ANNEXE n°3 – Questionnaire à destination des vétérinaires.....	154
ANNEXE n°4 – Liste des molécules antibiotiques et des associations administrées par les vétérinaires du deuxième questionnaire	158
ANNEXE n°5 - Distribution de l'échantillon en fonction de la durée maximale de traitement (en jours) pour chaque type de chirurgie	159

Liste des abréviations

AINS : Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien

ALEA : *Animal Level Exposure to Antimicrobials*

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire

BHRe : Bactérie Hautement Résistante

BMR : Bactérie Multi-résistante

CDC : *Center for Disease Control and prevention*

DHS : Dihydrostreptomycine

FSM : Fenêtre de Sélection des Mutants

HDP : Peptide de Défense de l'Hôte

HT : Hors Taxe

IFOP : Institut Français d'Opinion Publique

IM : Intramusculaire

IP : Intrapéritonéale

ISO : Infection du Site Opérateur

IV : Intraveineuse

LMR : Limite Maximale de Résidus

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCU : *Population Correction Unit*

RCP : Résumé des Caractéristiques du Produit

SC : Sous-Cutanée

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

UFC : Unité Formant Colonie

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple des coûts de traitements pour quelques spécialités antibiotiques, d'après (ALCYON, 2020)	30
Tableau 2 : Caractéristiques des principaux antiseptiques utilisés en chirurgie des bovins, d'après (Desrochers, 2005)	44
Tableau 3 : Classification des chirurgies sur bovin selon la classification d'Altemeier	49
Tableau 4 : Caractéristiques des antibiotiques utilisables en chirurgie des bovins, d'après (Faculté Vetsuisse, 2019)	52
Tableau 5 : Temps du pic plasmatique (T _{max}) et temps de demi-vie (T _{1/2}) de quelques antibiotiques utilisés en chirurgie des bovins, d'après (Faculté Vetsuisse, 2019 ; Mevius et al., 1986).....	56
Tableau 6 : Détail des effectifs par catégorie pour chaque analyse	60
Tableau 7 : Nature des antibiotiques utilisés sous forme injectable lors des chirurgies de notre étude	78
Tableau 8 : Résultats des tests de Fisher exacts pour le premier questionnaire.....	85
Tableau 9 : Tableau des effectifs observés pour l'exemple	92
Tableau 10 : Tableau des effectifs théoriques pour l'exemple	92
Tableau 11 : Nombre de spécialités administrées pour chaque type de chirurgie.....	99
Tableau 12 : Résultats aux tests du khi-deux pour les variables "Année de sortie de l'école" et "Moment de la première administration"	108
Tableau 13 : Proportion de participants de notre étude respectant les recommandations de Meylan quant à la durée du traitement.....	111
Tableau 14 : Critères d'adaptation des protocoles d'antibiothérapie et proportion des vétérinaires prenant en compte chaque critère (N=293)	112

Liste des figures

Figure 1 : Evolution du taux d'anticorps chez le veau, d'après (Hulbert, Moisé, 2016).....	21
Figure 2 : Schématisation pharmacocinétique de la fenêtre de sélection des mutants, d'après (Béraud et al., 2008).....	33
Figure 3 : Nombre annuel de morts attribuables aux multi-résistances par continent, d'ici 2050, d'après (O'Neill, 2014).....	36
Figure 4 : Evolution des résistances aux antibiotiques critiques par E. coli chez les principales espèces domestiques entre 2008 et 2018, d'après (ANSES, 2019a).....	36
Figure 5 : Evolution des résistances aux antibiotiques critiques par E. coli chez l'homme entre 2008 et 2018, d'après (Répias, 2019).....	37
Figure 6 : Evaluation de la vente d'antibiotiques vétérinaires dans 30 pays européens entre 2010 et 2016, d'après (European Medicines Agency, 2018).....	40
Figure 7 : Comparaison de l'exposition des bovins par famille d'antibiotiques entre 2011 et 2018, d'après (ANSES, 2019b).....	41
Figure 8 : Indices d'efficacité des antibiotiques, d'après (ANSES, 2017) (Cmax : concentration maximale ; CMI : concentration minimale inhibitrice).....	53
Figure 9 : Concentration plasmatique moyenne en pénicilline après administration de 21 000 UI/kg de pénicilline G procaïne en IP sur 8 vaches en lactation, d'après (Chicoine, 2007).....	54
Figure 10 : Prévalence des différentes complications post-chirurgicales (N=18).....	62
Figure 11 : Prévalence des complications pour chaque type de chirurgie (*taux de complications, toutes complications confondues, pour chaque type de chirurgie).....	63
Figure 12 : Répartition des vétérinaires de l'échantillon en fonction de leurs années de pratique rurale (N=154).....	63
Figure 13 : Répartition des animaux de l'échantillon selon leur sexe et leur âge (N=154).....	64
Figure 14 : Distribution des lieux de chirurgie (%), toutes chirurgies confondues (N=154).....	65
Figure 15 : Comparaison de l'équipement en espace dédié à la chirurgie entre élevages laitier et allaitant (N=154).....	66
Figure 16 : Comparaison de l'évaluation de la propreté de l'environnement entre les différents lieux de chirurgie (N=154).....	66
Figure 17 : Type de sol sur lequel a lieu la chirurgie (N=154).....	67
Figure 18 : Fréquence associée à chaque étape de préparation de la zone opératoire (N=154).....	68
Figure 19 : Nombre de nettoyages et produit utilisé pour le nettoyage (N=154).....	69
Figure 20 : Nombre de désinfections et produit utilisé pour la désinfection (N=154).....	69
Figure 21 : Distribution des pratiques en lien avec la tenue du chirurgien (N=154 pour les gants ; N=147 pour la blouse).....	70
Figure 22 : Nombre de lavages des mains du chirurgien (N=154).....	70
Figure 23 : Stérilité du matériel en fonction du type de chirurgie.....	71
Figure 24 : Prévalence des pratiques en terme d'incision de l'utérus lors d'une césarienne (N=108).....	72
Figure 25 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une césarienne (N=107).....	72
Figure 26 : Aperçu des techniques utilisées pour la chirurgie de la caillette.....	73
Figure 27 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une chirurgie de la caillette (N=32).....	74
Figure 28 : Nombre de chirurgies de l'ombilic par type d'affection (N=12).....	74
Figure 29 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une chirurgie de l'ombilic (N=12).....	75
Figure 30 : Fréquence d'administration d'antibiotiques dans la plaie de chirurgie et leur forme (N=127).....	76
Figure 31 : Aperçu des pratiques en termes d'utilisation de pansement liquide sur la plaie (N=129).....	76
Figure 32 : Moment d'administration des spécialités antibiotiques, toutes chirurgies confondues (N=159).....	79

Figure 33 : Comparaison entre dose administrée et dose RCP pour les césariennes (N=131)	79
Figure 34 : Durée du traitement antibiotique suite à une césarienne (N=85)	80
Figure 35 : Fréquence d'utilisation d'oblets intra-utérins après une césarienne, et nombre d'oblets administrés (N=109)	81
Figure 36 : Répartition des oblets intra-utérins par principe actif (N=47)	81
Figure 37 : Comparaison entre dose administrée et dose RCP pour les chirurgies de la caillette (N=31)	82
Figure 38 : Durée du traitement antibiotique suite à une chirurgie de la caillette (N=25).....	82
Figure 39 : Durée du traitement antibiotique suite à une chirurgie de l'ombilic (N=9).....	83
Figure 40 : Nature et proportion des autres traitements administrés dans le cadre des césariennes (N=67).....	84
Figure 41 : Nature et proportion des autres traitements administrés dans le cadre des chirurgies de la caillette (N=29).....	84
Figure 42 : Corrélation entre le nombre d'années de pratique rurale et le port de gants en chirurgie (une graduation = 20%).....	86
Figure 43 : Corrélation entre le nombre d'années de pratique rurale et le moment de l'incision de l'utérus (une graduation = 20%).....	87
Figure 44 : Année de sortie de l'école vétérinaire (N=348)	93
Figure 45 : Nombre de chirurgies réalisées par an, pour chaque chirurgie (N=347)	94
Figure 46 : Perception de la classification d'Altemeier par les vétérinaires praticiens (N=340).....	96
Figure 47 : Fréquence et forme de l'administration locale des antimicrobiens (N=335)	97
Figure 48 : Utilisation systématique des antibiotiques (AB) pour 4 exemples de chirurgies.....	98
Figure 49 : Fréquence de prescription des familles d'antibiotiques par type de chirurgie.....	100
Figure 50 : Fréquence des voies administration selon le type de chirurgie.....	101
Figure 51 : Part d'administration par voie intramusculaire et intrapéritonéale pour chaque famille d'antibiotiques (N=1895).....	102
Figure 52 : Comparaison des doses administrées aux doses prescrites par les RCP, pour chaque type de chirurgie.....	103
Figure 53 : Corrélation entre année de sortie de l'école vétérinaire et dose administrée (une graduation = 20%)	104
Figure 54 : Corrélation entre nombre de césariennes par an et dosage des spécialités (une graduation = 10%)	105
Figure 55 : Répartition entre famille et dose administrée (une graduation = 20%)	106
Figure 56 : Corrélation entre respect de la dose et voie d'administration (une graduation = 10%)..	107
Figure 57 : Fréquence du moment de la première administration selon le type de chirurgie	108
Figure 58 : Corrélations entre l'année de sortie de l'école et le moment de la première administration (une graduation = 20%).....	109
Figure 59 : Distribution de l'échantillon en fonction de la durée minimale de traitement (en jours), pour chaque type de chirurgie	110
Figure 60 : Proportion de participants par rapport au nombre de critères pris en compte dans l'adaptation des protocoles (N=283).....	113
Figure 61 : Taux moyen de complications post-chirurgicales (N=290)	115
Figure 62 : Taux de complications en fonction du niveau de pratique (N=285)	116

INTRODUCTION

Que ce soit pour s'exercer à des techniques destinées à soigner les hommes, ou à visée thérapeutique pour l'animal, l'homme pratique la chirurgie sur les bovins depuis des milliers d'années, comme en témoigne un crâne de bovin trépané par l'homme datant de plus de 5000 ans, découvert sur un site néolithique vendéen (Ramirez Rozzi, Froment, 2018).

Aujourd'hui, la chirurgie en élevage bovin est couramment pratiquée par les praticiens vétérinaires français. Elle est le plus souvent réalisée dans des conditions d'hygiène restreintes ne permettant pas de garantir l'asepsie des procédures. La gestion du risque d'infection post-chirurgicale passe donc principalement par l'administration d'antibiotiques.

Les antibiotiques sont utilisés par les vétérinaires depuis les années 1950 (Guillot, 1989) et ils représentent aujourd'hui une part importante de leur arsenal thérapeutique. Or, ils connaissent une baisse dangereuse de leur efficacité due à l'émergence d'antibiorésistances. Ces résistances sont acquises de façon naturelle par les bactéries mais une utilisation inadaptée des antibiotiques favorise leur dissémination. La médecine et la chirurgie actuelles ne peuvent se passer du pouvoir thérapeutique des antibiotiques, faisant de l'antibiorésistance un problème majeur de santé publique et animale.

Afin de ralentir sa diffusion, l'époque est à la diminution de l'utilisation des antibiotiques et les prescriptions vétérinaires sont soumises à des restrictions. Cependant les recommandations propres au domaine de la chirurgie sont peu nombreuses.

C'est ce manque de données disponibles pour les vétérinaires qui a motivé cette étude. Dans un premier temps, une synthèse bibliographique permettra de tirer des recommandations quant à la gestion du risque septique peropératoire et à l'adaptation des prescriptions antibiotiques.

Deux questionnaires ont été rédigés, le premier fut diffusé aux étudiants vétérinaires stagiaires dans des structures rurales ou mixtes. Le deuxième était destiné aux vétérinaires pratiquant la chirurgie sur bovin en France. Les résultats de ces deux questionnaires seront donc analysés dans le but de donner un aperçu des pratiques actuelles.

Enfin, les recommandations tirées de la synthèse bibliographique seront confrontées à l'interprétation des questionnaires afin de mettre en avant des mesures applicables par les vétérinaires, dans leur pratique quotidienne.

I. Chirurgie sur bovin et problématiques en terme d'asepsie

1. Etat des lieux des chirurgies sur bovin

Aujourd'hui la chirurgie sur bovin est une activité courante du vétérinaire praticien. Elle répond à des problématiques allant de l'urgence (césarienne, ruminotomie, etc.) à la convenance (castration, écornage, etc.). Etant donné le contexte socio-économique actuel de l'élevage, l'acte chirurgical doit répondre à des contraintes d'ordre économique et d'efficacité. De plus, il relève d'un choix de la part de l'éleveur, qui prend en compte la balance bénéfices/risques de l'opération ainsi que la valeur de l'animal et d'autres paramètres comme les soins ultérieurs, le temps à y consacrer, etc. Ainsi certaines chirurgies sont plus fréquentes dans certaines régions d'élevages. C'est le cas des opérations du jeune veau : fractures suite au vêlage, omphalites, arcure-bouleture, etc., plus fréquemment réalisées dans les bassins de production de races à viande.

La répartition de certaines affections nécessitant une intervention chirurgicale est également fortement influencée par le type racial de l'animal. C'est le cas des césariennes en élevage allaitant, où la disproportion fœto-maternelle est plus commune qu'en élevage laitier. A l'inverse, les affections de la caillette résolues par laparotomie sont quasi propres à l'élevage laitier, du fait notamment des caractéristiques morphologiques des races laitières.

Enfin, nombreux sont les types de chirurgie répartis de façon moins asymétrique au sein des élevages français : chirurgie des yeux, arthrotomies, amputations d'onglons, suture de plaies cutanées, chirurgie des trayons, castrations, etc.

En résumé, nombreuses sont les chirurgies rencontrées en élevage bovin, mais trois d'entre-elles sont plus fréquemment réalisées par les vétérinaires ruraux français : la césarienne, les chirurgies de la caillette et les chirurgies du nombril, bien qu'elles ne soient pas toutes les trois aussi fréquentes dans les mêmes régions d'élevage.

2. Des facteurs de risques et de complications

2.1. Les conditions environnementales

Pour des raisons économiques, de praticité et de sécurité, les chirurgies sur bovin adulte sont, pour la quasi-totalité, réalisées dans les élevages. Cet environnement, dans lequel la densité animale est élevée et dont les caractéristiques n'ont pas comme objectif de répondre à des normes d'hygiène comparables à celles d'un bloc opératoire, ne peut, comme on peut aisément le concevoir, garantir des conditions

idéales pour un acte chirurgical. Bien que de plus en plus équipés pour la chirurgie (portes à césariennes, box dédié aux gestes vétérinaires, etc.), les élevages ne peuvent constituer un environnement aseptisé.

De plus le matériel entrant en contact direct ou indirect avec la plaie est rarement stérile. En effet, l'eau utilisée par le chirurgien est généralement apportée dans des seaux, qui proviennent souvent de l'élevage, et donc qui, *a fortiori*, ne sont pas stérilisés. Les instruments chirurgicaux sont très souvent désinfectés mais parfois des contraintes, telles qu'une fréquence élevée de césariennes (plusieurs par jours), réduisent les possibilités de stérilisation de ces instruments entre chaque intervention.

Enfin les contraintes économiques représentent là encore un frein à la réalisation de l'asepsie. En effet, rares sont les interventions où des champs stériles délimitent la zone opératoire et habillent la table qui fait office d'assistant muet (plus volontiers recouverte d'un linge propre). D'après une enquête réalisée en 2011 par Hanzen sur les modalités de réalisation de la césarienne, des champs stériles sont utilisés dans 7.7% des cas de césariennes en France (Hanzen et al., 2011a).

Certaines chirurgies ont lieu dans une clinique vétérinaire, cela concerne en majorité les interventions chez le jeune animal. Il est alors plus facile d'appliquer des mesures d'asepsie. Cependant, l'existence de locaux dédiés à l'accueil des bovins ne garantit pas l'absence de contamination. En effet, il n'est pas rare que ces locaux accueillent également des animaux malades (veaux en diarrhée par exemple).

2.2. L'état de propreté et le caractère des animaux

L'état de propreté des animaux opérés est souvent mauvais, et, là encore différents paramètres limitent les possibilités de nettoyage de l'animal avant l'intervention, ce soin étant généralement limité à la zone opératoire, plus ou moins large en fonction de l'affection traitée. Cette zone est parfois particulièrement sale du fait même de sa localisation : les chirurgies du pied et des articulations basses ainsi que les chirurgies de la région périnéale par exemple. L'état relativement sale des animaux augmente les risques de contamination de la plaie de chirurgie et donc de complications post-chirurgicales.

De plus, le caractère récalcitrant des animaux constitue également une source possible de contamination de la plaie, qui doit cependant être limitée par une contention adaptée. En particulier, pour un animal opéré debout, il est recommandé d'attacher le membre pelvien ipsilatéral à la zone opératoire à un point fixe, ainsi que la queue de l'animal afin d'éviter les projections sur la plaie (Ames, 2014).

Les modalités d'anesthésie constituent un autre facteur de risque de complication post-chirurgicale. L'anesthésie est essentiellement locale ou loco-régionale et n'a pas systématiquement une valence sédatrice, ce qui augmente l'agitation de l'animal et le risque de projections. D'après Hanzen, 21.3% des vaches subissant une césarienne

en France reçoivent une tranquillisation (Hanzen et al., 2011a). L'inconvénient majeur de la sédation est le risque de chute de l'animal au cours de l'intervention si la sédation est excessive. Paradoxalement, elle permet de diminuer ce même risque en atténuant les stimuli douloureux, notamment lors de l'extraction du veau, responsables de la majorité des chutes pendant une césarienne selon Hoeben (Hoeben et al., 1997).

2.3. Les facteurs immunitaires

2.3.1. Les périodes à risque

Nous ne disposons que de peu d'études évaluant la qualité de l'immunité chez le bovin subissant une chirurgie ainsi que l'impact d'un éventuel état dysimmunitaire sur les infections chirurgicales. Cependant il est légitime de faire l'hypothèse que les défenses immunitaires d'un animal opéré sont, dans un certain nombre de situations, affaiblies, et que cela augmente les risques d'infection peropératoire.

En effet, certaines chirurgies interviennent à des périodes de la vie du bovin où ses défenses immunitaires sont fragilisées. La césarienne se pratique inévitablement en fin de gestation et la chirurgie du déplacement de caillette à droite ou à gauche intervient autour du vêlage (Behluli et al., 2017). Cette période se caractérise notamment par une augmentation des concentrations plasmatiques en œstrogène et en cortisol, molécules dont l'effet immunosuppresseur peut entraîner une altération des défenses immunitaires autour du vêlage (Goff, Horst, 1997). En période puerpérale, le métabolisme de la vache est également modifié, la lipomobilisation est augmentée tandis que les capacités d'ingestion sont limitées. La vache laitière est alors fréquemment en déficit énergétique et protéique, ce qui contribue à l'accumulation de corps cétoniques dans le sang, responsables d'une altération de la fonction lymphocytaire d'après Goff et Horst. D'après Sordillo, cette lipomobilisation serait à l'origine de réactions inflammatoires et associée à un risque accru d'infection (Sordillo, Raphael, 2013). En parallèle, l'hypocalcémie, définie comme une concentration plasmatique en calcium inférieure à 80mg/L, touche 25% des génisses et 50% des multipares (Gillet, 2015 ; Reinhardt et al., 2011) et est associée à une augmentation de la cortisolémie ainsi qu'à une altération des défenses immunitaires (Kimura et al., 2006 ; Goff, Horst, 1997).

Cette hypocalcémie puerpérale peut s'accompagner d'une hypovitaminose D (Wolter, 1988). Or la vitamine D, outre son action sur la calcémie, a un effet sur les immunités innée et acquise chez les ruminants. Elle stimule notamment la réponse des monocytes et inhibe certaines molécules mises en jeu par l'immunité acquise (Nelson et al., 2012). Enfin, la vitamine D a également un rôle positif dans le processus de cicatrisation. Cependant aucune étude sur les bovins ne permet à ce jour d'établir un lien entre hypovitaminose D et retard de cicatrisation.

De même, certaines chirurgies sont réalisées chez le très jeune veau, dont les défenses immunitaires sont limitées, d'autant plus si la prise colostrale n'a pas été optimale (Mangin, 2002 ; Griebel et al., 1987). Comme le montre la figure 1, les défenses immunitaires conférées par les anticorps maternels décroissent durant les premiers jours de vie, jusqu'à ce que les propres défenses du veau prennent le relai. Ce « trou immunitaire » a lieu à environ 2 semaines d'âge. Ainsi les jeunes animaux subissant une chirurgie de l'ombilic et/ou réduction de fracture par exemple, seraient plus à risque de développer une infection, particulièrement autour des 14 jours de vie.

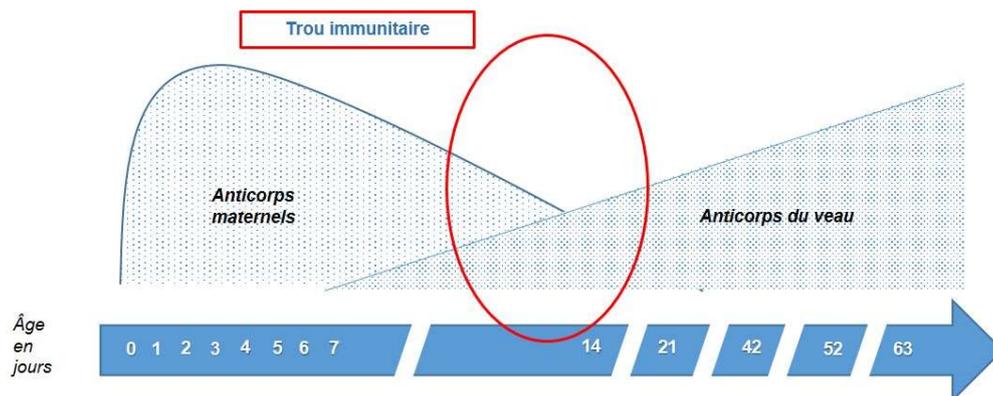


Figure 1 : Evolution du taux d'anticorps chez le veau, d'après (Hulbert, Moisé, 2016)

2.3.2. Les facteurs stress et douleur

Un stimulus stressant active certains mécanismes régulateurs de l'homéostasie au niveau du cerveau de l'animal, qui entraînent notamment la décharge dans le sang de cortisol et de catécholamines (adrénaline, noradrénaline, dopamine) (Webster Marketon, Glaser, 2008). Ces hormones sécrétées par les glandes surrénales ont un effet immunosuppresseur. Le cortisol inhibe la phase vasculaire de la réaction inflammatoire en inhibant la production de prostaglandines et de leucotriènes, molécules qui participent à l'accumulation de globules blancs au site de l'infection. Le cortisol inhibe également la granulation des mastocytes ainsi que la migration des fibroblastes (Gayrard, 2018). De même, les catécholamines inhibent la production de cytokines inflammatoires (Farmer, Pugin, 2000) ainsi que la prolifération des lymphocytes (Kohm, Sanders, 2001), affectant ainsi les réponses immunitaires innée et adaptative.

Différentes études ont étudié l'évolution de la concentration plasmatique en cortisol et/ou en catécholamines suite à l'application de différents facteurs stressants. Ainsi, en 1998, Sylvester compare 4 méthodes d'écornage chez 57 veaux et l'élévation de la cortisolémie dans les heures suivant l'intervention. L'augmentation est identique quelle que soit la méthode utilisée et dure 6 heures. La simple manipulation des

animaux participe jusqu'à 30% de la cortisolémie maximale mesurée (Sylvester et al., 1998).

De même en 2005, Mudroň montre que le traitement d'un déplacement de caillette à gauche par laparotomie sur 18 vaches adultes entraîne une élévation de la cortisolémie, la concentration basale étant multipliée par 4 deux heures après la chirurgie. Des valeurs supérieures aux valeurs basales sont mesurées jusqu'à 5 heures après l'intervention (Mudron et al., 2005).

Une expérience de Szenci en 2011 consiste à appliquer une contention à des génisses gravides de 30 à 40 jours, pendant des durées variables et à mesurer leur cortisolémie. Il met ainsi en évidence que la contention à elle seule provoque une augmentation significative de la cortisolémie (Szenci et al., 2011).

A l'inverse, Fisher en 2001 ne montre pas de modification de la cortisolémie après castration chirurgicale ou à l'élastique sur de jeunes bovins mâles (Fisher et al., 2001).

Ces différentes publications mettent en évidence le fait que l'acte chirurgical en lui-même et ses conditions de réalisation, notamment la contention, sont à l'origine d'un stress qui se traduit par une décharge plasmatique d'hormones surrénaliennes immunodépresseurs. Des moyens accessibles aux praticiens vétérinaires peuvent toutefois diminuer le stress de l'animal et ses conséquences. Lepkova en 2007 a montré qu'une sédation par administration intramusculaire de xylazine associée à une anesthésie locale à la lidocaïne permet de diminuer la décharge en cortisol lors de l'écornage, comparée à ce même acte réalisé sous anesthésie locale seule (Lepková et al., 2007).

De plus, il a été mis en évidence l'existence d'une interaction entre certaines bactéries et les catécholamines. Certaines populations bactériennes synthétisent elles-mêmes ces hormones et il semblerait qu'elles les utilisent comme des molécules de communication. Elles pourraient également reconnaître les hormones sécrétées par l'organisme qu'elles infectent ; les catécholamines stimuleraient ainsi leur multiplication. Ces mécanismes concernent entre autres *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, ainsi que les genres *Salmonella*, *Pseudomonas* et *Staphylococcus* (Lyte, 2014 ; Bauer-Dorries et al., 2017).

Les catécholamines peuvent aussi sélectionner les résistances à certains antibiotiques. Une étude menée par Peterson en 2011 montre que la norépinéphrine stimule le transfert horizontal de gènes entre une population d'*E. coli* et une population de *Salmonella* (Peterson et al., 2011).

Ainsi le stress lié à la chirurgie, en plus de son effet immunosuppresseur, a une action sur la croissance bactérienne, *via* la stimulation de la sécrétion de catécholamines.

Enfin, les hormones de stress que sont le cortisol et les catécholamines ont un effet sur la cicatrisation. En inhibant la migration des fibroblastes, elles ralentissent le processus d'épithélialisation (Stojadinovic et al., 2012).

3. Un aperçu des complications septiques suite aux chirurgies

3.1. Nature et fréquence des complications septiques

Nous n'aborderons ici que les complications septiques, c'est-à-dire dues à une infection microbienne. Nous ne développerons donc pas les complications liées à la technique chirurgicale, telles que lésions d'organes, hémorragie, hernie abdominale, etc. Cependant, ces complications peuvent favoriser la propagation d'une infection et ainsi le développement des complications septiques que nous allons présenter. En effet, la formation d'un hématome est favorable à la multiplication des bactéries et peut entraîner la formation d'abcès par exemple ; de même le traumatisme des tissus ralentit la cicatrisation et augmente les risques de contamination.

Les complications septiques faisant suite à une chirurgie peuvent être locales, loco-régionales et généralisées.

- Complications locales :

Les complications locales concernent la plaie de chirurgie. L'infection d'une plaie se caractérise par les signes suivants : (Desrochers et al., 1996)

- Œdème et sérome : ils sont dus à une augmentation de la perméabilité vasculaire, conséquence du processus inflammatoire, et à une extravasation de fluide dans l'espace sous-cutané.
- Suppuration : écoulement de pus, liquide septique composé de neutrophiles et de bactéries.
- Emphysème sous-cutané : accumulation de gaz sous la peau, faisant suite à l'ouverture de la cavité abdominale. L'emphysème est fréquent après une laparotomie. Dans une expérience en 2013, Braun montre que sur 25 animaux ayant subi une laparotomie, 19 présentent de l'emphysème, mis en évidence par échographie (Braun et al., 2011).
- Douleur.

L'infection de la plaie concerne environ 10% des procédures chirurgicales d'après Desrochers (Desrochers et al., 1996). Roy compte 10.9% de cas d'infection suite à une omentopexie sur déplacement de caillette à gauche réalisée « à la ferme » (Roy et al., 2008), tandis que Bédard compte seulement 4.3% d'infections de la plaie après laparotomie au sein du CHUV de Montréal (Bédard et al., 2001). Il semble alors que la fréquence des complications soit influencée par l'environnement. Une expérience de Williams regroupant 86 bovins ayant subi une chirurgie de l'ombilic compte un taux de complications de 73%, parmi lesquels 59% sont des infections de la plaie (les autres sont des complications plus sévères) (Williams et al., 2014). La fréquence des complications dépend également de la nature de l'intervention et de l'affection.

L'infection du site opératoire (ISO) est plus ou moins fréquente en fonction de sa localisation. Le taux d'infection d'une plaie de laparotomie est significativement plus élevé si la voie d'abord est ventrale (35.4%) que si l'approche se fait par les flancs (2.4%) (Desrochers et al., 1996). De même, une étude rétrospective réalisée par Schulz et Anderson entre 1998 et 2006 sur 53 cas d'énucléation sur bovins montre une incidence d'infection de l'orbite de 19%, l'orbite constituant dans ce cas, l'environnement direct du site chirurgical (Schulz, Anderson, 2010).

Enfin, une complication locale non citée par Desrochers est le retard de cicatrisation. Ce retard peut être d'origine aseptique (hypercortisolémie, carences nutritionnelles, etc.), comme détaillé précédemment, mais un phénomène septique peut également être à l'origine d'un retard de cicatrisation. En effet, l'infection prolonge la phase de détersion et amplifie les phénomènes d'inflammation et de nécrose, favorisant la déhiscence de la plaie (Hé, 2006).

Ces complications locales représentent les complications les plus fréquentes faisant suite à une chirurgie chez le bovin.

- Complications loco-régionales :

Les complications loco-régionales concernent les tissus proches de la plaie.

- L'abcès : foyer infectieux purulent délimité par une coque fibreuse. L'abcès de paroi est une des complications de laparotomie fréquemment citée. Cependant il est compliqué d'évaluer sa fréquence toutes chirurgies confondues. D'après Hanzen, ces abcès représentent 30% des complications après césarienne (Hanzen et al., 2011a).
- Le phlegmon : suppuration mal délimitée et diffuse. Bien qu'il puisse affecter de nombreux organes, il est relativement fréquent de le trouver au niveau des pieds des bovins, où il est plus communément appelé panaris. Le panaris, bien que souvent d'étiologie traumatique, peut faire suite à l'infection d'une plaie de chirurgie d'onglon par exemple.
- La péritonite locale : inflammation séro-fibrineuse localisée. L'infection et ses conséquences sont circonscrites. Bien que d'extension limitée, elle peut entraîner la formation d'adhérences aux répercussions mécaniques conséquentes, notamment sur la sphère digestive. Cependant la formation d'un point de péritonite focale peut être recherchée, dans le cas d'une abomasopexie par exemple. Dans une expérience de Seeger en 2006, un peu plus de 3% des vaches (2/60) ayant subi une abomasopexie par laparoscopie ont développé une péritonite locale qui s'est emballée (Seeger et al., 2006).
- La cellulite : inflammation suppurative et diffuse du tissu conjonctif causée par une co-infection à *Streptococcus spp.* et *Corynebacterium spp.* Elle est rarement observée chez les bovins (Pathan et al., 2012). Pour le même groupe de vaches, Seeger dénombre 3 cas de cellulite (soit 5%) suite à l'intervention (Seeger et al., 2006).

- Complications généralisées :

Les complications généralisées consistent en une infection de l'ensemble des organes à proximité du site chirurgical. Elles engagent le pronostic vital de l'animal à court terme.

- La péritonite diffuse : inflammation séro-fibrineuse de la cavité abdominale faisant suite à l'exposition à un facteur infectieux ou irritant. Elle correspond à la réponse de l'organisme face à une agression. Des facteurs inflammatoires passent dans la cavité abdominale et s'accompagnent d'une fuite de liquide et de protéines. Ce liquide inflammatoire sécrété en grande quantité dans la cavité abdominale est favorable à la multiplication bactérienne, conduisant à une infection généralisée de la cavité. En quelques jours se dépose de la fibrine en grande quantité, progressivement remplacée par de la fibrose et la formation d'adhérences (Wittek, 2014). Selon Seeger, la péritonite diffuse est une complication rare de la chirurgie de la caillette (Seeger et al., 2006). Elle serait plus fréquente après une césarienne, au cours de laquelle la cavité abdominale est souillée par les eaux fœtales. Une infection péritonéale adviendrait dans 14% des césariennes (Hanzen et al., 2011b). Cependant dans cet article aucune différence n'est faite entre péritonite locale et inflammation diffuse. Enfin, la péritonite peut être une complication plus fréquemment observée chez les jeunes animaux, du fait de la prévalence plus élevée de translocation bactérienne à l'occasion d'une chirurgie. Les bactéries issues du tube digestif du jeune animal passent à travers la muqueuse intestinale vers les ganglions mésentériques et rejoignent d'autres organes, pouvant conduire à une inflammation généralisée de la cavité péritonéale, *i.e.* à une péritonite diffuse (Mulon, Desrochers, 2005).
- La péritonite pariétale fibrineuse : aussi appelée clapier péritonéal, elle correspond à la « formation entre la paroi musculaire et les organes abdominaux d'une épaisse capsule fibreuse, contenant quelques litres à plusieurs dizaines de litres d'un liquide inflammatoire et de la fibrine » (Lamain et al., 2012). Elle complique 0.7% des laparotomies tous types confondus selon Lamain, et 1.4% des césariennes selon Hanzen, et compte une mortalité de 13%. D'étiologie indéterminée, c'est un processus probablement multifactoriel pour le moment encore méconnu.

Ces complications, plus particulièrement les atteintes loco-régionales et généralisées, peuvent se manifester en premier lieu par une atteinte de l'état général de l'animal : diminution de l'activité, ralentissement voire arrêt du transit, isolement, etc.

A toutes ces complications s'ajoutent les complications propres à un certain type de chirurgie. Nous pouvons citer la métrite, qui complique 7.4% des césariennes (Hanzen et al., 2011b), les mammites qui compliquent un certain nombre de chirurgies du trayon, ou encore les arthrites et les ostéomyélites qui peuvent faire suite à la réduction chirurgicale d'une fracture ouverte et dont l'incidence est plus élevée pour les fractures

du tibia, du fémur et du canon (Chatré, 2010). Nous ne détaillerons pas toutes ces complications spécifiques.

Enfin, il est compliqué d'attribuer un taux de complications à chaque type d'intervention. En effet, de nombreux facteurs tels que l'expérience du chirurgien, la présence ou non de comorbidités chez l'animal et les conditions de réalisation influent sur ce taux. A titre d'exemple, des taux de complications allant de 1.3 à 25.9% ont été calculés pour la césarienne (Dumas et al., 2016).

Les complications impactent non seulement la santé et le bien-être animal, mais représentent aussi un coût financier non négligeable du fait du coût du traitement et de la perte de valeur économique de l'animal et/ou de ses productions.

3.2. Les germes impliqués

Les sources de contamination au cours d'une chirurgie peuvent être séparées en deux groupes (Mijten et al., 1997) :

- Contamination par la flore exogène : la flore exogène pénètre dans l'organisme *via* la plaie de chirurgie. Elle est composée de la flore cutanée de l'animal et de la flore de l'environnement.
- Contamination par la flore endogène : la flore endogène est présente dans l'organisme avant le début de la chirurgie. Elle a différentes origines en fonction de la nature de l'intervention. Lors d'une césarienne, elle est véhiculée par les eaux fœtales, qui sont elles-mêmes contaminées par la flore de la sphère génitale du péri-partum. Lors d'une chirurgie avec ouverture du tractus digestif, la flore endogène est celle de la portion du tube digestif concernée. Lors d'une chirurgie sur une infection ombilicale, un abcès hépatique ou une ouraquite peuvent être sources de flore endogène, etc.

Afin d'évaluer la nature des agents infectieux à l'origine d'une complication septique post-chirurgicale, il convient donc de s'intéresser à la composition de ces différentes flores.

- La flore cutanée :

La flore cutanée est elle-même divisée en 2 groupes : la flore cutanée résidente et la flore cutanée transitoire. La flore transitoire est facilement éliminée de la zone opératoire avec les détergents chirurgicaux classiques (povidone iodée, chlorexidine) mais il est plus compliqué d'éliminer la flore résidente. Dans une expérience où il compare 4 protocoles de préparation préopératoire, Bédard isole, identifie et quantifie cette flore cutanée présente avant et après préparation. Le nombre d'UFC (Unités Formant Colonie) est significativement diminué après préparation chirurgicale. Le comptage avant préparation est de 2500 UFC/gélose, soit le nombre maximal

délectable. Que ce soit avant ou après préparation, la flore isolée est en grande majorité composée de *Bacillus spp.* et de *Staphylococcus spp.* non hémolytique, auxquels s'ajoutent en moindre quantité *Corynebacterium spp.*, *Escherichia coli* et *Acinetobacter spp.* (Bédard et al., 2001). L'importance des 2 premières bactéries s'explique certainement par leur abondance dans l'environnement.

Par ailleurs, la flore cutanée serait également composée de bactéries qui ne poussent pas en cultures « classiques » et qui auraient un rôle de protection de la barrière cutanée. L'équilibre de cette flore protectrice serait perturbé par les antimicrobiens de la préparation pré-chirurgicale et par l'inflammation due aux traumatismes chirurgicaux. Nous ne disposons pas de données vétérinaires spécifiques sur ce sujet et son étude ne fait que débiter en médecine humaine. Cependant il est intéressant de mentionner que la flore cutanée n'est pas seulement nocive, elle assure l'homéostasie cutanée et elle prévient la colonisation par une flore pathogène (Dumas et al., 2016 ; Romano-Bertrand et al., 2015). Sa perturbation est peut-être à l'origine de certaines complications.

- La flore génitale péri-partum :

Pendant la gestation, l'utérus sain est stérile. Mais le déclenchement du part entraîne l'ouverture du col et la dilatation de la vulve, permettant ainsi la contamination de l'utérus par la flore vaginale et fécale. Mitjen montre que la contamination des eaux fœtales se fait avant même la rupture du sac amniotique (Mijten et al., 1997). Dans son étude, il semblerait que les palpations transvaginales réalisées par l'éleveur, communes avant une césarienne, n'aient pas d'effet significatif sur le nombre de bactéries présentes dans l'utérus après le part. Cependant Mitjen le dit lui-même, l'effectif de l'expérience est réduit et il existe en réalité une grande variabilité des conditions dans lesquelles sont réalisées ces fouilles sur le terrain. Il est donc raisonnable de penser que, si réalisées sans nettoyage préalable de la région péri-vulvaire, ces manipulations favorisent la contamination des eaux fœtales et augmentent ainsi la contamination endogène du site chirurgical.

Tout comme la flore cutanée, la flore génitale est de nature très variée. On trouve dans l'utérus post-partum des bactéries de l'environnement et de la flore fécale : coliformes, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, entérocoques, *Fusobacterium spp.*, *Bacillus spp.*, *Acinetobacter spp.*, pasteurillacées, clostridies, *Micrococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Aspergillus spp.*, *Bactéroïdes spp.*, *Aeromonas spp.*, ainsi que des bactéries spécifiques de la flore vaginale comme *Trueperella pyogenes* (anciennement *Arcanobacterium pyogenes* et aussi *Corynebacterium pyogenes*), *Prevotella spp.* et *Corynebacterium spp.* D'un point de vue quantitatif, les agents infectieux les plus fréquemment isolés sont *T. pyogenes*, *E. coli*, *F. necrophorum*, *Streptococcus spp.* et *Bacillus licheniformis* (Noakes et al., 1991 ; Sheldon, 2004).

- La flore abomasale :

Lors de la chirurgie de la caillette, cette dernière peut être ponctionnée voire ouverte, ce qui peut entraîner une contamination par la flore abomasale. Celle-ci est principalement composée de *Prevotella spp.*, de clostridies, de *Succinivibrio spp.* et de *Spirochaetaceae* (Li et al., 2011). Cependant, une étude menée par Wittek en 2012 montre que des ponctions répétées de la caillette, lors de la résolution chirurgicale d'un déplacement de caillette à gauche, sont responsables d'une inflammation aseptique (par augmentation des leucocytes dans le liquide péritonéal) sans augmenter le risque de contamination bactérienne. En effet aucune bactérie n'est isolée dans le liquide péritonéal après chirurgie (Wittek et al., 2012).

Les agents responsables des complications septiques post-chirurgicales sont très variés et majoritairement bactériens. Les infections induites sont donc essentiellement poly-microbiennes. Leurs caractéristiques morphologiques et biologiques sont très diverses ; on trouve des coques et des bacilles, des Gram + et des Gram -, des anaérobies strictes ou facultatives ainsi que des aérobies strictes. Cette diversité explique la variété de formes que peut prendre l'infection post-chirurgicale.

De plus il existe des mécanismes de synergie entre certains de ces agents infectieux. C'est le cas par exemple de *F. necrophorum* et *T. pyogenes*, deux bactéries fréquemment isolées dans la plaie de chirurgie de césarienne. *T. pyogenes* sécrète une substance qui stimule la croissance de *F. necrophorum*, tandis que *Fusobacterium* la protège de la phagocytose via la production d'une leucotoxine (Rzewuska et al., 2019). Ainsi la co-infection par les deux bactéries est plus virulente et cause plus de dégâts tissulaires que l'infection par un seul de ces agents (Ruder et al., 1981).

Dans un contexte d'élevage rural, les conditions dans lesquelles sont réalisées les chirurgies présentent de nombreux facteurs de risque : environnement contaminé, état physiologique de l'animal, contraintes économiques, etc. favorisant les complications post-chirurgicales. Ces complications mettent en danger la santé et l'avenir économique de l'animal. Les facteurs de risque étant compliqués voire impossible à maîtriser, le vétérinaire chirurgien recourt à des antibiotiques, afin de diminuer la prévalence de ces complications.

II. Les impacts néfastes des antibiotiques sur l'élevage

Les antibiotiques sont des médicaments qui empêchent la croissance des populations bactériennes (antibiotique bactériostatique) ou qui les tuent (bactéricide). Ils constituent, avec les antifongiques et les virucides, les agents anti-infectieux. Alors que les premières molécules antibiotiques sont découvertes dans le début des années 1900, leur action antibactérienne n'est mise en évidence que plus tard. En 1928, Alexander Fleming découvre par mégarde que la pénicilline inhibe la croissance des staphylocoques (Bréchet, 2014). D'autres découvertes ont suivi et c'est après la 2^e Guerre mondiale que leur utilisation s'est répandue en médecine humaine. Dès 1950, ils sont utilisés dans l'élevage, afin de traiter mais aussi d'accélérer la croissance (Guillot, 1989). En 2001, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 50% des antibiotiques dans le monde sont destinés aux animaux. Aujourd'hui encore largement utilisés par les vétérinaires ruraux, ils sont cependant pointés du doigt.

1. Des produits coûteux

Tout d'abord, les antibiotiques ont un coût. Ils représentent aujourd'hui 15 à 20% du marché des médicaments vétérinaires (Lesage, 2015). D'après l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES), 28% du tonnage des antibiotiques vétérinaires (toutes espèces confondues) sont administrés aux bovins en France en 2018 (ANSES, 2019b).

Cependant ces chiffres ne permettent pas d'estimer le coût des antibiotiques administrés spécifiquement dans le cadre des chirurgies. Pour cela, le tableau 1 donne un aperçu des prix de quelques spécialités antibiotiques, couramment utilisées à l'occasion des chirurgies sur bovin. Les volumes à administrer sont tirés des Résumés des Caractéristiques Produit (RCP) et les prix des flacons, exprimés Hors Taxe (HT) sont issus du catalogue de la centrale ALCYON (tarifs juin 2020). Il faut donc compter environ 15€ HT pour 3 jours de traitement et 23€ HT pour un traitement de 5 à 6 jours. Procactive®, spécialité à base de pénicilline G, fait exception car elle présente un tarif avantageux et ne nécessite pas d'administrer de gros volumes.

Tableau 1 : Exemple des coûts de traitements pour quelques spécialités antibiotiques, d'après (ALCYON, 2020)

Nom déposé (Principe actif)	Volume à administrer pour un animal de 600kg	Prix du flacon (HT)	Coût du traitement (HT)
Procactive® (Pénicilline G)	20mL/jour	9.32€ /100mL	3 jours : 5.60€ 5 jours : 9.32€
Shotapen® (Pénicilline G + DHS)	60mL toutes les 72h	22.26€ /100mL 43.31€ /250mL	3 jours : 13.40€ 6 jours : 20.80€
Vetrimoxin 48h® (Amoxicilline)	60mL/jour toutes les 48h	32.18€ /250mL	3 jours : 15.50€ 6 jours : 23.20€
Oxytétracycline 10%® (oxytétracycline)	30mL/jour	18.14€ /100mL 38.96€ /250mL	3 jours : 16.30€ 5 jours : 23.40€

En résumé, les antibiotiques représentent un poste de dépense supplémentaire, et leur prix s'ajoute à celui de l'acte chirurgical en lui-même.

2. Résidus antibiotiques et temps d'attente

2.1. La notion de résidus antibiotiques

Les traitements antibiotiques administrés aux animaux destinés à la consommation humaine, ou dont les produits le sont, peuvent être à l'origine de « traces » dans les denrées alimentaires (viande, lait), que l'on appelle résidus antibiotiques. Le règlement CEE n°2377/90 définit le terme de résidus de médicaments vétérinaires comme « toutes les substances pharmacologiquement actives, qu'il s'agisse de principes actifs, d'excipients ou de produits de dégradation, ainsi que leurs métabolites restant dans des denrées alimentaires obtenues à partir d'animaux auxquels le médicament vétérinaire en question a été administré » (Le conseil des communautés européennes, 1990).

Ces résidus ne sont pas sans effet sur la santé du consommateur. Tout comme les autres médicaments vétérinaires, ils peuvent avoir une certaine toxicité pour l'organisme humain, quoique cette toxicité soit relativement limitée pour les antibiotiques. Ils peuvent également être à l'origine de réactions allergiques. Parmi les familles d'antibiotiques, les β -lactamines sont celles qui génèrent le plus d'allergies ; la présence de résidus peut entraîner la mort par choc anaphylactique chez un consommateur allergique (Bandelier et al., 2008).

Un autre danger des résidus antibiotiques dans les denrées d'origine animale est le pouvoir cancérogène de certaines familles. Ce danger étant trop sérieux, ces familles

sont interdites dans le traitement des animaux destinés à la consommation humaine. C'est le cas par exemple des nitrofuranes (Stoltz, 2008).

Les résidus antibiotiques peuvent également interagir avec le microbiote intestinal des consommateurs et le déséquilibrer, voire même favoriser la colonisation par des bactéries pathogènes pour l'homme (Cerniglia, Kotarski, 2005). Cette possible interaction pourrait aussi favoriser l'apparition d'antibiorésistances chez l'homme, mais nous détaillerons ce point dans la prochaine partie.

Enfin les résidus antibiotiques peuvent inhiber le processus de fermentation du lait, nécessaire à la fabrication de nombreux produits laitiers. Leur présence est donc fortement pénalisante pour la valorisation des produits de l'élevage bovin laitier (Jacquet, Auxepaules, 1978).

Afin de prévenir ces effets néfastes des résidus antibiotiques, la Commission Européenne définit pour chaque substance et chaque espèce cible une limite maximale de résidus (LMR). La LMR est la « concentration maximale en résidus, résultant de l'utilisation d'un médicament vétérinaire, sans risque sanitaire pour le consommateur et qui ne doit pas être dépassée dans ou sur les denrées alimentaires » (AFMPS, 2016).

2.2. Temps d'attente et pertes économiques associées

De cette notion de LMR découle celle du temps d'attente, qui est le temps à respecter entre la dernière administration du traitement considéré, et l'abattage ou la traite en vue de commercialiser les denrées issues de l'animal traité. Ce temps d'attente garantit que les concentrations en résidus dans les denrées sont inférieures aux LMR, et donc garantit l'innocuité pour le consommateur (Minvielle, Ellouze, 2010). Les temps d'attente sont propres à chaque spécialité et à chaque type de denrées. Ainsi pour chaque spécialité, l'autorisation de mise sur le marché (AMM) précise le temps d'attente pour la viande et les abats, et pour le lait (et autre produits : œufs, miel).

Toutes les spécialités antibiotiques ont un temps d'attente non nul pour le lait et la viande. Ainsi, en élevage laitier le lait des traites suivant l'administration d'antibiotiques ne peut être commercialisé, ce qui représente une perte économique directe, qui s'ajoute au prix du traitement.

En ce qui concerne la viande et les abats, certaines spécialités ont un temps d'attente très long, qui peut différer la vente d'un animal. Par exemple les spécialités à base de gentamicine (ex : Vetrigen®, G4®, etc.) ont un temps d'attente viande et abats aux alentours de 200 jours.

Enfin, la présence de certains résidus exclut complètement les produits animaux du circuit de consommation ; c'est le cas de la gentamicine et des produits laitiers. Le lait produit par une vache ayant reçu de la gentamicine n'est pas commercialisable.

3. Des antibiotiques dont l'efficacité diminue : l'antibiorésistance

Dès les premiers essais ayant suivi les découvertes de Fleming, les scientifiques constatent que certaines bactéries résistent à certains antibiotiques, et en 1945, Fleming lui-même émet des inquiétudes quant aux risques que pourrait représenter une utilisation inadaptée de ces nouveaux médicaments « miracles » (Fortané, 2018).

3.1. Apparition de gènes de résistance aux antibiotiques

L'apparition de résistances chez les bactéries est un phénomène naturel, qui intervient au gré des mutations. Ces mutations sont des événements biologiques hasardeux qui mènent à l'apparition spontanée de nouvelles versions de gènes. De telles mutations peuvent entraîner des modifications morphologiques ou métaboliques chez une bactérie et sont le plus souvent létales.

Cependant, elles peuvent aussi lui conférer des avantages, comme une faculté de résister à une molécule antibiotique. Les mécanismes de résistance sont de deux types (Béraud et al., 2008) :

- Des mécanismes pharmacocinétiques : les mutations peuvent entraîner une diminution de la perméabilité membranaire aux antibiotiques, augmenter l'élimination des antibiotiques hors de la bactérie, ou encore conférer aux bactéries des possibilités de biotransformation des antibiotiques.

Par exemple, certaines bactéries produisent une β -lactamase, qui inhibe l'action des β -lactamines. Ces bactéries sont donc résistantes à cette famille (Mainardi, 2015).

- Des mécanismes pharmacodynamiques : les mutations peuvent aussi altérer les cibles de l'antibiotique chez la bactérie.

C'est le cas de la résistance aux fluoroquinolones, dont l'action bactéricide passe par la fixation sur 2 enzymes essentielles à la synthèse de l'ADN : ADN-gyrase et topoisomérase. Les bactéries résistantes possèdent des enzymes dont le site de fixation est modifié. Ainsi, les fluoroquinolones se fixent mal sur ces enzymes et voient leur bactéricidie diminuée (Mainardi, 2015).

3.2. Sélection de ces résistances

L'apparition d'une résistance chez une bactérie ne suffit pas à conférer un avantage à toute une population bactérienne. Il faut que cette mutation soit sélectionnée. Cette sélection se fait par les contraintes de l'environnement de la bactérie, que l'on appelle des pressions de sélection. Si une population bactérienne est soumise à un traitement antibiotique et qu'une bactérie a acquis une résistance vis-à-vis de cet antibiotique, les autres bactéries vont être éliminées par le traitement mais pas la bactérie résistante. Cette bactérie va donc se multiplier, prenant la place des bactéries tuées par le traitement. Le gène de résistance voit sa prévalence augmenter dans la population en question.

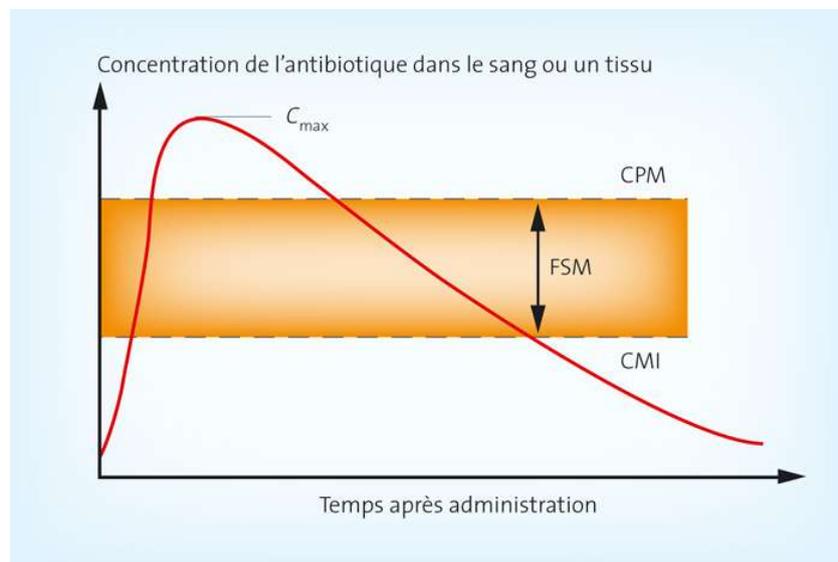


Figure 2 : Schématisation pharmacocinétique de la fenêtre de sélection des mutants, d'après (Béraud et al., 2008)

La faculté d'un traitement à sélectionner une résistance dépend notamment de la dose administrée. Introduisons la notion de fenêtre de sélection des mutants (FSM) (voir figure 2). Il s'agit de l'intervalle de concentration en antibiotique contenu entre la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration de prévention des mutants (CPM). Au-dessous de la CMI, l'antibiotique n'a pas d'effet notable sur la population bactérienne ciblée : il n'exerce donc aucune pression de sélection. Au-dessus de la CPM, l'antibiotique est efficace sur l'ensemble de la population bactérienne, notamment les mutants. Là encore, aucune résistance n'est sélectionnée. Afin de limiter l'apparition d'antibiorésistances, il convient donc d'adopter un schéma thérapeutique qui limite le temps où les concentrations sont comprises dans la FSM, et viser des concentrations tissulaires supérieures à la CPM.

3.3. Dissémination du gène de résistance

Un gène de résistance peut disséminer par différentes voies. La première se fait par transmission verticale au cours de la multiplication bactérienne. La réplication, copie fidèle du matériel génétique d'une cellule mère, entraîne la transmission des résistances aux cellules filles.

Si le gène de résistance est porté par un plasmide, il peut aisément être transmis horizontalement à d'autres bactéries. Ces bactéries ne sont pas nécessairement de la même espèce. Ainsi des antibiorésistances peuvent apparaître dans des populations bactériennes qui n'ont jamais été soumises à un traitement antibiotique, par la simple « mise en contact » de bactéries résistantes avec des bactéries naïves.

Ainsi, le microbiote de l'homme peut développer des résistances s'il est mis au contact de populations bactériennes animales, par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés, ou par des contacts rapprochés inter-espèces par exemple.

Selon certains auteurs, cela peut expliquer le risque lié aux résidus antibiotiques que nous avons évoqué précédemment. Si des métabolites antibiotiques sont ingérés *via* la consommation de denrées issues d'animaux traités et pour lesquels les temps d'attente n'ont pas été respectés, la flore digestive du consommateur pourrait développer des résistances (Cerniglia, Kotarski, 2005). Les études permettant d'affirmer le pouvoir de sélection des résidus antibiotiques sont cependant encore rares.

Enfin, les plasmides, vecteurs de la transmission horizontale, comptent pour 80% des résistances (Santé Publique France, 2019). Ils peuvent comporter plusieurs gènes de résistance à différents antibiotiques. On parle alors de bactéries multi-résistantes (BMR). Les plasmides peuvent aussi porter des gènes de résistance à d'autres facteurs, comme les métaux lourds ou les UV. Ils permettent à la bactérie de résister à plusieurs pressions de sélection. L'exposition de bactéries possédant de tels plasmides à un seul de ces facteurs permet la sélection de tous les gènes de résistance. Ainsi il existe des réservoirs : des niches écologiques exposées à de nombreuses pressions de sélection et donc propices à la sélection de résistances. C'est le cas de la flore fécale des animaux, qui est exposée à des modifications alimentaires, des traitements, des bactéries pathogènes à tropisme digestif, etc. (Béraud et al., 2008).

3.4. Les dangers de l'antibiorésistance

Le développement des résistances aux antibiotiques chez l'animal a pour effet de diminuer l'efficacité des traitements qui composent l'arsenal thérapeutique du vétérinaire. Des résistances sont apparues seulement quelques années après le début de l'utilisation des antibiotiques à grande échelle. Elles concernent aujourd'hui toutes les familles d'antibiotiques. Mais cela fait plus de 20 ans que nous n'avons pas découvert de nouvelles familles. En l'absence de nouveaux traitements, les possibilités thérapeutiques diminuent au fur et à mesure que les résistances se développent, ce qui en fait un problème de santé animale.

Cela ne concerne pas seulement la médecine vétérinaire. Etant donné les contacts étroits entre les flores animales et humaines, et les transmissions des résistances inter-espèces, ces difficultés de traitement touchent aussi la santé publique. Ainsi chaque année en France, les BMR seraient responsables de 158 000 infections et de 12 500 décès (Colomb-Cotinat et al., 2016). Aujourd'hui les résistances aux antibiotiques tuent 700 000 personnes dans le monde tous les ans (O'Neill, 2014). Nous avons introduit précédemment la notion de bactérie multi-résistante. Lorsque les multi-résistances concernent la plupart des antibiotiques, on parle de bactérie hautement résistante (BHRe). Ces BHRe constituent un danger majeur et leur diffusion est à proscrire. En cas de multiplication de ces bactéries et de dissémination de leurs multiples résistances, les impasses thérapeutiques chez l'homme se feraient de plus en plus fréquentes, et des maladies aujourd'hui éradiquées, ou *a minima* contrôlées, pourraient revoir le jour. C'est le cas de la tuberculose en Europe, maladie bactérienne due à *Mycobacterium tuberculosis*, pour laquelle le développement des antibiotiques a permis de trouver un traitement dans les années 1970. Toutefois la tuberculose n'est pas éradiquée et représente plus de 4000 cas par an en France (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2019). La population de *M. tuberculosis* présente des résistances. Si celles-ci se développaient, la tuberculose pourrait à nouveau causer une épidémie. Ce n'est qu'un exemple, les résistances antibiotiques pourraient mettre à mal les possibilités de traitements de nombreuses maladies bactériennes, ainsi que la gestion du risque infectieux post-chirurgical. En l'absence de traitement anti-infectieux efficace, certains redoutent un retour à une « médecine du Moyen Age ». En effet les avancées de la médecine actuelle reposent notamment sur la gestion des infections : chirurgie cardiaque, thérapie anti-cancéreuse, chirurgies plastiques post-traumatiques, etc.

Plusieurs auteurs craignent que l'antibiorésistance ne devienne, en 2050, l'une des premières causes de mortalité chez l'homme dans le monde, tuant 10 millions de personnes par an (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2018 ; O'Neill, 2014). Les régions du monde ne seraient pas exposées de façon équitable, comme le montre la figure 3.

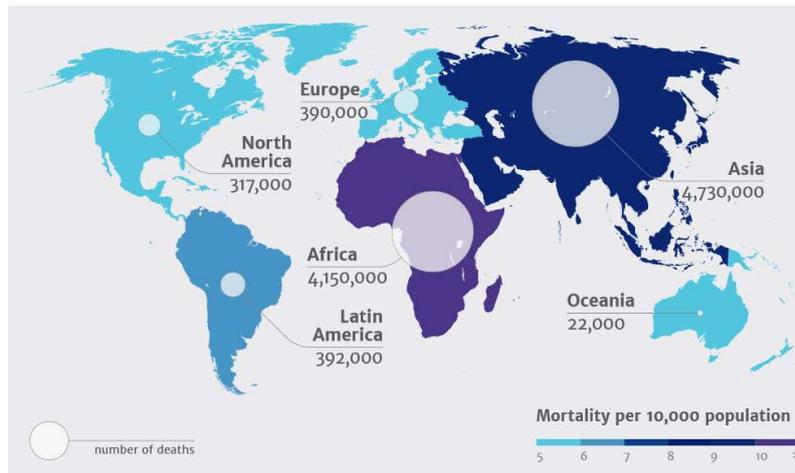


Figure 3 : Nombre annuel de morts attribuables aux multi-résistances par continent, d'ici 2050, d'après (O'Neill, 2014)

Afin de protéger l'arsenal thérapeutique des médecins, l'usage par les vétérinaires de certaines catégories d'antibiotiques particulièrement concernées par les résistances est restreint. En France, l'arrêté du 18 mars 2016 a fixé la liste de ces antibiotiques dits d'importance critique : les céphalosporines de 3^e et de 4^e génération et les fluoroquinolones (JORF, 2016). Il est à noter que la liste des antibiotiques critiques de l'OMS (disponible à l'annexe 1) inclut d'autres familles non citées par l'arrêté du 18 mars. Selon l'OMS, les macrolides et les glycopeptides sont aussi des antibiotiques d'importance critique de priorité majeure (OMS, 2017b).

L'accès restreint à ces antibiotiques a permis de diminuer leur utilisation et donc la fréquence des résistances chez les animaux, comme le montre la figure 4. Cependant, les résistances associées dans l'espèce humaine ne diminuent que depuis peu, et l'inflexion des courbes n'est pas si marquée (voir figure 5).

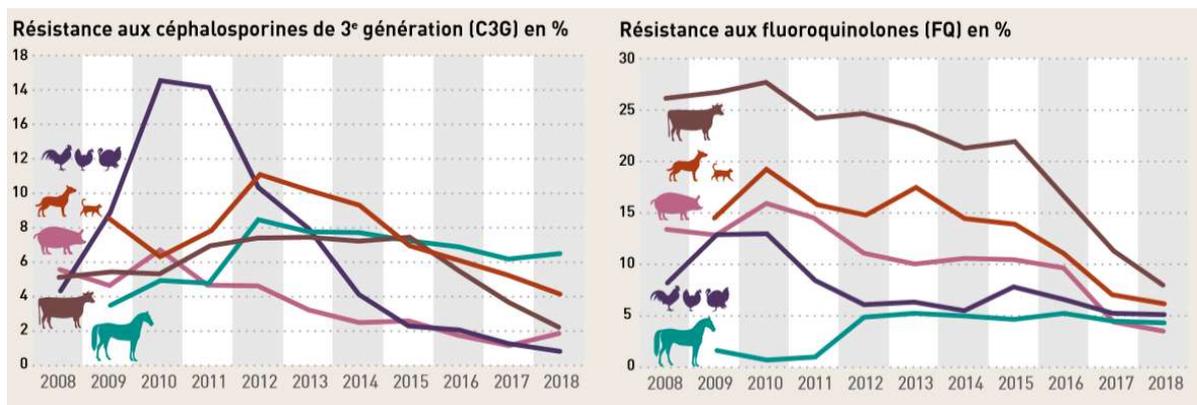


Figure 4 : Evolution des résistances aux antibiotiques critiques par E. coli chez les principales espèces domestiques entre 2008 et 2018, d'après (ANSES, 2019a)

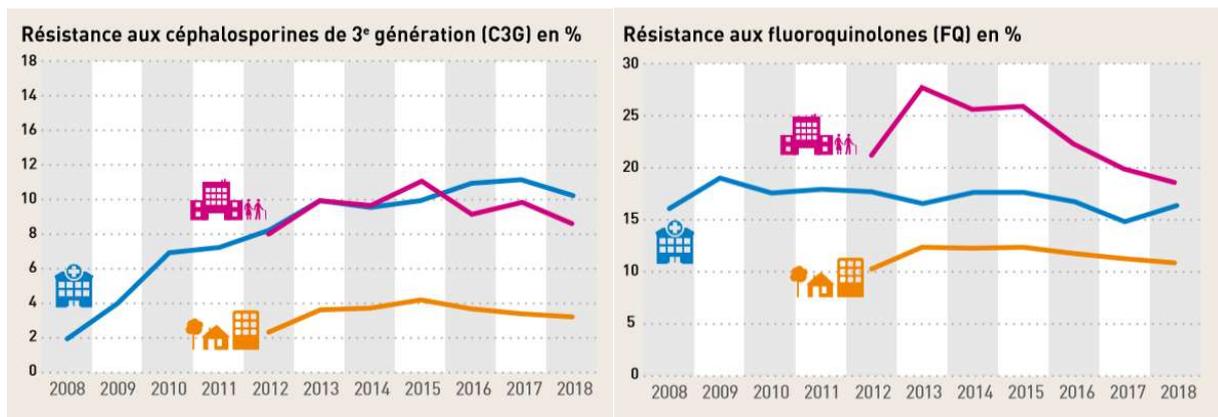


Figure 5 : Evolution des résistances aux antibiotiques critiques par *E. coli* chez l'homme entre 2008 et 2018, d'après (Répias, 2019)

Aux problématiques sanitaires que cela entraîne s'ajoute une problématique économique. En effet les antibiorésistances ont un coût ; elles prolongent le séjour des patients en hôpital, multiplient le nombre de traitements et de soins par patient et allongent le temps de convalescence. Le coût annuel attribuable à l'antibiorésistance est de 1.5 milliards d'euros en France et de 55 milliards de dollars aux États-Unis (Kardaś-Słoma, 2017). D'ici 2050, si le nombre de résistances continue d'augmenter au même rythme, cela pourrait coûter jusqu'à cent mille milliards de dollars au monde entier (O'Neill, 2014).

Enfin, le développement de résistances constitue un danger environnemental. Les bactéries susceptibles d'avoir développé des résistances au contact de traitements antibiotiques chez l'homme ou l'animal sont déversées en grande quantité dans l'environnement, à travers les effluents anthropiques et agricoles. Pour se faire une idée, l'agglomération parisienne rejette entre 40 et 100 mg de bactéries par litre d'eaux usées, dont 30 à 50% auraient acquis une ou plusieurs résistances (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, 2017). Cette contamination concerne les sols et les environnements aquatiques, et par conséquent les faunes sauvages qui les habitent, en faisant des réservoirs de résistance.

4. Une mauvaise image pour le grand public

Ces effets néfastes des antibiotiques peuvent justifier le fait qu'ils aient mauvaise presse auprès du grand public et que les consommateurs des produits de l'élevage se tournent vers des produits « sans antibiotique ». En effet, un sondage réalisé par l'institut français d'opinion publique (IFOP) pour la marque Fleury-Michon® en mars 2016 révèle que 81% des Français étaient « prêts à payer plus cher de la viande en grande surface certifiée "animaux élevés sans antibiotique" » (La France Agricole, 2016). Ce chiffre laisse penser que les Français se sentent aujourd'hui concernés par l'utilisation de ces produits dans l'élevage.

Cependant, un sondage de 2017 réalisé par l'IFOP à la demande du Ministère des Solidarités et de la Santé révèle que, bien que 85% des Français se disent « préoccupés par l'émergence d'antibiorésistances », plus de 50% d'entre eux reconnaissent ne pas savoir précisément de quoi il s'agit, voire pas du tout (IFOP, 2017). Donc bien qu'une majorité des consommateurs ne connaisse pas la notion d'antibiorésistance, et certainement les problématiques associées, elle s'en méfie et il semble que l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage oriente ses choix de consommation.

En plus des dangers que représente leur utilisation inadaptée pour la santé animale et publique, les antibiotiques sont un argument supplémentaire pour porter un coup à l'élevage. Or aujourd'hui celui-ci souffre de nombreuses critiques de la part de l'opinion publique. La consommation de viande ne cesse de diminuer depuis ces 10 dernières années ; en 2007 les Français consommaient en moyenne 153g de produit carné par jour, contre 135g/jour en 2016, cette baisse étant en majorité due à une diminution de la consommation de viande de boucherie (58g/jour/personne en 2007 contre 46 en 2016) (Tavoularis, Sauvage, 2018). Les détracteurs de l'élevage s'appuient sur des arguments écologiques, sanitaires et de bien-être animal, il ne faut pas que les antibiotiques deviennent un moyen supplémentaire de le fragiliser. Etant donné les difficultés économiques qui touchent l'élevage français, celui-ci ne peut que redouter une diminution du nombre de ses consommateurs.

Cependant, les antibiotiques constituent, aujourd'hui, une part indispensable de l'arsenal thérapeutique du vétérinaire, et ils permettent la prise en charge de nombreuses pathologies ayant une valence bactérienne ; ils sont donc nécessaires à la protection du bien-être animal. Or, comme on l'a dit précédemment, l'opinion publique est sensible à cette question. Il semble alors important, voire vital pour l'élevage français, d'informer le consommateur et de lui garantir une utilisation raisonnée et adaptée des antibiotiques, à défaut de disposer actuellement de moyens alternatifs.

A la frontière entre santé animale, santé publique et santé de l'environnement, la problématique de l'utilisation des antibiotiques s'inscrit dans le contexte « One Health ». Son approche doit donc être le résultat d'une concertation entre les différents acteurs. Dans le cadre de ce qui nous intéresse ici, leur utilisation lors d'une chirurgie sur bovin, il semble primordial que les vétérinaires et les éleveurs disposent de recommandations clairement formulées. Ces recommandations doivent s'appuyer sur des faits scientifiques et doivent être adaptées aux pratiques et aux contraintes de l'élevage.

III. Les recommandations actuelles doivent prendre en compte les dangers de l'antibiorésistance

1. Des objectifs de réduction globaux

1.1. Des mesures à l'échelle européenne

Afin de préserver l'efficacité des antibiotiques, des mesures de réduction de leur utilisation ont été mises en place à l'échelle de l'Union européenne. Conformément aux recommandations de l'OMS, le Parlement européen a interdit en 2006 l'utilisation des antibiotiques pour favoriser la croissance des animaux (OMS, 2017a). Ces pratiques, particulièrement dangereuses en terme d'antibiorésistance, consistent à administrer des antibiotiques à faible dose à des animaux sains dans le but d'augmenter la vitesse de croissance et l'indice de consommation, mais de ce fait les animaux reçoivent des doses qui sont inférieures aux CMI. Bien que controversée et manifestement dangereuse, cette utilisation est encore pratiquée dans certains pays.

Depuis, l'Union européenne ne cesse de prendre des mesures dans ce sens. En octobre 2018, le parlement européen a adopté le règlement (EU) 2019/6 qui bannit l'usage prophylactique et restreint l'usage métaphylactique des antibiotiques et prévoit de réserver certaines molécules à la médecine humaine uniquement. Ces mesures seront applicables à partir de janvier 2022. Les denrées animales provenant de pays hors UE devront alors respecter cette réglementation (Le Parlement européen, 2019).

Malgré des mesures communes, l'utilisation des antibiotiques par les productions animales est très variables d'un pays à l'autre. La figure 6 montre l'évolution de la vente d'antibiotiques vétérinaires dans 30 pays européens entre 2010 et 2016. Celle-ci est mesurée en mg/PCU, où PCU est la *Population Correction Unit*, soit la population animale susceptible d'être traitée.

On observe ainsi aisément les disparités entre les pays : la Chypre, l'Italie et l'Espagne semblent être les mauvais élèves, tandis que la Finlande, l'Islande, la Norvège et la Suède ont une consommation bien inférieure à celles des autres pays. Afin de correctement interpréter ces différences, il convient de prendre en compte la nature des productions animales de chaque pays, car certaines sont plus demandeuses d'antibiotiques (les élevages de porc et de volailles par exemple), ainsi que les formulations et les doses spécifiques à chaque espèce. En effet, ce graphe se base sur le poids des médicaments délivrés, toutes espèces confondues, et ne permet donc qu'une analyse partielle de la situation.

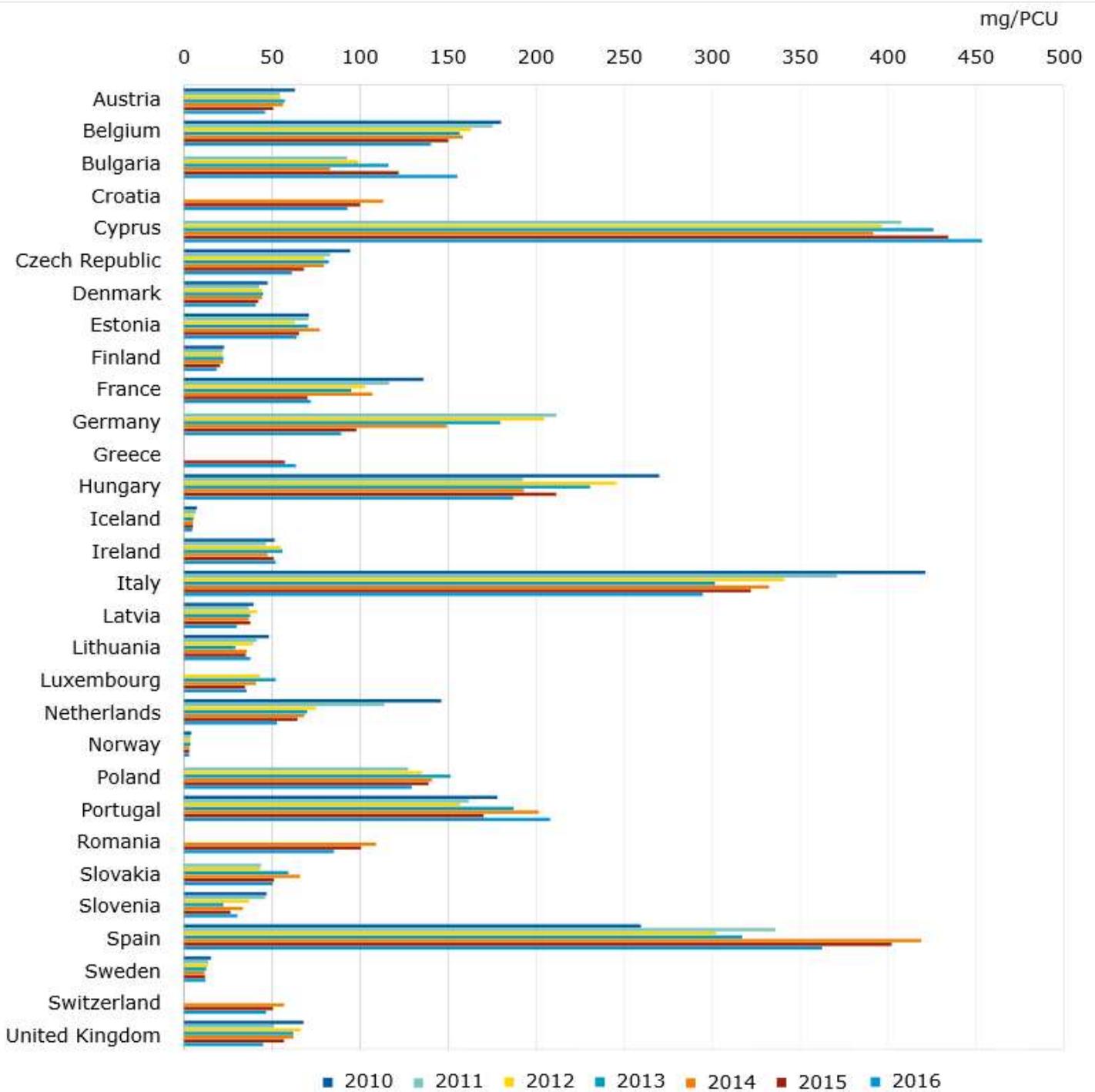


Figure 6 : Evaluation de la vente d'antibiotiques vétérinaires dans 30 pays européens entre 2010 et 2016, d'après (European Medicines Agency, 2018)

La figure 6 nous montre également que la consommation d'antibiotiques semble globalement diminuer, même si ce n'est pas vrai pour tous les pays. Par exemple, en Bulgarie et au Portugal, les ventes en 2016 sont supérieures aux ventes en 2010.

Bien que les pays membres de l'UE se voient imposer des mesures de restriction de l'utilisation des antibiotiques pour les animaux, et que celle-ci tend à diminuer, l'évolution n'est pas uniforme au sein du continent. Certains pays appliquent alors des mesures additionnelles afin d'infléchir un peu plus la courbe.

1.2. Des objectifs de réduction à l'échelle nationale : les plans Ecoantibio

Afin d'évaluer l'exposition des animaux aux antibiotiques, on utilise l'ALEA (*Animal Level Exposure to Antimicrobials*). Elle se calcule comme suit (INSEE, 2019) :

$$ALEA = \frac{\text{Poids vif traité}}{(\text{Nombre total d'animaux}) * (\text{Poids des animaux})}$$

En France, un premier plan Ecoantibio, piloté par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt a été mis au point en 2011. Il s'inscrit dans le cadre du projet agro-écologique qui veut répondre aux défis auxquels fait face l'agriculture (changement climatique, qualité et sûreté de l'alimentation, disponibilité des ressources, etc.). Mis en place entre 2012 et 2016, il était composé de 5 axes, divisés en 40 mesures, dont les objectifs étaient les suivants :

- la réduction de l'ALEA de 25% en 5 ans, avec un effort accru sur les antibiotiques critiques ;
- la protection de l'arsenal thérapeutique.

Ce premier plan fut un succès puisque l'ALEA a diminué de 37% entre 2012 et 2016, et cette diminution était encore plus forte pour les antibiotiques critiques : moins 75% pour les fluoroquinolones et moins 81% pour les céphalosporines de 3^e et de 4^e générations (Buzyn, Travert, 2017). La figure 7 s'intéresse de plus près à l'évolution de l'ALEA chez les bovins et par famille d'antibiotiques.

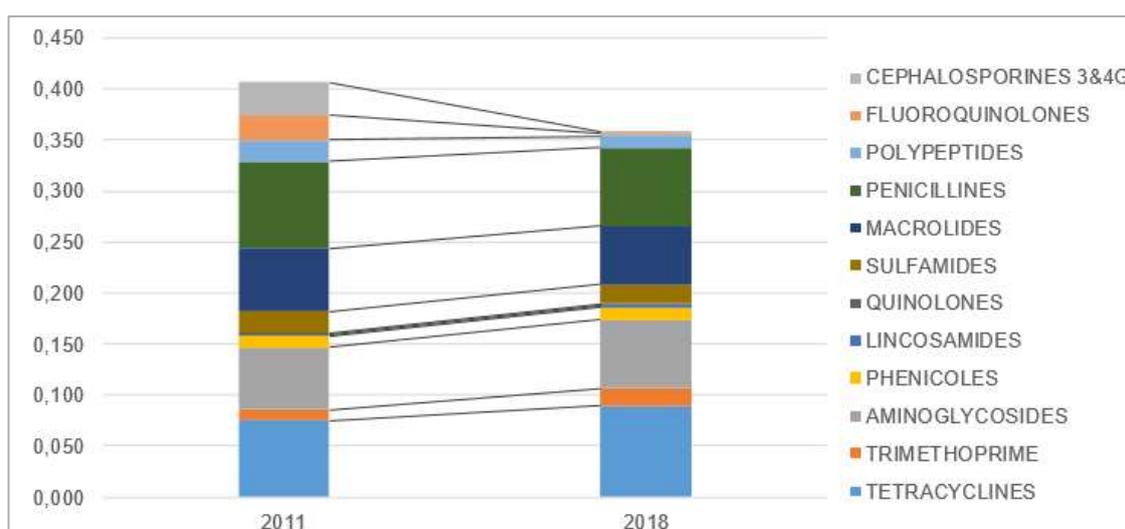


Figure 7 : Comparaison de l'exposition des bovins par famille d'antibiotiques entre 2011 et 2018, d'après (ANSES, 2019b)

On note une diminution de l’ALEA chez les bovins de 12.5%, soit inférieure à la diminution de l’ALEA toutes espèces confondues. De plus cette baisse est essentiellement due aux antibiotiques d’importance critiques et l’ALEA des autres familles n’a presque pas évolué entre 2011 et 2018 ; il a même légèrement augmenté pour le triméthoprim. L’effort a donc été réalisé pour les fluoroquinolones et les céphalosporines de dernières générations, mais les pratiques d’administration des autres familles ne semblent pas avoir beaucoup évolué et l’objectif des 25% n’est pas atteint si on ne considère que la filière bovine.

Fort de ces résultats positifs, un deuxième plan Ecoantibio a vu le jour en 2017, pour une durée de 5 ans. Avec son slogan « Les antibiotiques : comme il faut, quand il faut », il vise à valoriser les résultats du premier plan en maintenant les efforts engagés. Il est composé de 4 axes et est orienté vers des mesures incitatives, la formation des acteurs concernés et le développement de méthodes alternatives et de moyens de prévention des maladies infectieuses.

D’autres pays ont adopté des mesures qui leurs sont propres : c’est le cas de la Norvège qui, dès les années 1990, a banni l’utilisation des antibiotiques dans la pisciculture. Ceci a été permis par l’application de mesures d’hygiène strictes, et par la vaccination des saumons notamment (OMS, 2015).

Malgré des mesures gouvernementales et des objectifs clairs, les vétérinaires, principaux acteurs engagés dans la diminution de l’ALEA, ne disposent pas de recommandations précises pour certains domaines. C’est le cas en chirurgie des bovins, qui est une activité où l’administration d’antibiotiques est quasiment systématique, et qui manque pourtant de consignes officielles.

2. Application des principes d’asepsie en chirurgie des bovins

La contamination d’un site chirurgical ne donne lieu à une infection que si les deux conditions suivantes sont observées : la concentration en germes du site est supérieure à 1 million de germes par gramme, et le milieu est favorable à leur croissance (Poncet, 2017). Le site chirurgical, quelle que soit sa localisation, étant hautement favorable au développement des bactéries et autres agents infectieux, la prévention des infections post-chirurgicales doit se faire par la réduction du nombre de germes sur la zone opératoire. Les vétérinaires peuvent s’inspirer des recommandations faites en chirurgie humaine. Celles-ci doivent être adaptées à la pratique rurale.

2.1. La préparation du patient et du site opératoire

Le *Center for Disease Control and prevention* (CDC), une agence du gouvernement américain, a édité en 2017 des lignes de conduite afin de prévenir les infections du site chirurgical chez l'homme. Il est notamment recommandé d'apporter un soin particulier à la propreté du patient et du site chirurgical ; le patient devrait être lavé avec un savon ou un détergent antiseptique la veille de l'intervention. De plus, la préparation préopératoire de la zone chirurgicale est « essentielle » (Berríos-Torres et al., 2017). En pratique, il n'est pas raisonnable de doucher les bovins avant une intervention, mais ces recommandations du CDC suggèrent qu'il faut apporter un soin particulier à la préparation du site chirurgical, et que l'état de propreté des animaux est un facteur de risque de complications.

La préparation passe d'abord par la dépilation. Selon une étude de 1983, chez l'homme le rasage est responsable d'un risque accru d'infections post-chirurgicales, et il est aujourd'hui abandonné, au profit de la crème dépilatoire et de la tonte (Alexander, 1983). Cependant, Desrochers émet des réserves sur la possibilité d'extrapoler ces résultats chez les bovins, étant donnée l'épaisseur de poils qu'ils présentent. D'ailleurs dans une étude de 2001, Bédard compare 4 protocoles de préparation. Il n'y a pas de différence significative en terme d'infection entre le protocole où les animaux sont tondus et celui où ils sont tondus puis rasés, mais le deuxième protocole est associé à un taux de réactions cutanées significativement plus élevé (Bédard et al., 2001). Les auteurs s'accordent sur le fait qu'il faut préférer la tonte. Desrochers propose un protocole pour les bovins (Desrochers, 2005) :

- Tondre la zone en utilisant un sabot numéro 40, correctement lubrifié et acéré. Si l'animal possède un poil particulièrement épais, utiliser un sabot plus large dans un premier temps, puis terminer avec le sabot 40.
- Faire une tonte large, d'environ 20 à 30 cm de chaque extrémité de la plaie.

La deuxième étape de la préparation est le nettoyage de la zone. Elle doit alterner des étapes de brossage avec un détergent et des étapes de rinçage à l'eau propre. La mousse du détergent permet la mise en suspension des germes et le rinçage permet de les évacuer. Ce nettoyage est particulièrement important chez les bovins car il permet d'éliminer les poussières et la matière organique présentes sur la peau de l'animal. Il doit se faire avec une brosse douce de façon à ne pas irriter la barrière cutanée. On ne dispose pas de consensus quant à la durée optimale du nettoyage. A la lecture de différentes études comparatives évaluant plusieurs protocoles de préparation chirurgicale, on peut estimer que ce nettoyage doit durer entre 3 et 5 minutes (Bédard et al., 2001 ; Desrochers et al., 1996). Pour ce qui est de la nature du détergent à utiliser, les études ne mettent pas en évidence de différence d'efficacité entre les détergents à base de gluconate de chlorhexidine et ceux à base de povidone iodée.

Chacun des deux désinfectants possède ses avantages et ses inconvénients, qui sont résumés dans le tableau 2. Il peut être intéressant de les associer à l'alcool, dont l'action est immédiate ; cela permet d'augmenter l'efficacité du nettoyage par rapport au désinfectant seul. La solution alcoolique doit alors contenir 60 à 95% d'alcool (Desrochers, 2005).

D'après Bédard, un nettoyage correctement réalisé pendant 3 minutes permet de réduire la population bactérienne de 95.7 à 98% (Bédard et al., 2001).

Tableau 2 : Caractéristiques des principaux antiseptiques utilisés en chirurgie des bovins, d'après (Desrochers, 2005)

Principe actif	Mode d'action	Avantages	Inconvénients
Gluconate de chlorhexidine 4%	Bactéricide Précipite les protéines intracellulaire, fragilise la membrane cellulaire	Large spectre Action rapide Non irritant Rémanence : jusqu'à 6 heures Efficace en présence de matière organique	Contamination possible d'une solution trop diluée Cher Inactivée par certains savons et lotions
Povidone iodée	Bactéricide Inhibe la synthèse protéique et fragilise la membrane cellulaire	Large spectre Bon marché Rémanence : 1 à 2 heures	Irritant Efficacité moindre en présence de matière organique Délai d'action : 2min
Alcool	Bactéricide Fragilise les lipides	Spectre large Bon marché Action rapide Peut être combiné à la chlorhexidine et à la povidone iodée	Irritant Non rémanent Moins efficace à très haute concentration

La troisième et dernière étape est la stérilisation du site chirurgical. Lors de cette étape, il convient de séparer le site chirurgical en 3 zones, la première étant le site d'incision, la deuxième la zone en contact direct avec la zone 1 et la troisième la limite entre la zone 2 et les poils non tondus. La préparation stérile consiste en un nettoyage circulaire zone par zone, en commençant par la zone 1 et en terminant par la zone 3. Il doit durer 60 à 90 secondes par zones, soit entre 3 minutes et 4 minutes 30 au total et doit se faire en utilisant le même détergent que pour le nettoyage. Puis un rinçage est réalisé à l'alcool ou avec une solution saline stérile. En buiatrie, il est plus facile et plus économique d'utiliser de l'alcool. Enfin, 3 rinçages à l'alcool ou avec une solution désinfectante terminent la préparation.

En chirurgie humaine, ainsi qu'en canine, des champs stériles sont apposés sur le patient afin d'isoler le site chirurgical. Cependant leur utilisation est controversée en

chirurgie des bovins, du fait de leur difficulté de fixation. En effet, s'ils sont mal fixés et qu'ils bougent lors de la chirurgie, leurs frottements sur la peau peuvent mettre des germes en suspension dans l'air et ainsi contaminer le site chirurgical (Desrochers, 2005). De plus, les contraintes économiques rencontrées en pratique rurale limitent aussi leur utilisation. Cependant, ils peuvent être intéressants dans certains cas, comme lors d'une chirurgie ombilicale sur un veau anesthésié, où les risques de frottements sont alors restreints.

En résumé, il est important d'utiliser le même désinfectant tout au long de la préparation. Les études n'ont pas permis d'établir de différence d'efficacité entre la povidone iodée et le gluconate de chlorhexidine ; le chirurgien pourra donc utiliser l'un ou l'autre indifféremment. La tonte est à privilégier au rasage afin de limiter les risques d'irritation de la peau. Un nettoyage sera suivi d'une stérilisation de la zone chirurgicale, chacun durant en moyenne 3 à 5 minutes. Enfin 3 rinçages à la solution désinfectante ou à l'alcool terminent la préparation. L'utilisation de champs stériles reste à l'appréciation du chirurgien. Une préparation chirurgicale efficace doit donc durer environ 15 minutes, ce qui est conséquent, mais elle constitue une étape primordiale de l'intervention qui ne doit pas être négligée car faisant partie intégrante des moyens de lutte contre les complications infectieuses.

2.2. La préparation du chirurgien

La tenue du chirurgien opérant en bloc chirurgical se compose d'une blouse, d'un masque, d'une charlotte et de gants, tous stériles. Ces équipements ont pour objectif de limiter la contamination du chirurgien vers la plaie de chirurgie. Comme on l'a dit précédemment, en pratique rurale les chirurgies se réalisent le plus souvent en élevage, donc dans un environnement contaminé, qui n'est en aucun point comparable à un bloc de chirurgie. L'usage d'un masque et d'une charlotte dans un tel environnement n'est pas justifié (Desrochers, 2005).

Le praticien rural intervient dans plusieurs élevages, et sa tenue (blouse, bottes) et ses mains, si elles ne sont pas gantées, sont facilement souillées lors d'une visite, à l'occasion des soins prodigués à un animal malade par exemple. Il peut donc être le vecteur de germes d'un élevage à l'autre. Le port d'une blouse chirurgicale propre (éventuellement mais pas nécessairement stérile) permet de limiter la contamination de la plaie par les germes portés par la tenue du praticien. De plus, lors des laparotomies, le port d'une blouse imperméable permet de protéger le chirurgien des éventuels liquides biologiques.

Traditionnellement, le chirurgien rural ne porte pas de gants. Cette pratique peut être remise en question. En effet, associé à un lavage des mains chirurgical, le port de gants permet de limiter les risques de contamination bidirectionnelle. Aujourd'hui, en chirurgie humaine le port des gants a pour objectif de prévenir la contamination du chirurgien vers le patient et vice-versa (De Simone et al., 2020), ce qui est également

intéressant en buiatrie, étant donné le rôle de vecteur du praticien rural évoqué précédemment. Selon Desrochers, il est à adapter au type de chirurgie : non justifié pour un écornage, il est incontournable lors d'une laparotomie. Lorsque la cavité abdominale d'un animal adulte est ouverte, il convient de porter des gants plastiques longs en-dessous des gants en latex, afin d'éviter que les liquides biologiques ne pénètrent sous les gants et ne soient en contact avec la peau du chirurgien (Desrochers, 2005).

Une étape incontournable de la préparation du chirurgien est le lavage des mains. Préalablement, celui-ci devra ôter ses éventuels bijoux et avoir des ongles courts et propres. Le lavage des mains commence par un nettoyage avec un savon neutre ou tout autre détergent et a pour objectif d'éliminer la matière organique et autres saletés ; il dure entre 10 et 15 secondes. S'ensuit la désinfection qui se fait avec un agent antimicrobien. Le temps nécessaire à une désinfection efficace dépend du détergent utilisé, dont les caractéristiques déterminent le temps de contact. Il est généralement de 2 à 6 min. Un protocole de lavage des mains a été proposé par le CDC en 2002 dont les recommandations sont les suivantes :

- Brosser le pourtour des ongles avec une brosse.
- Frotter les mains et les avant-bras pendant une durée égale au temps de contact du désinfectant utilisé.
- Eventuellement, appliquer une solution hydro-alcoolique sur les mains et les avant-bras.
- Bien laisser sécher et mettre les gants.

Ce protocole a été testé par une étude de Furukawa en 2004 qui a mis en évidence son efficacité. Cette même étude a aussi montré que la chlorhexidine était plus efficace que la povidone iodée pour les chirurgies qui duraient plus de 3 heures. En effet, le nombre de CFU dans les gants du chirurgien après 3 heures est supérieur après un lavage à la povidone iodée qu'après un lavage à la chlorhexidine. Cependant, dans les deux cas le nombre de CFU a augmenté par rapport au comptage initial et après 3 heures d'intervention, le chirurgien devrait se laver à nouveau les mains et changer de gants (Furukawa et al., 2004). En pratique rurale, une étude de 1997 évaluant différents protocoles de lavage de mains avec une ou deux brosses et avec un antiseptique à base de povidone iodée ou de chlorhexidine n'a pas permis de démontrer une efficacité supérieure de l'un ou l'autre des deux désinfectants, jusqu'à 2 heures après le lavage (Wan et al., 1997).

2.3. La technique chirurgicale

La technique chirurgicale influe elle aussi sur le taux de complications post-chirurgicales. William Haslsted (1852-1922) est un chirurgien du XIX^e siècle à qui l'on doit de grandes avancées de la chirurgie ; il a notamment développé des techniques de mammectomie, de résolution de hernies et de chirurgie du tractus digestif (Osborne, 2007). Il a aussi établi sept règles à suivre lors de chaque chirurgie, et applicables tant en humaine qu'en chirurgie vétérinaire. Les principes d'Halsted sont les suivants (Zeltzman, 2012) :

- Manipuler les tissus en douceur.
- Réaliser l'hémostasie de façon rigoureuse.
- Conserver le flux sanguin.
- Appliquer une asepsie stricte.
- Minimiser les tensions sur les tissus.
- Apposer les tissus avec précision.
- Eliminer les espaces morts.

A ces principes, anciens mais fondamentaux, s'ajoutent des principes édictés plus récemment, notamment l'importance de la qualité des sutures et de la bonne tenue des nœuds. D'après Tartera en 2011, « les sutures utérines non étanches représentent (...) l'anomalie la plus fréquente dans les litiges consécutifs aux césariennes » (Tartera, 2011). Les défauts de suture sont non seulement un facteur de risque de complications, mais engagent la responsabilité civile professionnelle du vétérinaire. Le chirurgien se doit donc d'y porter une attention particulière. Le point le plus fragile de la suture étant le nœud, celui-ci doit être sécurisé. On considère un nœud comme tel si, sous tension, il ne glisse pas de plus de 3mm (Desrochers, 2005).

3. Prescription des antibiotiques en chirurgie : mise en parallèle avec les recommandations en médecine humaine

Malgré l'application de ces précautions et le respect strict des mesures d'asepsie, des bactéries pathogènes sont présentes dans 90% des plaies à l'issue des chirurgies (SFAR, 2018), ce qui justifie l'utilisation des antibiotiques dans de nombreux cas. Nous allons étudier les recommandations quant à leur utilisation en chirurgie humaine, afin d'en tirer des lignes de conduite à destination des vétérinaires ruraux.

3.1. Réserver l'antibioprophylaxie aux chirurgies les plus contaminées

En 1966 le chirurgien William Altemeier (1910-1983) propose une classification des chirurgies en fonction du site chirurgical et du type d'intervention, afin d'évaluer le risque infectieux. La classification d'Altemeier est encore utilisée aujourd'hui (Dumas et al., 2016) :

- Chirurgie propre : site stérile, absence d'ouverture des voies respiratoires, digestives, biliaires ou génito-urinaires. Chez les bovins, elle est associée à un risque d'infection de 10.1%.
- Chirurgie propre-contaminée : site stérile, ouverture des voies respiratoires, digestives, biliaires ou génito-urinaires sans infection ni inflammation nette. Chez les bovins, elle est associée à un risque d'infection de 15.4%.
- Chirurgie contaminée : site traumatisé, plaie infectée ou ouverture des voies digestives, biliaires ou urinaires infectées avec des signes de contamination localisée. Chez les bovins, elle est associée à un risque d'infection de 26.7%.
- Chirurgie sale-infectée : intervention tardive sur une zone purulente ou avec présence de corps étrangers, sur des viscères perforés ou nécrosés, contamination par des matières fécales. Chez les bovins, elle est associée à un risque d'infection de 50%.

Pour les deux premières catégories, il n'y a pas d'infection préexistante à la chirurgie. Lors de l'administration d'antibiotiques dans ce cadre, on parle d'antibioprophylaxie. Dans les deux autres cas (chirurgies contaminée et sale-infectée), l'administration d'antibiotiques a une visée curative : on parle d'antibiothérapie. Dans les 2 cas, les antibiotiques ont pour objectif de diminuer la quantité de bactéries pathogènes présentes au niveau du site opératoire, permettant au système immunitaire de venir à bout de l'infection. Ils ne sont donc qu'une « aide », ne pouvant se substituer aux défenses de l'organisme (Dumas et al., 2016).

La Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR) recommande une antibioprophylaxie adaptée pour toutes les chirurgies propres-contaminées et pour certaines chirurgies propres, ainsi qu'une antibiothérapie adaptée pour toutes les chirurgies contaminées et sales-infectées (SFAR, 2018). L'application de ces recommandations permet de diminuer le risque infectieux propre à chaque catégorie. Une étude rétrospective de 2014 sur la césarienne chez la femme montre qu'une antibioprophylaxie permet de diminuer le risque de complications de 60 à 70% (Smaill, Grivell, 2014). En buiatrie, Jager a mené une étude sur 89 vaches subissant une laparotomie, chirurgie considérée par l'auteur comme « propre ». Le premier groupe n'a reçu aucun traitement antibiotique et le deuxième groupe a reçu une antibioprophylaxie à base d'ampicilline avant incision. Le premier groupe de vaches présente un taux d'infection de la plaie supérieur au deuxième, ce qui suppose qu'une

antibioprophylaxie adaptée permet de diminuer le taux de complications post-chirurgicales pour les chirurgies propres (Jager, Jorritsma, 2016).

Le tableau 3 propose un classement des chirurgies les plus fréquemment rencontrées chez les bovins, conformément à la classification d'Altemeier. Cette classification n'est qu'indicative ; le chirurgien doit bien entendu prendre en compte les conditions et l'environnement afin d'adapter au mieux ses traitements. En effet, si une césarienne programmée est réalisée sur une vache en décubitus latéral, la procédure ne peut être considérée comme seulement propre-contaminée. De même s'il y a eu rupture de l'asepsie ou si les conditions détaillées précédemment ne sont pas respectées, le classement de la procédure doit être plus sévère.

Tableau 3 : Classification des chirurgies sur bovin selon la classification d'Altemeier

Chirurgie	Propre	Propre-contaminée	Contaminée	Sale-infectée
Césarienne				
▪ Programmée ou précoce		x		
▪ Tardive/veau mort				x
Chirurgie de la caillette				
▪ Sans ponction	x			
▪ Avec ponction ou ouverture d'un segment		x	(x)	
Chirurgie de l'ombilic du veau				
▪ Hernie simple	x			
▪ Omphalite			(x)	x
Amputation d'onglon				x
Ecornage		x		
Fracture d'un membre				
▪ Fermée	x			
▪ Ouverte			x	

Une étude rétrospective de 2017 menée par Cheng et incluant 81 études établit un lien entre la durée de la chirurgie et le taux d'infection du site opératoire. Le temps opératoire chez les patients atteints d'ISO serait supérieur de 30 minutes au temps opératoire chez les patients sans ISO. De plus, le taux d'ISO augmenterait de 5% par tranche de 10 minutes, de 13% par tranche de 15 minutes, de 17% par tranche de 30 minutes et de 37% à chaque heure supplémentaire (Cheng et al., 2017). Bien que l'on ait montré que le temps opératoire a un effet direct sur le taux de complications, il n'y a pour le moment pas de consensus sur l'explication de ce lien. Cependant on comprend aisément que plus la chirurgie dure longtemps, plus la plaie est exposée aux bactéries pathogènes de l'environnement, ce qui augmente les risques de contamination. De plus, l'exposition des tissus à l'air favorise leur dessiccation. Cheng soupçonne également que la fatigue du chirurgien et de son équipe est impliquée et que plus d'erreurs sont commises lors d'un temps de chirurgie allongé. Enfin, l'expérience et le savoir-faire du chirurgien ont un effet indéniable sur le temps opératoire. Afin d'établir des recommandations quant à l'usage approprié des antibiotiques, il convient donc de prendre en compte cette variable, qui n'est pas mentionnée par la classification d'Altemeier.

Si l'on applique les recommandations faites en humaine, tout en prenant en compte les contraintes propres à la pratique vétérinaire rurale, il convient de recommander aux chirurgiens vétérinaires d'administrer une antibioprophylaxie pour les chirurgies propres et propres-contaminées, et de mettre en place une antibiothérapie pour les chirurgies contaminées et sales-infectées. Toutefois, lors d'une chirurgie considérée comme propre (réduction d'une hernie ombilicale sans complication, réduction d'une fracture fermée), qui s'est déroulée sans incident, où l'asepsie a été respectée et si l'animal ne présente pas de comorbidités, le chirurgien peut, s'il le juge opportun, ne pas administrer d'antibiotique au patient. Enfin, le chirurgien doit aussi prendre en compte la durée de la chirurgie. S'il estime que celle-ci est allongée par rapport à d'autres chirurgies de même nature, il doit adapter ses traitements en fonction.

3.2. Choisir la molécule adaptée

Le choix de la molécule dépend des bactéries pathogènes ciblées. D'après la SFAR, « l'antibiotique doit inclure dans son spectre d'action les bactéries les plus fréquemment en cause dans l'infection du site opératoire » (SFAR, 2018). Comme on l'a vu dans le 1.3. « Un aperçu des complications septiques suite aux chirurgies », les germes mis en cause dans les complications post-chirurgicales sont de nature très variée : Gram +, Gram -, aérobies et anaérobies sont susceptibles de se multiplier. Certaines bactéries seront plus volontiers rencontrées lors de certaines chirurgies ; par exemple, des germes pyogènes, comme *Trueperella pyogenes* et *Fusobacterium necrophorum*, sont susceptibles de causer des complications après une amputation d'onglon ou une infection génitale, mais on les retrouvera plus rarement après une herniorraphie, où les germes d'environnement seront majoritaires (i.e. *Staphylococcus*

spp, *E. coli*, etc.) (Herman et al., 2018). Devant la diversité des germes mis en cause, on recommandera de choisir un antibiotique à large spectre, ce spectre pouvant être élargi en associant plusieurs molécules.

En pratique rurale, ce choix se heurte à la législation, qui restreint le nombre de substances autorisées pour les animaux producteurs de denrées. De ce fait, il n'est pas opportun d'appliquer les recommandations faites en chirurgie humaine concernant la nature des molécules à utiliser. De plus, l'indication dans le cadre d'une chirurgie n'est pas mentionnée dans l'AMM des médicaments vétérinaires ; l'administration dans ce cadre se fait donc hors AMM. D'après le décret du 22 juillet 2015, « l'utilisation " hors AMM " des médicaments antibiotiques, en accord avec la réglementation, est justifiée en tenant compte des données actualisées de la science » (JORF, 2015).

Le choix du vétérinaire prescripteur résulte donc de sa propre évaluation des bénéfices et des risques relatifs à l'utilisation d'un antibiotique donné dans une situation donnée ; il doit être éclairé par ses connaissances scientifiques.

Enfin, le choix d'un traitement prophylactique doit exclure les antibiotiques d'importance critique. Gardons à l'esprit que la liste de l'OMS contient également les macrolides, qui ne sont pas soumis aux mêmes restrictions en France. La prescription des macrolides à l'occasion d'une chirurgie devrait être limitée aux seuls cas où aucun autre antibiotique ne se montre efficace.

Selon différentes études, concernant les pratiques dans différentes régions du monde, les principales molécules utilisées dans le cadre de la prévention des complications post-chirurgicales chez les bovins sont les pénicillines et les tétracyclines (Chicoine et al., 2008 ; Hardefeldt et al., 2017 ; Hanzen et al., 2011b). Ces molécules présentent un bon compromis entre disponibilité, efficacité, coût et temps d'attente. La pénicilline G est la plus utilisée, son spectre est limité aux Gram + mais il peut être étendu aux Gram – en l'associant à la dihydrostreptomycine. L'oxytétracycline possède un spectre large, comprenant également les mycoplasmes. Le tableau 4 résume les caractéristiques de ces antibiotiques de premier choix, ainsi que celles des autres molécules utilisables dans ce cadre.

Tableau 4 : Caractéristiques des antibiotiques utilisables en chirurgie des bovins, d'après (Faculté Vetsuisse, 2019)

	Molécule/ Famille	Spectre	Action	Caractéristiques pharmacologiques	Limites
Premier choix	Pénicilline G	Gram +	Bactéricide	Temps-dépendant	Résistances (pénicillinases) Allergies
	Pénicilline G + DHS	Gram +/-	Bactéricide	Temps-dépendant	Irritation locale Inefficace sur les Gram-anaérobies
	Oxytétracycline	Gram +/- Mycoplasmes	Bactériostatique	Mixte	Toxicité (os, dents, foie)
Second choix	Autres pénicillines & céphalosporines 1^{er} génération	Gram +/-	Bactéricide	Temps-dépendant	Allergies
	TMP-sulfamide	Gram +/- aérobie Mycoplasmes	Bactéricide	Temps-dépendant	Inefficace sur les anaérobies et dans le pus
	Macrolides	Gram + Mycoplasmes	Bactériostatique	Temps-dépendant	Inefficace sur Gram – Critique selon OMS
	Aminosides	Gram- (quelques G+)	Bactéricide	Concentration-dépendant	Toxicité Inefficace sur anaérobies
	Florfénicol	Gram +/- Mycoplasmes	Bactériostatique	Temps-dépendant	

3.3. Optimiser la concentration tissulaire

3.3.1. Caractéristiques pharmacologiques des antibiotiques

L'efficacité clinique des antibiotiques peut être évaluée à travers trois indices pharmacologiques ; ces indices sont illustrés par la figure 8.

- AUC_{24h}/CMI correspond à l'aire sous la courbe de la concentration, quand la concentration est supérieure à la CMI.
- $T > CMI$ correspond au temps durant lequel la concentration est supérieure à la CMI.
- C_{max}/CMI correspond au pic de concentration, où la concentration en antibiotique est maximale.

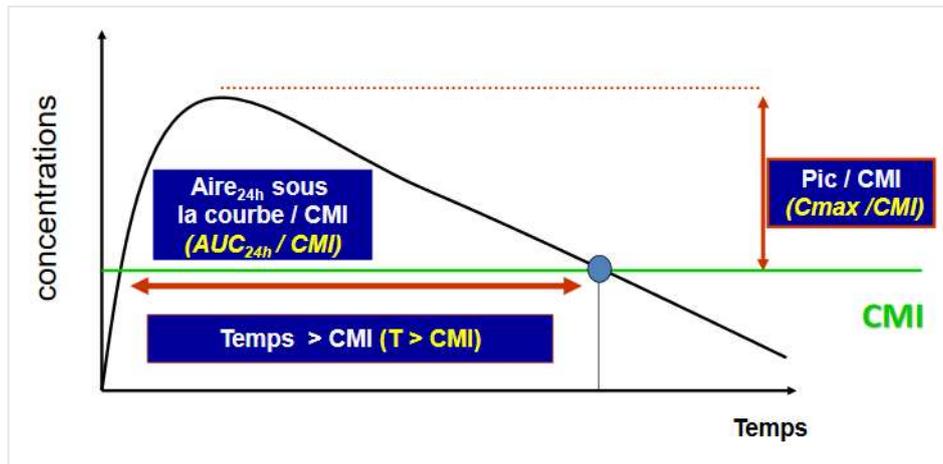


Figure 8 : Indices d'efficacité des antibiotiques, d'après (ANSES, 2017)
 (Cmax : concentration maximale ; CMI : concentration minimale inhibitrice)

Le tableau 4 fait référence au caractère temps- ou concentration-dépendant des molécules présentées.

- Pour les molécules temps-dépendantes : l'activité antibiotique est dépendante du temps. Il faut chercher à optimiser l'indice $T > CMI$, en multipliant les administrations ou en utilisant des formes retard.
- Pour les molécules concentration-dépendantes : l'activité antibiotique dépend de la concentration. Il faut chercher à obtenir un pic de concentration élevé, afin d'optimiser l'indice C_{max}/CMI . Il faut administrer de fortes doses.

Les indices pharmacologiques dépendent des particularités du pathogène ciblé et des caractéristiques pharmacocinétiques et pharmacodynamiques du médicament, qui elles-mêmes dépendent notamment de son administration. Afin de remplir les objectifs thérapeutiques fixés, il faut chercher à optimiser la concentration dans les tissus sujets à la contamination et donc déterminer les paramètres relatifs à l'administration de l'antibiotique : voie, moment, dose initiale et durée du traitement.

3.3.2. Voie d'administration

En chirurgie humaine, il est le plus souvent préconisé d'administrer les antibiotiques par voie intraveineuse (IV). Celle-ci offre une biodisponibilité de 100% et permet un pic plasmatique plus rapide. La médecine rurale rencontre des limites à cette pratique ; les voies intramusculaire (IM) et sous-cutanée (SC) sont plus accessibles que la voie IV, notamment sur des animaux rétifs, et les spécialités antibiotiques administrables en IV sont rares. A ce jour, aucune spécialité à base de pénicilline G ne dispose de l'AMM pour cette voie en France.

Une autre voie propre à la chirurgie et souvent utilisée pour l'administration peropératoire d'antibiotiques est la voie intrapéritonéale (IP). L'IP correspond à l'administration de médicaments (en l'occurrence d'antibiotiques) dans la cavité abdominale d'un animal. La caillette, le rumen, les intestins, le cæcum, la vessie et l'utérus ainsi que le péritoine sont ainsi au contact direct de la spécialité (Chicoine, 2007). Selon Hanzen, près de 80% des vétérinaires utilisent cette voie lors d'une césarienne, et dans 25% des cas, c'est la seule voie d'administration des antibiotiques (Hanzen et al., 2011b). La voie IP est aussi utilisée en médecine humaine, sous forme de lavage de la cavité abdominale ; une spécialité antibiotique pour voie IV est diluée dans une solution saline. La solution ainsi obtenue est administrée dans la cavité abdominale puis est ré-aspirée après quelques minutes (Ericsson et al., 1978 ; Yelon et al., 1996).

La cavité abdominale offre une large surface hautement perfusée, permettant une absorption rapide. Cette caractéristique a été mise en évidence par Chicoine en 2007 dans une étude où 8 vaches en lactation ont reçu une spécialité à base de procaine pénicilline G en IP. La mesure de la concentration plasmatique en pénicilline a permis d'obtenir la courbe suivante (figure 9) ainsi que le calcul des paramètres pharmacocinétiques associés. Le pic plasmatique est caractérisé par une concentration maximale $C_{max} = 5.5 \pm 2.6 \mu\text{mol/mL}$ et un T_{max} de $0.75 \pm 0.27 \text{ h}$.

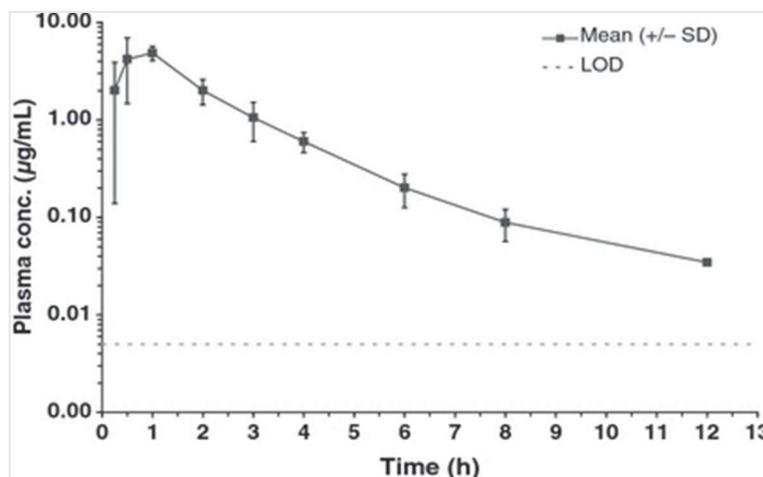


Figure 9 : Concentration plasmatique moyenne en pénicilline après administration de 21 000 UI/kg de pénicilline G procaine en IP sur 8 vaches en lactation, d'après (Chicoine, 2007)

La figure 9 montre que le pic plasmatique obtenu après administration intra-abdominale de procaine pénicilline G est rapide et de courte durée.

Toutefois, le principe actif est d'abord absorbé par la circulation portale et rejoint directement le foie où il peut subir une métabolisation hépatique, avant de rejoindre la circulation systémique (Lukas et al., 1971). Cet effet de premier passage peut alors diminuer l'efficacité de certaines spécialités.

Parmi les études sur l'efficacité de la voie intrapéritonéale chez les bovins, aucune ne permet de mettre en évidence la supériorité de l'IP sur les autres voies. D'ailleurs, seules quelques spécialités antibiotiques vétérinaires disposent de l'AMM pour cette voie et la mentionnent dans leur Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP). Cette pratique va à l'encontre du décret du 22 juillet 2015 dans lequel il est écrit que « le respect de la voie d'administration est primordial pour assurer une bonne diffusion de l'antibiotique et contrôler l'élimination des résidus » (JORF, 2015).

Dans son étude sur les 8 vaches en lactation, Chicoine a également mesuré les concentrations en pénicilline dans le lait et dans des échantillons de muscle, de foie et de rein prélevés sur les animaux euthanasiés 10 jours après l'administration IP. Il a ainsi mis en évidence que les LMR dans le lait sont respectées après la 5^e traite et que, 10 jours après administration, les concentrations en résidus dans la viande et dans les abats sont inférieures au seuil de détection (Chicoine, 2007). Il semblerait que l'élimination d'un antibiotique administré par voie IP soit suffisamment rapide pour appliquer aux animaux traités les mêmes temps d'attente que pour une administration par voie IM.

Enfin, l'administration IP de spécialités antibiotiques destinées à la voie IM pourrait être à l'origine d'une inflammation de la cavité abdominale et de la formation d'adhérences de nature fibrineuse, comme dans l'expérience menée par Klein en 1989, où de telles lésions sont observées sur 2 animaux, au niveau du site des injections intrapéritonéales d'ampicilline (Klein et al., 1989). Cependant, ces lésions n'ont pas été observées dans d'autres expériences similaires. Il est donc difficile de conclure quant à ce risque.

En résumé, bien que nous ne disposions pas de preuve de son efficacité et qu'elle ne soit pas mentionnée sur les RCP de la plupart des spécialités vétérinaires, l'administration d'antibiotiques par voie intrapéritonéale au cours d'une chirurgie est pratique courante. Nous savons qu'elle entraîne un pic plasmatique rapide et court, ce qu'il est attendu d'un traitement peropératoire, et que l'élimination du principe actif respecte les limites réglementaires en résidus autorisées dans les denrées. Cependant, en l'absence de supériorité démontrée par rapport aux autres voies parentérales, il convient au praticien vétérinaire de respecter les indications de l'AMM des antibiotiques qu'il prescrit.

Parmi les antibiotiques de premier choix, seule l'oxytétracycline dispose d'une AMM pour la voie intraveineuse. Quand cet antibiotique est choisi, il faut donc préférer l'IV. Si un autre antibiotique est administré, la voie intramusculaire doit être utilisée.

3.3.3. Moment de la première administration

Le moment critique où la concentration plasmatique en antibiotique doit être maximale correspond au moment où le risque de contamination est élevé, c'est-à-dire dès le début de l'incision jusqu'à la suture complète de la plaie. Afin d'obtenir une concentration optimale, l'antibiotique doit donc être administré avant le début de l'incision. Cette considération émet un argument supplémentaire contre la voie IP, puisque celle-ci nécessite que la cavité péritonéale soit ouverte.

La SFAR recommande une administration dans les 30 minutes qui précèdent le début de l'intervention (SFAR, 2018). Aucune étude n'a permis d'attribuer un risque d'ISO supérieur pour les interventions où l'antibiotique est administré plus de 30 minutes avant l'intervention. Toutefois, une étude menée par Classen en 1992 montre que l'administration dans les 2 heures qui précèdent la chirurgie permet de diminuer le risque d'infection de la plaie (Classen et al., 1992). Il faut toutefois prendre en compte la voie d'administration. En effet, la voie IV permet un pic plasmatique plus rapide que la voie IM. Ainsi, l'administration d'oxytétracycline IV peut se faire seulement 30 minutes avant l'incision afin d'obtenir une concentration supérieure à la CMI (Classen et al., 1992). Les pics plasmatiques après administration par voie IM sont moins rapides. Pour l'oxytétracycline, il a lieu 5 à 10 heures après injection (Mevius et al., 1986). La pénicilline G existe sous différentes formes qui influent sur les paramètres pharmacocinétiques. La forme la plus fréquente est la procaine, qui ralentit l'absorption de la pénicilline par rapport aux sels sodiques. Le pic plasmatique de la procaine pénicilline G administrée IM a lieu 6 heures après injection (Papich et al., 1993). Les temps des pics plasmatiques Tmax sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Temps du pic plasmatique (Tmax) et temps de demi-vie (T_{1/2}) de quelques antibiotiques utilisés en chirurgie des bovins, d'après (Faculté Vetsuisse, 2019 ; Mevius et al., 1986)

Molécule	Tmax (h)	T _{1/2} (h)
Benzylpénicilline	2	0,7
Pénicilline procaine	6	17
Ampicilline	4-6	1
Amoxicilline	1,5	7-13
Oxytétracycline	IM : 5-10 IV : 0,5	IM : 21,6 IV : 9,5

Etant donné le contexte d'urgence dans lequel ont souvent lieu les chirurgies sur bovin, il semble peu raisonnable de recommander une administration des antibiotiques plusieurs heures avant le début de l'intervention. Lorsque la chirurgie est programmée, le vétérinaire peut prescrire une injection IM d'antibiotique dans les heures qui précèdent l'intervention. Quand ceci n'est pas possible, le vétérinaire doit administrer à l'animal de l'oxytétracycline IV dans les 30 minutes qui précèdent l'incision, ou une

spécialité à base de pénicilline le plus tôt possible, afin que les concentrations plasmatiques soient suffisamment élevées au moment de l'incision.

Le site d'injection influe sur la cinétique d'absorption des médicaments. Elle est plus rapide lorsque l'IM est réalisée dans l'encolure que lorsqu'elle est réalisée dans le muscle glutéal (Papich et al., 1993), ce qui est fait le plus fréquemment en buiatrie.

Enfin, pour le cas particulier de la césarienne, la question de l'administration pré- ou post- rupture du cordon ombilical se pose. En chirurgie humaine, l'administration avant clampage du cordon est associée à un taux de complications infectieuses plus faible chez la mère, et n'est pas associé à une mortalité néonatale plus élevée (Bollig et al., 2018). Ainsi l'administration d'antibiotiques devrait se faire avant le début de l'intervention pour la césarienne également.

3.3.4. Dose administrée

La SFAR recommande d'administrer une dose initiale d'antibiotiques égale au double de la dose usuelle (SFAR, 2018). En l'absence de données permettant d'optimiser les doses chez les bovins, on recommandera d'appliquer les doses indiquées sur les RCP (Herman et al., 2018). Une attention particulière doit être apportée à l'estimation du poids de l'animal, nécessaire au calcul de la dose. En cas d'incertitude, le poids devrait être surestimé afin de ne pas risquer d'administrer une dose trop faible. En effet le sous-dosage des antibiotiques augmente le risque de développement de résistances.

La SFAR recommande de réitérer l'administration d'antibiotiques à une dose égale à la dose initiale ou à la dose usuelle (*i.e.* la moitié de la dose initiale) à intervalle de deux fois le temps de demi-vie $T_{1/2}$ de l'antibiotique (SFAR, 2018) si la chirurgie n'est pas terminée. Les temps de demi-vie des antibiotiques utilisés en chirurgie des bovins sont résumés dans le tableau 5. Excepté si l'antibiotique choisi est l'ampicilline ou la benzylpénicilline et que l'intervention dure plus de 2 heures, alors une deuxième administration au cours de la chirurgie n'est pas justifiée. Cette administration ne doit pour autant pas entraîner de rupture de l'asepsie.

3.4. Limiter la durée du traitement post-chirurgical

Selon la SFAR, « l'antibioprophylaxie doit être brève, limitée le plus souvent à la période opératoire, parfois à 24 heures et exceptionnellement à 48 heures et jamais au-delà » (SFAR, 2018). Ces recommandations s'appuient sur des études ayant montré que le risque d'ISO n'était pas augmenté par une antibioprophylaxie plus courte. Une étude de 2011 compare une antibioprophylaxie de 1 jour *versus* 3 jours après une chirurgie cardiaque et montre que les risques d'ISO associées ne présentent pas de différence significative (Lin et al., 2011). De la même façon, l'étude

de Westen compare le taux d'infection de la plaie suite à une césarienne chez des femmes en Tanzanie ayant reçu une seule dose d'antibiotiques ou des administrations répétées pendant plusieurs jours. Aucune différence significative ne sépare les deux groupes (Westen et al., 2015).

En chirurgie des bovins, les résultats sont plus contradictoires. Une étude de 1988 compare les taux d'ISO après chirurgie de hernie ombilicale compliquée sur 83 veaux. Le premier groupe reçoit une antibioprophylaxie pendant un jour et le deuxième pendant 4 jours. Le taux d'ISO est de 25% pour le premier groupe et de 8% pour le second. L'allongement de la durée de l'antibioprophylaxie semble diminuer le taux de complications infectieuses dans ce cas de chirurgie contaminée (Klein, Firth, 1988). Une étude de 1992 fait une conclusion différente. 29 bœufs ont subi une ruminotomie ; le premier groupe a reçu une dose unique d'antibiotiques avant l'intervention, et le deuxième groupe a reçu une dose avant l'intervention, ainsi qu'une antibioprophylaxie pendant les 7 jours suivants. Les deux groupes ne présentent aucune différence en terme de complications post-chirurgicales. Une unique dose d'antibiotiques pré-chirurgicale suffirait à prévenir les complications dans le cas d'une ruminotomie, chirurgie classée comme contaminée également (Haven et al., 1992).

Nous ne disposons que de très peu d'études évaluant l'effet de la durée de l'antibioprophylaxie et les conclusions que l'on peut tirer du peu d'études disponibles sont contradictoires. Les recommandations disponibles dans la bibliographie sont tirées d'avis d'experts et de protocoles empiriques. Meylan propose le plan suivant (Meylan, 2017) :

- Pour les chirurgies propres, chirurgies « de routine » et rapides : pas d'antibiotique, ou une unique dose administrée avant la chirurgie afin de prévenir une contamination peropératoire ;
- Pour les chirurgies propres-contaminées, ou les chirurgies propres « de routine » dont la durée est allongée : antibioprophylaxie pendant 3 jours ;
- Pour les chirurgies contaminées ou sales-infectées, ou dès qu'un organe intra-abdominal est ouvert : antibiothérapie de 5 jours minimum. La durée doit être allongée si la situation le requiert (contamination importante, péritonite, etc.).

Une utilisation adaptée et raisonnée des antibiotiques est nécessaire afin de parvenir à un équilibre entre la prévention des complications post-chirurgicales et la lutte contre les antibiorésistances. Dans un souci d'adapter les recommandations au terrain, nous nous sommes intéressés aux pratiques des vétérinaires ruraux français à travers deux questionnaires.

IV. Un questionnaire à destination des stagiaires pour donner un aperçu des conditions et des pratiques en chirurgie sur bovin

1. Matériel et méthode

1.1. Objectifs de l'étude et rédaction du questionnaire

Les objectifs de ce premier questionnaire étaient d'étudier les pratiques observées sur le terrain pour un panel de chirurgies sur bovin, et éventuellement de mettre en évidence une corrélation entre certaines pratiques et le taux de complications.

La population ciblée était les étudiants vétérinaires partant en stage pratique vétérinaire rural ou mixte en France. Il leur était demandé de considérer un exemple de chirurgie sur bovin auquel ils ont assisté au cours du stage, parmi les trois chirurgies suivantes :

- la césarienne ;
- la chirurgie de la caillette : déplacement à gauche, déplacement à droite, volvulus, flexion ;
- la chirurgie de l'ombilic : hernie ombilicale, omphalite.

Le choix a été restreint à ces 3 chirurgies qui sont les plus courantes en France, afin de simplifier le questionnaire qui comporte des questions précises pour chaque type de chirurgie, et de faciliter l'interprétation des résultats.

Nicolas Herman, vétérinaire rural dans le Cantal et auteur de la présentation intitulée *Antibioprophylaxie en chirurgie bovine : recommandations actuelles*, aux journées nationales des Groupements Techniques Vétérinaires 2019 (Herman et al., 2018) a apporté ses conseils pour la rédaction du questionnaire. Son expérience du terrain et ses connaissances du sujet ont permis d'améliorer la pertinence des questions et de cibler les points importants.

Le questionnaire se divise en 7 parties :

- Une partie concernant l'animal et les éventuelles comorbidités ;
- Une partie sur les conditions de la chirurgie et la préparation préopératoire ;
- Trois parties indépendantes sur le déroulement de la chirurgie, une pour chaque type : césarienne, chirurgie de la caillette et chirurgie de l'ombilic ;
- Une partie concernant les traitements administrés ;
- Une dernière partie sur les éventuelles complications.

L'ensemble des questions est consultable en annexe 2. Le tout constitue un questionnaire relativement long, mais chaque étudiant ne répond que pour un type de chirurgie. Cependant, afin d'augmenter le taux de réponses, la majorité des questions est rédigée sous la forme de réponses courtes et de cases à cocher. Cette forme facilite également le traitement des réponses.

1.2. Diffusion du questionnaire

Le questionnaire a été mis en ligne sur la plateforme SondageOnline®, dédiée à la diffusion de sondages. Cette plateforme a l'intérêt d'être d'utilisation gratuite pour les étudiants, elle offre de nombreuses possibilités de mise en forme des questions et permet d'exporter les résultats sous la forme de tableurs Excel® faciles à interpréter. Enfin, elle fournit un aperçu des résultats sous la forme de diagrammes, disponibles durant toute la durée de diffusion du questionnaire, ce qui permet de suivre l'évolution des réponses avant même la fin de la diffusion.

Le questionnaire a été mis en ligne au mois de décembre 2019 et clos au mois de mars 2020.

Le lien vers la plateforme a été diffusé aux étudiants de l'Ecole Vétérinaire de Toulouse *via* la boîte mail à trois reprises. Il a également été diffusé *via* les réseaux sociaux sur les groupes d'étudiants vétérinaires de France.

1.3. Méthodologie statistique adaptée aux résultats

194 réponses ont ainsi été recueillies. Parmi elles, 40 étaient trop incomplètes ou inadaptées : certaines réponses correspondaient visiblement à une autre espèce, et d'autres n'étaient pas relatives à un exemple concret mais plutôt aux pratiques vues à plusieurs reprises par le stagiaire. Ces résultats ont donc été écartés. L'effectif final est donc de 154 réponses interprétables. Parmi ces 154 questionnaires, seuls 129 étaient complets (*i.e.* l'étudiant a répondu à l'ensemble des questions). Pour les questionnaires incomplets, les réponses s'arrêtaient aux traitements.

Tableau 6 : Détail des effectifs par catégorie pour chaque analyse

	Césarienne	Chirurgie de la caillette	Chirurgie de l'ombilic	Effectif total
Première analyse	108	32	14	154
Deuxième analyse	91	27	11	129

L'analyse a donc été séparée en 2 parties :

- Une première analyse des réponses relatives aux conditions et au déroulement de la chirurgie, avec un effectif de 154 réponses ;
- Une deuxième analyse concernant les traitements et les complications, avec un effectif de 129 réponses.

Les résultats ont été traités avec la version 2016 du logiciel Excel® et sont présentés pour la plupart sous forme de graphiques qui permettent de mettre en évidence les pratiques les plus communes. Ils sont séparés par type de chirurgie quand cela est jugé opportun.

Afin de répondre au deuxième objectif de l'étude, qui est l'identification de corrélations entre pratiques et taux de complications, des tests de Fisher exacts ont été réalisés. Les effectifs trop restreints (inférieurs à 5) pour plusieurs catégories ne permettent pas d'interpréter un test du khi-deux, pourtant plus puissant. Des tableaux de contingence ont été réalisés sous Excel®, et un complément a été téléchargé afin d'importer les fonctions permettant de calculer les *p-values* pour le test de Fisher exact, qui ne sont pas initialement disponibles sur Excel®. Ce complément a été développé et mis à disposition gratuitement par le Docteur Charles Zaiontz, PhD de mathématiques (Zaiontz, 2020). Avec ce complément appelé « *Real statistic resource pack* », la fonction `FISHERTEST(matrix)`, où *matrix* est le tableau de contingence, renvoie la *p-value* pour le test de Fisher exact pour le tableau considéré.

On considère alors X et Y deux variables et H_0 et H_1 les deux hypothèses suivantes :

- L'hypothèse nulle H_0 : « Les variables X et Y sont indépendantes »
- H_1 : « Les variables X et Y sont corrélées »

Dans le cadre de notre étude, on choisira un risque $\alpha = 0,05$, où α est la probabilité de rejeter H_0 alors qu'elle est vraie.

Ainsi, si *p-value* < 0,05, on rejette H_0 et on accepte H_1 ; les variables sont corrélées. Si *p-value* > 0,05, alors on ne peut pas rejeter H_0 et on ne peut conclure quant à l'indépendance des variables.

2. Les complications

Il convient de commencer par présenter les résultats concernant les complications, afin de pouvoir les utiliser pour l'interprétation des autres réponses.

Deux questions se rapportent à l'évolution de l'animal et aux complications. La première concerne la satisfaction de l'éleveur. En effet, dans la littérature, la satisfaction de l'éleveur est parfois utilisée comme paramètre évaluant le taux de réussite d'une chirurgie. L'autre question est à choix multiples et propose plusieurs complications possibles.

Dans 8 cas sur 129, l'éleveur est insatisfait de l'évolution de l'animal, soit un taux de satisfaction de 93,8%. Dans un cas, l'éleveur n'est pas satisfait de l'évolution de l'animal mais aucune complication n'est identifiée.

Une ou plusieurs complications ont lieu pour 18 chirurgies sur 129 soit un taux de complications de 14%. La figure 10 montre la fréquence relative de chaque type de complication, toutes chirurgies confondues.

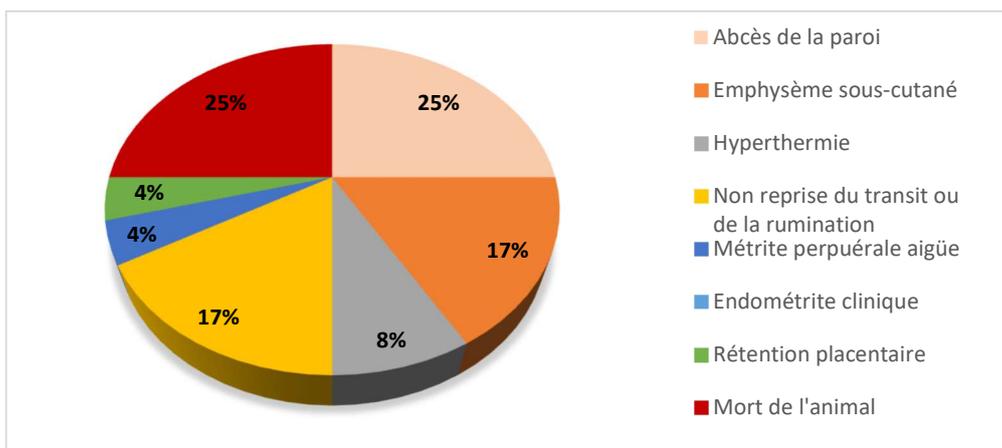


Figure 10 : Prévalence des différentes complications post-chirurgicales (N=18)

La figure 11 montre la prévalence des différentes complications et le taux de complications pour chaque type de chirurgie. Les résultats obtenus pour la chirurgie de l'ombilic sont peu interprétables du fait du très faible effectif : 2 chirurgies avec complications sur 11 chirurgies au total. Il en est de même pour la chirurgie de la caillette où sur les 27 chirurgies, 2 animaux seulement ont présenté des complications. Le taux de complications obtenu pour la césarienne est cohérent avec les données de la bibliographie (1,3 à 25,9% en fonction des études).

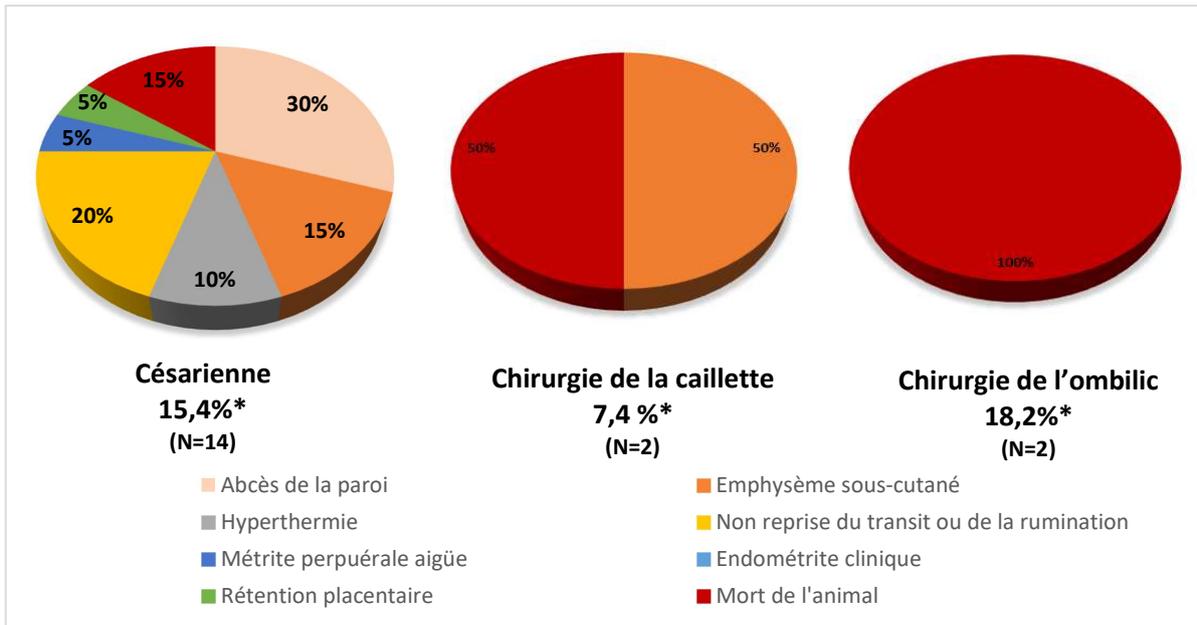


Figure 11 : Prévalence des complications pour chaque type de chirurgie (*taux de complications, toutes complications confondues, pour chaque type de chirurgie)

3. Présentation de l'échantillon

L'échantillon peut être caractérisé de deux façons. Cependant, étant donné qu'un étudiant pouvait répondre au questionnaire pour plusieurs chirurgies s'il le souhaitait, il se peut que parmi les 154 réponses considérées, plusieurs se rapportent au même vétérinaire. Ainsi la répartition des vétérinaires présentée figure 12 ne serait pas exacte. A l'inverse, il semble peu probable qu'un animal ait subi deux chirurgies, la caractérisation de l'échantillon à travers l'animal est plus fiable.

- Caractérisation de l'échantillon par les vétérinaires ayant réalisés les chirurgies :

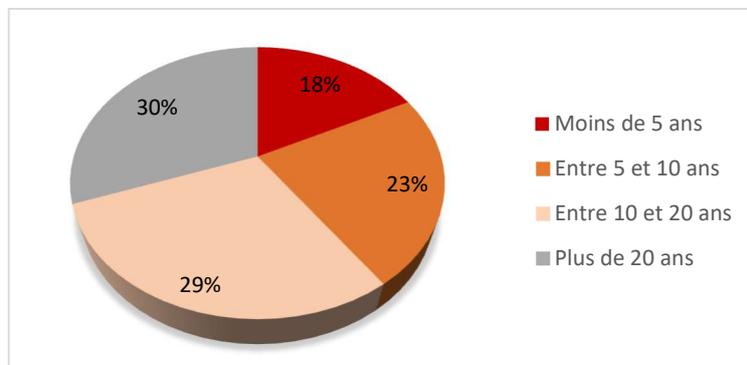


Figure 12 : Répartition des vétérinaires de l'échantillon en fonction de leurs années de pratique rurale (N=154)

La figure 12 nous montre que la majorité des vétérinaires qui composent notre échantillon (59%) a plus de 10 ans d'expérience de pratique rurale, ils peuvent donc être considérés comme expérimentés en chirurgie. 18% des vétérinaires exercent depuis moins de 5 ans.

- Caractérisation de l'échantillon par les animaux ayant subi les chirurgies :

Les animaux de l'échantillon sont répartis de la façon suivante :

- 61% d'animaux de type racial allaitant ;
- 38% de type racial laitier ;
- 1 animal de type mixte, soit un peu moins de 1%.

La figure 13 montre la répartition des animaux selon leur sexe et leur âge. La grande majorité (92%) sont des femelles, ce qui s'explique notamment par leur prévalence dans le cheptel bovin français, et par la prédominance des césariennes dans notre étude. On constate que parmi les veaux (animaux ayant subi les chirurgies de l'ombilic), plus de 85% d'entre eux (12/14) sont des mâles. Ce chiffre est conforme aux données de la bibliographie ; d'après Bohy, sur une étude comprenant 115 veaux opérés d'une omphalite, 74% sont des mâles (Bohy, Moissonnier, 1990).

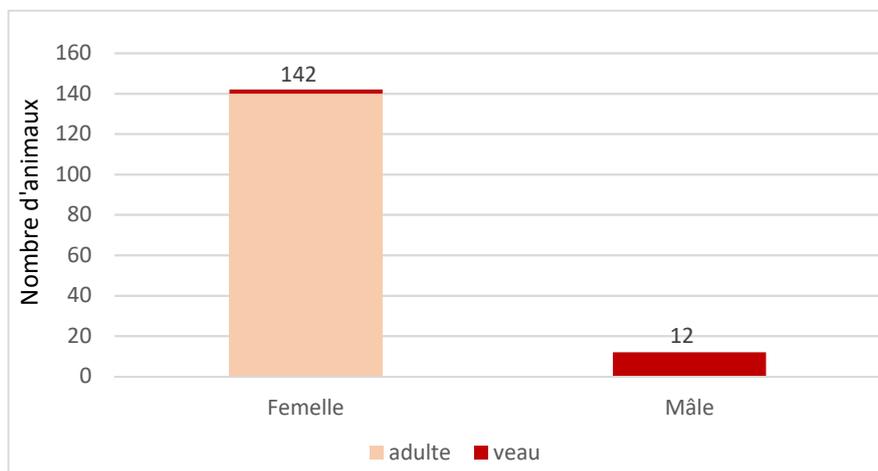


Figure 13 : Répartition des animaux de l'échantillon selon leur sexe et leur âge (N=154)

4. Présentation des résultats relatifs aux conditions

- Lieu de la chirurgie :

Comme le montre la figure 14, les espaces où ont lieu les chirurgies sont de nature très variée. 45% des chirurgies ont lieu dans un espace dédié au sein de l'élevage : soit un box de vêlage, soit un box dédié aux gestes vétérinaires. Dans le cas des boxes pour gestes vétérinaires, ils ont l'intérêt de n'avoir qu'une utilité et sont donc plus facilement entretenus et maintenus propres. Le box à vêlage est souvent équipé, il doit présenter un aspect pratique, mais il est parfois compliqué de le maintenir propre, du fait de la saisonnalité des vêlages. En effet, dans les élevages allaitants pratiquant des vêlages regroupés, ces boxes accueillent plusieurs couples mères-veaux les uns après les autres, souvent sans vide sanitaire entre deux, ce qui en favorise la contamination.

7% des chirurgies ont été réalisées à la clinique vétérinaire et 100% de ces interventions sont des chirurgies de l'ombilic, sur des jeunes animaux. 78,6% des chirurgies de l'ombilic de notre étude sont réalisées à la clinique, les autres sont réalisées à la ferme.

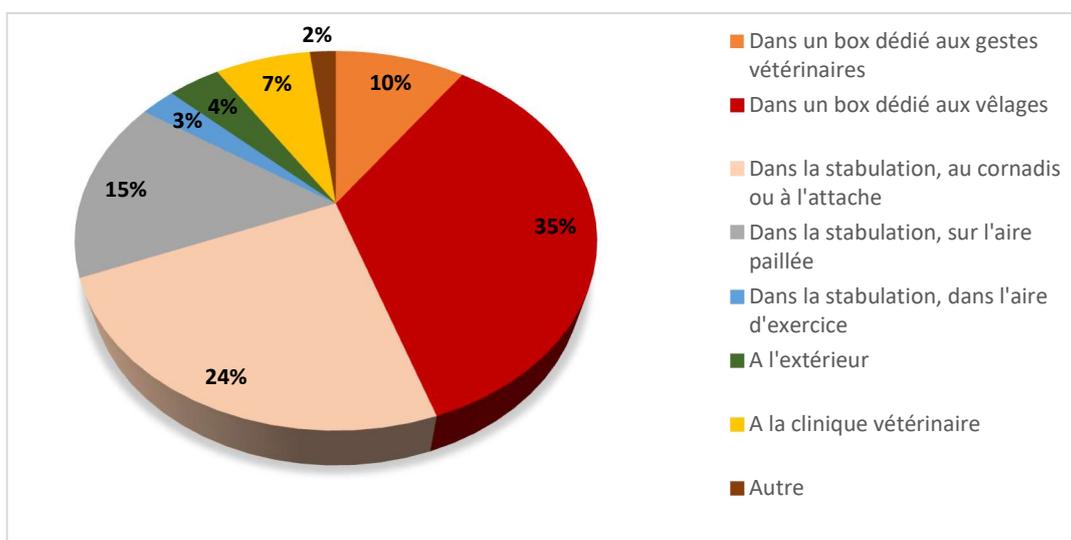


Figure 14 : Distribution des lieux de chirurgie (%), toutes chirurgies confondues (N=154)

- Comparaison entre élevages laitier et allaitant :

D'après la figure 15, les animaux de type laitier sont plus fréquemment opérés dans un box dédié aux gestes vétérinaires que les animaux de type allaitant. Ceci peut s'expliquer par le fait que les élevages allaitants s'équipent en priorité de boxes de vêlage, qu'ils adaptent avec une porte à césarienne. A l'inverse, dans les élevages laitiers, les césariennes étant moins fréquentes, l'investissement dans un box dédié aux gestes vétérinaires, tous confondus, est plus commun. Ces résultats sont issus

d'une extrapolation. Dans le questionnaire, la question porte sur le type racial de l'animal et non sur le type racial prédominant dans l'élevage. On fait ici le raccourci entre animal de type laitier et élevage laitier mais ce n'est pas nécessairement vrai pour tous les animaux de l'enquête.

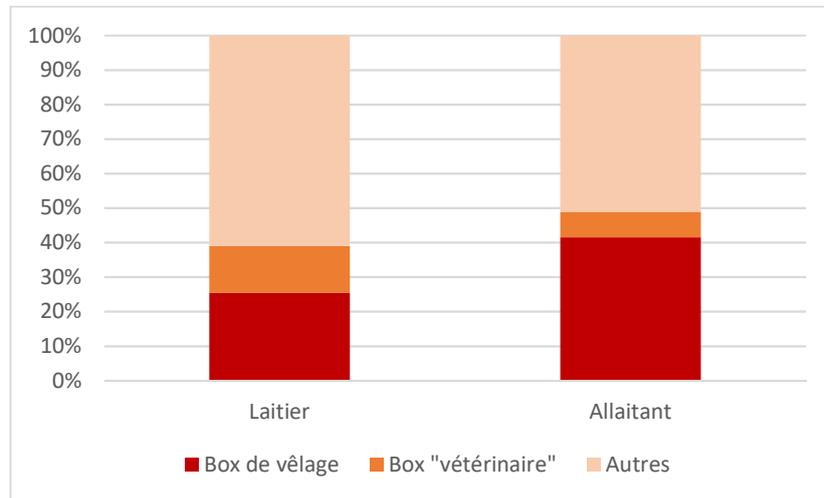


Figure 15 : Comparaison de l'équipement en espace dédié à la chirurgie entre élevages laitier et allaitant (N=154)

- Evaluation de l'état de propreté de l'environnement :

Une autre question portait sur l'évaluation de la propreté du lieu de la chirurgie par l'étudiant. Celui-ci devait qualifier l'environnement de « Très propre », « Correct », « Sale » ou « Extrêmement sale ». Ce paramètre, bien que subjectif, permet de comparer l'état de propreté des différents lieux.

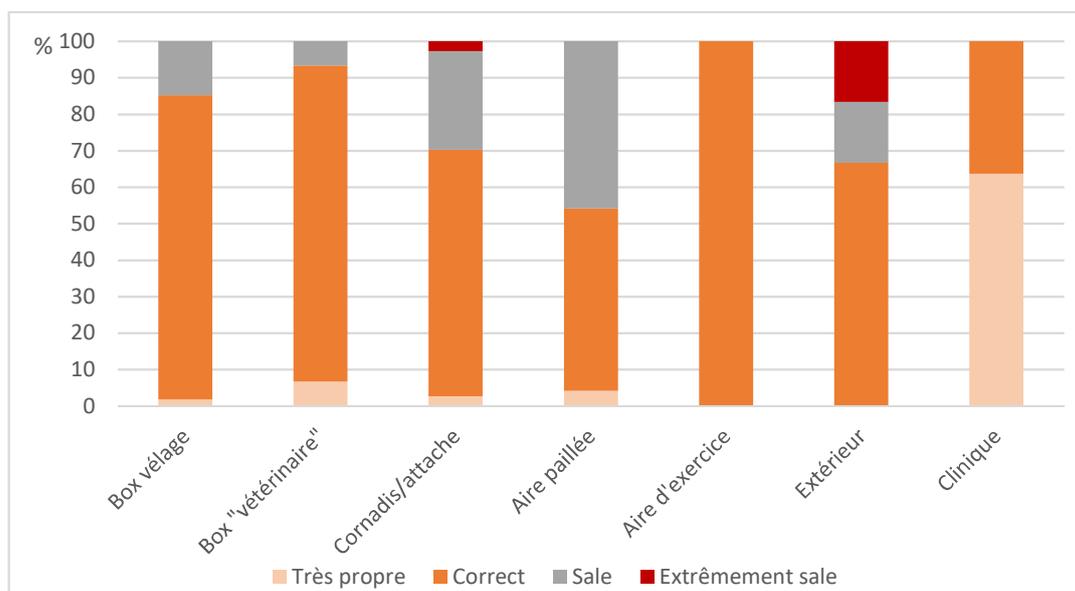


Figure 16 : Comparaison de l'évaluation de la propreté de l'environnement entre les différents lieux de chirurgie (N=154)

D'après la figure 16, il semble que la clinique vétérinaire puis l'aire d'exercice soient les lieux les plus propres pour une chirurgie. A l'inverse, l'extérieur, le cornadis et l'aire paillée sont fréquemment sales. Le cas du cornadis est intéressant : ce lieu a été jugé très propre dans 3% des cas et extrêmement sale dans 3% des cas également. Son état de propreté est donc très variable. Enfin, les boxes de vêlage et ceux dédiés aux gestes vétérinaires sont d'une propreté comparable.

- Nature du sol :

Les chirurgies ont lieu sur un sol en béton dans 55% des cas (figure 17). La nature du sol est déterminée par la construction du bâtiment et est une variable difficilement modifiable par le vétérinaire.

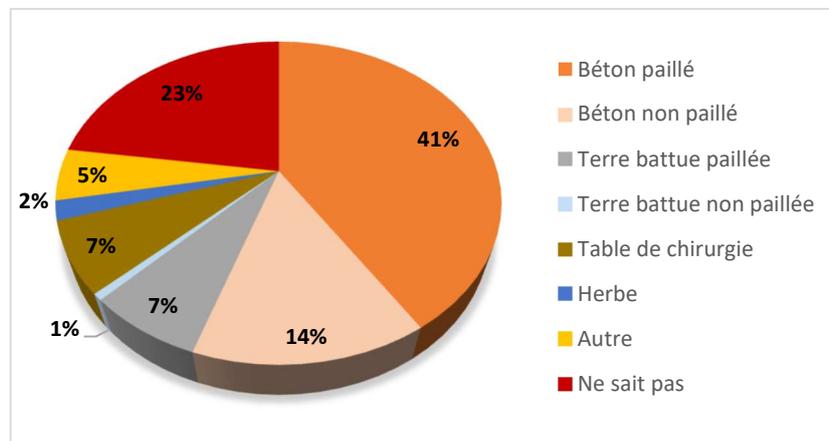


Figure 17 : Type de sol sur lequel a lieu la chirurgie (N=154)

Dans cette étude, si l'on considère les chirurgies qui ont lieu à la ferme, dans 78,8% des cas (93/118) le sol est paillé.

Enfin, dans 90,7% des cas (107/118) l'animal est isolé de ses congénères.

5. Présentation des résultats relatifs à la préparation

Comme on l'a vu dans la première partie de ce travail, les étapes de préparation sont fondamentales dans la réalisation de l'asepsie.

5.1. Préparation de l'animal

Alors que la tonte est recommandée par rapport au rasage, la figure 18 montre que plus de 55% des zones opératoires sont rasées et environ 35% sont tondues. Dans un peu plus de 7% des cas la zone est tondu et rasée. Ces chiffres sont en accord avec ceux de l'étude de Hanzen, où 35% des vétérinaires tondent la zone opératoire pour la césarienne (Hanzen et al., 2011a).

Conformément aux recommandations, nettoyage et désinfection font partie du protocole de préparation de la zone opératoire dans plus de 90% des cas.

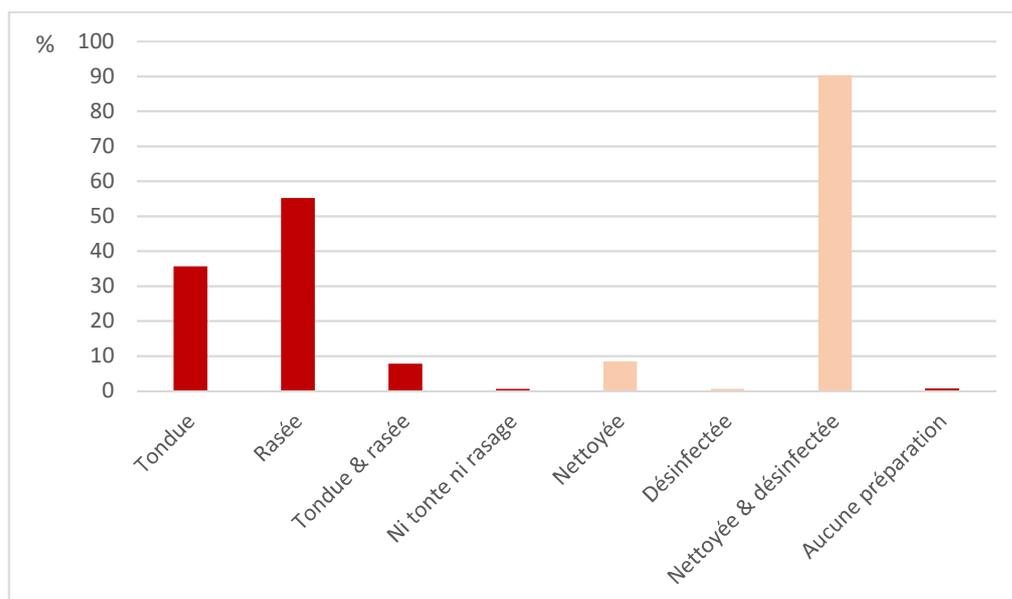


Figure 18 : Fréquence associée à chaque étape de préparation de la zone opératoire (N=154)

Desrochers préconise un nettoyage de 3 à 5 minutes, suivi d'une désinfection en 3 étapes (Desrochers, 2005). Nettoyage et désinfection doivent utiliser le même principe actif et éventuellement y associer l'alcool. On constate que dans presque 80% des chirurgies, le nettoyage contient 2 étapes ou plus (figure 19), ce qui est en accord avec les recommandations si chaque étape dure au moins 1 minute 30. Les résultats concernant la désinfection sont moins bons : seules 16% des désinfections comprennent les 3 étapes recommandées (figure 20). Dans la moitié des cas, une

seule étape de désinfection est réalisée, ce qui semble très insuffisant, et dans 1% des cas elle n'est pas réalisée.

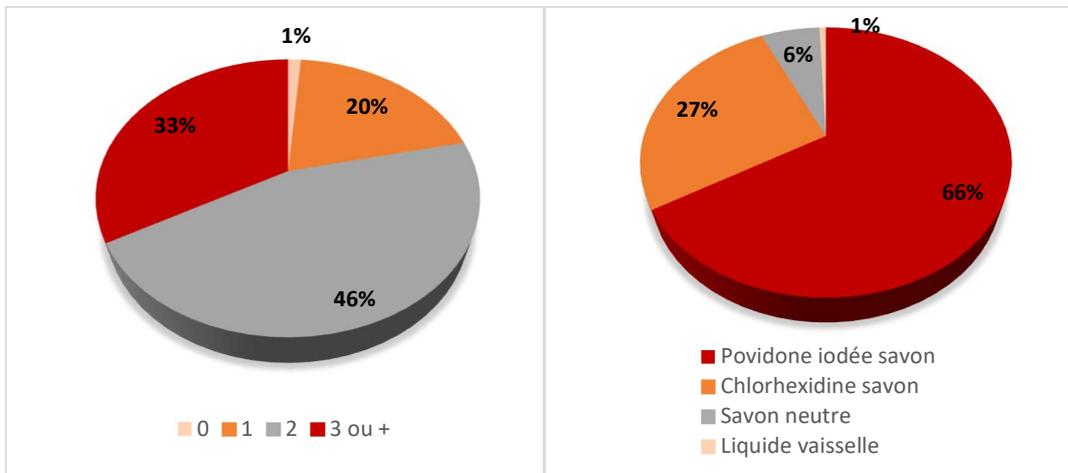


Figure 19 : Nombre de nettoyages et produit utilisé pour le nettoyage (N=154)

Pour ce qui est du principe actif, on constate que la povidone iodée et la chlorhexidine sont très fréquemment utilisées. A l'inverse de l'étude de Hanzen, la povidone iodée semble être préférée à la chlorhexidine. Dans 65,6% des préparations (101/154), le principe actif utilisé pour le nettoyage est le même que celui utilisé pour la désinfection, ce qui correspond aux recommandations.

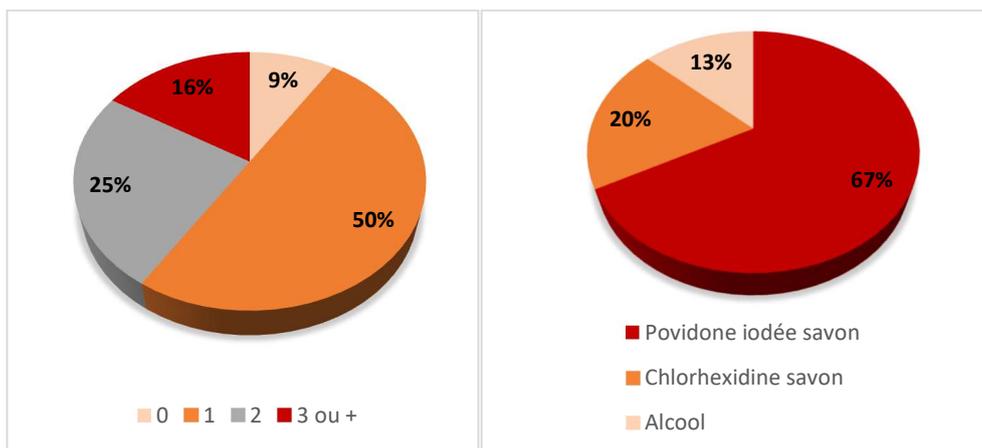


Figure 20 : Nombre de désinfections et produit utilisé pour la désinfection (N=154)

5.2. Préparation du chirurgien et de son matériel

D'après les réponses aux questions concernant la tenue du chirurgien, la majorité des vétérinaires (70%) porte gants et blouse et pour presque 23% d'entre eux, ces équipements sont stériles. La figure 21 montre que plus de 55% des chirurgiens portent une blouse stérile, ce qui semble être un taux élevé. C'est peut-être une erreur due à la confusion de certains stagiaires qui ont considéré qu'une blouse plastique emballée était stérile, mais en réalité elle ne l'est pas systématiquement (voire même rarement).

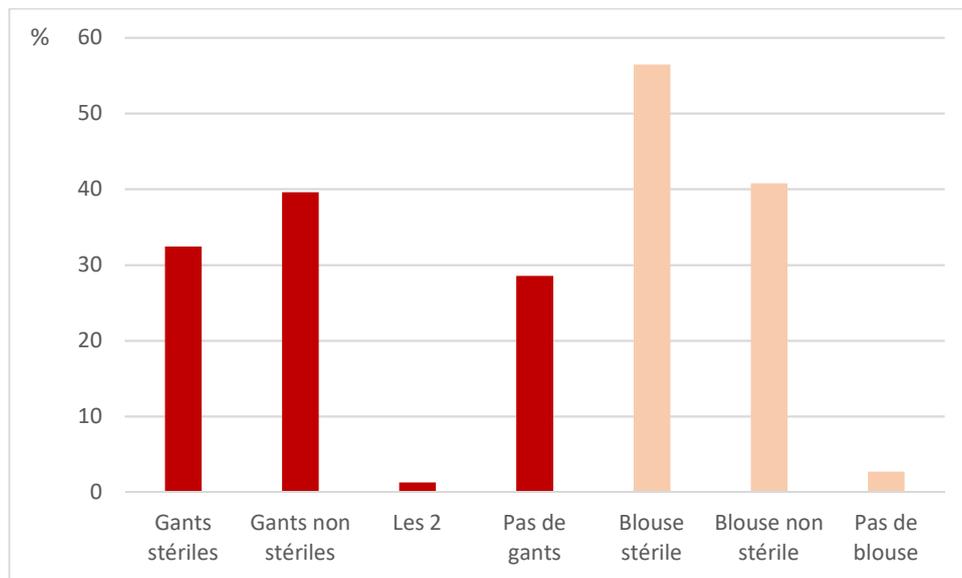


Figure 21 : Distribution des pratiques en lien avec la tenue du chirurgien (N=154 pour les gants ; N=147 pour la blouse)

Le lavage des mains est réalisé pour 86% des chirurgies (figure 22).

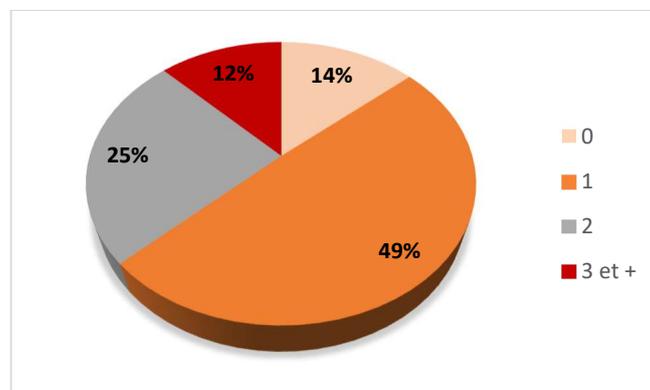


Figure 22 : Nombre de lavages des mains du chirurgien (N=154)

Une question concerne la stérilité du matériel chirurgical utilisé. Dans 30,5% des chirurgies, le matériel n'est pas stérile et dans près de 8% des cas, le stagiaire ne sait pas répondre à la question.

La figure 23 représente la proportion des chirurgies utilisant du matériel stérile par type de chirurgie. On constate que le matériel chirurgical est plus fréquemment stérile pour les chirurgies de l'ombilic (85,7%) que pour les chirurgies de la caillette (71,9%) et les césariennes (55,6%). Cela peut s'expliquer par le caractère saisonnier des césariennes dans certaines régions et la fréquence associée. En pleine saison de vêlages, le rythme est tel que le vétérinaire n'a pas toujours le temps de stériliser le matériel entre deux interventions. A l'inverse, les chirurgies de la caillette et de l'ombilic sont souvent moins fréquentes et peuvent parfois être planifiées, ce qui permet une préparation du matériel. Aussi, la réalisation des chirurgies de l'ombilic à la clinique vétérinaire facilite l'accès à un matériel préalablement stérilisé.

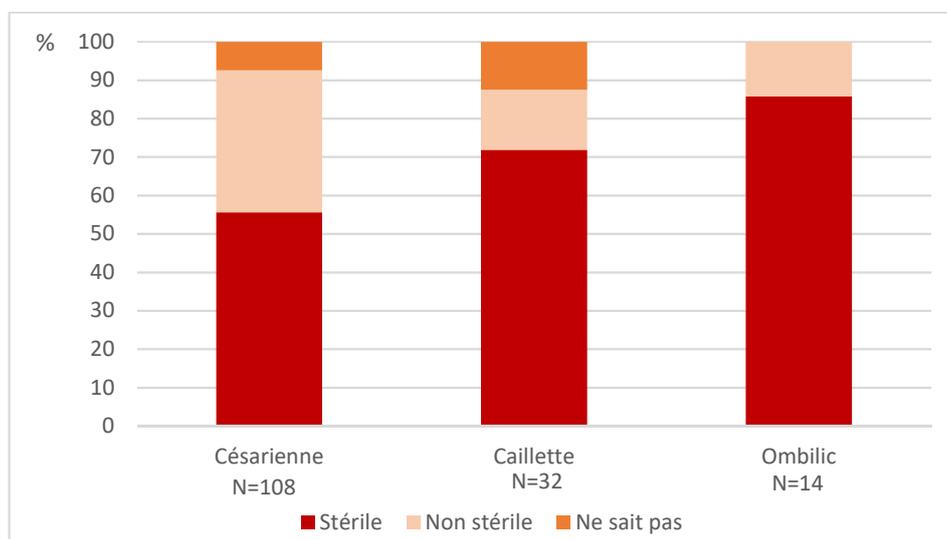


Figure 23 : Stérilité du matériel en fonction du type de chirurgie

6. Aperçu des pratiques propres à la césarienne

Notre étude compte 108 réponses pour la césarienne, dont 91 complètes. Une grande majorité des césariennes se font sur animal debout (95,4%) et dans 7,4% des cas l'animal s'est couché au cours de l'intervention. Trois césariennes (2,3%) ont eu lieu sur un animal en décubitus latéral, une sur un animal en décubitus dorsal (1%) et une sur un animal en décubitus sternal (1%).

Le ou les veaux étaient vivants au moment de la césarienne dans 87 cas sur 108 (soit 80,6%) et une torsion de matrice était présente pour 17 césariennes (soit 15,7%).

Dans la grande majorité des cas (94/107, soit 87,9%) le vétérinaire et/ou l'éleveur pratiquent une ou plusieurs fouilles afin d'essayer de sortir le veau par voie naturelle.

Ce chiffre est en accord avec les observations tirées de l'étude de Hanzen, où l'exploration vaginale est faite dans 87.9% des césariennes également (Hanzen et al., 2011a).

- Moment de l'incision de l'utérus :

Comme le montre la figure 24, plus de la moitié des vétérinaires extériorisent l'utérus après l'avoir incisé en position intra-abdominale. C'est la technique la plus utilisée quel que soit le type racial de l'animal (53,6% pour une vache laitière et 63,3% pour une vache allaitante).

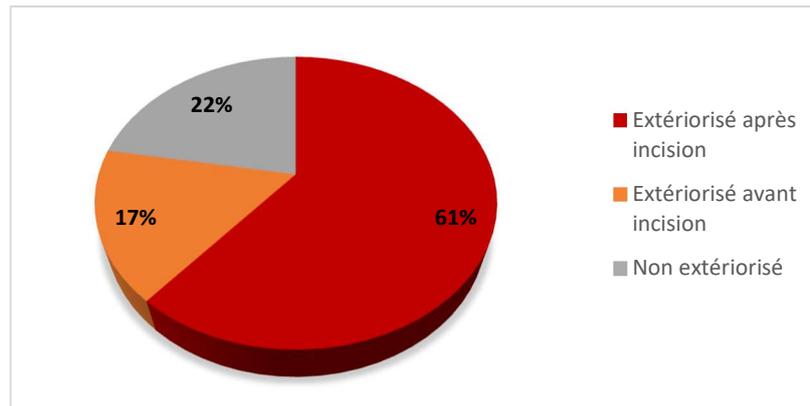


Figure 24 : Prévalence des pratiques en terme d'incision de l'utérus lors d'une césarienne (N=108)

Ces observations ne correspondent pas à celles de Hanzen, qui compte 44% de vétérinaires réalisant l'incision après extériorisation et 43% la réalisant avant (Hanzen et al., 2011b).

- Temps d'intervention :

Pour chaque chirurgie, une question porte sur l'évaluation du temps d'ouverture, qui correspond au temps entre le début de l'incision et le dernier point cutané, c'est-à-dire la période durant laquelle le risque de contamination par voie exogène est présent. La figure 25 nous révèle que pour la majorité des césariennes (67%), ce temps d'ouverture est compris entre 30 minutes et 1 heure. Celui-ci excède les 2 heures dans 1% des cas seulement, et n'est jamais supérieur à 3 heures.

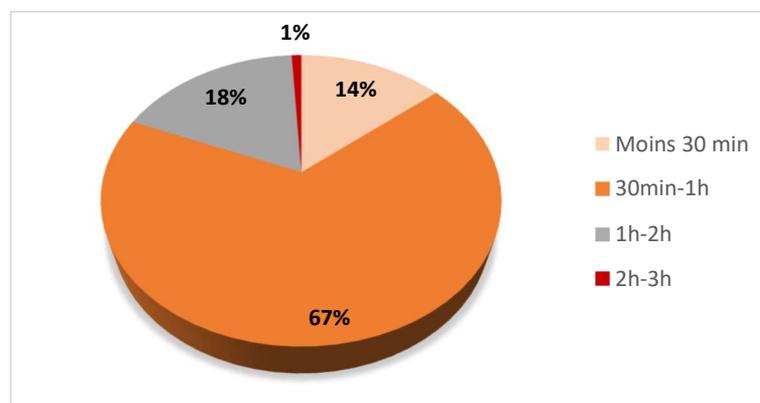


Figure 25 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une césarienne (N=107)

- Accidents peropératoires :

Les accidents peropératoires observés lors de la césarienne et leur prévalence dans notre étude sont les suivants : l'animal se couche pendant l'intervention dans 7,4% des cas (8/108), l'animal donne de nombreux coups de pieds dans 7,4% des cas (8/108), l'utérus est déchiré et/ou difficile à suturer dans 1,9% des cas (2/108) et une hémorragie sévère intervient dans 1,9% des cas (2/108). La majorité des césariennes (91/108 soit 84,3%) se déroule sans accidents peropératoires.

7. Aperçu des pratiques propres à la chirurgie de la caillette

Notre étude compte 32 réponses complètes pour la chirurgie de la caillette. Parmi ces réponses, 25 concernent un déplacement de caillette à gauche, 5 un déplacement de caillette à droite, une flexion de la caillette et un volvulus de la caillette. 30 chirurgies sur 32, soit 93,8%, se réalisent sur un animal debout pendant toute la durée de l'intervention.

- Technique utilisée :

En ce qui concerne la technique utilisée pour résoudre ces affections, le volvulus est résolu par laparotomie par le flanc droit, ponction de la caillette et fixation de l'omentum. La flexion de la caillette est résolue par laparotomie par le flanc droit et fixation de l'omentum sans ponction. Les techniques pour les déplacements à droite ou à gauche sont résumées par la figure 26. La laparotomie par le flanc droit est largement préférée aux autres techniques. Le dégonflement de la caillette par ponction est chose fréquente : elle est réalisée dans 75% des chirurgies (24/32), toutes affections confondues.

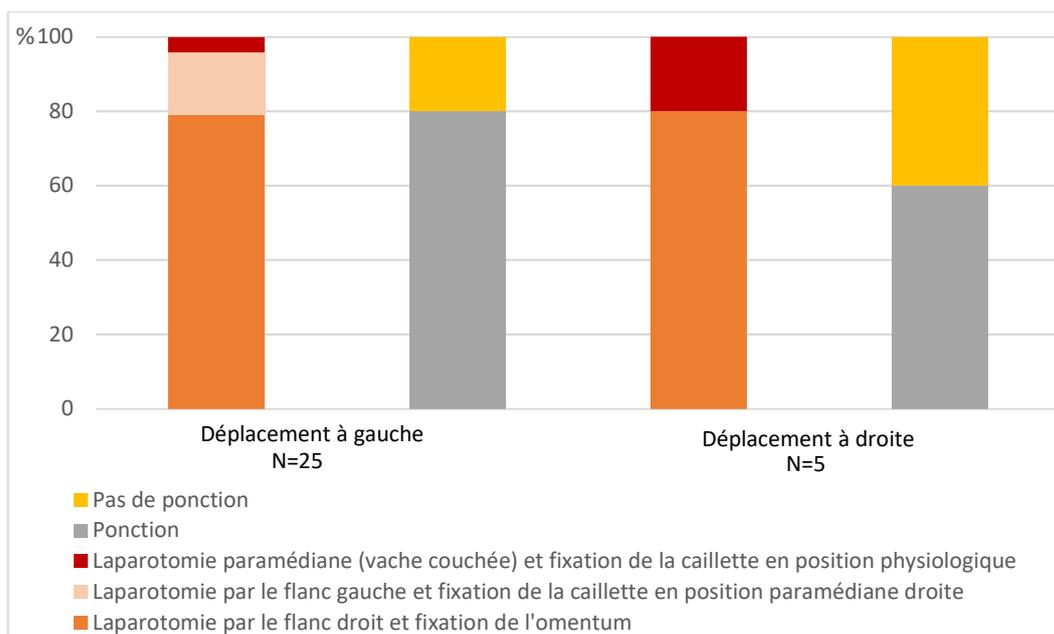


Figure 26 : Aperçu des techniques utilisées pour la chirurgie de la caillette

- Temps d'intervention :

Comme on le voit sur la figure 27, la plupart des chirurgies de la caillette ont un temps d'ouverture compris entre 30 minutes et 1 heure et qui n'excède jamais 2 heures. Pour presque un tiers de ces chirurgies il est inférieur à 30 minutes.

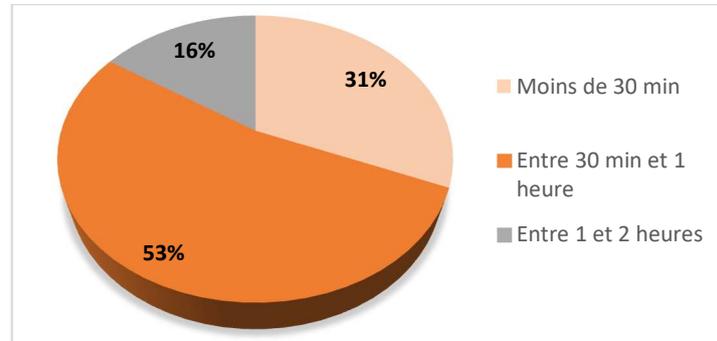


Figure 27 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une chirurgie de la caillette (N=32)

Seuls 2 animaux de l'échantillon ont présenté des complications après une chirurgie de la caillette. Dans 25% des cas un dosage des corps cétoniques est réalisé avant la chirurgie. Les concentrations mesurées vont de 0,2 à 5,6 mmol.L⁻¹.

Enfin, dans 5 chirurgies sur 32 (15,6%), l'animal a donné de nombreux coups de pieds, C'est le seul accident peropératoire observé pour ce type de chirurgie et sa prévalence est relativement élevée, comparée aux autres accidents observés lors des césariennes.

8. Aperçu des pratiques propres à la chirurgie de l'ombilic

Parmi les 14 exemples de chirurgies de l'ombilic de notre étude, seuls 12 questionnaires répondent aux questions qui nous intéressent dans cette partie, 11 sont complets et 2 animaux seulement ont présenté des complications. Dans les 2 cas, la complication identifiée est la mort de l'animal.

Les affections rencontrées sont de nature très variée, comme le montre la figure 28.

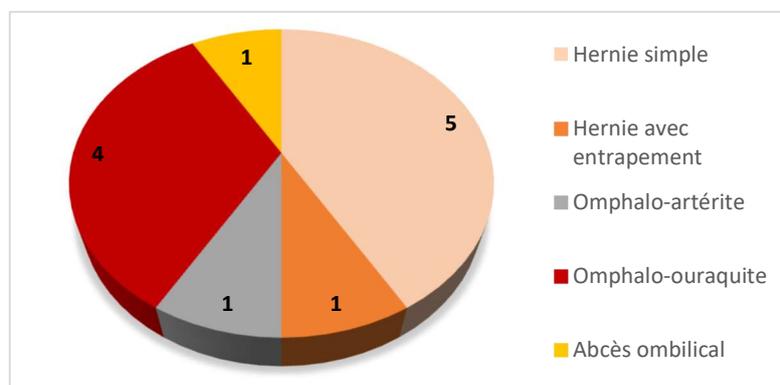


Figure 28 : Nombre de chirurgies de l'ombilic par type d'affection (N=12)

Six chirurgies de l'ombilic sur 12 (soit 50%) ont un temps d'ouverture de moins de 30 minutes et celui-ci n'excède jamais 2 heures, comme illustré par la figure 29.

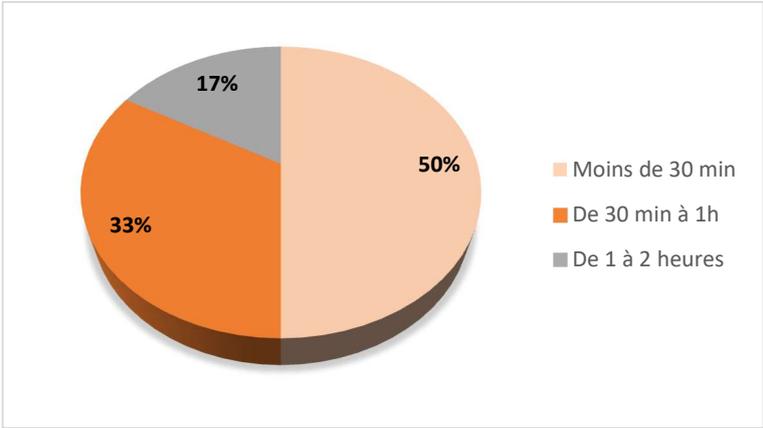


Figure 29 : Prévalence en termes de temps d'ouverture lors d'une chirurgie de l'ombilic (N=12)

Enfin, aucun accident peropératoire n'a été mentionné.

9. Présentation des résultats en termes de traitements et de suivi de l'animal

9.1. Traitements de la plaie de chirurgie

A la question « Des antibiotiques ont-ils été mis dans la plaie, avant ou pendant la suture (en sous-cutané ou en intermusculaire) ? », deux tiers des étudiants (67%) a répondu « Non » (figure 30). Parmi les 33% de réponses positives, 25% des antibiotiques étaient administrés sous forme liquide, 5% sous forme solide (oblets) et 3% sous forme de spray. L'administration locale d'antibiotiques est donc une pratique non négligeable.

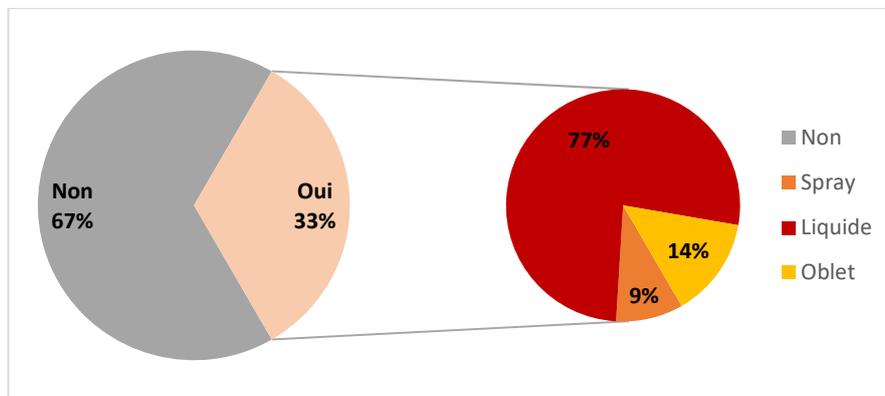


Figure 30 : Fréquence d'administration d'antibiotiques dans la plaie de chirurgie et leur forme (N=127)

A la question « Un pansement liquide a-t-il été appliqué sur la plaie après suture ? », presque trois quart des étudiants ont répondu « Oui » (figure 31). Dans 87% des chirurgies où un pansement est appliqué, c'est sous forme de spray à l'aluminium. Dans 12% des cas, ce spray est à base d'antibiotiques. Lors d'une chirurgie, un spray à base de phytothérapie a été appliqué.

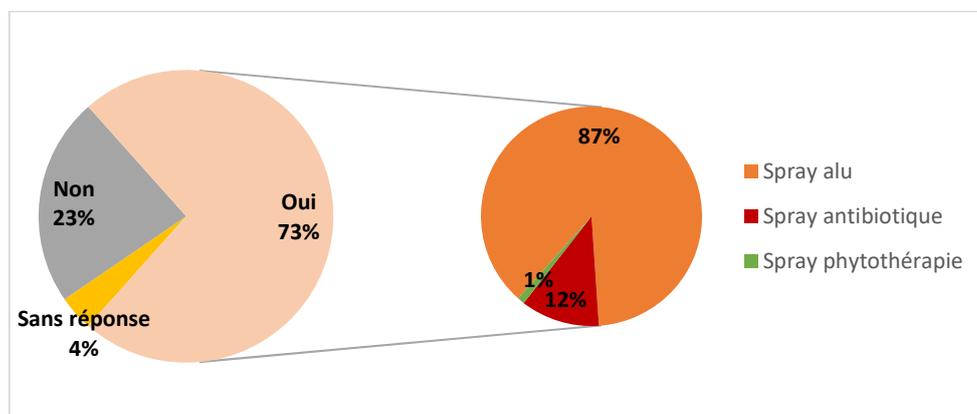


Figure 31 : Aperçu des pratiques en termes d'utilisation de pansement liquide sur la plaie (N=129)

9.2. Nature des traitements antibiotiques administrés

Les réponses concernant les traitements sont les plus incomplètes. Notre étude compte 121 réponses partielles ou complètes concernant les traitements antibiotiques administrés, dont 85 césariennes, 25 chirurgies de la caillette et 10 chirurgies de l'ombilic. Parmi ces 121 chirurgies, 9 animaux n'ont pas reçu d'antibiotiques, soit 7,4%, toutes chirurgies confondues. Si l'on considère la césarienne, la chirurgie de la caillette et la chirurgie de l'ombilic séparément, des antibiotiques ont été administrés dans respectivement 91,8%, 96% et 90% des interventions. D'après Hanzen, 99,1% des vaches reçoivent un traitement antibiotique à l'occasion de la césarienne (Hanzen et al., 2011b), ce qui est supérieur à nos résultats.

Parmi les 9 animaux n'ayant pas reçu d'antibiotique, une vache a déclaré des complications après une césarienne (non reprise du transit).

Dans 74 cas sur 121 (61,2%), l'animal a reçu une seule spécialité et dans 38 cas (31,4%) l'animal a reçu deux spécialités différentes :

- Une spécialité administrée par voie intra-péritonéale et une autre par voie intramusculaire en relai pendant 0 à 5 jours ;
- Ou deux spécialités différentes en IM ;
- Ou une spécialité en IP et en IM, et une deuxième spécialité en IM seulement.

La voie intrapéritonéale est utilisée dans 44,6% des chirurgies (54/121). Plus particulièrement, elle est utilisée dans 47,1% des césariennes (40/85), alors que dans l'étude de Hanzen, cette voie est utilisée dans près de 80% des césariennes (Hanzen et al., 2011b).

La voie IV n'est jamais mentionnée dans notre étude, ni dans celle de Hanzen ; d'après les recommandations, c'est pourtant la voie de choix pour administrer un traitement antibioprophylactique dans le cadre d'une chirurgie, mais elle n'est pas utilisée sur le terrain.

Les familles d'antibiotiques utilisées sous forme injectable sont les suivantes :

- β -lactamines,
- Aminosides,
- Phénicolés.

Certaines spécialités associent plusieurs molécules de familles différentes (comme pénicilline G et DiHydroStreptomycine (DHS)) par exemple. Certaines spécialités associent antibiotiques et anti-inflammatoires stéroïdiens.

Leurs utilisations respectives sont distribuées comme détaillé dans le tableau 7. On ne connaît la nature du ou des produits administrés que pour 54 césariennes, 17 chirurgies de la caillette et 5 chirurgies de l'ombilic, soit 76 chirurgies.

Tableau 7 : Nature des antibiotiques utilisés sous forme injectable lors des chirurgies de notre étude

Familles	Molécule(s)	Spécialités	Fréquence d'utilisation par type de chirurgie (nombre)		
			Césarienne	Caillette	Ombilic
β-lactamines	Pénicilline G	Procactive® autre	24% (12/54)	12% (2/17)	20% (1/5)
	Amoxicilline	Vetrimoxin 48h® Duphamox LA® Clamoxyl®	17% (9/54)	18% (3/17)	40% (2/5)
	+ acide clavulanique	Amoxicilline + acide clavulanique	Noroclav® autre	2% (1/54)	0
Pénicilline + aminosides	Pénicilline G + DHS	Intramicine® Shotapen® Pénijectyl® Péni-DHS®	67% (36/54)	59% (10/17)	0
+ corticoïdes	Pénicilline G + DHS + corticoïdes	Histabiosone® Pen-hista-strep® Histacline®	17% (9/54)	35% (6/17)	0
	Pénicilline G + néomycine + corticoïdes	Cortexiline®	4% (2/54)	0	0
Phénicolés	Florfénicol	(Non spécifié)	0	0	20% (1/5)

La pénicilline G est la molécule antibiotique la plus fréquemment utilisée ; elle est administrée dans 63 chirurgies sur 76 (soit 82,9%). Elle est fréquemment associée à la DHS, ce qui en élargit le spectre. L'amoxicilline, associée ou non à l'acide clavulanique est administrée dans 16 chirurgies, soit 21,1%.

Dans l'étude de Hanzen, ainsi que dans un sondage réalisé en 2008 par Chicoine sur l'utilisation des antibiotiques en chirurgie par les vétérinaires canadiens, les familles les plus représentées sont les tétracyclines et les pénicillines (Hanzen et al., 2011b ; Chicoine et al., 2008). Dans notre étude, les tétracyclines ne sont administrées que sous la forme d'oblets.

La moitié des spécialités antibiotiques est administrée après la chirurgie (figure 32). L'administration préopératoire, recommandée dans la littérature, n'est réalisée que pour 15% des spécialités.

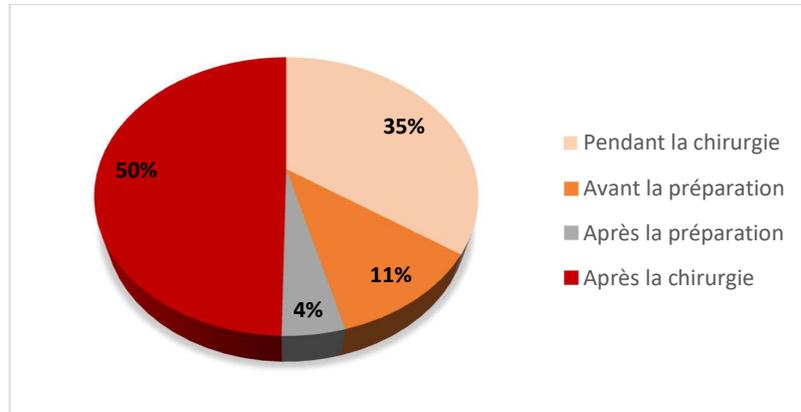


Figure 32 : Moment d'administration des spécialités antibiotiques, toutes chirurgies confondues (N=159)

- Les césariennes :

Pour chaque chirurgie où cela a été possible, la dose pour chaque spécialité administrée a été calculée, en utilisant le poids estimé de l'animal ainsi que le volume administré. Une dose en mg/kg est ainsi obtenue et a pu être comparée aux recommandations des RCP des spécialités concernées.

Pour plus de la moitié des questionnaires, les informations manquantes ne permettent pas de calculer cette dose, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats de la figure 33.

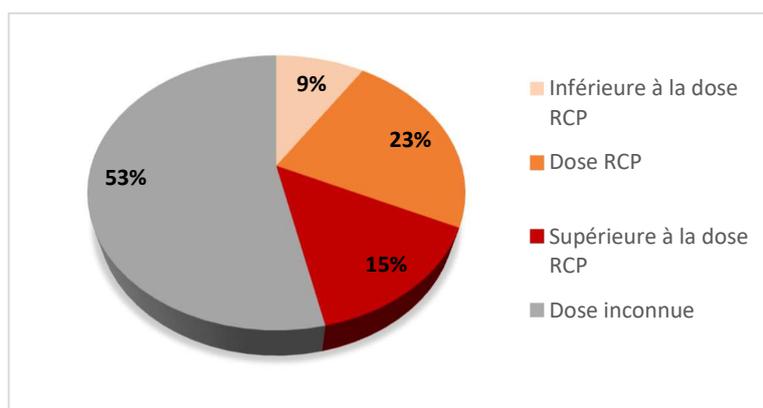


Figure 33 : Comparaison entre dose administrée et dose RCP pour les césariennes (N=131)

Pour chaque spécialité, la question suivante était posée fin d'estimer la durée des traitements antibiotiques :

4. Durée du traitement post-chirurgie (sans prendre en compte la première administration) avec l'antibiotique n°1 :

1 jour 4 jours 0 jour (une seule administration)
 2 jours 5 jours
 3 jours > 5 jours

Etant donnée la formulation de cette question, il est possible que les participants n'aient pas tous répondu de la même façon. Une partie a répondu en termes de nombre d'administrations, mais il est possible que certains aient considéré la durée d'efficacité de la spécialité (soit le temps pendant lequel la concentration sérique en antibiotiques est supérieure à la concentration minimale inhibitrice). Par exemple, pour un animal ayant reçu une seule administration de Shotapen® le jour de la chirurgie, certains ont répondu « 0 jour (une seule administration) » mais il est également possible que certains aient répondu « 3 jours », durée pendant laquelle les concentrations sériques en pénicilline G sont efficaces d'après le RCP (VIRBAC, 1991). Pour chaque type de chirurgie, on a illustré ces résultats par un diagramme. Pour les animaux ayant reçu plusieurs spécialités, on a considéré la durée la plus longue.

On obtient la figure 34 pour la césarienne. La durée de traitement est très variable. On rappelle que les auteurs recommandent un traitement antibiotique d'un minimum de 5 jours après une césarienne non compliquée, qui est classée comme chirurgie propre-contaminée avec effraction d'un organe intra-abdominal (l'utérus). Etant donné le manque de précision des réponses, on ne peut conclure quant au respect de ces recommandations.

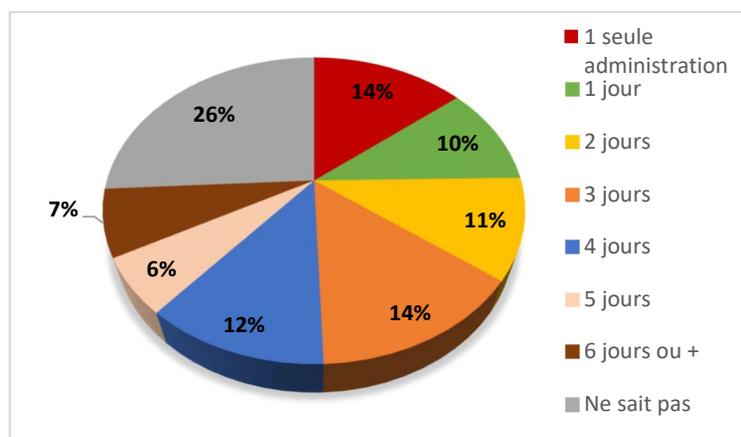


Figure 34 : Durée du traitement antibiotique suite à une césarienne (N=85)

A la forme injectable s'ajoutent des oblets intra-utérins pour 43% des césariennes. A titre de comparaison, cette voie d'administration concerne 45,7% des césariennes dans l'étude de Hanzen (Hanzen et al., 2011b).

Comme le montre la figure 35, lorsque des oblets sont administrés, c'est par deux dans 55% des cas.

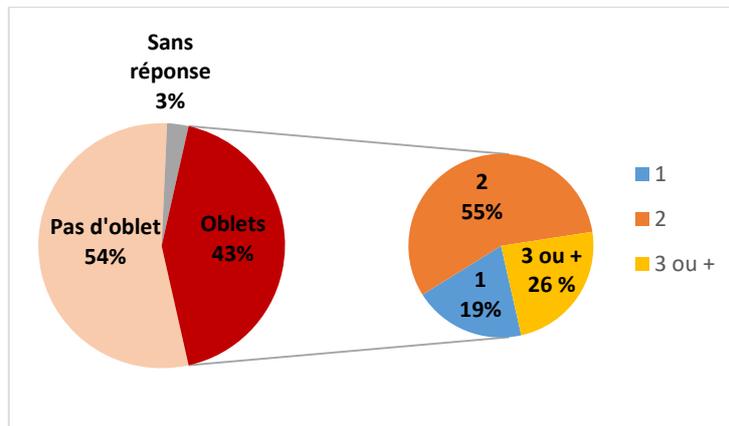


Figure 35 : Fréquence d'utilisation d'oblets intra-utérins après une césarienne, et nombre d'oblets administrés (N=109)

Les oblets à base d'amoxicilline semblent légèrement préférés à ceux à base de chlortétracycline (figure 36).

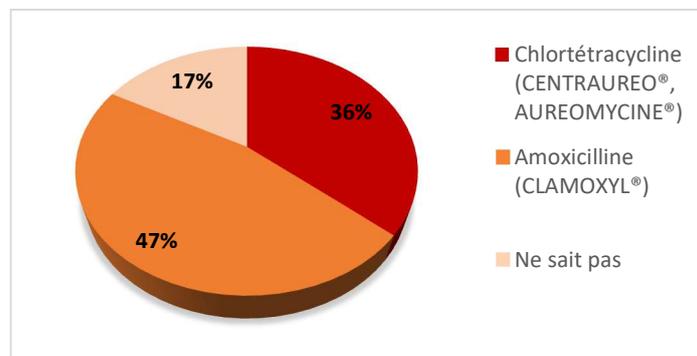


Figure 36 : Répartition des oblets intra-utérins par principe actif (N=47)

- Les chirurgies de la caillette :

Pour les chirurgies de la caillette là encore, plus de la moitié des doses administrées ne sont pas renseignées, ce qui ne permet pas de tirer de conclusion quant à ce paramètre. Cependant on constate que les doses mentionnées sur les RCP sont plus souvent respectées pour la chirurgie de la caillette que pour la césarienne (figure 37).

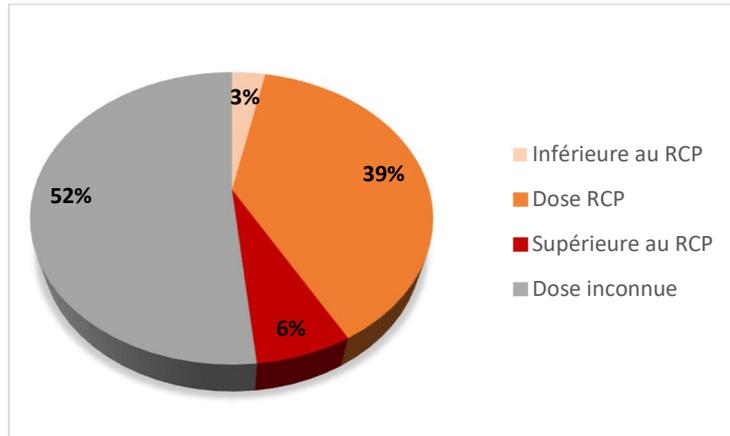


Figure 37 : Comparaison entre dose administrée et dose RCP pour les chirurgies de la caillette (N=31)

La durée du traitement est très variable (figure 38). Les recommandations issues de la littérature préconisent une antibioprofylaxie de 3 jours pour les chirurgies digestives non compliquées et sans ouverture d'organe. Parmi les 9 chirurgies de la caillette où un traitement a été mis en place pendant plus de 3 jours, des facteurs de risque justifient l'allongement de la durée du traitement pour 7 chirurgies : animal en décubitus dorsal, affection concomitante (métrite ou cétose), nombreux coups de pieds lors de la chirurgie, environnement sale.

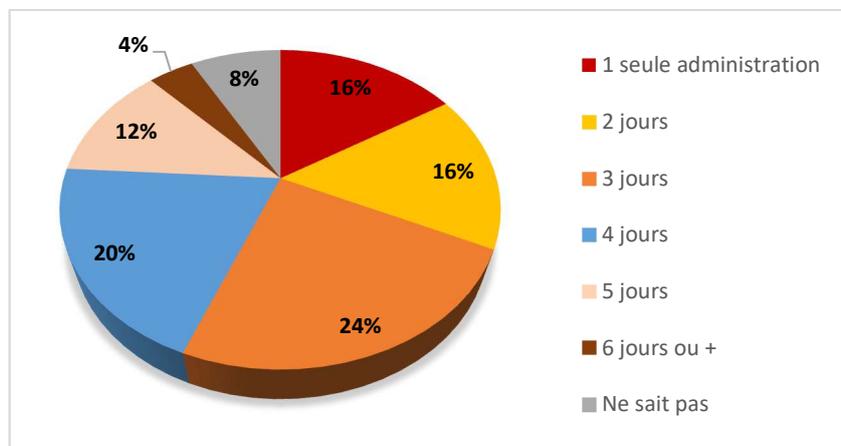


Figure 38 : Durée du traitement antibiotique suite à une chirurgie de la caillette (N=25)

- Les chirurgies de l'ombilic :

Les recommandations quant aux traitements antibiotiques utilisés lors d'une chirurgie de l'ombilic dépendent de l'affection traitée. Dans 56% des cas (5/9), un traitement est mis en place pendant 3 jours (figure 39). Ce type de chirurgie présente une particularité en termes de traitement. Dans 2 cas sur 9, l'animal a reçu des antibiotiques dans les jours précédents la chirurgie. Cette pratique vise généralement à contrôler une infection préexistante avant d'opérer l'animal.

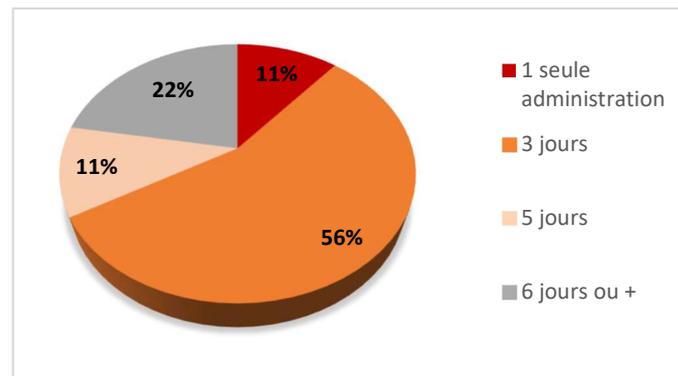


Figure 39 : Durée du traitement antibiotique suite à une chirurgie de l'ombilic (N=9)

Un seul questionnaire pour les chirurgies de l'ombilic comporte une réponse pour la dose administrée, qui est dans ce cas inférieure à la dose du RCP.

9.3. Autres traitements administrés dans le cadre de la chirurgie

Enfin, pour chaque chirurgie, une question concernait les autres traitements (non antibiotiques) administrés à l'animal avant ou après l'intervention.

- Césariennes :

Dans 44% des césariennes (46/91), l'animal reçoit au moins un autre traitement. 64% de ces traitements sont des anti-inflammatoires ; ils sont administrés dans 39% des césariennes., ce qui est supérieur à la fréquence observée par Hanzen, qui compte seulement 13,8% de césariennes avec anti-inflammatoires (Hanzen et al., 2011b). La plupart sont des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (figure 40). Lorsque des corticoïdes sont administrés, ils sont associés aux antibiotiques dans une même spécialité.

Dans 19% des césariennes, l'animal reçoit des tocolytiques ; ils représentent un tiers des traitements non antibiotiques administrés. Le reste des traitements est assez varié : hépatoprotecteurs, suppléments vitaminiques, sérum antitétanique et

phytothérapie. D'après Hanzen, 36,5% des vétérinaires administrent un agent ocytocique après une césarienne, ce qui n'a pas été rapporté ici (Hanzen et al., 2011b).

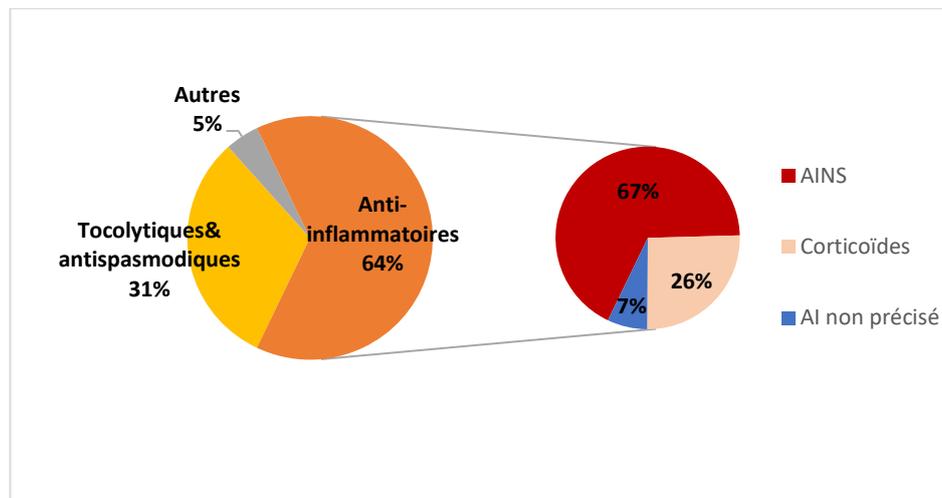


Figure 40 : Nature et proportion des autres traitements administrés dans le cadre des césariennes (N=67)

- Chirurgies de la caillette :

Les autres traitements administrés dans le cadre d'une chirurgie de la caillette sont plus divers (figure 41). Plus de la moitié sont des anti-inflammatoires ; ceux-ci sont administrés dans 59% des chirurgies de la caillette. Les AINS sont encore préférés aux corticoïdes. On trouve aussi perfusions et drenchages, hépatoprotecteurs, suppléments vitaminiques et spasmolytiques.

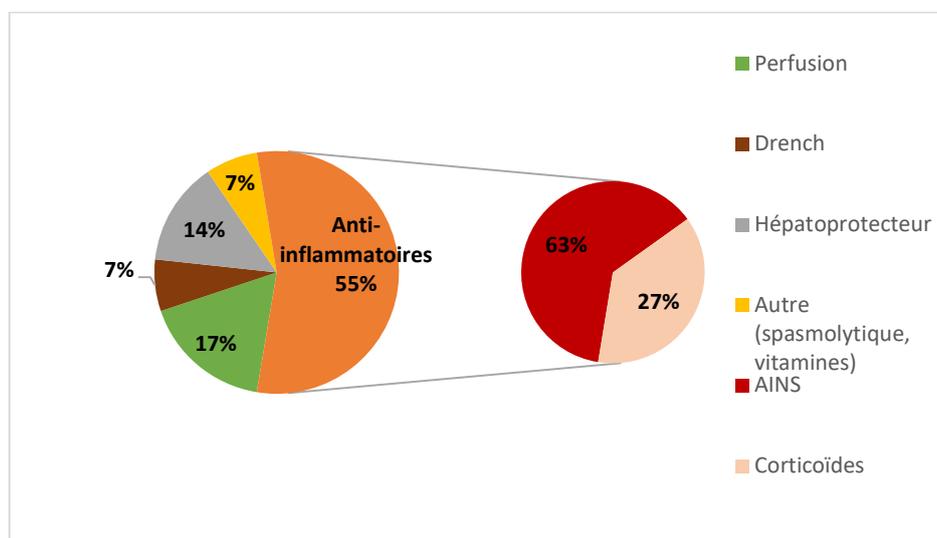


Figure 41 : Nature et proportion des autres traitements administrés dans le cadre des chirurgies de la caillette (N=29)

Pour les chirurgies de l'ombilic, 3 animaux ont reçu une perfusion et 4 animaux, des anti-inflammatoires.

10. Présentation des corrélations

Plusieurs tests de Fisher exacts ont été réalisés afin de tester l'indépendance entre les pratiques des vétérinaires et le taux de complications. Selon Hanzen, le nombre de césariennes réalisées par an influe sur les pratiques d'asepsie. Or notre questionnaire ne nous permet pas de connaître le nombre de chirurgies réalisées par an par les vétérinaires, mais nous donne accès au nombre d'années de pratique rurale. Des tests de Fisher exacts ont donc également été réalisés pour tester l'indépendance entre l'expérience du vétérinaire et certaines de ses pratiques. Les *p-values* obtenues sont résumées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Résultats des tests de Fisher exacts pour le premier questionnaire

<i>p-values</i>	Taux de complications	Nombre d'années de pratique
Conditions		
Lieu de la chirurgie	0,3791	
Propreté de l'environnement	0,7593	
Nature du sol	0,5152	
Préparation		
Tonte ou rasage	0,8706	
Nombre de nettoyages	0,8203	
Nombre de désinfections	0,4534	
Stérilisation du matériel	0,0670	
Chirurgicalien		
Nombre d'années de pratique	0,0664	
Nombre de lavages de mains	0,7715	0,8037
Port de gants		0,010
Port d'une blouse		0,5064
Césarienne		
Position de l'animal	0,6486	
Veau mort ou vivant	0,1415	
Torsion de matrice	1	
Exploration vaginale	0,4145	
Moment de l'incision de l'utérus	0,2454	0,0152
Temps d'ouverture	0,6204	
Accidents peropératoires	0,4511	
Traitements		
Application d'un pansement liquide		0,0089
Utilisation d'oblets en césarienne	0,7682	

- Corrélation entre le nombre d'années de pratique du vétérinaire et le port de gants :

La *p-value* obtenue pour ce test est de 0.010. Le diagramme de Kiviat de la figure 42 illustre la corrélation établie. On remarque alors que plus le vétérinaire exerce depuis longtemps, moins le port de gants est fréquent.

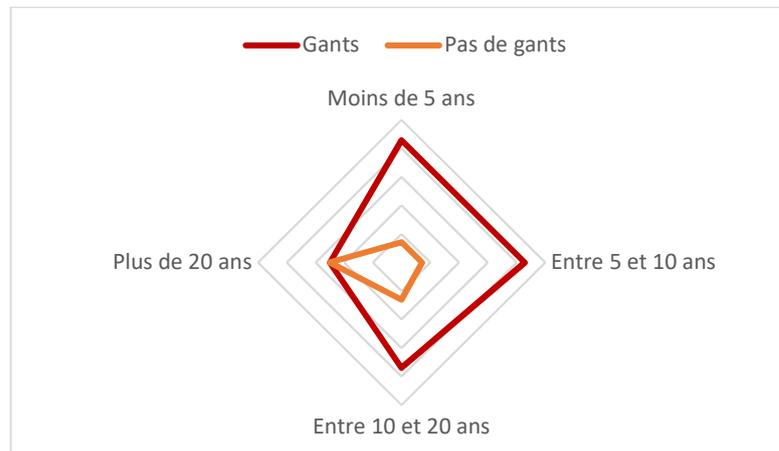


Figure 42 : Corrélation entre le nombre d'années de pratique rurale et le port de gants en chirurgie (une graduation = 20%)

A l'inverse, aucune corrélation n'a été établie entre le nombre d'années de pratique et le port de la blouse (*p-value* = 0,5064) ou avec le lavage des mains (*p-value* = 0,8037).

- Corrélation entre le nombre d'années de pratique du vétérinaire et l'application d'un pansement liquide :

La *p-value* obtenue pour ce test est de 0,0089. Pour cela, on a séparé les réponses concernant le nombre d'années de pratique en 2 groupes : moins de 10 ans et plus de 10 ans. Il en ressort alors que les vétérinaires ayant moins de 10 ans de pratique rurale ont plus tendance à appliquer un pansement liquide sur la plaie.

- Corrélation entre le nombre d'années de pratique du vétérinaire et le moment de l'incision de l'utérus :

Les conclusions de la littérature diffèrent quant au moment de l'incision de l'utérus. Alors que certaines études ont montré que l'incision intra-abdominale serait associée à un taux de mortalité plus élevé (Lyons et al., 2013), d'autres montrent qu'elle n'a pas d'impact (Cattell, Dobson, 1990).

Dans notre étude, aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le moment de l'incision de l'utérus et le taux de complications (*p-value* = 0.2454). Cependant un test

de Fisher exact a permis d'établir une corrélation avec le nombre d'années de pratique. Pour cela on a séparé les réponses pour le nombre d'années de pratique en 2 groupes : moins de 10 ans et plus de 10 ans. La *p-value* obtenue est de 0,0152. On obtient le diagramme de Kiviat de la figure 43 sur lequel on lit que 90% des vétérinaires réalisant l'extériorisation avant l'incision ont plus de 10 ans de pratique rurale.

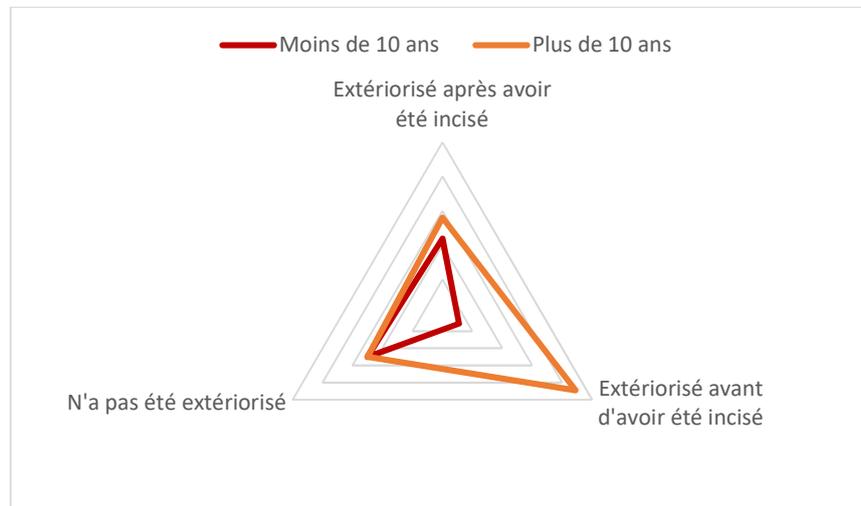


Figure 43 : Corrélation entre le nombre d'années de pratique rurale et le moment de l'incision de l'utérus (une graduation = 20%)

- Absence de corrélation pour les autres pratiques propres à la césarienne :

Le test de Fisher exact n'a pas permis d'établir de corrélation entre le taux de complications et le fait que l'animal soit debout pendant toute la durée de la chirurgie ou non (*p-value* = 0,6486). Pourtant, d'après les auteurs, le taux de mortalité est augmenté chez les animaux qui se couchent au cours de la césarienne (Newman, Anderson, 2005).

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le temps d'ouverture et le taux de complications (*p-value* = 0,6204), ni entre l'existence d'accidents peropératoires et le taux de complications (*p-value* = 0,4511) pour la césarienne. Pourtant le temps d'intervention est considéré comme un facteur majeur influençant le risque de complications de l'intervention (Newman, Anderson, 2005).

De même, aucune corrélation n'a été établie entre le fait que le ou les veaux soient morts et le taux de complications (*p-value* = 0.1415). Pourtant, d'après Bouchard, le taux de mortalité chez la vache augmente si le ou les veaux sont morts au moment de la césarienne (Bouchard et al., 1994).

Enfin, aucune corrélation n'a été établie entre l'existence d'une torsion de l'utérus et le taux de complications. Pourtant d'après Lyons, l'existence d'une torsion de l'utérus augmenterait le taux de mortalité de la mère à 14 jours post-césarienne (Lyons et al., 2013).

Les faibles effectifs obtenus pour les chirurgies de la caillette et de l'ombilic n'ont pas permis de réaliser de tests d'indépendance pour les taux de complications.

11. Discussion

11.1. Aperçu des pratiques chirurgicales des vétérinaires français

Le premier objectif de ce questionnaire à destination des étudiants vétérinaires était d'obtenir un aperçu des pratiques chirurgicales des vétérinaires français et de la gestion du risque de complications post-chirurgicales. L'effectif toutes chirurgies confondues permet d'interpréter les résultats obtenus concernant les conditions de la chirurgie ainsi que les étapes de préparation. Les questions concernant les traitements antibiotiques, qui constituent le sujet même de notre travail, ont un taux de réponse plus faible. L'effectif pour la césarienne est important (108 réponses dont 91 complètes) mais ceux des chirurgies de la caillette et de l'ombilic sont plus limités ; les 14 réponses obtenues pour la chirurgie de l'ombilic ne nous permettent pas d'extrapoler les résultats.

Hanzen a réalisé une enquête quelque peu semblable à notre étude, pour la césarienne. Malgré le fait que l'on s'intéresse aussi aux chirurgies de la caillette et de l'ombilic, cela a permis de comparer les résultats obtenus à une enquête menée à plus large échelle. Pour la plupart, les résultats des deux études sont comparables. Cependant les quelques différences observées peuvent peut-être s'expliquer par la nature des échantillons. En effet le questionnaire de Hanzen a été complété par des vétérinaires français mais aussi belges, suisses et hollandais, alors que notre enquête se limite aux praticiens exerçant en France, et que les réponses proviennent des étudiants vétérinaires. Enfin, huit ans séparent les deux enquêtes ; or les pratiques des vétérinaires évoluent avec le temps, comme nous l'avons précédemment montré pour certaines d'entre-elles.

Pour résumer, les conditions dans lesquelles ont lieu les chirurgies sur bovin, en termes de lieu, de nature du sol et de propreté de l'environnement, sont très variables et constituent des paramètres difficilement modifiables par le vétérinaire lui-même. En ce qui concerne la préparation de la zone opératoire, le rasage est préféré à la tonte. Des étapes de nettoyage et de désinfection sont réalisées dans la majorité des chirurgies, mais dans respectivement 20% et 80% des cas, le nettoyage ou la désinfection sont insuffisants. Cependant, les recommandations quant à la nature des produits utilisés pour ces étapes sont en majorité respectées. Il faut être prudent dans l'interprétation des réponses à ces questions car il est possible que, dans certains cas, le stagiaire n'ait pas été attentif à ce moment de l'intervention et/ou ait pu mal identifier la nature de chaque étape. En ce qui concerne la tenue du chirurgien, alors que le port de la blouse est presque systématique, environ un tiers des chirurgies est réalisée sans gants. Là encore il est possible que les réponses quant à la stérilité de ces

équipements ne soient pas correctes dans un certain nombre de cas. Le vétérinaire se lave les mains en moyenne 1,35 fois, et dans environ un tiers des chirurgies, le matériel n'est pas stérile.

Si l'on considère plus particulièrement la césarienne, celle-ci se réalise en majorité sur animal debout, après avoir pratiqué une ou plusieurs fouilles vaginales et l'utérus est le plus souvent incisé en position intra-abdominale. Le temps d'ouverture est inférieur à 1 heure dans plus de 4 césariennes sur 5.

La chirurgie de la caillette la plus fréquente concerne un déplacement de la caillette à gauche, résolu le plus souvent par laparotomie par le flanc droit et ponction de la caillette. L'animal est debout dans plus de 90% des interventions. Le temps d'ouverture est inférieur à 2 heures.

Dans une chirurgie sur 3, un antibiotique est appliqué dans la plaie, généralement sous forme liquide, et un pansement liquide sous forme de spray à l'aluminium est appliqué sur 70% des plaies. Un traitement antibiotique par voie générale est prescrit dans plus de 90% des chirurgies, et deux spécialités sont administrées pour une chirurgie sur 3. Les molécules utilisées sont essentiellement des β -lactamines (pénicilline G et amoxicilline), et des aminosides (dihydrostreptomycine), administrées par voie intramusculaire et/ou intrapéritonéale. Des oblets intra-utérins complètent le traitement pour près d'une césarienne sur 2. Les antibiotiques sont administrés avant le début de l'intervention dans seulement 15% des cas, alors que cette pratique est recommandée par les auteurs, en chirurgie humaine comme en chirurgie vétérinaire. Les questions relatives aux doses et aux durées des traitements ont un taux de réponses relativement faible et les réponses obtenues sont très variables, avec notamment des durées qui vont de 24 heures à plus de 6 jours post-intervention.

Enfin d'autres traitements sont parfois administrés, mais de façon moins systématique que les antibiotiques. Parmi ces autres traitements, les anti-inflammatoires sont les plus fréquents.

Pour conclure, les pratiques chirurgicales des vétérinaires ruraux sont plus ou moins semblables et ne sont, pour nombre d'entre elles, pas en accord avec les recommandations tirées de la littérature ; elles semblent pourtant s'être généralisées pour certaines. Les risques septiques associés aux chirurgies semblent être maîtrisés par une prescription antibiotique très variable, tant dans la voie, la dose, la durée et le moment de l'administration. Malgré l'écart entre les pratiques sur le terrain et les recommandations, le taux de complications observé est relativement faible.

11.2. Lien entre ces pratiques et les complications post-chirurgicales

Le deuxième objectif de ce questionnaire était d'étudier d'éventuelles corrélations entre les pratiques des vétérinaires et le risque de complications associé. Cependant, parmi les 154 animaux de notre échantillon, seuls 18 ont présenté une ou plusieurs complications post-chirurgicales d'après les réponses obtenues. Contrairement à ce qui a été présenté dans la première partie de ce travail, les différents tests de Fisher exacts n'ont pas permis de mettre en évidence l'existence de corrélations entre les pratiques des vétérinaires et le taux de complications. Cela s'explique certainement par la petite taille de notre échantillon. Il se peut également que, malgré l'écart entre recommandations et pratiques sur le terrain, le risque septique soit globalement bien maîtrisé par les praticiens. Il ne faut pas que le faible taux de complications perçu par les vétérinaires soit un argument en faveur de l'utilisation massive et inadaptée d'antibiotiques. En effet, la prescription antibiotique ne doit pas se substituer à la maîtrise de l'asepsie peropératoire.

Seules des corrélations avec le nombre d'années de pratique rurale du vétérinaire ont pu être mises en évidence dans notre étude. Ainsi il semble que le port de gants, l'application de pansement liquide sur la plaie et le moment de l'incision de l'utérus lors d'une césarienne soient influencés par l'expérience du vétérinaire. Les praticiens ayant moins de 10 ans de pratique rurale ont plus tendance à porter des gants, à appliquer un pansement liquide sur la plaie et ils incisent plus fréquemment l'utérus en position intra-abdominale que leurs aînés. Ce sont les seuls liens mis en évidence par notre étude mais peut-être qu'un effectif plus important permettrait de faire d'autres liens entre l'expérience ou l'âge du vétérinaire et ses pratiques. Il se peut alors que l'enseignement dispensé dans les écoles vétérinaires évolue et qu'il influence les pratiques des chirurgiens.

V. Un questionnaire à destination des vétérinaires afin d'étudier l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin par les praticiens en France

1. Matériel et méthode

1.1. Objectifs de l'étude et rédaction du questionnaire

Afin de compléter les résultats issus du questionnaire à destination des étudiants vétérinaires stagiaires, un deuxième questionnaire a été diffusé aux vétérinaires praticiens ruraux ou mixtes canins-ruraux. Ce second questionnaire porte sur les pratiques en termes d'antibioprophylaxie uniquement, contrairement au précédent qui comportait de nombreuses questions sur les conditions opératoires. Il a pour objectif de donner un aperçu de la façon dont les praticiens perçoivent les risques associés aux chirurgies et adaptent leurs protocoles. Le deuxième objectif de ce questionnaire est de vérifier l'existence de corrélations entre l'expérience du praticien et ses pratiques et éventuellement avec le taux de complications.

Ce questionnaire, dont l'ensemble des questions est consultable en annexe 3, est volontairement plus court et plus ciblé que le questionnaire précédent, afin de l'adapter à la population visée. Les questions portent cette fois sur les pratiques courantes des praticiens et non sur un exemple concret de chirurgie. Là encore, Nicolas Herman a apporté son aide afin d'améliorer la pertinence des questions.

1.2. Diffusion du questionnaire

Tout comme le questionnaire précédent, celui-ci a été mis en ligne sur la plateforme SondageOnline® au mois de décembre 2019. Le lien a été diffusé aux étudiants vétérinaires sur les réseaux sociaux et *via* la boîte mail de l'ENVT en même temps que le lien du premier questionnaire, afin que ceux-ci le transmettent aux praticiens présents dans la structure les accueillant en stage. Le lien a également été diffusé par l'intermédiaire du site internet Vetofocus® ainsi que par la revue professionnelle *La Semaine Vétérinaire*. Les réponses ont été clôturées au mois de juillet 2020.

1.3. Méthodologie statistique adaptée à l'échantillon

Un effectif total de 348 réponses a ainsi été obtenu. Les résultats ont été traités avec le logiciel Excel® dans sa version 2016. Le premier traitement des résultats passe par le calcul de prévalences et la réalisation de graphiques, afin d'en faciliter l'interprétation. La deuxième phase de traitement est la réalisation de tests d'indépendance afin d'étudier l'existence d'éventuelles corrélations.

Un tel échantillon permet, pour bon nombre de questions, de réaliser un test d'indépendance du khi-deux. En effet, celui-ci n'est interprétable que si l'effectif total est supérieur à 20 et si chaque catégorie possède plus de 5 individus.

Tout comme pour le test de Fisher exact, le test du khi-deux passe par la réalisation de tableaux de contingence, qui correspondent alors aux tableaux des effectifs observés. Au préalable, il a fallu créer des catégories pour les réponses aux questions ouvertes. Prenons un exemple théorique afin d'illustrer la méthode utilisée.

Soit une population avec un effectif N. Soient 2 variables X et Y dont on souhaite tester l'indépendance dans la population. La variable X possède n possibilités et la variable Y en possède m. Prenons, afin de faciliter la présentation de l'exemple, n = 2 et m = 3. Soit le tableau des effectifs observés suivant :

Tableau 9 : Tableau des effectifs observés pour l'exemple

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Total
X ₁	a _{1,1}	a _{1,2}	a _{1,3}	t_{x1} = a _{1,1} + a _{1,2} + a _{1,3}
X ₂	a _{2,1}	a _{2,2}	a _{2,3}	t_{x2} = a _{2,1} + a _{2,2} + a _{2,3}
Total	t_{y1} = a _{1,1} + a _{2,1}	t_{y2} = a _{1,2} + a _{2,2}	t_{y3} = a _{1,3} + a _{2,3}	N

Dans le tableau 9, a_{x,y} est le nombre d'individus présentant les caractéristiques x et y. On a alors N = a_{1,1} + a_{1,2} + a_{1,3} + a_{2,1} + a_{2,2} + a_{2,3}.

Soit H₀ et H₁ les hypothèses suivantes :

- H₀ : « X et Y sont indépendantes »
- H₁ : « X et Y sont corrélées »

L'étape suivante est de calculer les effectifs théoriques de répartition de X et de Y. Le tableau des effectifs théoriques se calcule comme suit :

Tableau 10 : Tableau des effectifs théoriques pour l'exemple

	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁	t _{x1} *t _{y1} /N	t _{x1} *t _{y2} /N	t _{x1} *t _{y3} /N
X ₂	t _{x2} *t _{y1} /N	t _{x2} *t _{y2} /N	t _{x2} *t _{y3} /N

On calcule alors le khi-deux observé X²_{obs} de la façon suivante :

$$X^2_{\text{obs}} = \frac{(a_{1.1} - t_{X1} \frac{t_{Y1}}{N})^2}{t_{X1} \frac{t_{Y1}}{N}} + \frac{(a_{1.2} - t_{X1} \frac{t_{Y2}}{N})^2}{t_{X1} \frac{t_{Y2}}{N}} + \dots + \frac{(a_{2.3} - t_{X2} \frac{t_{Y3}}{N})^2}{t_{X2} \frac{t_{Y3}}{N}}$$

X²_{obs} est la différence entre le tableau de contingence et le tableau des effectifs théoriques.

La dernière étape consiste à comparer X²_{obs} et X²_{ddl ; 1-α}, où X²_{ddl ; 1-α} est le khi-deux théorique, avec ddl le degré de liberté et α le risque. Le degré de liberté se calcule

comme suit : $ddl = (n-1)*(m-1)$. Et le risque est la probabilité de rejeter H_0 alors que H_0 est vraie. On choisit dans notre étude un risque $\alpha = 0,05$.

Le khi-deux théorique est alors donné dans Excel® par la fonction `KHIDEUX.INVERSE(0,05 ; ddl)`.

On peut alors comparer les khi-deux.

- Si $\chi^2_{obs} > \chi^2_{ddl ; 1-\alpha}$ alors on rejette H_0 et on accepte H_1 ; les variables X et Y sont corrélées.
- Si $\chi^2_{obs} < \chi^2_{ddl ; 1-\alpha}$ alors on accepte H_0 ; les variables X et Y sont indépendantes.

En comparaison avec le test de Fisher exact, le test du khi-deux est plus puissant et il a l'avantage de permettre de conclure à l'indépendance, tandis que le précédent permet seulement de « ne pas conclure à la corrélation ».

2. Présentation de l'échantillon

L'échantillon considéré est composé de 348 vétérinaires praticiens réalisant au moins une chirurgie sur bovin par an. Parmi ces 348 vétérinaires, 23 n'ont pas répondu au-delà de la question 4. De même pour chaque question, un certain nombre de réponses ont été écartées du fait de leurs incohérences. Ainsi pour chaque question, l'effectif total change, il sera donc précisé avant interprétation.

L'échantillon sera caractérisé à l'aide des réponses à la première et à la deuxième question, qui se rapportent respectivement à l'année de sortie de l'école vétérinaire et à la fréquence de réalisation de chaque type de chirurgie.

- Année de sortie de l'école vétérinaire :

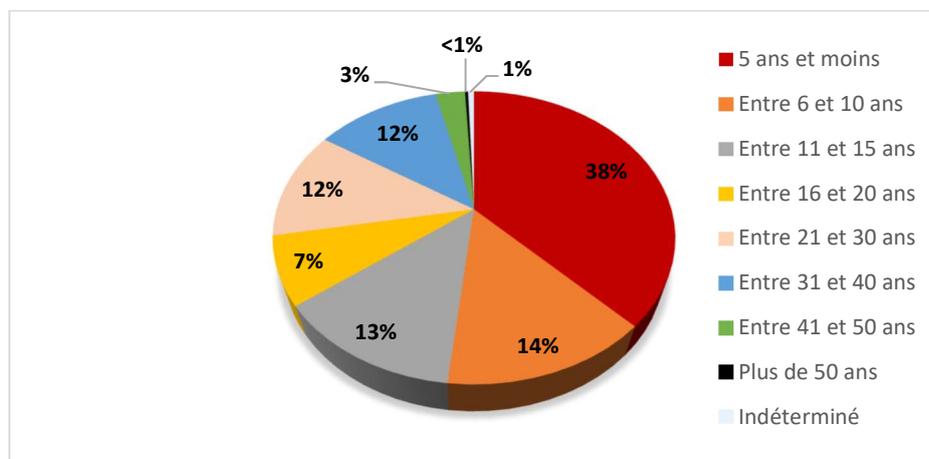


Figure 44 : Année de sortie de l'école vétérinaire (N=348)

La figure 44 nous montre que plus d'un tiers des vétérinaires de l'étude est sorti de l'école il y a 5 ans ou moins. Il apparaît que plus la catégorie considérée est jeune, plus elle est représentée dans notre étude.

- Fréquence des chirurgies :

La deuxième question porte sur le nombre de chirurgies réalisées par an en moyenne, et ce pour chacune des 3 chirurgies suivantes : césarienne, chirurgie de la caillette et chirurgie de l'ombilic. L'effectif total considéré pour l'interprétation est de 347, une réponse étant incohérente.

Comme le montre la figure 45, les fréquences de réalisation sont très variables. Alors que certains vétérinaires ne font aucune césarienne ou chirurgie de la caillette, certains en font en moyenne plus de 100 à l'année. Les chirurgies de l'ombilic semblent moins fréquentes : la quasi-totalité de la population étudiée en réalise moins de 50 par an, et presque 20% n'en fait même aucune.

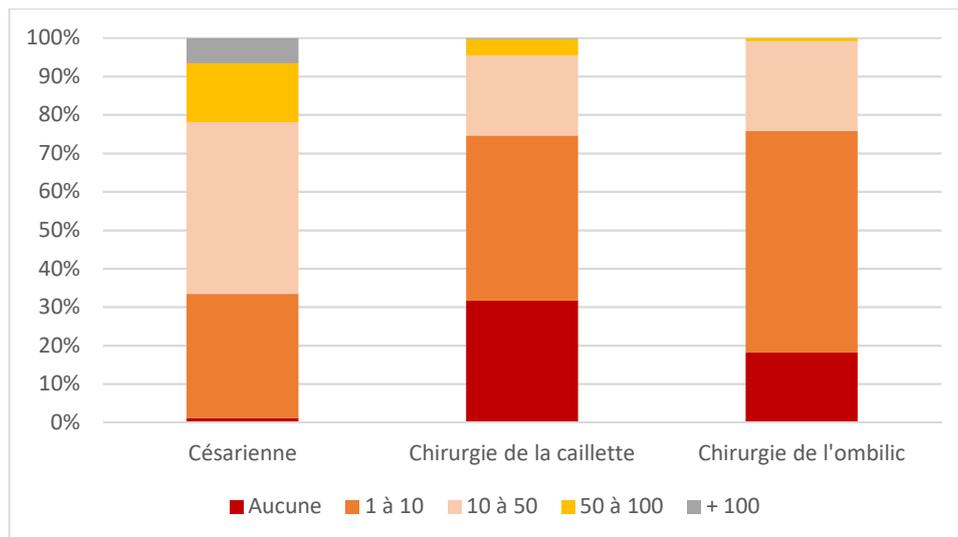


Figure 45 : Nombre de chirurgies réalisées par an, pour chaque chirurgie (N=347)

- Niveau de pratique du vétérinaire :

A partir de ces réponses, on peut approcher le niveau de pratique de chaque participant, c'est-à-dire la quantité de chirurgies réalisées par an. Trois catégories ont alors été créées de façon arbitraire :

- « Pratique occasionnelle » : le vétérinaire a répondu « 1 à 10 chirurgies » ou moins, pour les 3 types. Ce chirurgien réalise donc moins de 30 interventions par an en moyenne et moins de 10 interventions de la même nature.
- « Pratique expert » : le vétérinaire a répondu « plus de 100 chirurgies » pour au moins un type, ou « de 50 à 100 » pour 2 types ou plus. Ce chirurgien réalise donc au moins 100 chirurgies par an.
- « Pratique fréquente » : les réponses de ce vétérinaire ne correspondent pas aux deux catégories précédentes. Ce chirurgien a une pratique intermédiaire que l'on qualifiera de fréquente.

Après avoir défini ces catégories et classé chacun des praticiens dans l'une d'entre-elles, un test du khi-deux a été réalisé afin de tester l'indépendance entre le niveau de pratique du chirurgien et l'année de sortie de l'école vétérinaire. Soient les hypothèses suivantes :

- H_0 : « Les variables "Niveau de pratique du vétérinaire" et "Année de sortie d'école" sont indépendantes »
- H_1 : « Les variables "Niveau de pratique du vétérinaire" et "Année de sortie d'école" sont corrélées »

Après réalisation d'un tableau de contingence et calcul des effectifs théoriques associés, on obtient une valeur de khi-deux observé $\chi^2_{\text{obs}} = 2,52$. Or $\chi^2_{4;95} = 9,49$.

Le khi-deux observé étant inférieur au khi-deux théorique, les variables sont indépendantes.

Ainsi le niveau de pratique du vétérinaire est indépendant de l'année de sortie de l'école donc du nombre d'années de pratique de celui-ci.

3. La classification d'Altemeier vue par les praticiens

Il était demandé aux vétérinaires de classer 3 exemples concrets de chirurgies selon la classification d'Altemeier. Les définitions des catégories d'Altemeier n'étaient volontairement pas précisées, l'objectif étant d'évaluer les connaissances des praticiens à ce sujet ainsi que la façon dont ils perçoivent les risques associés à diverses situations. Les exemples choisis sont les suivants :

- Césarienne pour extraire un veau mort

- Déplacement de caillette à gauche avec ponction de la caillette
- Hernie ombilicale simple opérée en salle de chirurgie

D'après les données de la littérature énoncées en première partie de ce travail, on peut classer ces exemples comme suit ;

- Une fois le veau mort, la contamination du milieu intra-utérin est très rapide. La césarienne pour extraire un veau mort est donc une chirurgie « sale ».
- La ponction de la caillette réalisée dans le cadre de la résolution d'un déplacement à gauche n'est pas associée à la contamination du site chirurgical (Wittek et al., 2012). Cependant il y a effraction d'un organe digestif. La chirurgie de déplacement de caillette avec ponction est alors classée comme « propre-contaminée ».
- Lors d'une chirurgie de hernie ombilicale simple, il n'y a aucune infection préopératoire, et aucun organe intraabdominal n'est traversé. De plus sa réalisation dans une salle de chirurgie peut permettre un respect des règles d'asepsie. Elle est donc considérée comme une chirurgie « propre ».

Le traitement des réponses obtenues pour cette question permet d'obtenir la figure 46. On peut ainsi aisément remarquer la diversité des classements réalisés. Pour chacune des chirurgies, les 4 catégories ont été citées. Le pourcentage de réponses correctes le plus élevé (72%, soit 245/340) est obtenu pour la chirurgie de hernie ombilicale. Plus la chirurgie est sale, plus le pourcentage de réponses correctes diminue ; la chirurgie de caillette, chirurgie propre-contaminée, est évaluée comme telle par 61% des participants (206/340) et la césarienne sur veau mort est effectivement évaluée comme « sale » par seulement 32% (109/340), soit moins d'un tiers. Or comme on l'a vu précédemment, la césarienne est la chirurgie la plus fréquemment réalisée par les vétérinaires de notre étude.

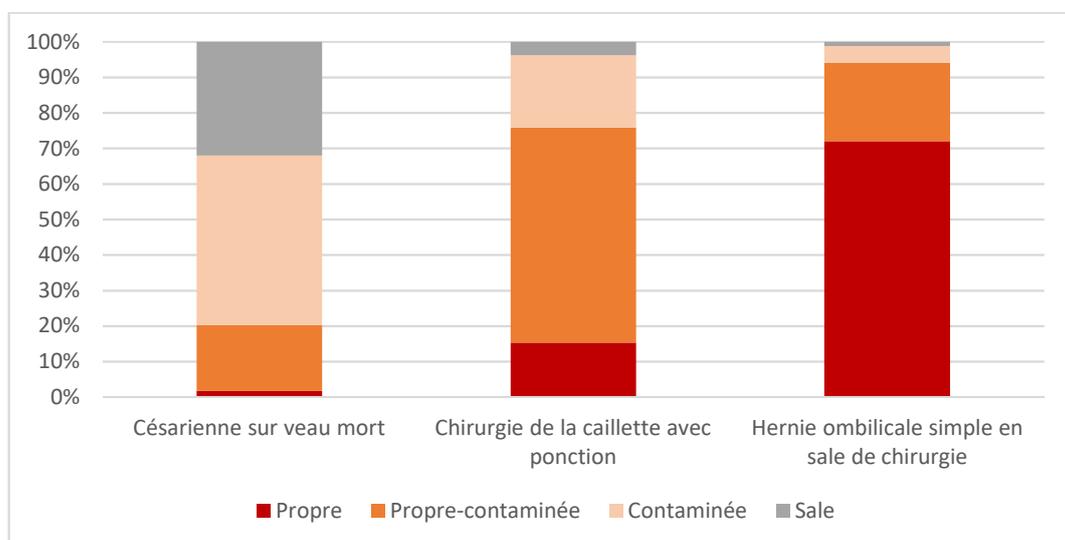


Figure 46 : Perception de la classification d'Altemeier par les vétérinaires praticiens (N=340)

Afin de tester l'indépendance entre le classement des chirurgies et le niveau de pratique du chirurgien, un score allant de 0 à 3 a été attribué à chaque participant en fonction du nombre de réponses correctes données. Un test du khi-deux a été réalisé avec l'hypothèse H_0 : « Le niveau de pratique du chirurgien et le score obtenu sont indépendants ».

On obtient les résultats suivants :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 7,12$ et $\chi^2_{4;95} = 9,49$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{4;95}$
- On accepte H_0 . Le niveau de pratique et le score obtenu sont indépendants.

Le score moyen obtenu pour la population entière est de 1,61/3.

4. Fréquence d'application locale des antimicrobiens

La question 4 porte sur une utilisation particulière des antimicrobiens, leur application locale sous-cutanée ou intermusculaire, au niveau de la plaie de chirurgie. Comme le montre la figure 47, plus d'un tiers des chirurgiens pratiquent cette administration régulièrement.

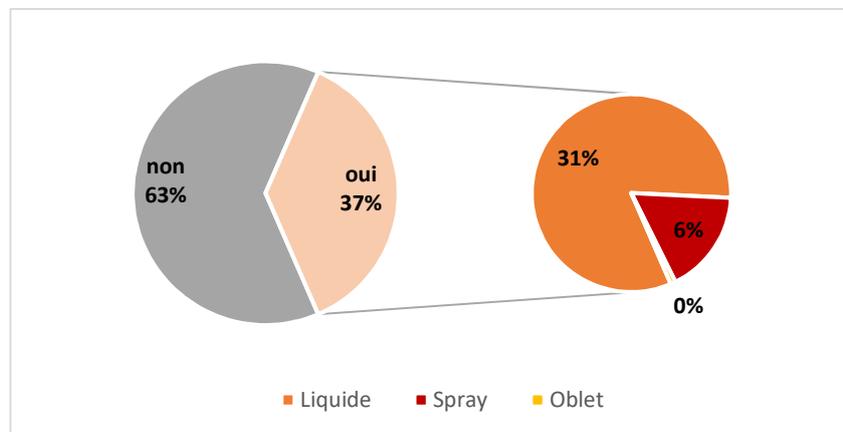


Figure 47 : Fréquence et forme de l'administration locale des antimicrobiens (N=335)

Les tests du khi-deux ont permis d'établir l'indépendance entre cette pratique et le niveau de pratique du vétérinaire ainsi que l'année de sortie de l'école.

5. Utilisation systématique des antibiotiques

La suite du questionnaire concerne les 4 chirurgies suivantes : césarienne, chirurgie de la caillette, chirurgie d'omphalophlébite et chirurgie de hernie ombilicale simple. Dans un premier temps, il était demandé aux vétérinaires s'ils administrent des antibiotiques de façon systématique dans chacun des cas cités. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 48. N'ont été pris en compte que les vétérinaires ayant répondu réaliser au moins une chirurgie par an, ce qui explique la différence parmi les effectifs (N).

Il semble que la grande majorité des praticiens systématise l'administration d'antibiotiques quelle que soit la chirurgie. En particulier 98% des césariennes sont réalisées sous antibiothérapie. Ce pourcentage descend à un peu moins de 80% pour la chirurgie de hernie ombilicale simple.

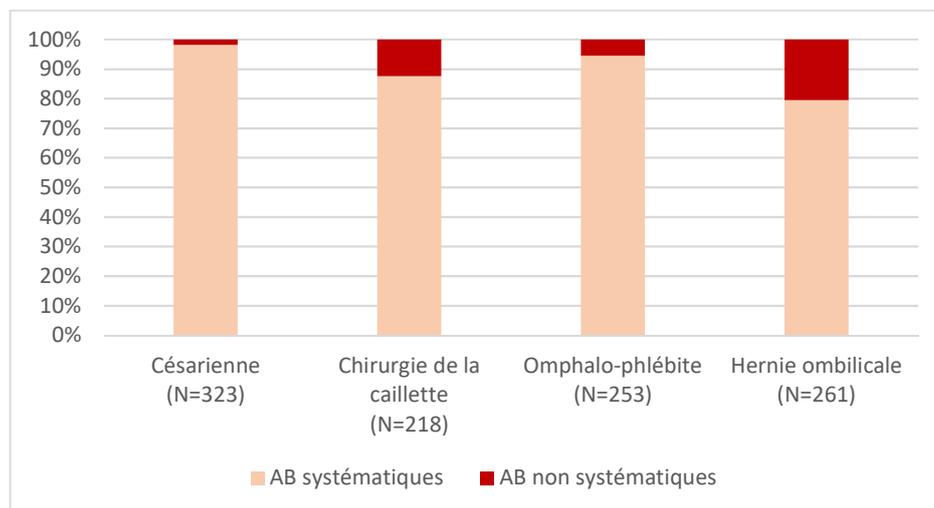


Figure 48 : Utilisation systématique des antibiotiques (AB) pour 4 exemples de chirurgies

La question porte sur des cas généraux et ne précise pas les conditions dans lesquelles sont faites les chirurgies. L'objectif est d'avoir un aperçu de ce qui est réellement appliqué sur le terrain. Contrairement à la question précédente, la hernie ombilicale n'est pas forcément opérée en salle de chirurgie, tout comme la césarienne n'intervient pas sur un avortement. Dans ce cas, on ne peut donc pas utiliser la classification d'Altemeier. Ces résultats signifient que, quelles que soient les conditions, la grande majorité des vétérinaires administre des antibiotiques dans le cadre des chirurgies. Cela peut alors représenter une piste d'amélioration. Il est possible que certains animaux, opérés pour un déplacement de caillette ou une hernie ombilicale par exemple, ne nécessitant pas d'antibioprophylaxie, en reçoivent par systématisation de l'acte.

A l'inverse, on note qu'un peu plus de 5% des praticiens ne prescrivent pas systématiquement d'antibiothérapie lors de chirurgie d'omphaloplébite. Or la présence d'une infection préexistante est un critère majeur justifiant sa prescription.

Enfin, aucun test d'indépendance du khi-deux n'a pu être fait pour vérifier l'existence d'éventuelles corrélations entre la systématisation des antibiotiques et d'autres variables du fait du trop faible nombre de réponses négatives à cette question (moins de 5 individus pour certaines catégories).

6. Diversité des protocoles antibiotiques

Afin de permettre aux praticiens de répondre le plus fidèlement possible quant aux protocoles de traitement antibiotique qu'ils mettent en place sur ces chirurgies, la question s'y rapportant était ouverte. Ainsi aucun cas particulier n'est exclu de l'étude. Il en a résulté un travail de traitement des réponses afin de pouvoir en tirer des résultats exploitables sous la forme de graphiques et/ou de tableaux.

6.1. Spécialités antibiotiques

Dans le tableau 11, on peut lire les proportions de chaque type de chirurgies ayant reçu une, deux ou trois spécialités antibiotiques différentes. Pour réaliser ce tableau, si deux spécialités différentes composées des mêmes molécules sont administrées, on a compté « 1 spécialité ». On constate que la plupart des chirurgiens administrent une seule spécialité, quelle que soit la chirurgie. Pour les chirurgies de l'ombilic seulement, 3 spécialités différentes sont parfois administrées. Les spécialités administrées par voie locale ne sont pas prises en compte ici.

Tableau 11 : Nombre de spécialités administrées pour chaque type de chirurgie

	Césarienne	Chirurgie de la caillette	Chirurgie d'omphaloplébite	Chirurgie de hernie ombilicale
1 spécialité	96,2% (302/314)	97,8% (183/187)	91,6% (241/263)	95,9% (213/222)
2 spécialités	3,8% (12/314)	2,2% (4/187)	6,9% (18/263)	3,6% (8/222)
3 spécialités	-	-	1,5% (4/263)	0,5% (1/222)

La liste des molécules et des associations énoncées par les participants est très longue (voir annexe 4). Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les molécules ont été regroupées par familles d'antibiotiques, ce qui a permis de tracer le diagramme de

la figure 49. Certaines spécialités associent des molécules de plusieurs familles, ces réponses ont donc été comptabilisées plusieurs fois. Ainsi on peut lire par exemple qu'environ 96% des chirurgiens prescrivent une pénicilline G lors d'une césarienne ou d'une chirurgie de la caillette, et que 88% prescrivent un aminoside pour ces deux chirurgies. La majorité des animaux reçoit donc une association de deux molécules. Aminosides et pénicilline G sont les deux familles les plus fréquemment administrées. A l'inverse, les familles les moins représentées (céphalosporines, TMPS, polypeptides, macrolides, phénicolés et tétracyclines) sont plutôt administrées dans le cadre de chirurgies de l'ombilic. Une plus grande diversité de molécules est utilisée pour ces dernières.

L'usage de la colistine (famille des polypeptides) dans ce cadre est d'ailleurs discutable. En effet, cet antibiotique n'est pas classé comme critique mais il est la cible d'une mesure particulière dans le plan Ecoantibio 2 qui vise à la restriction de son utilisation. Cette mesure est due au fait que la colistine constitue un antibiotique de dernier recours en médecine humaine, or des résistances à cette molécule émergent dans les populations bactériennes (Madec, 2020).

Enfin il convient de s'attarder sur la famille des céphalosporines, représentée dans la figure 49. Le ceftiofur, antibiotique d'importance critique, est mentionné par un des participants dans le cadre d'une chirurgie d'omphaloplébite. Le choix de cette molécule est discutable ; il peut être justifié au cas par cas suite à la réalisation d'un antibiogramme mais son utilisation systématique est à proscrire.

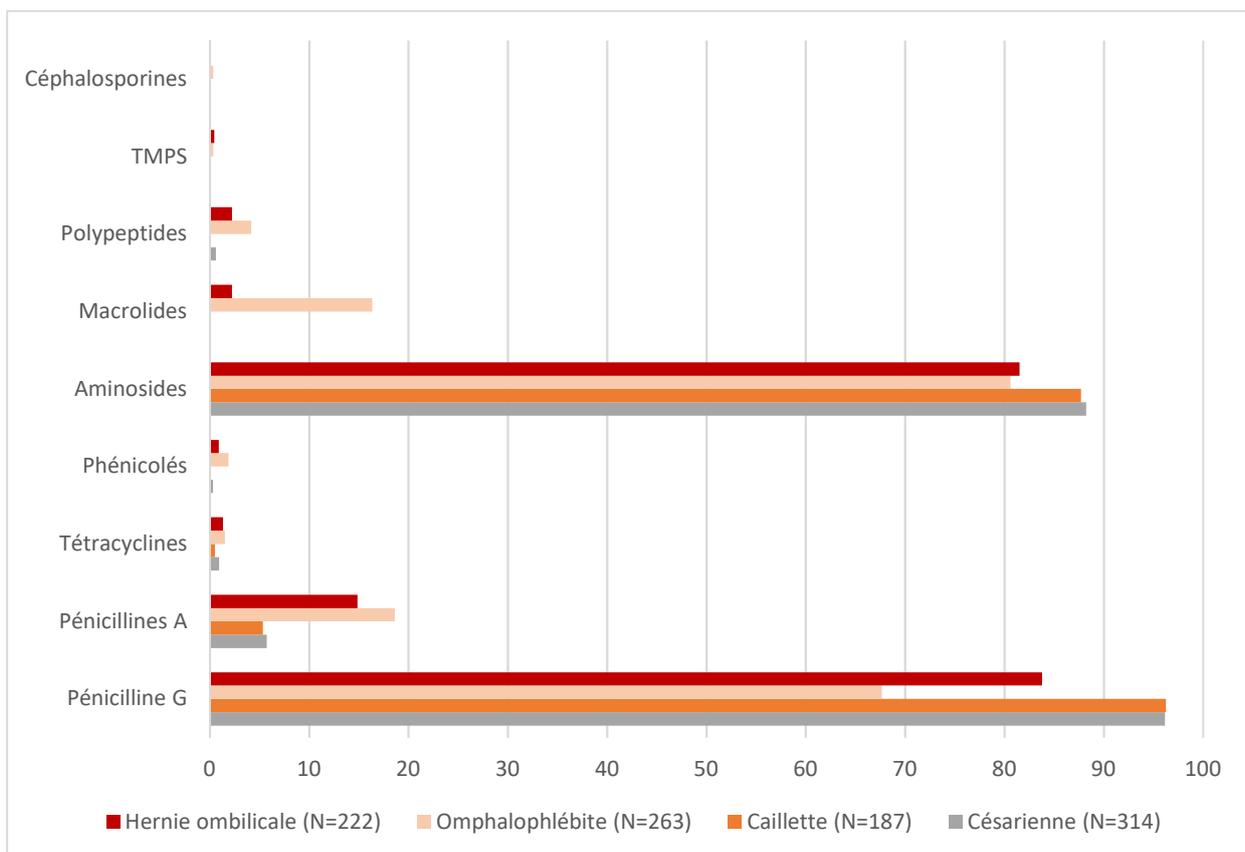


Figure 49 : Fréquence de prescription des familles d'antibiotiques par type de chirurgie

6.2. Voies d'administration

6.2.1. Les voies utilisées

Les spécialités présentées précédemment sont essentiellement administrées par voie intrapéritonéale ou intramusculaire. Aucun participant n'a répondu administrer un antibiotique par voie intravasculaire. Pour certaines chirurgies de l'ombilic, la voie sous-cutanée est préférée à la voie intramusculaire. Pour faciliter l'interprétation des résultats, ces administrations SC ont été regroupées avec les injections IM. Enfin, un participant a précisé utiliser la voie orale ou la voie IM pour les chirurgies d'omphaloplébite.

La figure 50 nous montre que la voie IM est largement préférée à la voie IP. Cependant, malgré les controverses au sujet de cette dernière, elle est encore utilisée par plus de 30% des praticiens lors des césariennes et des chirurgies de la caillette, parfois en association à l'IM. Elle semble toutefois être bien moins fréquemment utilisée lors des chirurgies de l'ombilic. Là encore, les applications locales n'ont pas été prises en compte.

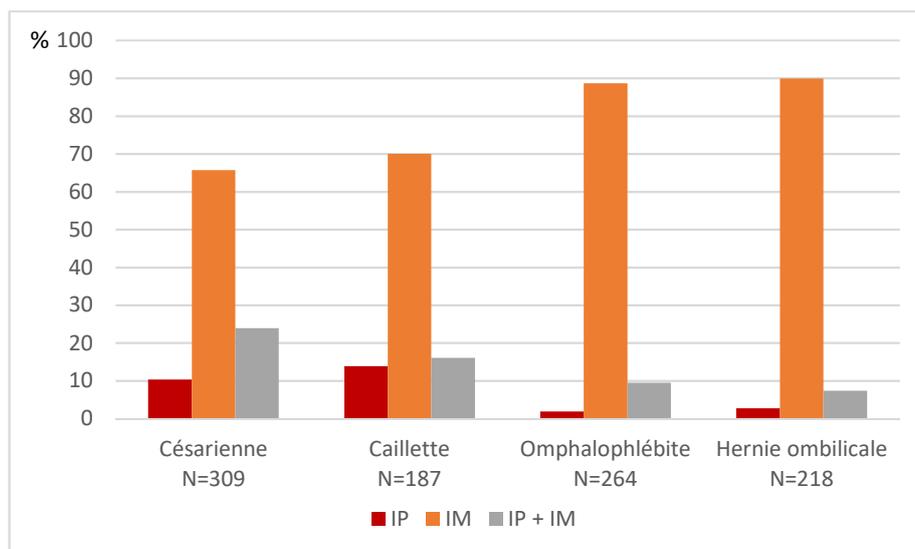


Figure 50 : Fréquence des voies administration selon le type de chirurgie

6.2.2. Corrélation entre voies d'administration et familles antibiotiques

La part de spécialités administrées en IM et en IP a été calculée pour chaque famille d'antibiotiques, puis pondérée par la part que représente chaque famille dans le nombre total d'administrations. La figure 51 est ainsi obtenue. Il semble alors que la pénicilline G et les aminosides soient, proportionnellement au nombre d'administrations, les plus fréquemment administrées en IP.

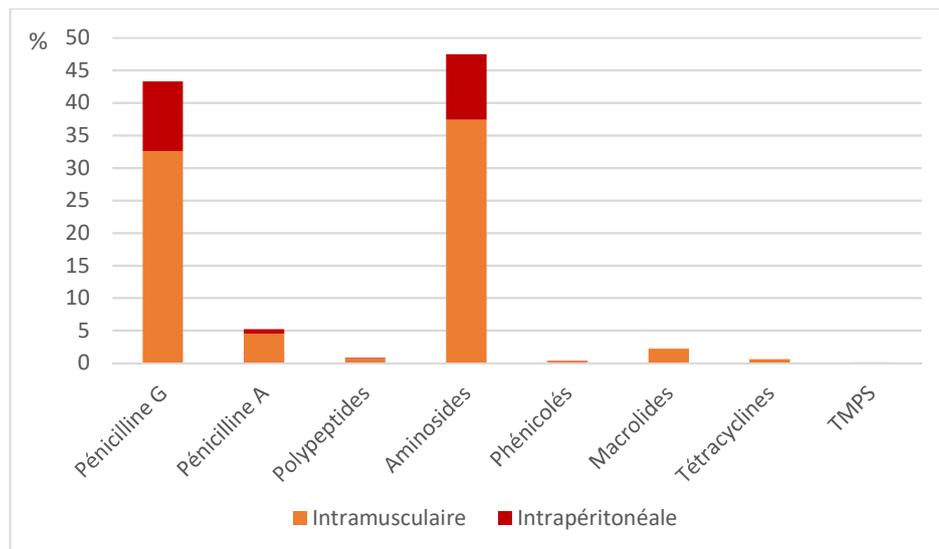


Figure 51 : Part d'administration par voie intramusculaire et intrapéritonéale pour chaque famille d'antibiotiques (N=1895)

Afin de vérifier l'existence d'une telle corrélation entre la famille et la voie d'administration, un test du khi-deux a été réalisé. Pour chacune des 4 chirurgies, on a réalisé un tableau de contingence afin de répartir chacune des spécialités administrées en IM seulement ou en IP. Les spécialités administrées par les deux voies ont été comptées dans la catégorie « IP ». Les 4 tableaux ainsi obtenus ont été regroupés en un seul tableau de contingence, afin de réaliser le test d'indépendance, toutes chirurgies confondues. Seules les familles « Pénicilline G », « Pénicilline A » et « Aminosides » ont un effectif suffisant permettant d'interpréter le test. Les résultats suivants sont alors obtenus :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 8,09$ et $\chi^2_{2;95} = 5,99$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{2;95}$
- Il existe donc une corrélation entre voie d'administration et famille d'antibiotiques.

6.3. Doses prescrites

6.3.1. Respect des doses recommandées

Pour la césarienne et la chirurgie de la caillette, il était demandé aux vétérinaires quel protocole ils mettent en place sur un animal pesant 650kg ; pour les chirurgies de l'ombilic, l'animal auquel sont destinés les protocoles est un veau pesant 60kg. Pour chaque réponse précisant le nom de la spécialité ainsi que le volume administré, une dose en mg/kg a été calculée à partir de ces données. La dose ainsi obtenue a été comparée à la dose mentionnée par le RCP de la spécialité. Pour chaque type de chirurgie, on a calculé la proportion de spécialités sous-dosées, sur-dosées et « égales au RCP », obtenant ainsi la figure 52.

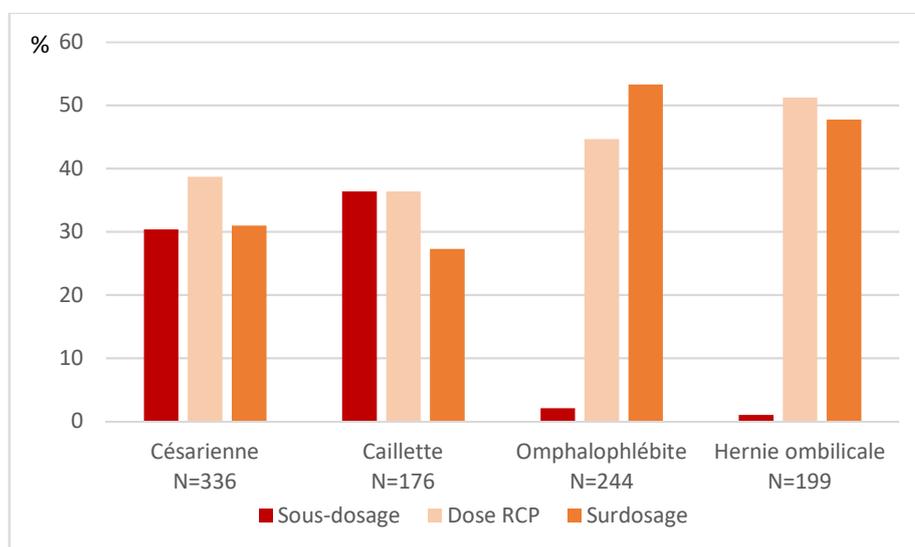


Figure 52 : Comparaison des doses administrées aux doses prescrites par les RCP, pour chaque type de chirurgie

On note que 30% des spécialités administrées à l'occasion d'une césarienne et 36% de celles administrées à l'occasion d'une chirurgie de la caillette sont sous-dosées. Or cette pratique est particulièrement à risque d'émergence de résistances. Les chirurgies du jeune sont moins soumises au sous-dosage. Bien que le surdosage des antibiotiques soit moins à risque, il représente un surcoût pour l'éleveur.

Dès que la dose administrée est inférieure à la dose RCP, la réponse est comptée dans la catégorie « Sous-dosage », mais cela ne permet pas de différencier les sous-dosages légers des sous-dosages plus importants, donc plus dangereux. De la même façon, la différence pour les surdosages n'est pas visible sur la figure 52.

6.3.2. Corrélation entre respect des doses et âge du vétérinaire

Afin de vérifier l'existence d'une corrélation entre l'année de sortie de l'école du vétérinaire prescripteur et le respect de la dose RCP, un test d'indépendance du khi-deux a été réalisé pour ces deux variables. Comme pour le test présenté en 6.2.2., les données des 4 chirurgies ont été regroupées en un seul tableau de contingence. On obtient les résultats suivants :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 43,08$ et $\chi^2_{10;95} = 18,31$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{10;95}$
- Il existe donc une corrélation entre année de sortie de l'école et respect de la dose RCP.

Afin d'illustrer la corrélation ainsi mise en évidence, on trace le diagramme de Kiviat de la figure 53. On note alors que les doses recommandées par les RCP sont mieux respectées par les vétérinaires sortis de l'école il y a entre 5 et 20 ans. Les vétérinaires sortis il y a plus de 20 ans ont plus tendance à sur-doser les traitements. Les sous-dosages de traitements sont en majorité prescrits par les vétérinaires sortis avant 1990, soit il y a plus de 30 ans.

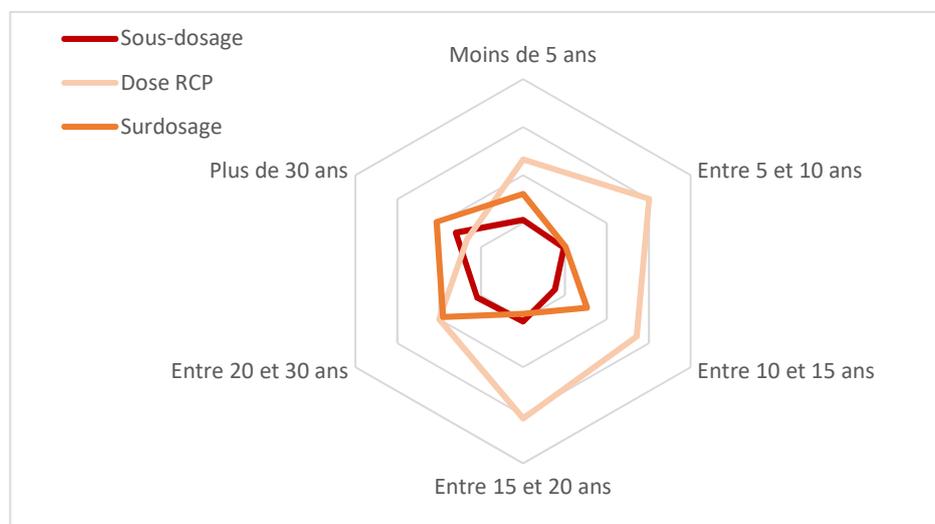


Figure 53 : Corrélation entre année de sortie de l'école vétérinaire et dose administrée (une graduation = 20%)

6.3.3. Corrélation entre respect des doses et niveau de pratique du vétérinaire en césarienne

Un test du khi-deux a également été réalisé avec les variables « Nombre de césariennes réalisées par an » et « Dosage de la spécialité », pour les protocoles appliqués en césarienne plus spécifiquement. Les effectifs pour les autres chirurgies ne permettaient pas l'interprétation du test. On considère les catégories suivantes : « Une à 10 césariennes par an », « 10 à 50 césariennes par an » et « plus de 50 césariennes par an ». Les résultats obtenus permettent de conclure à l'existence d'une corrélation entre ces 2 variables ($\chi^2_{\text{obs}} = 19,48 > \chi^2_{10;95} = 9,49$).

La corrélation ainsi mise en évidence est illustrée par la figure 54, qui montre que les vétérinaires faisant en moyenne plus de 50 césariennes par an ont plus tendance à sur-doser les antibiotiques.

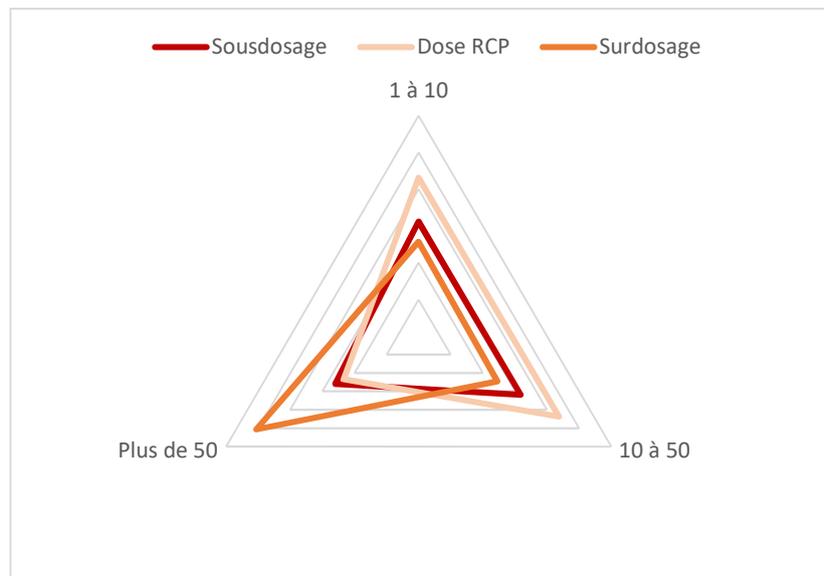


Figure 54 : Corrélation entre nombre de césariennes par an et dosage des spécialités (une graduation = 10%)

6.3.4. Corrélation entre respect des doses et famille d'antibiotiques

La figure 55 illustre la répartition des différentes spécialités administrées en fonction de leur famille et selon qu'elles soient sous-dosées, sur-dosées ou dosées « correctement ». Il semble alors que, excepté pour les TMPS, la plupart des spécialités soient le plus souvent correctement dosées. Mais proportionnellement au nombre de spécialités administrées, les familles les plus fréquemment sous-dosées sont les pénicillines A et G et les aminosides, et les familles les plus fréquemment sur-dosées sont les TMPS et les tétracyclines.

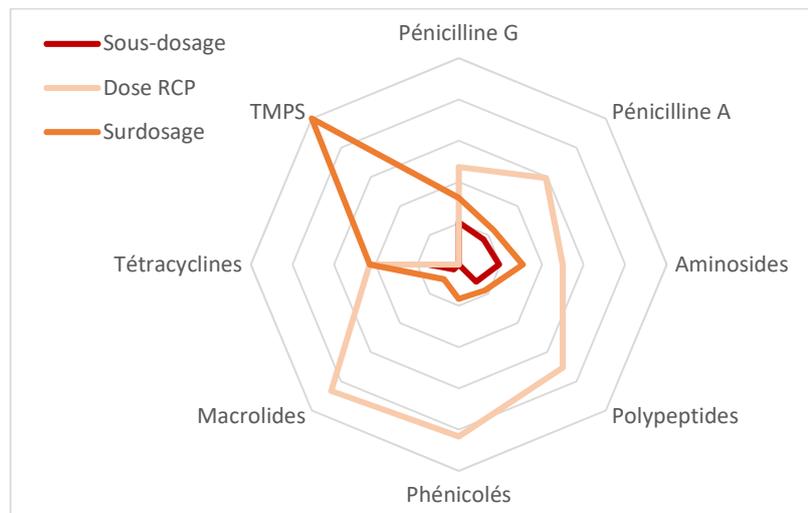


Figure 55 : Répartition entre famille et dose administrée
(une graduation = 20%)

Cependant certaines familles sont très peu représentées dans notre étude. Un test du khi-deux a été réalisé afin de vérifier l'existence d'une corrélation entre les deux variables mais seules les familles Pénicilline G, Pénicillines A et Aminosides possèdent un effectif suffisamment important pour entrer dans le cadre du test. Les autres familles ont été regroupées afin de former une catégorie « Autres ». Les résultats suivants sont obtenus :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 12,73$ et $\chi^2_{6;95} = 12,59$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{6;95}$
- Il existe une corrélation entre famille et respect de la dose RCP.

6.3.5. Corrélation entre dosage et voie d'administration

Enfin, on a cherché à vérifier l'existence d'un lien entre la voie d'administration et le dosage de la spécialité. Le test du khi-deux, réalisé pour les données des 4 chirurgies confondues, a permis d'obtenir les résultats suivants :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 81,67$ et $\chi^2_{2;95} = 5,99$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{2;95}$
- Il existe une corrélation entre voie d'administration et dosage.

La figure 56 permet d'illustrer cette corrélation. On voit clairement que l'administration intrapéritonéale favorise le surdosage de la spécialité alors que lors d'une administration intramusculaire, la dose recommandée par les RCP est mieux respectée.

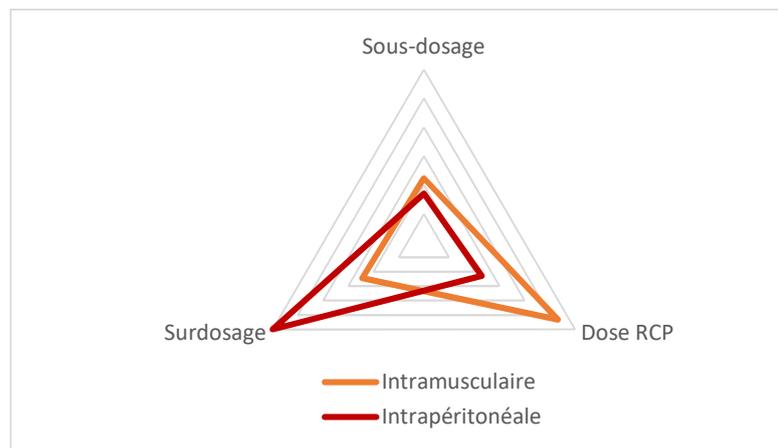


Figure 56 : Corrélation entre respect de la dose et voie d'administration
(une graduation = 10%)

6.4. Moment de la première administration

6.4.1. Fréquence du moment de la première administration en fonction de la chirurgie

Comme on l'a vu précédemment, le moment de l'administration des antibiotiques constitue un point de vigilance, celle-ci devant être faite, autant que possible, avant le début de la chirurgie. Or, comme le montre la figure 57, cette recommandation n'est que rarement appliquée. En effet, pour les césariennes et les chirurgies de la caillette, les vétérinaires préfèrent l'administration peropératoire, tandis que pour les chirurgies de hernie ombilicale, les antibiotiques sont plus souvent administrés après la chirurgie.

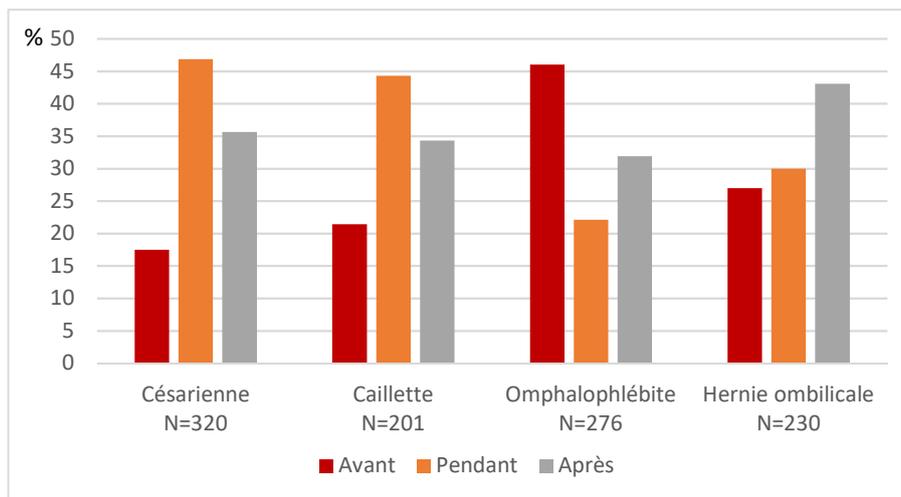


Figure 57 : Fréquence du moment de la première administration selon le type de chirurgie

Le cas des chirurgies d'omphaloplébite est intéressant, car dans plus de 45% des cas un antibiotique est administré en préopératoire. Si l'on regarde de plus près les réponses des vétérinaires, on note que ces traitements antibiotiques sont en réalité mis en place plusieurs jours avant la chirurgie, parfois jusqu'à une semaine. Cette pratique vise à stabiliser voire à diminuer l'infection préexistante. De plus, le fait qu'il soit possible de planifier les chirurgies d'ombilic à l'avance autorise l'administration préopératoire (contrairement à la césarienne qui est une chirurgie d'urgence dans la plupart des cas). Elle est donc facilement réalisable pour les chirurgies de hernie ombilicale également. Or pour ces dernières, le taux de vétérinaires effectuant une administration avant le début de la chirurgie tombe à un peu moins de 27%. Là aussi se trouve peut-être une piste d'amélioration des pratiques.

6.4.2. Corrélation entre moment de la première administration et âge du vétérinaire

Pour chaque type de chirurgie, un test du khi-deux a été réalisé afin de vérifier l'existence d'une corrélation entre les variables « Année de sortie de l'école vétérinaire » et « Moment de la première administration ». Le tableau 12 récapitule les résultats obtenus.

Tableau 12 : Résultats aux tests du khi-deux pour les variables "Année de sortie de l'école" et "Moment de la première administration"

	Césarienne	Chirurgie de la caillette	Chirurgie d'omphaloplébite	Chirurgie de hernie ombilicale
χ^2_{obs}	28,16	22,78	32,56	16,80
$\chi^2_{ddl ; 95}$ (ddl)	12,59 (ddl = 6)		18,31 (ddl = 10)	12,59 (ddl = 6)
Conclusion	Corrélation	Corrélation	Corrélation	Corrélation

On peut donc conclure à l'existence de corrélations entre ces deux variables pour l'ensemble des 4 chirurgies. Ces corrélations sont illustrées par la figure 58.

On remarque dans un premier temps que les distributions varient d'une chirurgie à l'autre. De manière générale, les administrations préopératoires sont réalisées par les « jeunes » vétérinaires, sortis de l'école avant 2010, à l'exception des chirurgies d'omphalophlébite, où l'administration préopératoire est plus fréquente et ce pour toutes les catégories de praticiens. Les administrations postopératoires sont globalement réalisées selon les mêmes proportions par l'ensemble des praticiens, soit environ 40% et ce, quelle-que soit la chirurgie, à l'exception de la chirurgie de hernie ombilicale. Dans ce cas, 60% des vétérinaires sortis de l'école il y a plus de 20 ans la pratiquent, tandis que les plus jeunes favorisent une première administration pré- ou peropératoire.

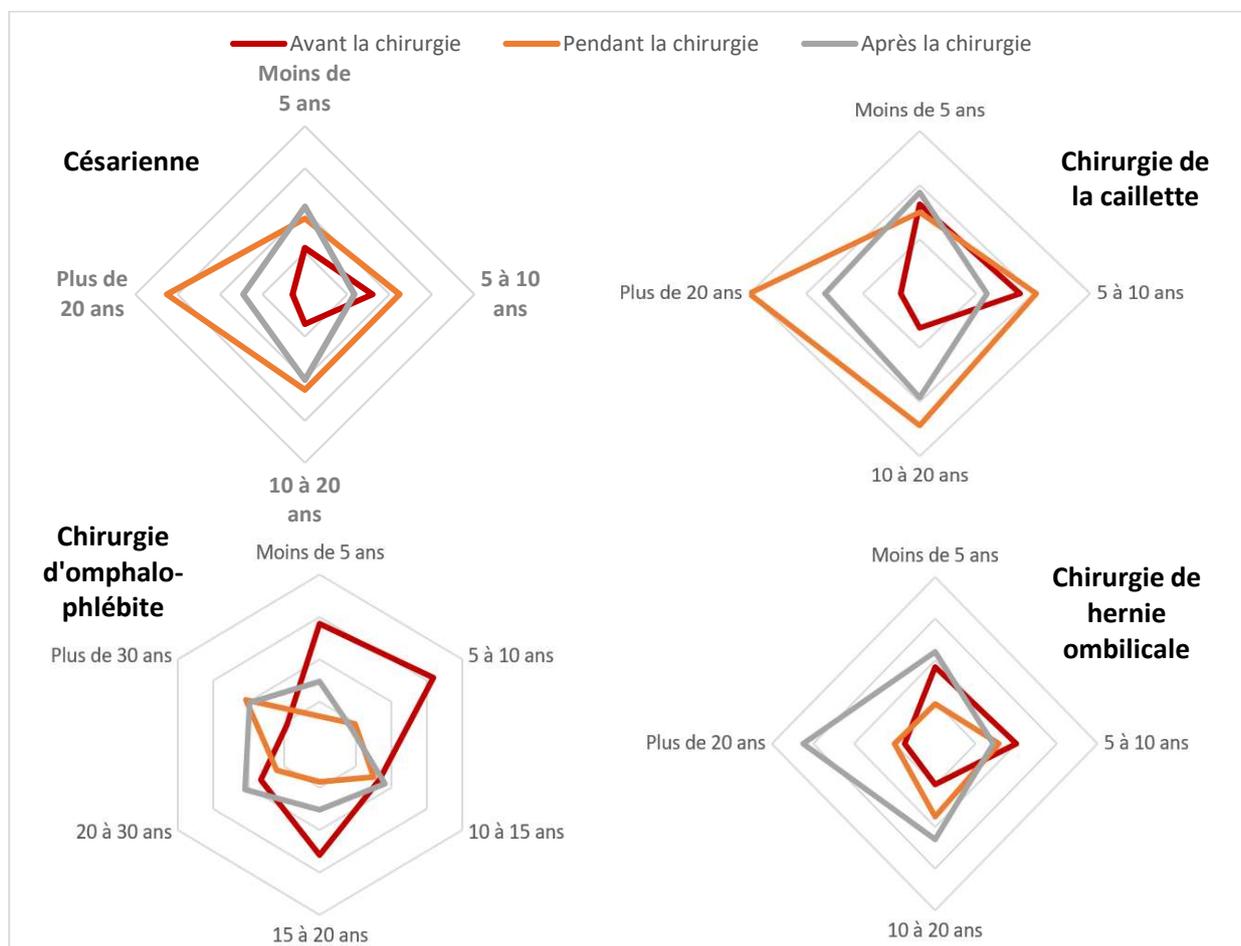


Figure 58 : Corrélations entre l'année de sortie de l'école et le moment de la première administration (une graduation = 20%)

6.5. Durée des traitements

La question concernant la durée des traitements étant aussi sous forme ouverte, l'interprétation se heurte à une diversité de réponses, tant dans leur contenu que dans leur forme. Certains vétérinaires ont répondu un nombre de jours défini alors que d'autres ont répondu sous la forme d'intervalles et d'autres encore ont précisé un nombre d'injections. Afin d'interpréter ces résultats, on a calculé la durée d'efficacité du traitement. Pour cela on a pris en compte la nature de la spécialité administrée et le temps, à partir de la dernière injection, durant lequel les concentrations sériques sont efficaces, conformément aux RCP. Par exemple, une durée de 1 jour équivaut à une injection unique d'une spécialité ayant un temps d'efficacité des concentrations sériques de 24 heures. Cependant, certains vétérinaires n'ont pas précisé si la durée mentionnée correspondait au nombre d'injections ou à la durée d'efficacité du traitement ; on a alors considéré que c'était la durée du traitement mais il est possible qu'il y ait quelques erreurs.

Pour les participants ayant répondu sous forme d'intervalle, les durées minimales et maximales ont été prises en compte. On obtient donc deux graphiques. La figure 59 illustre la distribution selon la durée minimale du traitement. Le graphe représentant les durées maximales est présenté en annexe 5.

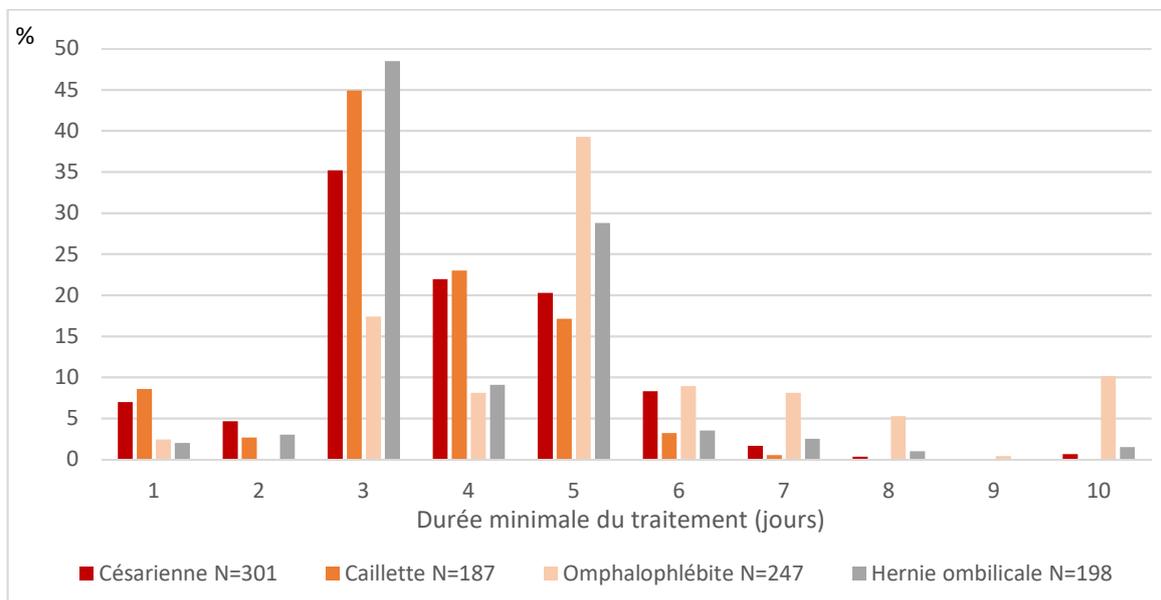


Figure 59 : Distribution de l'échantillon en fonction de la durée minimale de traitement (en jours), pour chaque type de chirurgie

On constate que pour les césariennes, les chirurgies de la caillette et les chirurgies de hernie, pour plus de 75% des traitements, la durée minimale est comprise entre 3 et 5 jours. Pour les omphaloplébités, les durées de traitement sont beaucoup plus variables. Cela est notamment dû au fait que les durées considérées prennent en

compte les traitements préopératoires, qui sont parfois mis en place plusieurs jours avant la chirurgie, comme on l'a évoqué précédemment. De façon générale, les traitements mis en place à l'occasion d'une chirurgie d'omphaloplébite sont plus longs, ce qui est justifié par l'infection préexistante.

D'après les recommandations de Meylan, l'antibiothérapie suite à une césarienne doit être d'une durée minimale de 5 jours ; suite à une chirurgie de la caillette un traitement doit être mis en place pendant 1 à 3 jours ; une seule administration doit être nécessaire à l'occasion d'une chirurgie de hernie ombilicale et le traitement suite à une chirurgie d'omphaloplébite doit durer au moins 5 jours (Meylan, 2017). Si l'on compare nos résultats à ces recommandations, on obtient le tableau 13.

Tableau 13 : Proportion de participants de notre étude respectant les recommandations de Meylan quant à la durée du traitement

	Recommandations de Meylan (2017)	% de traitements de notre étude respectant les recommandations
Césarienne	5 jours minimum	31,2%
Chirurgie de la caillette	1 à 3 jours ¹	52,4%
Chirurgie d'omphaloplébite	5 jours minimum	71,7%
Chirurgie de hernie ombilicale	Une seule administration ¹	1,5%

(¹ : si les conditions peropératoires ainsi que la maîtrise de l'asepsie le permettent)

Trop peu de praticiens respectent les recommandations et les pratiques sont là encore très variées. Les césariennes sont les chirurgies sur bovin les plus fréquentes en France, et pourtant pour plus de deux tiers d'entre-elles, le traitement antibiotique n'est pas suffisamment long. Toutefois, il convient de prendre des précautions quant à l'interprétation de ces résultats étant donné le risque d'erreurs mentionné précédemment, la forme des réponses des participants n'étant pas homogène.

7. Critères d'adaptation des protocoles

7.1. Des critères variés

La question précédente, concernant les protocoles appliqués par les praticiens, ne permet pas de prendre en compte la diversité des cas particuliers rencontrés sur le terrain qui amène les vétérinaires à adapter leur prescription. La question suivante s'intéresse donc aux critères pris en compte par ces derniers afin d'adapter les protocoles.

L'ensemble de ces critères est mentionné dans le tableau 14. Les critères 1 à 7 étaient proposés dans l'énoncé de la question, les autres ont été spontanément cités par un ou plusieurs participants. Seuls 293 participants ont répondu à cette question.

Le critère « Etat de l'animal » fait référence aux éventuelles affections concomitantes, à la déshydratation et autres altérations de l'examen clinique. Les « Conditions peropératoires » concernent les accidents peropératoires et les fautes d'asepsie. Ces précisions étaient mentionnées dans le questionnaire.

Tableau 14 : Critères d'adaptation des protocoles d'antibiothérapie et proportion des vétérinaires prenant en compte chaque critère (N=293)

Critères d'adaptation	Nombre de participants prenant en compte ce critère	%
1° Type de chirurgie	244	83,3
2° Conditions peropératoires	239	81,6
3° Etat de l'animal	141	48,1
4° Durée de la chirurgie	139	47,4
5° Propreté de l'environnement	129	44,0
6° Note de propreté de l'animal	76	25,9
7° Caractère de l'éleveur	56	19,1
8° Caractère de l'animal / Logement	3	1,02
9° Type racial	3	1,02
10° Traitements précédents	3	1,02
11° Prix / Disponibilité dans l'élevage	3	1,02
12° Efficacité dans l'élevage	2	0,68
13° Temps d'attente	2	0,68
14° Age de l'animal	1	0,34
15° Risque de faute considérée par l'assurance	1	0,34
16° Localisation de la plaie	1	0,34

On compte un grand nombre de critères pris en compte par les praticiens lors d'une chirurgie. Ils peuvent être séparés comme suit :

- Des facteurs propres à l'animal : état de l'animal, note de propreté, type racial, âge, caractère* ;
- Des facteurs propres à la chirurgie : type de chirurgie, conditions peropératoires, propreté de l'environnement, durée, risque de faute considérée par l'assurance, localisation de la plaie ;
- Des facteurs liés au traitement : traitements précédents, historique d'efficacité dans l'élevage, temps d'attente, prix ;
- Des facteurs d'ordre « pratique », propres à la chirurgie de terrain : caractère de l'animal*, logement (qui fait référence à la facilité de contention, celle-ci étant moindre à nulle si l'animal est au pré) et disponibilité du traitement dans l'élevage.

*Le caractère de l'animal est volontairement inclus dans deux catégories car il est d'ordre pratique : on préférera administrer un produit longue action à un animal rétif qui ne se laisse pas facilement contenir, plutôt qu'un traitement à administrer en 2 injections par jours. Mais, par définition, il est également propre à l'animal.

Le vétérinaire prescripteur est donc confronté à une multitude de facteurs. Il aurait été intéressant de demander aux participants de classer les différents critères selon l'importance qu'ils y accordent, ce qui n'est pas pris en compte dans notre étude. La figure 60 met en évidence le nombre de critères pris en compte par les vétérinaires. En moyenne, un praticien considère 3,7 critères dans le choix de son traitement antibiotique.

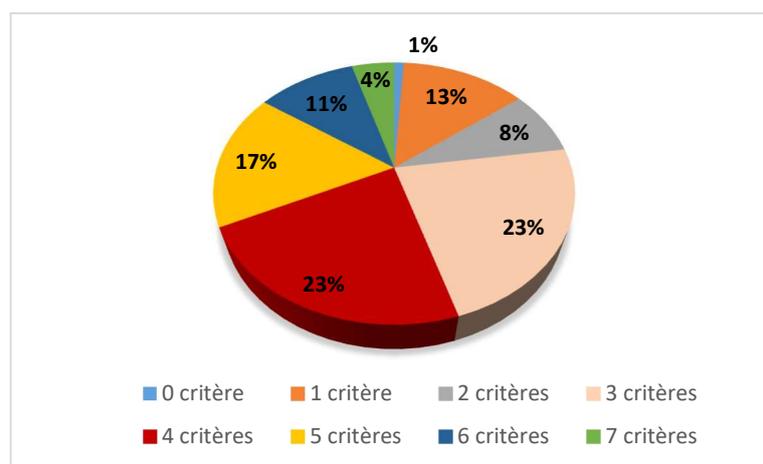


Figure 60 : Proportion de participants par rapport au nombre de critères pris en compte dans l'adaptation des protocoles (N=283)

D'après le tableau 13, les critères les plus fréquemment considérés sont relatifs à la chirurgie : type de chirurgie selon Altemeier et conditions peropératoires. Or les résultats précédents ont mis en évidence que la classification d'Altemeier n'était pas correctement maîtrisée par les praticiens. Ces derniers sont donc sensibilisés à son importance dans l'adaptation du traitement mais manquent peut-être de formation à ce sujet.

A l'inverse, les facteurs liés au traitement en lui-même ne sont cités que rarement.

7.2. Indépendance entre les critères d'adaptation et les caractéristiques du chirurgien

Un premier test d'indépendance du khi-deux a été réalisé pour les variables « Critères d'adaptation » et « Niveau de pratique du vétérinaire ». Seuls les principaux critères (pris en compte par plus de 10% des participants) ont été considérés. On obtient les résultats suivants :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 8,56$ et $\chi^2_{12;95} = 21,03$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{12;95}$
- Le choix des critères d'adaptation du protocole antibiotique est donc indépendant du niveau de pratique du vétérinaire.

De la même façon, un deuxième test du khi-deux a été réalisé pour les variables « Critères d'adaptation » et « Année de sortie de l'école vétérinaire ». On obtient alors les résultats suivants :

- $\chi^2_{\text{obs}} = 16,80$ et $\chi^2_{25;95} = 37,65$
- On a donc $\chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{25;95}$
- Le choix des critères d'adaptation du protocole antibiotique est donc indépendant de l'année de sortie de l'école vétérinaire.

Il semble alors que les critères pris en compte dans l'adaptation du protocole soient propres au vétérinaire et ne soient influencés ni par son âge, ni par son expérience.

8. Pourcentage de complications post-chirurgicales

8.1. Distribution de l'échantillon selon le taux de complications

La dernière question de cette enquête se rapporte au taux de complications septiques post-chirurgicales parmi les chirurgies réalisées par le vétérinaire. Ce taux est estimé par le praticien lui-même. Cette question étant ouverte, des intervalles ont été définis, permettant de tracer le diagramme de la figure 61.

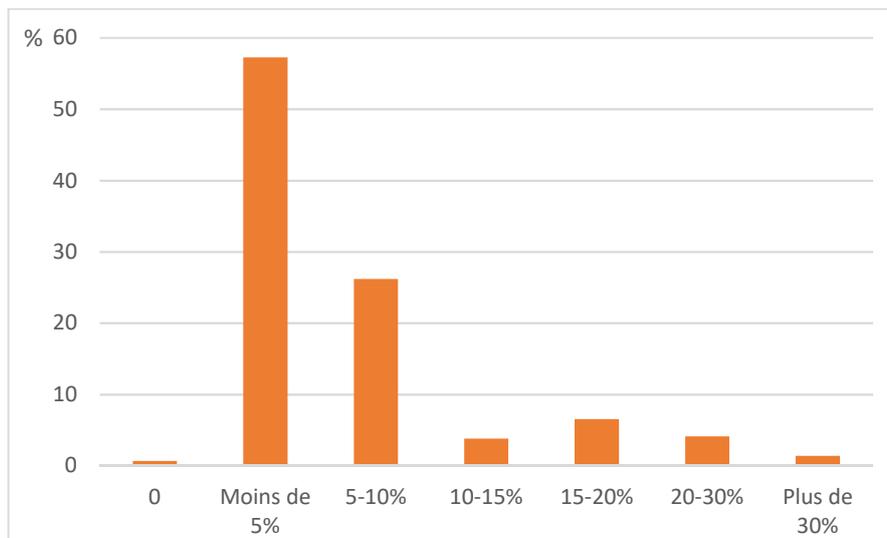


Figure 61 : Taux moyen de complications post-chirurgicales (N=290)

Pour rappel, les taux d'infection du site chirurgical pour les chirurgies propres, propres-contaminées, contaminées et sales sont respectivement de 10,1, 15,4, 26,7 et 50%. Plus de 80% des praticiens estiment obtenir un taux de complications inférieur à 10%, ce qui signifierait que les facteurs de risque sont bien maîtrisés par les praticiens. Cependant il est possible que certaines complications « mineures » ne soient pas communiquées par l'éleveur au vétérinaire, et que le taux de complications soit ainsi sous-estimé.

8.2. Recherche de corrélations entre le taux de complications et certaines pratiques

Le test du khi-deux pour les variables « Taux de complications » et « Critères d'adaptation des protocoles » permet de conclure quant à l'indépendance entre ces deux caractéristiques. En effet, on obtient $\chi^2_{\text{obs}} = 6,10$ et $\chi^2_{18;95} = 28,87$, donc $\chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{18;95}$.

De même, le taux de complications et l'administration systématique ou non d'antimicrobiens dans la plaie de chirurgie ne sont pas corrélés ($\chi^2_{\text{obs}} = 2,92 < \chi^2_{3;95} = 7,81$).

A l'inverse, malgré les regroupements effectués, les effectifs de certaines catégories sont trop faibles pour permettre l'interprétation d'un test du khi-deux et le nombre de catégories reste trop important pour un test de Fisher exact. Ainsi, l'indépendance entre le taux de complications et le niveau de pratique du vétérinaire ne peut être testée pour notre échantillon. On peut toutefois tracer la figure 62, qui représente le taux de complications en fonction du niveau de pratique. La part que représente chaque niveau de pratique par rapport à l'effectif total est prise en compte. Il semble que les praticiens réalisant plus de 100 chirurgies par an (niveau « Expert ») ont, proportionnellement, un taux de complications moins important que leurs confrères. Ce taux reste inférieur à 10%.

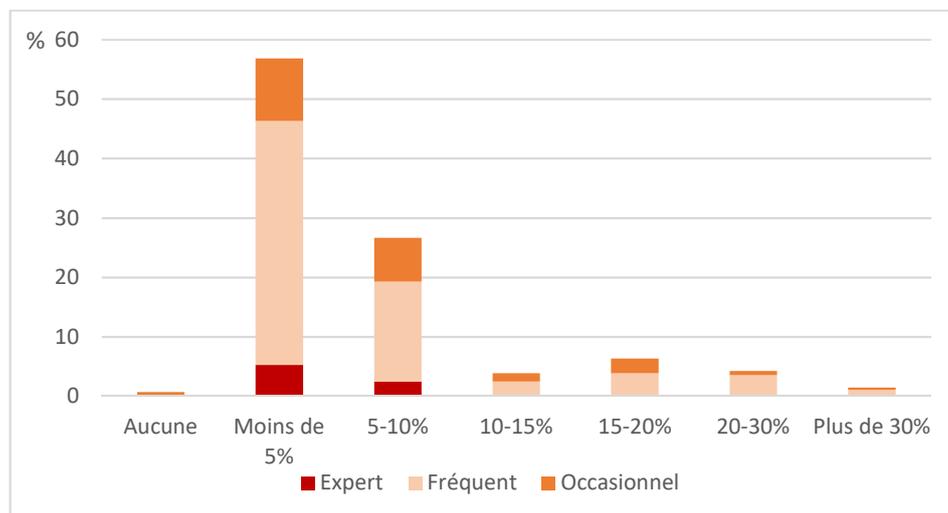


Figure 62 : Taux de complications en fonction du niveau de pratique (N=285)

De même, le taux de complications estimé par le praticien correspond à toutes les chirurgies confondues, tandis que les protocoles sont détaillés par type de chirurgie. Notre étude ne permet donc pas d'évaluer l'existence de corrélations entre le taux de complications et les caractéristiques de chaque protocole (spécialités, voies, durée, etc.).

Enfin, la part de chaque type de chirurgie n'étant pas la même pour chaque vétérinaire et celle-ci étant impossible à calculer à partir des données récoltées, on ne peut pas faire de tableau de contingence représentatif de cette diversité. Il aurait pourtant été intéressant d'étudier d'éventuelles corrélations entre la part de césariennes et de chirurgies de la caillette ou de l'ombilic et du taux de complications.

9. Conclusions tirées du questionnaire vétérinaire

9.1. Un résumé des résultats

L'objectif de ce questionnaire à destination des vétérinaires ruraux était de compléter les résultats du premier questionnaire en y apportant le point de vue du vétérinaire. Présenté comme un chirurgien dans le questionnaire précédent, c'est son rôle de prescripteur qui est ici considéré ; ce nouveau questionnaire est d'avantage ciblé sur les protocoles antibiotiques et leur adaptation.

L'effectif total est plus important, ce qui a permis de faire ressortir des corrélations entre les caractéristiques du vétérinaire et ses pratiques. Les vétérinaires de l'étude présentent des profils variés, notamment par le nombre et la nature des chirurgies qu'ils réalisent. Cependant l'échantillon n'est pas homogène puisqu'il est en majorité composé de « jeunes » vétérinaires, sortis de l'école il y a moins de 10 ans pour plus de 50% d'entre eux.

Cette étude a permis de mettre en avant l'existence de lacunes quant à la classification des chirurgies en fonction des risques septiques associés. Le score obtenu à la question s'y rapportant (question 4) est indépendant de l'âge ou du niveau de pratique du vétérinaire, cette méconnaissance est donc généralisée parmi les praticiens ruraux. Ce point constitue une piste d'amélioration. L'enseignement de la classification d'Altemeier et de son application en chirurgie des bovins est peut-être insuffisant dans les écoles vétérinaires.

La prescription d'antibiotiques lors d'une chirurgie semble être quasiment systématique pour une grande majorité des vétérinaires. En effet, seuls 2,1% des vétérinaires ont répondu ne pas administrer systématiquement d'antibiotiques lors d'une césarienne, 19,2% lors d'une chirurgie de la caillette, 7,3% lors d'une chirurgie d'omphaloplébite et 22,3% lors d'une chirurgie de hernie ombilicale.

Malgré une systématisation de cet acte, les pratiques sont très diverses, comme le premier questionnaire l'avait montré. En effet, environ un tiers des praticiens administrent un antimicrobien localement. Cette pratique est indépendante de l'âge et du niveau de pratique du vétérinaire et la galénique varie d'un praticien à un autre, la forme liquide étant la plus fréquente. De plus, jusqu'à 9 familles d'antibiotiques différentes sont utilisées, plus précisément 5 familles pour la césarienne et 4 pour la chirurgie de la caillette. Des molécules de familles différentes sont parfois associées. Cette diversité rend les protocoles d'autant plus variés. Ces antibiotiques sont administrés par voie intramusculaire ou par voie intrapéritonéale. Parfois les deux voies sont combinées. Les doses administrées ainsi que les durées de traitements et le moment de la première administration sont également soumis à une grande variabilité.

Malgré les controverses qui lui sont associées, la voie intrapéritonéale est souvent pratiquée. Elle concerne essentiellement les administrations de pénicilline G, associée

ou non à un aminoside. Elle est plus susceptible d'entraîner un surdosage des spécialités.

Il est difficile de conclure quant aux pratiques concernant la durée des traitements, du fait de la diversité dans la forme des réponses. Cependant, il semble que la plupart des traitements garantissent une protection entre 3 et 5 jours.

Enfin, le taux de complications estimé par les vétérinaires est plutôt faible, les réponses étant néanmoins très subjectives.

9.2. Bonnes et mauvaises pratiques

Il se dégage de notre étude des points de vigilance liés à des pratiques à risque répandues parmi les vétérinaires de l'échantillon. La première est le sous-dosage des antibiotiques, pratique particulièrement génératrice de résistances bactériennes. Le sous-dosage est majoritairement pratiqué par les vétérinaires sortis de l'école il y a plus de 30 ans. Il concerne indépendamment la voie IP et la voie IM et toutes les familles d'antibiotiques.

De plus l'administration préopératoire est trop rarement mise en pratique. Même en cas d'infection préexistante, elle est mentionnée dans seulement 45% des protocoles. Elle est majoritairement réalisée par les « jeunes » vétérinaires mais elle reste trop peu fréquente, même dans cette partie de la population.

Cette étude met aussi en évidence le respect de bonnes pratiques, notamment l'absence des antibiotiques critiques dans les protocoles. Seul un participant a précisé utiliser une céphalosporine de 3^e génération sur certaines chirurgies. Les recommandations relatives aux familles prescrites sont majoritairement respectées, les familles les plus représentées étant les β -lactamines, associées ou non aux aminosides.

Enfin, on constate que de nombreux critères sont pris en compte par les praticiens afin d'adapter les protocoles à la situation. L'administration d'antibiotiques est donc un acte systématisé mais pas automatisé, il est le résultat d'une réflexion du vétérinaire qui ajuste sa prescription au cas par cas. Les critères pris en compte sont indépendants de l'âge ainsi que du niveau de pratique du chirurgien.

VI. Discussion

1. Conclusions tirées de l'étude : pratiques des vétérinaires ruraux français

1.1. Confrontation entre les recommandations et les pratiques des vétérinaires sur le terrain

Ce qui ressort de l'étude des deux questionnaires est le faible taux de complications « perçu » par les vétérinaires ruraux, en comparaison aux données bibliographiques développées dans la première partie de ce travail. Cela peut s'expliquer par le fait que les praticiens maîtrisent correctement le risque infectieux lié aux chirurgies, mais aussi par une sous-estimation du taux réel de complications. En effet, il est possible que le vétérinaire ne soit pas informé des complications mineures. L'interprétation de cette valeur doit tenir compte de sa subjectivité.

Cette étude met aussi en évidence la systématisation de l'antibiothérapie lors d'une chirurgie. Ainsi, malgré des étapes de nettoyage et de désinfection non optimales et des conditions d'asepsie limitées, le nombre et/ou la gravité des complications sont limités par une prescription devenue systématique.

Il faut aussi retenir l'écart entre les recommandations présentées au début de ce travail, pour nombre d'entre-elles tirées de la chirurgie humaine, et les pratiques applicables sur le terrain en buiatrie. Cet écart se manifeste d'abord par un contrôle de l'asepsie bien moindre ; l'état de propreté de l'environnement et du patient bien souvent médiocre rend les antibiotiques plus souvent nécessaires. Cet écart est aussi visible dans le choix des spécialités, limité par la réglementation, par les temps d'attente appliqués aux animaux producteurs de denrées animales, et par les formes galéniques disponibles. Alors que l'IV est préférée en médecine humaine, le traitement des questionnaires met clairement en évidence la préférence pour la voie IM. Pourtant, l'étude du premier questionnaire a révélé que le Planipart®, tocolytique à base de clenbutérol, est administré en préopératoire dans 19% des césariennes, pour la plupart par voie IV. L'administration de spécialités IV avant le début de la chirurgie n'est donc pas absente des pratiques des vétérinaires ruraux.

Enfin ces deux questionnaires mettent en avant la fréquence de certaines pratiques, pourtant non conformes aux recommandations, et qui tiennent surtout de « l'habitude ». C'est le cas de la tonte, préférée au rasage lors de la préparation de la zone chirurgicale, tout comme la pratique de la chirurgie sans gants. De la même façon, la voie intrapéritonéale est encore très utilisée, et de façon générale les administrations pré-chirurgicales sont trop peu répandues. Ces « traditions » semblent plus fréquentes chez les vétérinaires les plus âgés.

1.2. Des bonnes pratiques à généraliser

Les vétérinaires ruraux ont cependant adopté des bonnes pratiques qu'il faut encourager afin que celles-ci se maintiennent et se généralisent.

Les familles d'antibiotiques les plus fréquemment administrées sont conformes aux recommandations et excluent les antibiotiques critiques. Fortement sollicités par la démarche Ecoantibio, les vétérinaires ruraux ont intégré ces mesures au sein de leurs protocoles, dans le domaine de la chirurgie également.

Bien que les étapes de nettoyage et de désinfection restent à améliorer, la gestion de l'asepsie est réalisée par l'utilisation d'antiseptiques adaptés. Cette notion est considérée comme importante par les vétérinaires, qui la prennent en compte dans l'adaptation de leurs protocoles. Ces derniers ne sont pas fixes mais adaptés à la situation rencontrée. Le fait que l'administration d'antibiotiques soit le fruit d'une réflexion et non un geste automatisé doit être mis en avant et transmis aux futurs vétérinaires.

1.3. Les modifications à appliquer sur le terrain

L'objectif de ce travail n'est pas de fournir un guide aux vétérinaires ruraux car ceux-ci doivent rester libres de leurs prescriptions. Il convient que celles-ci soient le fruit d'une réflexion, motivées par l'expérience et le jugement du praticien. Cependant des conseils peuvent être tirés de cette étude. En ce qui concerne la préparation de la zone opératoire, il faut favoriser la tonte au rasage. Cette technique a l'avantage d'être plus rapide et d'occasionner moins de lésion de la peau. Cependant le matériel nécessaire est plus coûteux et présente quelques contraintes comme la nécessité d'une prise de courant ou d'une batterie chargée. Il convient également d'insister sur les étapes de nettoyage et de désinfection. L'inconvénient majeur est le temps supplémentaire qui doit y être accordé. La préparation du chirurgien doit aussi faire l'objet d'améliorations. Le lavage des mains doit être systématique et rigoureux et le port des gants généralisé, afin de minimiser le rôle de vecteur du vétérinaire.

Un point important que peuvent améliorer les praticiens ruraux est le moment de la première administration d'antibiotiques. Celle-ci doit être faite autant que possible avant le début de la chirurgie. Dans les cas de chirurgies planifiées, que sont les chirurgies sur les veaux par exemple, et certaines chirurgies de la caillette, l'administration doit être anticipée et une injection intramusculaire peut être réalisée environ 2 heures avant le début de la chirurgie. Pour les chirurgies d'urgence et/ou non planifiées, il convient de réaliser une administration d'une spécialité antibiotique intravasculaire environ 30 minutes avant l'incision. Si une administration IV n'est pas possible, l'injection IM doit être réalisée le plus tôt possible. Cette administration préopératoire est d'autant plus importante si une infection est présente.

Enfin, le problème se pose pour les chirurgies de type « propre », l'administration d'antibiotiques n'est donc pas systématique. Si un accident peropératoire intervient, alors un antibiotique doit être administré le plus rapidement possible, ou dès la fin de la chirurgie.

On a vu également que l'administration intrapéritonéale est encore pratiquée par près de 45% des praticiens d'après les résultats du premier questionnaire. L'absence d'étude démontrant une efficacité supérieure de cette voie par rapport à l'IV et à l'IM nous amène à déconseiller son utilisation. La généralisation de l'administration préopératoire entraînerait son abandon.

Un autre point de vigilance qu'a soulevé ce travail concerne la dose, et notamment la fréquence du sous-dosage des spécialités. Cette pratique étant particulièrement à risque comme expliqué précédemment, il convient d'apporter un soin particulier au choix de la dose, et donc par conséquent à l'estimation du poids de l'animal. La faculté des vétérinaires à estimer le poids des animaux n'a pas pu être estimée par les deux questionnaires de l'étude.

Enfin, la durée de traitement constitue la principale modalité d'adaptation du protocole. Elle permet notamment de prendre en compte le caractère propre ou contaminé de la chirurgie. Ainsi le traitement devra être plus long en cas de chirurgie sale, anormalement longue, ou bien en cas d'accident peropératoire.

Le rôle des écoles vétérinaires dans la formation des futurs vétérinaires ruraux est donc primordial. Les différents facteurs de risque, la classification des chirurgies ainsi que les bonnes pratiques à appliquer sont autant de points à approfondir lors de l'enseignement de la chirurgie sur bovin aux étudiants vétérinaires. On a beaucoup insisté sur les antibiotiques critiques, à proscrire. Il faut également enseigner aux vétérinaires quels antibiotiques utiliser, et comment les utiliser correctement.

1.4. Biais de l'étude

Les conclusions tirées des résultats aux deux questionnaires doivent toutefois être interprétées avec précaution. En effet, les effectifs obtenus pour chacun des questionnaires sont limités et ne peuvent représenter fidèlement l'ensemble de la population des vétérinaires ruraux français. Toutefois, les pratiques décrites dans le premier questionnaire sont celles des vétérinaires accueillant des étudiants stagiaires, qui participent donc à la formation des futurs vétérinaires ruraux. Leurs pratiques ont donc un impact double. Enfin, comme on l'a déjà évoqué précédemment, certaines réponses sont données par des étudiants et des erreurs d'interprétation de ces derniers sont possibles. Le deuxième questionnaire s'adressait à tous les vétérinaires pratiquant la chirurgie sur bovin en France. La représentativité de ce dernier est donc peut-être meilleure. Il est possible que la plupart des participants soient les praticiens se sentant le plus concernés par la question des antibiotiques.

2. Pistes de diminution de l'utilisation des antibiotiques à moyen et long termes

2.1. Développer les mesures prophylactiques

Afin de diminuer l'utilisation des antibiotiques, la première piste serait de diminuer le nombre de chirurgies, par la généralisation de mesures préventives. Par exemple, la grande majorité des césariennes est due à une disproportion fœto-maternelle ; or une gestion des plans d'accouplements peut permettre de limiter ces disproportions, réduisant ainsi la prévalence de la césarienne. De même, on sait que la plupart des déplacements de la caillette sont dus à une mauvaise maîtrise de la période péri-partum (Behluli et al., 2017). Ainsi, la gestion des facteurs de risque autour du vêlage permettrait de diminuer la prévalence de ce type de chirurgies en élevage laitier. Enfin, la prévention des infections ombilicales, qui passe notamment par l'hygiène autour du vêlage et la gestion de la prise colostrale (qualité et quantité du colostrum), devrait permettre de limiter le taux d'incidence des omphalites. Le vétérinaire praticien tient un rôle primordial dans la mise en place de ces mesures prophylactiques, car c'est lui le premier conseiller sanitaire de l'élevage bovin.

La prophylaxie des complications post-chirurgicales peut également passer par la vaccination. En chirurgie humaine, de nombreuses infections du site opératoire sont dues à *Staphylococcus aureus*, une bactérie souvent multi-résistante. Ainsi le développement d'un vaccin contre *S. aureus* est étudié par plusieurs laboratoires depuis quelques années. En 2020, un vaccin recombinant associant 5 antigènes constitue une piste prometteuse ; des essais conduits chez la souris ont permis d'induire une réponse immunitaire cellulaire et humorale (Zeng et al., 2020).

En médecine vétérinaire, un vaccin contre *Clostridium perfringens* et *Trueperella pyogenes*, deux bactéries fréquemment responsables d'infections de la plaie et autres complications infectieuses, est en cours de développement et présenterait lui aussi des résultats encourageants chez la souris (Zhang et al., 2017).

Ces deux exemples montrent l'intérêt qui est porté au développement de tels vaccins, tant en médecine humaine qu'en chirurgie vétérinaire. Cependant le caractère polymicrobien des infections post-chirurgicales rend compliquée la vaccination. En effet, la protection contre un ou deux germes seulement ne permettra pas de garantir l'absence de complications.

En élevage des ruminants, les vaccins sont déjà plébiscités par les plans Ecoantibio, afin de réduire le nombre d'infections bactériennes dans les élevages (épisodes de pneumonies et diarrhées néonatales par exemple).

2.2. Développer la laparoscopie

La laparoscopie est une méthode chirurgicale « minimalement invasive » où la cavité péritonéale n'est ouverte que par de courtes incisions. Celles-ci permettent d'y introduire des instruments ainsi qu'une caméra qui permet de guider les gestes du chirurgien (Probst, Demartines, 2009). Les chirurgies réalisées sous laparoscopie sont moins longues, génèrent moins de douleur et ne nécessitent pas d'administration systématique d'antibiotiques (Seeger et al., 2006 ; Roy, Rousseau, 2015). Seeger a comparé les ingestions et la production laitière post-chirurgicales de deux groupes de vaches atteintes d'un déplacement de caillette à gauche. Les unes ont été opérées par laparoscopie tandis que les autres ont subi une omentopexie avec laparotomie par le flanc droit. Les animaux du deuxième groupe ont reçu une administration intrapéritonéale d'une association amoxicilline-cloxacilline tandis que les animaux du premier groupe n'ont pas reçu d'antibiotique. Les taux de complications sont équivalents pour les 2 techniques chirurgicales, tandis que les taux d'ingestion ainsi que la production laitière du groupe « laparoscopie » sont supérieurs. Une technique d'opération par laparoscopie des omphalites chez le veau est également décrite par Bouré (Bouré et al., 2001).

L'investissement financier ainsi que la nécessité de former les vétérinaires représentent les principaux freins au développement de cette méthode.

Bien que de telles techniques puissent permettre de limiter le risque infectieux associé à certaines interventions chirurgicales du bovin, elles ne peuvent s'appliquer à toutes les affections. La césarienne est un exemple de chirurgie qui ne peut prétendre à la laparoscopie.

2.3. Des alternatives aux antibiotiques

La phytothérapie, terme qui désigne l'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques, offre des pistes de développement d'alternatives aux antibiotiques. La pharmacopée végétale présente de très nombreuses molécules dont certaines ont des actions antibactériennes. D'autres ont des effets sur l'individu traité grâce à des propriétés anti-inflammatoires et/ou immuno-modulatrices, atténuant les symptômes de l'infection (Ducrot et al., 2017). Par exemple, des guérisons d'endométrite chez la vache ont été décrites après un traitement à base d'ail, de curcuma ou encore d'ashwagandha (une plante originaire d'Inde) (Mandhwani et al., 2017). Les traitements à base de phytothérapie ne sont pas générateurs de résistances. De plus, ils sont acceptés dans la production de produits labellisés, notamment en agriculture biologique. Ces traitements « émergents » attirent les faveurs des consommateurs ainsi que de certains éleveurs. Toutefois, les vétérinaires réclament des preuves scientifiques de leur efficacité avant de se déclarer convaincus.

De plus, une évolution de la réglementation est nécessaire au développement des traitements issus des plantes. En effet, le médicament est défini par le code de la santé publique comme « toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique » (Légifrance, 2007). La phytothérapie s'inscrit donc dans cette définition, rendant ainsi obligatoire l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché ainsi que la définition de limite maximale de résidus pour chaque spécialité.

D'autres thérapies alternatives donnent lieu à de nombreuses recherches. C'est le cas de la phagothérapie, qui fait appel à des virus bactériophages appelés « phages ». Ces virus ont une spécificité d'hôte très restreinte. En fonction de leur cycle, certains détruisent les bactéries, d'autres intègrent des parties de leur génome dans le génome bactérien, modifiant ainsi l'expression de ce dernier. La phagothérapie constitue donc une piste de thérapie ciblée. Cependant, la haute résistance des phages dans le milieu extérieur, ainsi que les possibles échanges de gènes avec les populations bactériennes rendent son utilisation encore incertaine (Ducrot et al., 2017).

Enfin les peptides de défense de l'hôte (HDP) constituent également une éventuelle thérapie antibactérienne. Ces HDP sont des molécules protéiques naturelles produites par tous les règnes du vivant, par les cellules épithéliales faisant frontière entre l'individu et son environnement. Ils ont la capacité d'interagir avec les membranes bactériennes et de les rompre. Seule une concentration suffisante en HDP permet d'observer une activité antibactérienne, celle-ci étant obtenue au niveau des membranes. Cette activité antibactérienne pourrait être une alternative intéressante aux antibiotiques actuels (Ducrot et al., 2017).

Conclusion

Les chirurgies en élevage bovin constituent donc un poste de consommation régulière d'antibiotiques. Pour les trois chirurgies étudiées dans ce travail (césarienne, chirurgie de la caillette et chirurgie de l'ombilic), leur prescription est systématique pour la plupart des praticiens français. Les protocoles appliqués sont très variables, et cette variabilité semble répondre à la diversité de situations auxquelles les vétérinaires font face. En effet le lieu de la chirurgie, la nature du sol, le caractère de l'animal et celui de l'éleveur, etc. sont autant de paramètres auxquels le vétérinaire doit s'adapter et qu'il prend en compte dans sa prescription. Enfin des contraintes lui sont également imposées par la réglementation, comme les temps d'attente ainsi qu'un choix restreint de molécules.

Au sein de cette diversité, on a vu que des pratiques « traditionnelles », contraires aux recommandations, persistent. C'est le cas de l'utilisation de la voie intrapéritonéale, le non-port de gants et l'administration post-chirurgicale d'antibiotiques.

Malgré cela le risque septique semble correctement maîtrisé dans l'ensemble. Mais les résistances qui altèrent l'efficacité des antibiotiques obligent aujourd'hui les vétérinaires à harmoniser leurs pratiques. Les recommandations trouvées dans la littérature ne sont pas toutes applicables telles quelles. Un grand nombre d'entre elles provient de la chirurgie humaine, où les interventions ont lieu dans un environnement hospitalier sur un patient préparé et anesthésié, bien loin des conditions rencontrées en élevage. Cependant on peut en tirer les conclusions suivantes.

Le premier point de vigilance concerne l'asepsie. Il faut assurer une asepsie maximale autour de la chirurgie, elle constitue le premier obstacle aux infections. Le deuxième obstacle est assuré par l'utilisation des antibiotiques. Ceux-ci ne doivent être administrés que lorsque les premières mesures sont insuffisantes, et ils doivent être utilisés convenablement, afin de protéger leur efficacité.

Notre étude ne s'est intéressée qu'aux bovins, car la grande majorité des chirurgies du milieu rural leur sont destinées, mais les mesures citées dans la discussion peuvent aussi s'appliquer aux espèces mineures (ovins et caprins notamment).

Ainsi, l'objectif pour la profession vétérinaire n'est pas seulement de protéger l'efficacité des antibiotiques pour la médecine humaine, mais c'est aussi de pouvoir continuer à en bénéficier pour les soins aux animaux producteurs de denrées. Des techniques sont aujourd'hui étudiées et constituent des pistes qui permettront peut-être à terme de remplacer les antibiotiques dans certaines situations, mais cela prend du temps.

Pour terminer, il serait intéressant de donner suite à ce travail par des études de terrain. Leur objectif serait de comparer les taux de complications obtenues avec les mesures recommandées dans ce travail et ce qui est fait actuellement. Vétérinaires praticiens et éleveurs sont assez réticents à modifier des protocoles qui, appliqués

quotidiennement, leur donnent satisfaction. De telles études pourraient permettre d'avancer des preuves scientifiques d'efficacité, afin de les convaincre de leur utilité.

Bibliographie

AFMPS, 2016. Temps d'attente. In : *Agence fédérale des médicaments et des produits de santé* [en ligne]. 15 mars 2016. [Consulté le 15 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.afmps.be/fr/veterinaire/medicaments/medicaments/bon_usage/temps_d_attente.

ALCYON, 2020. Catalogue Alcyon - Tarifs juin 2020. In : [en ligne]. juin 2020. [Consulté le 20 juin 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.alcyon.com/>.

ALEXANDER, J. Wesley, 1983. The Influence of Hair-Removal Methods on Wound Infections. In : *Archives of Surgery*. 1 mars 1983. Vol. 118, n° 3, p. 347. DOI 10.1001/archsurg.1983.01390030079013.

AMES, N. Kent, 2014. Chapter 2 Surgical restraint. In : *Noordsy's food animal surgery - Fifth edition*. S.l. : Wiley Blackwell. p. 11-15. ISBN 978-1-118-35260-1.

ANSES, 2017. *Médicaments vétérinaires : méthodologie de révision des posologies des antibiotiques anciens* [en ligne]. Rapport d'expertise collective. Maisons Alfort. ANSES. [Consulté le 5 juin 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANMV2014SA0080Ra.pdf>.

ANSES, 2019a. *Resapath - Réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales, bilan 2018* [en ligne]. Lyon et Ploufragan-Plouzané-Niort, France. ANSES. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://resapath.anses.fr/resapath_uploadfiles/files/Documents/Rapport%20annuel/2018_RESAPATH%20Rapport%20Annuel.pdf.

ANSES, 2019b. *Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2018 - Rapport annuel* [en ligne]. S.l. ANSES. [Consulté le 28 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <file:///C:/Users/roman/Documents/Thèse/Bibliographie%20Up/Bovine/Lu/Rapport%20Anses%202018.pdf>.

BANDELIER, Cédric, LEIMGRUBER, Annette, WASSENBERG, Jacqueline, BART, Pierre-Alexandre et SPERTINI, François, 2008. Allergies alimentaires rares. In : *Revue Médicale Suisse*. 2008. Vol. 4, n° 154, p. 1024-1029.

BAUER-DORRIES, Anna, DE CUPIS, Sarah et LIAUDET, Lucas, 2017. Rôle potentiel de la noradrénaline dans la dysfonction immunitaire du sepsis. In : *Revue Médicale Suisse*. 2017. Vol. 13, n° 569, p. 1350-1353.

BÉDARD, S, DESROCHERS, A, FECTEAU, G et HIGGINS, R, 2001. Comparaison de quatre protocoles de préparation préopératoire chez le bovin. In : *The Canadian Veterinary Journal*. mars 2001. Vol. 42, n° 3, p. 199-203.

BEHLULI, Behlul, MUSLIU, Arben, SHERIFI, Kurtesh, YOUNGS, Curtis R. et AGIM REXHEPI, Agim, 2017. Risk factors for occurrence of displaced abomasum and their relation to nutritional management of Holstein dairy cattle. In : *Veterinarski arhiv*. 2017. Vol. 87, n° 4, p. 419-430. DOI 10.24099/vet.arhiv.160216.

BÉRAUD, R., DEL CASTILLO, J. et HUNEAULT, L., 2008. Problématique de l'antibiorésistance. In : *Le Point Vétérinaire*. 1 juillet 2008. n° 287.

BERRÍOS-TORRES, Sandra I., UMSCHIED, Craig A. et BRATZLER, Dale W., 2017. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. In : *JAMA Surgery*. 1 août 2017. Vol. 152, n° 8, p. 784-791. DOI 10.1001/jamasurg.2017.0904.

BOHY, A. et MOISSONNIER, P., 1990. Pathologie ombilicale chez les veaux charolais : étude rétrospective sur 115 cas opérés. In : *Le Point Vétérinaire*. 1990. Vol. 22, n° 131, p. 27-35.

BOLLIG, Claudia, NOTHACKER, Monika, LEHANE, Cornelius, MOTSCHALL, Edith, LANG, Britta, MEERPOHL, Joerg J. et SCHMUCKER, Christine M., 2018. Prophylactic antibiotics before cord clamping in cesarean delivery: a systematic review. In : *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. mai 2018. Vol. 97, n° 5, p. 521-535. DOI 10.1111/aogs.13276.

BOUCHARD, E., DAIGNAULT, D., BÉLANGER, D. et COUTURE, Y., 1994. Cesarians on dairy cows: 159 cases. In : *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne*. décembre 1994. Vol. 35, n° 12, p. 770-774.

BOURÉ, Ludovic, FOSTER, Robert A., PALMER, Michele et HATHWAY, Amanda, 2001. Use of an Endoscopic Suturing Device for Laparoscopic Resection of the Apex of the Bladder and Umbilical Structures in Normal Neonatal Calves. In : *Veterinary Surgery*. 2001. Vol. 30, n° 4, p. 319-326. DOI 10.1111/j.1532-950X.2001.00319.x.

BRAUN, U., GORBER, U., HÄSSIG, M. et NUSS, K., 2011. Ultrasonography of the abdominal wall before and after laparotomy in cows. In : *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 1 février 2011. Vol. 153, n° 2, p. 71-77. DOI 10.1024/0036-7281/a000153.

BRÉCHOT, Christian, 2014. *La lettre de l'Institut Pasteur 85* [en ligne]. mai 2014. S.l. : s.n. [Consulté le 30 octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.pasteur.fr/sites/default/files/rubrique_nous_soutenir/lip/lip85-resistance_aux_antibiotiques-institut-pasteur.pdf.

BUZYN, A. et TRAVERT, S., 2017. *Communiqué de presse. Plan ECOANTIBIO : un premier bilan remarquable dans la lutte contre l'antibiorésistance* [en ligne]. Communiqué de presse. Paris. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. [Consulté le 22 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/171006_cp_ecoantibio.pdf.

CATTELL, J. H. et DOBSON, H., 1990. A survey of caesarean operations on cattle in general veterinary practice. In : *The Veterinary Record*. 20 octobre 1990. Vol. 127, n° 16, p. 395-399.

CERNIGLIA, C. E. et KOTARSKI, S., 2005. Approaches in the safety evaluations of veterinary antimicrobial agents in food to determine the effects on the human intestinal microflora. In : *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 1 février 2005. Vol. 28, n° 1, p. 3-20. DOI 10.1111/j.1365-2885.2004.00595.x.

CHATRÉ, Jean-Luc, 2010. L'évolution des traitements des fractures chez les bovins. In : *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*. 21 octobre 2010. n° 1, p. 363. DOI 10.4267/2042/48187.

CHENG, Hang, CHEN, Brian Po-Han, SOLEAS, Ireena M., FERKO, Nicole C., CAMERON, Chris G. et HINOUL, Piet, 2017. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. In : *Surgical Infections*. août 2017. Vol. 18, n° 6, p. 722-735. DOI 10.1089/sur.2017.089.

CHICOINE, Alan L., 2007. *An investigation of intraperitoneal procaine penicillin G administration in lactating dairy cows* [en ligne]. Canada : University of Saskatchewan Saskatoon. [Consulté le 8 juin 2020]. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/10388/etd-08282007-143429>.

CHICOINE, Alan L., DOWLING, Patricia M., BOISON, Joe O. et PARKER, Sarah, 2008. A survey of antimicrobial use during bovine abdominal surgery by western Canadian veterinarians. In : *The Canadian Veterinary Journal*. novembre 2008. Vol. 49, n° 11, p. 1105-1109.

CLASSEN, David C., EVANS, R. Scott, PESTOTNIK, Stanley L., HORN, Susan D., MENLOVE, Ronald L. et BURKE, John P., 1992. The Timing of Prophylactic Administration of Antibiotics and the Risk of Surgical-Wound Infection. In : *New England Journal of Medicine*. 30 janvier 1992. Vol. 326, n° 5, p. 281-286. DOI 10.1056/NEJM199201303260501.

COLOMB-COTINAT, M., LACOSTE, J., BRUN-BUISSON, C., JARLIER, V., COIGNARD, B. et VAUX, S., 2016. Estimating the morbidity and mortality associated with infections due to multidrug-resistant bacteria (MDRB), France, 2012. In : *Antimicrobial Resistance & Infection Control*. 12 décembre 2016. Vol. 5, n° 1, p. 56. DOI 10.1186/s13756-016-0154-z.

DE SIMONE, Belinda, SARTELLI, Massimo, COCCOLINI, Federico, BALL, Chad G., BRAMBILLASCA, Pietro, CHIARUGI, Massimo, CAMPANILE, Fabio Cesare, NITA, Gabriela, CORBELLA, Davide, LEPPANIEMI, Ari, BOSCHINI, Elena, MOORE, Ernest E., BIFFL, Walter, PEITZMANN, Andrew, KLUGER, Yoram, SUGRUE, Michael, FRAGA, Gustavo, DI SAVERIO, Salomone, WEBER, Dieter, SAKAKUSHEV, Boris, CHIARA, Osvaldo, ABU-ZIDAN, Fikri M., TEN BROEK, Richard, KIRKPATRICK, Andrew W., WANI, Imtiaz, COIMBRA, Raul, BAIOCCHI, Gian Luca, KELLY, Micheal D., ANSALONI, Luca et CATENA, Fausto, 2020. Intraoperative surgical site infection control and prevention: a position paper and future addendum to WSES intra-abdominal infections guidelines. In : *World journal of emergency surgery: WJES*. 10 février 2020. Vol. 15, n° 1, p. 10. DOI 10.1186/s13017-020-0288-4.

DESROCHERS, André, 2005. General principles of surgery applied to cattle. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. mars 2005. Vol. 21, n° 1, p. 1-17. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.12.006.

DESROCHERS, André, ST-JEAN, Guy, ANDERSON, David E., ROGERS, Donna P. et CHENGAPPA, M. M., 1996. Comparative Evaluation of Two Surgical Scrub Preparations in Cattle. In : *Veterinary Surgery*. 1996. Vol. 25, n° 4, p. 336-341. DOI 10.1111/j.1532-950X.1996.tb01422.x.

DUCROT, Christian, FRIC, D., LALMANACH, Anne-Christine, MONNET, Véronique, SANDERS, P. et SCHOULER, Catherine, 2017. Perspectives d'alternatives thérapeutiques antimicrobiennes aux antibiotiques en élevage. In : *INRA Productions Animales*. 2017. Vol. 30, n° 1, p. 77-88.

DUMAS, S. E., FRENCH, H. M., LAVERGNE, S. N., RAMIREZ, C. R., BROWN, L. J., BROMFIELD, C. R., GARRETT, E. F., FRENCH, D. D. et ALDRIDGE, B. M., 2016. Judicious use of prophylactic antimicrobials to reduce abdominal surgical site infections in periparturient cows: part 1 – a risk factor review. In : *Veterinary Record*. 25 juin 2016. Vol. 178, n° 26, p. 654-660. DOI 10.1136/vr.i103677.

ERICSSON, Charles D., DUKE, James H. et PICKERING, Larry K., 1978. Clinical Pharmacology of Intravenous and Intraperitoneal Aminoglycoside Antibiotics in the Prevention of Wound Infections: In : *Annals of Surgery*. juillet 1978. Vol. 188, n° 1, p. 66-70. DOI 10.1097/0000658-197807000-00011.

FACULTÉ VETSUISSE, 2019. *Utilisation prudente des antibiotiques : Bovins, porcs et petits ruminants. Guide thérapeutique pour les vétérinaires* [en ligne]. S.l. Faculté VetSuisse. [Consulté le 9 juin 2020]. Disponible à l'adresse :

<https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/tiere/tierarzneimittel/antibiotika/nationale-strategie-antibiotikaresistenzen--star--/sachgemaesser-antibiotikaehinsatz.html>.

FARMER, Pierre et PUGIN, Jérôme, 2000. β -Adrenergic agonists exert their "anti-inflammatory" effects in monocytic cells through the I κ B/NF- κ B pathway. In : *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology* [en ligne]. 1 octobre 2000. [Consulté le 8 mai 2020]. DOI 10.1152/ajplung.2000.279.4.L675. Disponible à l'adresse : <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/ajplung.2000.279.4.L675>. Bethesda, MD

FISHER, Ad, KNIGHT, Tw, COSGROVE, Gp, DEATH, Af, ANDERSON, Cb, DUGANZICH, Dm et MATTHEWS, Lr, 2001. Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. In : *Australian Veterinary Journal*. 2001. Vol. 79, n° 4, p. 279-284. DOI 10.1111/j.1751-0813.2001.tb11981.x.

FORTANÉ, Nicolas, 2018. Une brève histoire des antibiotiques... et de l'antibiorésistance. In : [en ligne]. INRA Presse. 8 novembre 2018. [Consulté le 14 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/455308-bdc16-resource-dossier-de-presse-reduire-l-usage-des-antibiotiques-en-elevage.pdf>.

FURUKAWA, Kiyonori, OGAWA, Rho, NOROSE, Yoshihiro et TAJIRI, Takashi, 2004. A new surgical handwashing and hand antisepsis from scrubbing to rubbing. In : *Journal of Nippon Medical School = Nippon Ika Daigaku Zasshi*. juin 2004. Vol. 71, n° 3, p. 190-197. DOI 10.1272/jnms.71.190.

GAYRARD, Valérie, 2018. La fonction corticosurrénalienne. In : *Cours de physiologie-ENVT* [en ligne]. S.l. 2018. [Consulté le 5 août 2020]. Disponible à l'adresse : <http://physiologie.envt.fr/wp-content/uploads/Gayrard/Enseignement/corticosurr%C3%A9nale2018poly.pdf>.

GILLET, M., 2015. *L'hypocalcémie subclinique chez la vache laitière : étude terrain dans une clientèle vétérinaire des Ardennes* [en ligne]. S.l. : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. [Consulté le 6 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1991>.

GOFF, J.P. et HORST, R.L., 1997. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. In : *Journal of Dairy Science*. juillet 1997. Vol. 80, n° 7, p. 1260-1268. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7.

GRIEBEL, P J, SCHOONDERWOERD, M et BABIUK, L A, 1987. Ontogeny of the immune response: effect of protein energy malnutrition in neonatal calves. In : *Canadian Journal of Veterinary Research*. octobre 1987. Vol. 51, n° 4, p. 428-435.

GUILLOT, J F, 1989. Apparition et évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques. In : *Annales de recherches vétérinaires, INRA Editions*. 1 janvier 1989. n° 20, p. 3-16.

HANZEN, Christian, THERON, Leonard et DETILLEUX, Johann, 2011a. Modalité de réalisation de la césarienne dans l'espèce bovine en Europe. In : *Bulletin des GTV*. avril 2011. n° 59, p. 15-26.

HANZEN, Christian, THERON, Leonard et DETILLEUX, Johann, 2011b. Réalisation de la césarienne dans l'espèce bovine en Europe : l'intervention et ses conséquences. In : *Bulletin des GTV*. décembre 2011. Vol. 62, p. 61-72.

HARDEFELDT, Laura Y., BROWNING, Glenn F., THURSKY, Karin A., GILKERSON, James R., BILLMAN-JACOBÉ, Helen, STEVENSON, Mark A. et BAILEY, Kirsten E., 2017. Cross-sectional study of antimicrobials used for surgical prophylaxis by bovine veterinary practitioners in Australia. In : *Veterinary Record*. 11 septembre 2017. Vol. 181, n° 16, p. 426-426. DOI 10.1136/vr.104375.

HAVEN, M. L., WICHTEL, J. J., BRISTOL, D. G., FETROW, J. F. et SPEARS, J. W., 1992. Effects of antibiotic prophylaxis on postoperative complications after rumenotomy in cattle. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 mai 1992. Vol. 200, n° 9, p. 1332-1335.

HÉ, David, 2006. *Bilan sur les connaissances actuelles sur la cicatrisation des plaies cutanées chez le chien et le chat* [en ligne]. S.l. : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. [Consulté le 11 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.urgovet.fr/wp-content/uploads/2016/07/These-celdran_1609.pdf.

HERMAN, Nicolas, CASSARD, Hervé, HERRY, Vincent, MARTINELLI, Enrico, CORBIÈRE, Fabien, MAILLARD, Renaud, FOUCRAS, Gilles, RABOISSON, Didier, MEYER, Gilles et SCHELCHER, François, 2018. Antibioprophylaxie en chirurgie bovine : recommandations actuelles. In : *Le bulletin des GTV*. décembre 2018. n° 92, p. 25-34.

HOEBEN, D., MIJTEN, P. et DE KRUIF, A., 1997. Factors influencing complications during caesarean section on the standing cow. In : *Veterinary Quarterly*. juin 1997. Vol. 19, n° 2, p. 88-92. DOI 10.1080/01652176.1997.9694748.

HULBERT, Lindsey E. et MOISÁ, Sonia J., 2016. Stress, immunity, and the management of calves¹. In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2016. Vol. 99, n° 4, p. 3199-3216. DOI 10.3168/jds.2015-10198.

IFOP, 2017. Les Français et la résistance aux antibiotiques. Sondage IFOP pour le Ministère des solidarités et de la santé. In : [en ligne]. S.l. novembre 2017. [Consulté le 20 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/presentation_etude_ifop_antibioresistance.pdf.

INSEE, 2019. *Indicateurs pour le suivi national des objectifs de développement durable* [en ligne]. S.l. INSEE. [Consulté le 6 juillet 2020]. Disponible à l'adresse : <file:///C:/Users/roman/AppData/Local/Temp/metadonnees-02.i5.pdf>.

JACQUET, J et AUXEPAULES, M, 1978. Le problème de la pollution du lait par les antibiotiques. Etat actuel de la question. In : *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*. 1978. n° 51, p. 73-79.

JAGER, L. N. et JORRITSMA, R., 2016. *The influence of antibiotics pre- and post-laparotomy and caesarean on the wound healing of cows, a random clinical trial report*. Mémoire. Utrecht : Utrecht University.

JORF, 2015. *Arrêté du 22 juillet 2015 relatif aux bonnes pratiques d'emploi des médicaments contenant une ou plusieurs substances antibiotiques en médecine vétérinaire* [en ligne]. 22 juillet 2015. S.l. : s.n. [Consulté le 5 juin 2020]. Disponible à l'adresse : https://beta.legifrance.gouv.fr/loda/texte_lc/LEGITEXT000031143600/2020-06-05.

JORF, 2016. *Arrêté du 18 mars 2016 fixant la liste des substances antibiotiques d'importance critique prévue à l'article L. 5144-1-1 du code de la santé publique et fixant la liste des méthodes de réalisation du test de détermination de la sensibilité des souches bactériennes prévue à l'article R. 5141-117-2* [en ligne]. 18 mars 2016. S.l. : s.n. [Consulté le 28 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032291325&categorieLien=id>.

KARDAŚ-SŁOMA, Lidia, 2017. Coût de la résistance bactérienne. In : *Séminaire DESC d'infectiologie* [en ligne]. S.l. 12 octobre 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/formation/desc/2017/seminaire-octobre-2017/cours-jeudi-12-oct/cout-de-la-resistance-lkardas-sloma.pdf>.

KIMURA, K., REINHARDT, T. A. et GOFF, J. P., 2006. Parturition and Hypocalcemia Blunts Calcium Signals in Immune Cells of Dairy Cattle. In : *Journal of Dairy Science*. 1 juillet 2006. Vol. 89, n° 7, p. 2588-2595. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72335-9.

KLEIN, W. et FIRTH, E., 1988. Infection rates in contaminated surgical procedures: a comparison of prophylactic treatment for one day or four days. In : *Veterinary Record*. 26 novembre 1988. Vol. 123, n° 22, p. 564-566. DOI 10.1136/vr.123.22.564.

KLEIN, W. R., FIRTH, E. C., KIEVITS, J. M. C. A. et JAGER, J. C. De, 1989. Intra-abdominal versus intramuscular application of two ampicillin preparations in cows. In : *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 1989. Vol. 12, n° 2, p. 141-146. DOI 10.1111/j.1365-2885.1989.tb00655.x.

KOHN, A. P. et SANDERS, V. M., 2001. Norepinephrine and beta 2-adrenergic receptor stimulation regulate CD4+ T and B lymphocyte function in vitro and in vivo. In : *Pharmacological Reviews*. décembre 2001. Vol. 53, n° 4, p. 487-525.

LA FRANCE AGRICOLE, 2016. Alimentation : Les trois quarts des Français prêts à payer plus pour la qualité. In : *La France Agricole* [en ligne]. 8 avril 2016. [Consulté le 20 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.lafranceagricole.fr/actualites/alimentation-les-trois-quarts-des-francais-prets-apayer-plus-pour-la-qualite-1,0,1019637016.html>.

LAMAIN, G., KOUATI, K. et ROLLIN, F., 2012. La péritonite fibrineuse pariétale : une complication de la césarienne dans l'espèce bovine. In : *Recueil des journées nationales de GTV 2012*. 2012. p. 237-240.

LE CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 1990. *Règlement (CEE) n° 2377/90* [en ligne]. 26 juin 1990. S.l. : OPOCE. [Consulté le 15 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:31990R2377&from=PT>.

LE PARLEMENT EUROPÉEN, 2019. Regulation (EU) 2019/6 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on veterinary medicinal products and repealing Directive 2001/82/EC. In : *Official Journal of the European Union* [en ligne]. 7 janvier 2019. [Consulté le 28 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/6/oj>.

LÉGIFRANCE, 2007. *Article L5111-1 - Code de la santé publique - Légifrance* [en ligne]. 27 février 2007. S.l. : s.n. [Consulté le 30 octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006689867.

LEPKOVÁ, Renata, STERC, Jan, VECEREK, Vladimír, DOUBEK, Jaroslav, KRUZÍKOVÁ, Kamila et BEDÁNOVÁ, Iveta, 2007. Stress responses in adult cattle due to surgical dehorning using three different types of anaesthesia. In : *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. décembre 2007. Vol. 120, n° 11-12, p. 465-469.

LESAGE, Madeleine, 2015. 82 : *Les antibiorésistances en élevage : vers des solutions intégrées* [en ligne]. S.l. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. [Consulté le 6 juillet 2020]. Disponible à l'adresse : https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cep_analyse82_antibioresistances_en_elevage.pdf.

LI, Robert W., WU, Sitao, LI, Weizhong, HUANG, Ying et GASBARRE, Louis C., 2011. Metagenome Plasticity of the Bovine Abomasal Microbiota in Immune Animals in Response to Ostertagia Ostertagi Infection. In : *PLoS ONE* [en ligne]. 9 septembre 2011. Vol. 6, n° 9. [Consulté le 29 avril 2020]. DOI 10.1371/journal.pone.0024417. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3170331/>.

LIN, Mei-Hsin, PAN, Sung-Ching, WANG, Jiun-Ling, HSU, Ron-Bin, LIN WU, Fei-Lin, CHEN, Yee-Chun, LIN, Fang-Yue et CHANG, Shan-Chwen, 2011. Prospective randomized study of efficacy of 1-day versus 3-day antibiotic prophylaxis for preventing surgical site infection after coronary artery bypass graft. In : *Journal of the Formosan Medical Association*. octobre 2011. Vol. 110, n° 10, p. 619-626. DOI 10.1016/j.jfma.2011.08.003.

LUKAS, G., BRINDLE, S. D. et GREENGARD, P., 1971. The route of absorption of intraperitoneally administered compounds. In : *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. septembre 1971. Vol. 178, n° 3, p. 562-564.

LYONS, N.A., KARVOUNTZIS, S. et KNIGHT-JONES, T.J.D., 2013. Aspects of bovine caesarean section associated with calf mortality, dam survival and subsequent fertility. In : *The Veterinary Journal*. août 2013. Vol. 197, n° 2, p. 342-350. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.01.010.

LYTE, Mark, 2014. The effect of stress on microbial growth. In : *Animal Health Research Reviews*. décembre 2014. Vol. 15, n° 2, p. 172-174. DOI 10.1017/S146625231400019X.

MADEC, Jean-Yves, 2020. Actualités sur la résistance à la colistine et résultats de l'étude COLIVO. In : *Congrès des GTV*. Poitiers : s.n. 28 octobre 2020. p. 413-416.

MAINARDI, J L, 2015. Mécanismes d'action et de résistance aux antibiotiques/ Session interactive autour de l'antibiogramme. In : [en ligne]. Cours. Université Paris René Descartes. 2015. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/formation/desc/desc2015-action-et-resistance-atb-mainardi.pdf>.

MANDHWANI, Ritika, BHARDWAZ, Anavil, KUMAR, Sudarshan, SHIVHARE, Madhu et AICH, Ranjit, 2017. Insights into bovine endometritis with special reference to phytotherapy. In : *Veterinary World*. décembre 2017. Vol. 10, n° 12, p. 1529-1532. DOI 10.14202/vetworld.2017.1529-1532.

MANGIN, S., 2002. *Transfert d'immunité colostrale chez le veau* [en ligne]. S.l. : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. [Consulté le 6 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=364>.

MEVIUS, D. J., NOUWS, J. F. M., BREUKINK, H. J., VREE, T. B., DRIESESENS, F. et VERKAIK, R., 1986. Comparative pharmacokinetics, bioavailability and renal clearance of five parenteral oxytetracycline-20% formulations in dairy cows. In : *Veterinary Quarterly*. octobre 1986. Vol. 8, n° 4, p. 285-294. DOI 10.1080/01652176.1986.9694057.

MEYLAN, Mireille, 2017. Prudent use of antimicrobials in cattle in the peri and post operative period. In : *5th European buiartics forum*. Bilbao, Spain : s.n. 4 octobre 2017. p. 10-15.

MIJTEN, P., VAN DEN BOGAARD, A.E.J.M., HAZEN, M.J. et DE KRUIF, A., 1997. Bacterial contamination of fetal fluids at the time of cesarean section in the cow. In : *Theriogenology*. août 1997. Vol. 48, n° 3, p. 513-521. DOI 10.1016/S0093-691X(97)00259-8.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, 2017. *Antibiorésistance et environnement* [en ligne]. S.l. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Antibior%C3%A9sistance%20et%20environnement.pdf>.

MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ, 2019. La tuberculose. In : *Ministère des Solidarités et de la Santé* [en ligne]. 5 juin 2019. [Consulté le 19 mai 2020]. Disponible à l'adresse :

<https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/article/la-tuberculose>.

MINVIELLE, Brice et ELLOUZE, Mariem, 2010. *Résidus de médicaments vétérinaires et antibiorésistance liés à la consommation de viande de porc* [en ligne]. S.l. [Consulté le 18 mai 2020]. IFIP. Disponible à l'adresse : https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/minvielle_residus.pdf.

MUDRON, P, REHAGE, J., SALLMANN, H. P., HOLTERSHINKEN, M. et SCHOLZ, H., 2005. Stress response in Dairy cows related to blood glucose. In : *Acta Veterinaria Brunensis*. 3 mars 2005. n° 74, p. 37-42.

MULON, Pierre-Yves et DESROCHERS, André, 2005. Surgical abdomen of the calf. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2005. Vol. 21, n° 1, p. 101-132.

NELSON, Corwin D., REINHARDT, Timothy A., LIPPOLIS, John D., SACCO, Randy E. et NONNECKE, Brian J., 2012. Vitamin D Signaling in the Bovine Immune System: A Model for Understanding Human Vitamin D Requirements. In : *Nutrients*. 15 mars 2012. Vol. 4, n° 3, p. 181-196. DOI 10.3390/nu4030181.

NEWMAN, Kenneth D. et ANDERSON, David E., 2005. Cesarean section in cows. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 mars 2005. Vol. 21, n° 1, p. 73-100. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.12.001.

NOAKES, D. E., WALLACE, L. et SMITH, G. R., 1991. Bacterial flora of the uterus of cows after calving on two hygienically contrasting farms. In : *Veterinary Record*. 11 mai 1991. Vol. 128, n° 19, p. 440-442. DOI 10.1136/vr.128.19.440.

OMS, 2015. Vaccinating salmon: How Norway avoids antibiotics in fish farming. In : *World Health Organization* [en ligne]. octobre 2015. [Consulté le 28 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.who.int/features/2015/antibiotics-norway/en/>.

OMS, 2017a. Cessons d'utiliser des antibiotiques chez des animaux en bonne santé. In : [en ligne]. 7 novembre 2017. [Consulté le 28 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news-room/detail/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>.

OMS, 2017b. *Liste OMS des antibiotiques d'importance critique pour la médecine humaine (liste CIA)* [en ligne]. 2017. S.l. : s.n. [Consulté le 12 juin 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.who.int/foodsafety/publications/CIAflyer_fr.pdf?ua=1.

O'NEILL, J., 2014. *Antimicrobial resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations* [en ligne]. S.l. [Consulté le 18 mai 2020]. Review on antimicrobial resistance. Disponible à l'adresse : https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (éd.), 2018. *Stemming the superbug tide: just a few dollars more* [en ligne]. Paris : OECD Publishing. [Consulté le 18 mai 2020]. OECD health policy studies. ISBN 978-92-64-30759-9. Disponible à l'adresse : <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264307599-en.pdf?expires=1589809906&id=id&accname=guest&checksum=060E5FAD4AEE69FD4E594486E050EBED>.

- OSBORNE, Michael P, 2007. William Stewart Halsted: his life and contributions to surgery. In : *The Lancet Oncology*. 1 mars 2007. Vol. 8, n° 3, p. 256-265. DOI 10.1016/S1470-2045(07)70076-1.
- PAPICH, M. G., KORSRUD, G. O., BOISON, J. O., YATES, W. D., MACNEIL, J. D., JANZEN, E. D., COHEN, R. D. et LANDRY, D. A., 1993. A study of the disposition of procaine penicillin G in feedlot steers following intramuscular and subcutaneous injection. In : *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. septembre 1993. Vol. 16, n° 3, p. 317-327. DOI 10.1111/j.1365-2885.1993.tb00178.x.
- PATHAN, M, KHAN, M, BHONSLE, A, BHIKANE, A, MOREGAONKAR, S et KULKARNI, M, 2012. Cellulitis in a Red Kandhari Bull : A Case Report. In : *Veterinary World*. 2012. p. 183. DOI 10.5455/vetworld.2012.183-184.
- PETERSON, Greg, KUMAR, Amit, GART, Elena et NARAYANAN, Sanjeev, 2011. Catecholamines increase conjugative gene transfer between enteric bacteria. In : *Microbial Pathogenesis*. 1 juillet 2011. Vol. 51, n° 1, p. 1-8. DOI 10.1016/j.micpath.2011.03.002.
- PONCET, Cyrill, 2017. Bonnes pratiques d'antibiothérapie en chirurgie. In : *La Semaine Vétérinaire* [en ligne]. 2 septembre 2017. n° 1729. [Consulté le 29 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/la-semaine-veterinaire/article/n-1729/bonnes-pratiques-d-antibiotherapie-en-chirurgie.html>.
- PROBST, Hervé et DEMARTINES, Nicolas, 2009. Laparoscopie abdominale : possibilités et limites. In : *Revue Médicale Suisse*. 2009. Vol. 5, p. 1432-1436.
- RAMIREZ ROZZI, Fernando et FROMENT, Alain, 2018. Earliest Animal Cranial Surgery: from Cow to Man in the Neolithic. In : *Scientific Reports*. 19 avril 2018. Vol. 8, n° 1, p. 5536. DOI 10.1038/s41598-018-23914-1.
- REINHARDT, Timothy A., LIPPOLIS, John D., MCCLUSKEY, Brian J., GOFF, Jesse P. et HORST, Ronald L., 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. In : *The Veterinary Journal*. 1 avril 2011. Vol. 188, n° 1, p. 122-124. DOI 10.1016/j.tvjl.2010.03.025.
- RÉPIAS, 2019. Mission PRIMO - surveillance et prévention de la résistance aux antibiotiques et des infections associées aux soins de ville et en secteur médico-social. In : [en ligne]. S.l. 4 décembre 2019. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.preventioninfection.fr/wp-content/uploads/2019/12/Pr%C3%A9sentation-PRIMO-2020.pdf>.
- ROMANO-BERTRAND, Sara, LICZNAR-FAJARDO, Patricia, PARER, Sylvie et JUMAS-BILAK, Estelle, 2015. Impact de l'environnement sur les microbiotes : focus sur l'hospitalisation et les microbiotes cutanés et chirurgicaux. In : *Revue Francophone des Laboratoires*. 1 février 2015. n° 469, p. 75-82. DOI 10.1016/S1773-035X(15)72824-8.
- ROY, Jean-Philippe, HARVEY, Denis, BÉLANGER, Anne-Marie et BUCZINSKI, Sébastien, 2008. Comparison of 2-step laparoscopy-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of dairy cows with left displacement of the abomasum in on-farm settings. In : <http://dx.doi.org/10.2460/javma.232.11.1700> [en ligne]. 2 juin 2008. [Consulté le 30 avril 2020]. Disponible à l'adresse : https://avmajournals.avma.org/doi/full/10.2460/javma.232.11.1700?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed.
- ROY, Jean-Philippe et ROUSSEAU, Marjolaine, 2015. Chirurgie : le déplacement de la caillette - techniques de chirurgie par laparoscopie. In : *Le nouveau praticien vétérinaire*. novembre 2015. Vol. 8, n° 32, p. 55.

RUDER, C. A., SASSER, R. G., WILLIAMS, R. J., ELY, J. K., BULL, R. C. et BUTLER, J. E., 1981. Uterine infections in the postpartum cow: II. Possible synergistic effect of *Fusobacterium necrophorum* and *Corynebacterium pyogenes*. In : *Theriogenology*. 1 juin 1981. Vol. 15, n° 6, p. 573-580. DOI 10.1016/0093-691X(81)90060-1.

RZEWUSKA, Magdalena, KWIECIEŃ, Ewelina, CHROBAK-CHMIEL, Dorota, KIZERWETTER-ŚWIDA, Magdalena, STEFAŃSKA, Ilona et GIERYŃSKA, Małgorzata, 2019. Pathogenicity and Virulence of *Trueperella pyogenes*: A Review. In : *International Journal of Molecular Sciences* [en ligne]. 4 juin 2019. Vol. 20, n° 11. [Consulté le 8 mai 2020]. DOI 10.3390/ijms20112737. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6600626/>.

SANTÉ PUBLIQUE FRANCE, 2019. Résistance aux antibiotiques. In : *Santé Publique France* [en ligne]. 18 novembre 2019. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : /maladies-et-traumatismes/infections-associees-aux-soins-et-resistance-aux-antibiotiques/resistance-aux-antibiotiques.

SCHULZ, Kara L. et ANDERSON, David E., 2010. Bovine enucleation: A retrospective study of 53 cases (1998–2006). In : *The Canadian Veterinary Journal*. juin 2010. Vol. 51, n° 6, p. 611-614.

SEEGER, Torsten, KÜMPER, Harald, FAILING, Klaus et DOLL, Klaus, 2006. Comparison of laparoscopic-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of left abomasal displacement in dairy cows. In : *American Journal of Veterinary Research*. mars 2006. Vol. 67, n° 3, p. 472-478. DOI 10.2460/ajvr.67.3.472.

SFAR, 2018. *Antibioprophylaxie en chirurgie et médecine interventionnelle (patients adultes)*. Recommandations formalisées d'experts. S.l. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation.

SHELDON, I. Martin, 2004. The postpartum uterus. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 novembre 2004. Vol. 20, n° 3, p. 569-591. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.06.008.

SMAILL, Fiona M et GRIVELL, Rosalie M, 2014. Antibiotic prophylaxis versus no prophylaxis for preventing infection after cesarean section. In : COCHRANE PREGNANCY AND CHILDBIRTH GROUP (éd.), *Cochrane Database of Systematic Reviews* [en ligne]. 28 octobre 2014. [Consulté le 5 mai 2020]. DOI 10.1002/14651858.CD007482.pub3. Disponible à l'adresse : <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007482.pub3>.

SORDILLO, Lorraine M. et RAPHAEL, William, 2013. Significance of Metabolic Stress, Lipid Mobilization, and Inflammation on Transition Cow Disorders. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 juillet 2013. Vol. 29, n° 2, p. 267-278. DOI 10.1016/j.cvfa.2013.03.002.

STOJADINOVIC, Olivera, GORDON, Katherine A., LEBRUN, Elizabeth et TOMIC-CANIC, Marjana, 2012. Stress-Induced Hormones Cortisol and Epinephrine Impair Wound Epithelization. In : *Advances in Wound Care*. février 2012. Vol. 1, n° 1, p. 29-35. DOI 10.1089/wound.2011.0320.

STOLTZ, Rémi, 2008. *Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale : Evaluation et maîtrise de ce danger* [en ligne]. S.l. : Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. [Consulté le 15 mai 2020]. Disponible à l'adresse : http://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/th_pdf/2008lyon097.pdf.

SYLVESTER, Sp, STAFFORD, KJ, MELLOR, DJ, BRUCE, RA et WARD, RN, 1998. Acute cortisol responses of calves to four methods of dehorning by amputation. In : *Australian Veterinary Journal*. 1998. Vol. 76, n° 2, p. 123-126. DOI 10.1111/j.1751-0813.1998.tb14544.x.

SZENCI, O., KAREN, A., BAJCSY, Á. Cs., GÁSPÁRDY, A., DE SOUSA, N. M. et BECKERS, J. F., 2011. Effect of restraint stress on plasma concentrations of cortisol, progesterone and pregnancy associated-glycoprotein-1 in pregnant heifers during late embryonic development. In : *Theriogenology*. 1 novembre 2011. Vol. 76, n° 8, p. 1380-1385. DOI 10.1016/j.theriogenology.2011.05.030.

TARTERA, Philippe, 2011. Responsabilité du vétérinaire rural lors d'intreventions obstétricales. In : *Le bulletin des GTV*. avril 2011. n° 59, p. 55-64.

TAVOULARIS, G. et SAUVAGE, E., 2018. Les nouvelles générations transforment la consommation de viande. In : *CREDOC-Consommation et modes de vie*. septembre 2018. n° 300, p. 4.

VIRBAC, 1991. Résumé des caractéristiques du Produit - SHOTAPEN. In : *Index des médicaments vétérinaires autorisés en France* [en ligne]. 3 mai 1991. [Consulté le 30 octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=SHOTAPEN>.

WAN, P. Y., BLACKFORD, J. T., BEMIS, D. A., ROHRBACH, B. W., KNOLL, D. E. et PROVENZA, M. K., 1997. Evaluation of Surgical Scrub Methods for Large Animal Surgeons. In : *Veterinary Surgery*. septembre 1997. Vol. 26, n° 5, p. 382-385. DOI 10.1111/j.1532-950X.1997.tb01697.x.

WEBSTER MARKETON, Jeanette I. et GLASER, Ronald, 2008. Stress hormones and immune function. In : *Cellular Immunology*. 1 janvier 2008. Vol. 252, n° 1, p. 16-26. DOI 10.1016/j.cellimm.2007.09.006.

WESTEN, Esther H.M.N., KOLK, Pascal R., VAN VELZEN, Christine L., UNKELS, Regine, MMUNI, Nicholaus S., HAMISI, Alex D., NAKUA, Ritha E., VLEK, Anne L.M. et VAN BEEKHUIZEN, Heleen J., 2015. Single-dose compared with multiple day antibiotic prophylaxis for cesarean section in low-resource settings, a randomized controlled, noninferiority trial. In : *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. janvier 2015. Vol. 94, n° 1, p. 43-49. DOI 10.1111/aogs.12517.

WILLIAMS, H. J., GILLESPIE, A. V., OULTRAM, J. W., CRIPPS, P. J. et HOLMAN, A. N., 2014. Outcome of surgical treatment for umbilical swellings in bovine youngstock. In : *Veterinary Record*. 1 mars 2014. Vol. 174, n° 9, p. 221-221. DOI 10.1136/vr.101736.

WITTEK, T., 2014. Overview of Peritonitis - Generalized Conditions. In : *MSD Veterinary Manual* [en ligne]. janvier 2014. [Consulté le 12 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.msdsvetmanual.com/generalized-conditions/peritonitis/overview-of-peritonitis>.

WITTEK, T., FURLL, M. et GROSCHE, A., 2012. Peritoneal inflammatory response to surgical correction of left displaced abomasum using different techniques. In : *Veterinary Record*. 8 décembre 2012. Vol. 171, n° 23, p. 594-594. DOI 10.1136/vr.101107.

WOLTER, R, 1988. Besoins vitaminiques des ruminants. In : *INRA Productions Animales*. 1 janvier 1988. p. 311-318.

YELON, J. A., GREEN, J. D. et EVANS, J. T., 1996. Efficacy of an intraperitoneal antibiotic to reduce the incidence of infection in the trauma patient: a prospective, randomized study. In : *Journal of the American College of Surgeons*. juin 1996. Vol. 182, n° 6, p. 509-514.

ZAIONTZ, Charles, 2020. Free Download | Real Statistics Using Excel. In : *Real statistics using Excel* [en ligne]. 2020. [Consulté le 2 novembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.real-statistics.com/free-download/>.

ZELTZMAN, Phil, 2012. Memorize 7 Principles To Be Smooth Operator. In : *Veterinary Practice News* [en ligne]. 21 novembre 2012. [Consulté le 2 juin 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.veterinarypracticenews.com/memorize-7-principles-to-be-smooth-operator/>.

ZENG, Hao, YANG, Feng, FENG, Qiang, ZHANG, Jinyong, GU, Jiang, JING, Haiming, CAI, Changzhi, XU, Liming, YANG, Xi, XIA, Xin, ZENG, Ni, FAN, Shaowen et ZOU, Quanming, 2020. Rapid and Broad Immune Efficacy of a Recombinant Five-Antigen Vaccine against *Staphylococcus aureus* Infection in Animal Models. In : *Vaccines* [en ligne]. 18 mars 2020. Vol. 8, n° 1. [Consulté le 26 octobre 2020]. DOI 10.3390/vaccines8010134. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7157245/>.

ZHANG, Wenlong, WANG, Pu, WANG, Bing, MA, Bo et WANG, Junwei, 2017. A combined *Clostridium perfringens*/*Trueperella pyogenes* inactivated vaccine induces complete immunoprotection in a mouse model. In : *Biologicals*. 1 mai 2017. Vol. 47, p. 1-10. DOI 10.1016/j.biologicals.2017.04.002.

ANNEXE n°1 - Liste des antibiotiques d'importance critique de l'OMS, d'après (OMS, 2017b)

Liste OMS des antibiotiques d'importance critique pour la médecine humaine, 5^e révision

Comité d'experts de la surveillance intégrée de la résistance aux antibiotiques (AGISAR)

Octobre 2016

Résumé de la classification et du niveau de priorité des antibiotiques considérés comme étant d'importance critique, d'importance élevée ou importants.

	Classe d'antimicrobiens	Critère (Oui = ●)				
		C1	C2	P1	P2	P3
ANTIMICROBIENS D'IMPORTANCE CRITIQUE		C1	C2	P1	P2	P3
<i>Priorité majeure</i>						
Importance critique	Céphalosporines (3 ^e , 4 ^e et 5 ^e générations)	●	●	●	●	●
	Glycopeptides	●	●	●	●	●
	Macrolides et kétolides	●	●	●	●	●
	Polymyxines	●	●	●	●	●
	Quinolones	●	●	●	●	●
<i>HAUTE PRIORITY</i>						
Importance critique	Aminosides	●	●		●	●
	Ansamycines	●	●	●	●	
	Carbapénèmes et autres pénèmes	●	●	●	●	
	Glycylcyclines	●	●	●		
	Lipopeptides	●	●	●		
	Morobactames	●	●	●		
	Oxazolidinones	●	●	●		
	Pénicillines (naturelles, aminopénicillines, et anti-Pseudomonas)	●	●		●	●
	Dérivés d'acide phosphonique	●	●	●	●	
	Médicaments antituberculeux ou contre d'autres infections mycobactériennes	●	●	●	●	
Antimicrobiens d'importance élevée						
Importance élevée	Aminoglycosides		●			
	Phénicoles		●			
	Céphalosporines (1 ^{re} et 2 ^e générations) et céphamycines		●			
	Lincomides		●			
	Pénicillines (antistaphylococciques)		●			
	Acides pseudomoniques		●			
	Rimofénazines	●			NA	
	Stéroïdes antibactériens		●			
	Streptogramines		●			
	Sulfamidés, inhibiteurs de la dihydrofolate réductase et associations		●			
Importance élevée	Sulfones	●				
	Tétracyclines	●				
Antimicrobiens importants						
Important	Aminocyclitol					
	Peptides cycliques					
	Nitrofurantoinés				NA	
	Nitroimidazoles				NA	
	Fluorométhyls				NA	

C1 Critère 1

Classe d'antibiotique qui est la seule, ou quasiment la seule, à permettre de traiter des infections humaines graves.

C2 Critère 2

Classe d'antibiotiques utilisée pour traiter des infections humaines dues 1) à des bactéries qui sont d'origine non-humaine mais peuvent être transmises à l'homme, ou 2) à des bactéries qui peuvent acquérir des gènes de résistance d'une source non humaine.

P1 Critère de priorité 1

Classe d'antibiotique qui est la seule ou une des rares permettant de traiter des infections humaines sévères, soit présentes chez un grand nombre de patients, soit de façon fréquente chez des patients hospitalisés.

P2 Critère de priorité 2

Classe d'antibiotiques utilisée fréquemment pour traiter des infections humaines sévères ou non, ou pour traiter des infections humaines sévères chez des patients hospitalisés, et dont l'utilisation peut dans tous les cas favoriser la sélection de résistance.

P3 Critère de priorité 3

Classe d'antibiotiques utilisée pour traiter des infections humaines pour lesquelles la transmission de bactéries résistantes ou de gènes de résistance à partir de sources non-humaines est démontrée.

Liste CIA OMS, 5^e révision: <http://who.int/foodsafety/publications/antimicrobials-fifth/en/>
 AGISAR: http://who.int/foodsafety/areas_work/antimicrobial-resistance/agisar/en/
 © Organisation mondiale de la Santé 2017. Certains droits réservés. Ce travail est disponible sous la licence CC BY-NC-SA 3.0 IGO
 WHO/NMH/FOS/FZD/17.1



ANNEXE n°2 – Questionnaire à destination des étudiants

Antibiotiques et chirurgie bovine

Dans le cadre de ma thèse, je cherche à évaluer les possibilités de réduction de l'utilisation des antibiotiques lors des chirurgies sur bovin.

J'ai besoin d'un maximum de réponses à ce questionnaire.

Si vous êtes étudiant vétérinaire et que vous avez assisté à une chirurgie sur bovin en France, lors d'un stage ou d'un tutorat, vous pouvez y participer !

Pour y répondre, merci de considérer un exemple de chirurgie parmi les 3 suivantes : césarienne, chirurgie de la caillette, chirurgie de l'ombilic auquel vous avez assisté, et de répondre aux questions suivantes en étant le plus précis possible.

Attention de bien aller jusqu'à la fin (il y a des questions communes aux 3 chirurgies à la fin du questionnaire), et de bien cliquer sur le bouton Terminer quand vous avez fini.

Vous pouvez même y répondre plusieurs fois, pour des chirurgies différentes si ça vous dit !

1. De quel type de chirurgie s'agit-il ? *

- Césarienne
- Chirurgie de la caillette (déplacement à gauche, à droite, volvulus / torsion, flexion)
- Chirurgie de l'ombilic

2. Depuis combien d'années le vétérinaire ayant opéré exerce-t-il en rurale ? *

- Moins de 5 ans
- Entre 5 et 10 ans
- Entre 10 et 20 ans
- Plus de 20 ans

L'ANIMAL

1. Quel est le type racial de l'animal ? *

- Laitier
- Allaitant
- Mixte

2. Sexe de l'animal *

Femelle

Mâle

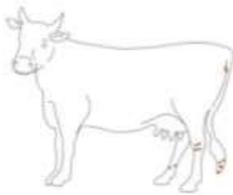
3. Age de l'animal *

Veau

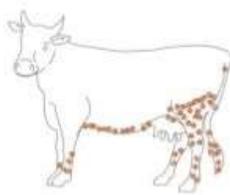
Adulte

4. Quel était le poids estimé de l'animal (en kg) ? *

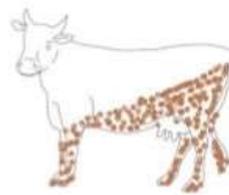
Notes de propreté des bovins



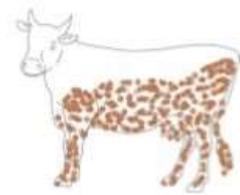
Propre



Peu sale



Sale



Extrêmement sale

5. Quel était l'état de propreté de l'animal ? *

Propre

Peu sale

Sale

Extrêmement sale

6. L'animal présentait-il une affection concomitante ?

(ex : mammite, diarrhée du veau, affection respiratoire, boiterie, etc.) *

Ne sait pas

Non

Oui (préciser laquelle / lesquelles)

LES CONDITIONS

1. Où la chirurgie a-t-elle eu lieu ? *

- Dans un box dédié aux gestes vétérinaire
- Dans la stabulation, dans l'aire d'exercice
- Dans un box dédié aux vêlages
- Dans la stabulation, au cornadis ou à l'attache
- Autre (préciser) :
- Sur l'aire paillée
- A l'extérieur
- A la clinique vétérinaire

2. L'animal était-il isolé des autres animaux ? *

- oui
- non

3. Sur quel type de sol a eu lieu la chirurgie ? *

- Béton
- Tapis
- Ne sait pas
- Terre battue
- Gravier
- Autre (préciser)

4. Le sol était-il paillé ? *

- oui
- non

5. Vous évaluez l'environnement dans lequel a été réalisée la chirurgie comme : *

- Très propre
- Correct
- Sale
- Extrêmement sale

6. L'animal était *

- Debout pendant toute la chirurgie En décubitus dorsal
 Debout puis s'est couché au cours de la chirurgie En décubitus sternal
 En décubitus latéral

LA PREPARATION

1. La zone opératoire a préalablement été *

- Tondue Nettoyée (savon) Aucune préparation
 Rasée Désinfectée

2. Combien de nettoyages ont été réalisés ? *

- Aucun 2
 1 3 ou +

3. Combien de désinfections ont été réalisées ? *

- Aucune 2
 1 3 ou +

4. Quel principe actif a été utilisé pour le nettoyage ?

- Povidone iodée (ex : VETEDINE savon®)
 Chlorhexidine (ex : HYDEACLEAN®)
 Autre (préciser) :

5. Quel principe actif a été utilisé pour la désinfection ?

- Povidone iodée (ex : VETEDINE solution ®) Chlorhexidine (ex : HIBITANE®)
- Autre (préciser) : Alcool

6. Le chirurgien portait *

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Des gants stériles | <input type="checkbox"/> Une blouse stérile jetable |
| <input type="checkbox"/> Des gants non stériles | <input type="checkbox"/> Une blouse non stérile |
| <input type="checkbox"/> Pas de gants | <input type="checkbox"/> Pas de blouse |

7. Le chirurgien s'est préalablement lavé les mains *

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> Non | <input type="radio"/> 2 fois |
| <input type="radio"/> 1 fois | <input type="radio"/> 3 fois ou + |

8. Le matériel chirurgical était *

- Stérile
- Non stérile
- Ne sait pas

LA CESARIENNE

Merci de répondre aux questions de cette page si vous avez choisi la césarienne.

Pour les autres chirurgies (caillette ou ombilic), veuillez directement passer aux pages suivantes.

1. Le ou les veau(x) étai(en)t-il(s) tous vivant(s) ?

- oui
- non

2. Le vétérinaire et/ou l'éleveur ont-ils essayé de sortir le veau par voie naturelle ?

oui

non

3. Si oui, portaient-ils des gants ?

oui

non

4. La vulve a-t-elle été nettoyée avant chaque fouille ?

Oui

Non

Ne sait pas

5. Combien de temps s'est écoulé entre la première fouille et le début de la chirurgie ?

Moins de 15 min

Entre 30 min et 1 heure

Entre 15 et 30 min

Plus de 1 heure

6. Y avait-il une torsion de matrice associée ?

oui

non

7. L'utérus a-t-il été

Extériorisé avant d'avoir été incisé

Extériorisé après avoir été incisé

N'a pas été extériorisé

8. De combien a été le temps d'ouverture (du début de l'incision au dernier point cutané) ?

- Moins de 30 min Entre 2 et 3 heures
 Entre 30 min et 1 heure Plus de 3 heures
 Entre 1 et 2 heures

9. Quelle anesthésie locale a été mise en place ?

- Sur la ligne d'incision (traçante) Par voie paramédiane
 En L inversé Aucune

10. Le vétérinaire a-t-il administré des oblets utérins (antibiotiques intra-utérins) ?

- oui
 non

11. Si oui, combien ?

- 1 2 3 ou +

12. Quelle spécialité ?

- CLAMOXYL®
 CENTRAUREO®
 Autre (préciser) :

13. Y a-t-il eu des accidents peropératoires ?

- Animal qui se couche au cours de l'opération
- Nombreux coups de pieds
- Incision / ponction d'un organe autre que l'utérus (intestin, rumen, etc.)
- Hémorragie sévère
- Autre (préciser) :

CHIRURGIE DE LA CAILLETTE

Merci de répondre aux questions de cette page si vous avez choisi la chirurgie de la caillette. Pour les autres chirurgies (césarienne ou ombilic), veuillez directement passer aux pages correspondantes.

1. Il s'agissait de

- Un déplacement de caillette à gauche
- Un déplacement de caillette à droite
- Un volvulus (ou torsion) de caillette
- Une flexion de la caillette

2. Quelle technique a été utilisée pour résoudre l'affection ?

- Laparotomie par le flanc droit et fixation de l'omentum
- Laparotomie par le flanc gauche et fixation de la caillette en paramédiane droite
- Laparotomie paramédiane et fixation de la caillette en position physiologique

3. Un dégonflement de la caillette a-t-il été réalisé par ponction ?

- oui
- non

4. De combien a été le temps d'ouverture (du début de l'incision au dernier point cutané) ?

- Moins de 30 min Entre 2 et 3 heures
 Entre 30 min et 1 heure Plus de 3 heures
 Entre 1 et 2 heures

5. Un dosage des corps cétoniques a-t-il été fait avant la chirurgie ?

- Non
 Oui (préciser la valeur et l'unité) :

6. Quelle anesthésie locale a été mise en place ?

- Sur la ligne d'incision (traçante) Par voie paramédiane
 En L inversé Aucune

7. Y a-t-il eu des accidents peropératoires ?

- Animal qui se couche au cours de l'opération
 Nombreux coups de pieds
 Incision / ponction d'un organe autre que la caillette (intestin, rumen, etc.)
 Hémorragie sévère
 Autre (préciser) :

LA CHIRURGIE DE LA CAILLETTE

Merci de répondre aux questions de cette page si vous avez choisi la chirurgie de l'ombilic.

Sinon, veuillez passer à la page suivante afin de répondre aux dernières questions communes aux 3 chirurgies.

1. Pour quelle affection le veau a-t-il été opéré ?

- Hernie simple Omphalo-artérite
 Hernie avec entrapement d'organes Omphalo-phlébite
 Persistance du canal de l'ouraue Abscess ombilical / omphalite externe

2. Quel était le pourcentage de déshydratation estimé ?

- Nul
- 5 à 8 % (énophtalmie de 4mm, pli de peau persistant 5 sec, muqueuses sèches)
- 8 à 10 % (énophtalmie de 5-6mm, pli de peau persistant 6-7 sec, muqueuses sèches)
- > 10% (énophtalmie de 7mm ou +, pli de peau persistant plus de 8 sec, muqueuses sèches et pâles)
- Ne sait pas

3. Le veau présentait-il des signes évocateurs de septicémie ?

(tachycardie, tachypnée, décubitus, hypo ou hyperthermie, congestion sévère des muqueuses, etc.)

- oui
- non

4. L'anesthésie mise en place comprenait (plusieurs réponses possibles) :

- Aucune anesthésie
- Une rachianesthésie
- Une anesthésie générale (IV) (préciser la molécule utilisée) :
- Une anesthésie locale
- Anesthésie gazeuse
-

5. De combien a été le temps d'ouverture (du début de l'incision au dernier point cutané) ?

- Moins de 30 min
- De 30 min à 1 heure
- De 1 à 2 heures
- De 2 à 3 heures
- Plus de 3 heures

6. La vessie a-t-elle été volontairement ouverte ?

- oui
- non

7. Y a-t-il eu des accidents peropératoires ?

- Incision / ponction d'un organe digestif
- Rupture d'une veine ou d'une artère / saignements excessifs
- Rupture de la vessie
- Autre (préciser) :

LES TRAITEMENTS

1. L'animal a-t-il reçu des antibiotiques juste avant, pendant et / ou après la chirurgie ? *

- oui
- non

2. Si oui,

Antibiotique n°1 :

Nom de la spécialité

Volume

Voie d'administration

3. Moment de la première administration de l'antibiotique n°1

- Avant la préparation de l'animal
- Pendant la chirurgie (intrapéritonéale)
- Après la préparation et avant le début de la chirurgie
- Après la chirurgie

4. Durée du traitement post-chirurgie (sans prendre en compte la première administration) avec l'antibiotique n°1 :

- 1jour 4 jours 0 jour (une seule administration)
- 2jours 5 jours
- 3 jours > 5 jours

5. Antibiotique n°2 :

Nom de la spécialité

Volume

Voie d'administration

6. Moment de la première administration de l'antibiotique n°2

- Avant la préparation de l'animal Pendant la chirurgie (intrapéritonéale)
- Après la préparation et avant le début de la chirurgie Après la chirurgie

7. Durée du traitement post-chirurgie (sans prendre en compte la première administration) avec l'antibiotique n°2 :

- 1jour 4 jours 0 jour (une seule administration)
- 2jours 5 jours
- 3 jours > 5 jours

8. L'animal a-t-il reçu des antibiotiques les jours précédents la chirurgie ?

- oui
- non

9. Si oui, selon quelles "modalités" ? (molécule/spécialité, durée du traitement, voie)

10. Des antibiotiques ont-ils été mis dans la plaie, avant ou pendant la suture (en sous-cutané ou en inter-musculaire) ? *

- oui
 non

11. Si oui, sous quelle forme ?

- Spray Liquide Oblet

12. Un pansement liquide a-t-il été appliqué sur la plaie après suture ?

- oui
 non

13. Si oui, lequel ?

- Spray à l'aluminium (ex : ALUSPRAY®)
 Spray antibiotique (ex : CYCLOSPRAY®)
 Autre (préciser) :

14. Quels autres traitements ont été prescrits / administrés à l'animal ?
(perfusion, analgésie, tocolytique, AINS, homéopathie, etc.)

LES COMPLICATIONS

1. Avez-vous effectué une visite de contrôle les jours suivant la chirurgie ?

oui

non

2. Si oui, l'éleveur était-il satisfait de l'évolution de l'animal ?

oui

non

3. Si non, pourquoi ?

4. L'une des complications suivantes a-t-elle été observée / rapportée dans les jours ayant suivi l'intervention ?

Abscès de la paroi

Emphysème sous-cutané

Hyperthermie

Non reprise du transit ou de la rumination

Métrite perpuérale aigüe (< 21 jours post-vêlage, hyperthermie, dysorexie)

Endométrite clinique (> 21 jours post-vêlage, écoulements vulvaires, signes cliniques frustes)

Rétention placentaire (non délivrance)

Mort de l'animal

Autre (préciser) :

5. Si l'animal est mort suite à la chirurgie et qu'une autopsie a été réalisée, quelles étaient les conclusions de celle-ci ?

ANNEXE n°3 – Questionnaire à destination des vétérinaires

Dans le cadre de ma thèse, je m'intéresse aux possibilités de réduction de l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin. J'ai besoin d'un maximum de réponses à ce questionnaire qui s'adresse aux vétérinaires ruraux exerçant en France.

Je vous remercie pour vos réponses, n'hésitez pas à partager à vos collègues !

En quelle année êtes-vous sorti de l'école vétérinaire ?

Combien de chirurgies réalisez-vous par an ?

	Aucune	1 à 10	10 à 50	50 à 100	Plus de 100
Césarienne	<input type="checkbox"/>				
Chirurgie de la caillette (déplacement à droite ou à gauche, volvulus, flexion)	<input type="checkbox"/>				
Chirurgie de l'ombilic	<input type="checkbox"/>				

Comment classeriez-vous les chirurgies suivantes ?

	Propre	Propre - contaminée	Contaminée	Sale
Césarienne pour extraire un veau mort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Déplacement de caillette à gauche avec ponction de la caillette	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hernie ombilicale simple opérée en salle de chirurgie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mettez-vous des antibiotiques ou des antimicrobiens dans la plaie (sous-cutané ou intermusculaire) ?

Oui

Non

Si oui, sous quelle forme ?

Spray

Liquide

Oblet

LA CESARIENNE

Lors d'une césarienne, utilisez-vous des antibiotiques systématiquement ?

- Oui
 Non

Si oui, quel protocole d'antibioprophylaxie utilisez-vous sur une vache de 650 kg ?

Spécialité
Voie
Volume
Durée du traitement

Moment de la première administration

- Avant la chirurgie Pendant la chirurgie Après la chirurgie

LA CHIRURGIE DE LA CAILLETTE

Lors d'un déplacement de caillette, utilisez-vous des antibiotiques systématiquement ?

- Oui
 Non

Si oui, quel protocole d'antibioprophylaxie utilisez-vous sur une vache de 650 kg ?

Spécialité
Voie
Volume
Durée du traitement

Moment de la première administration

- Avant la chirurgie Pendant la chirurgie Après la chirurgie

LA CHIRURGIE D'OMPHALOPHLEBITE

Lors d'une chirurgie d'omphalophlébite, utilisez-vous des antibiotiques systématiquement ?

- Oui
 Non

Si oui, quel protocole d'antibioprophylaxie utilisez-vous sur un veau de 60 kg ?

Spécialité
Voie
Volume
Durée du traitement

Moment de la première administration

- Avant la chirurgie Pendant la chirurgie Après la chirurgie

LA CHIRURGIE DE HERNIE OMBILICALE

Lors d'une chirurgie de hernie ombilicale simple, utilisez-vous des antibiotiques systématiquement ?

- Oui
 Non

Si oui, quel protocole d'antibioprophylaxie utilisez-vous sur un veau de 60 kg ?

Spécialité
Voie
Volume
Durée du traitement

Moment de la première administration

- Avant la chirurgie Pendant la chirurgie Après la chirurgie

Si vos protocoles d'antibioprophylaxie sont variables, quels critères prenez-vous en compte pour les adapter ?

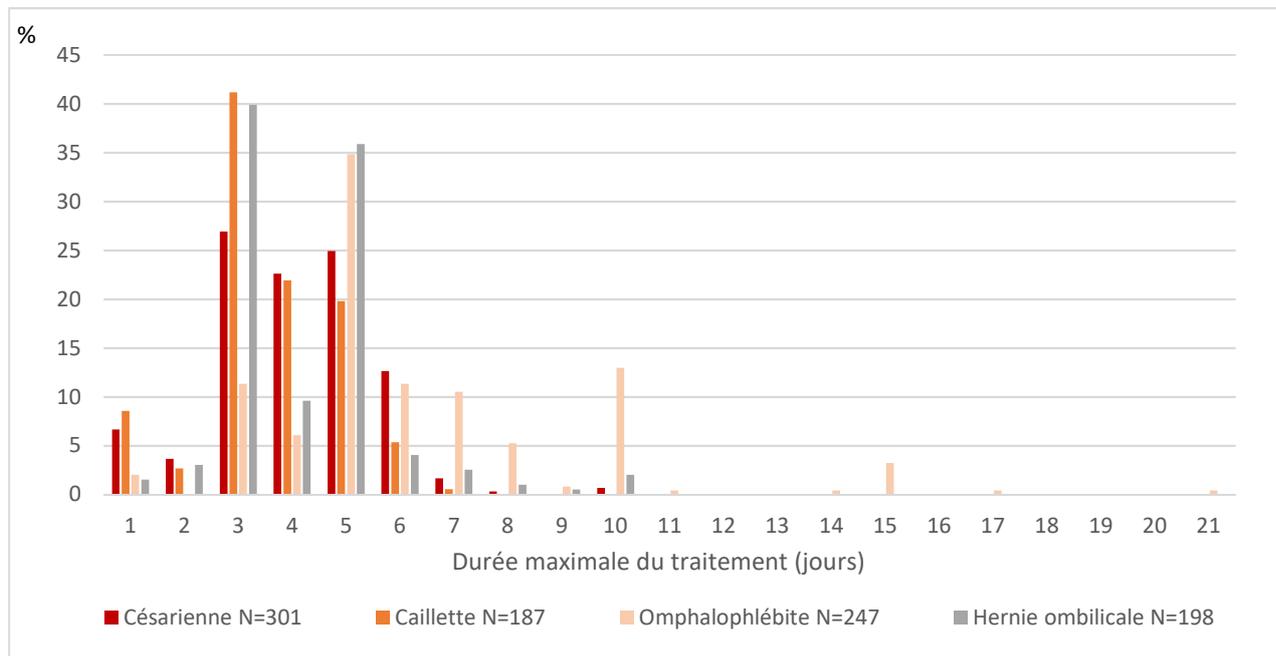
- L'état de l'animal (déshydratation, affection concomitante, etc.)
- La note de propreté de l'animal
- L'état de propreté de l'environnement
- Les conditions peropératoires (accident peropératoire, défaut d'asepsie, etc.)
- Le type de chirurgie (propre, propre-contaminée, contaminée, sale)
- La durée de la chirurgie
- Le caractère et/ou les exigences de l'éleveur
- Autre (préciser) :

Selon vous, quelle est la proportion de chirurgies que vous réalisez qui sont suivies de complications septiques (abcès de la paroi, emphysème, péritonite, etc.) (en%) ?

ANNEXE n°4 – Liste des molécules antibiotiques et des associations administrées par les vétérinaires du deuxième questionnaire

- Amoxicilline
- Amoxicilline + acide clavulanique
- Amoxicilline + colistine
- Colistine
- Florfénicol
- Gentamicine
- Lincomycine
- Lincomycine + spectinomycine
- Oxytétracycline
- Pénicilline G
- Pénicilline G + dihydrostreptomycine
- Pénicilline G + néomycine
- Sulfadimidine + triméthoprime

ANNEXE n°5 - Distribution de l'échantillon en fonction de la durée maximale de traitement (en jours) pour chaque type de chirurgie



Nom : Guihard

Prénom : Romane

Titre : **Etude des possibilités de réduction de l'utilisation des antibiotiques lors de chirurgie sur bovin**

Résumé :

Les conditions de réalisation des chirurgies sur les bovins ne permettent pas de garantir une asepsie optimale. Les vétérinaires ont donc recours à l'antibioprophylaxie. Or l'émergence de résistances bactériennes menace l'efficacité des antibiotiques, leur utilisation n'est donc pas un acte anodin. Cette étude a pour objectif de fournir aux vétérinaires ruraux des recommandations afin d'ajuster au mieux leurs prescriptions. Une synthèse bibliographique a permis de confronter les recommandations de la chirurgie humaine aux données disponibles en chirurgie des bovins. Deux questionnaires ont été diffusés aux étudiants stagiaires et aux praticiens français. Leur interprétation a mis en évidence une administration d'antibiotiques quasi systématique aux modalités très diverses, ainsi que la persistance de pratiques traditionnelles contraires aux recommandations actuelles. Enfin, des conseils pour ajuster les protocoles ont été formulés.

Mots-clés : Antibiotique – Chirurgie – Bovins – Recommandations

Title: **Study of the possibilities of reducing the use of antibiotics for cattle surgeries**

Abstract:

The conditions under which cattle surgeries are performed cannot assure optimal asepsis. Thus, veterinary surgeons resort to antibiotic prophylaxis. Yet, emergence of antibiotic resistances threatens their efficacy, so their use is not trivial. The aim of this study is to give recommendations to country veterinarians to adjust their prescriptions. A review of the references allowed us to compare the recommendations for human surgery to references available for cattle. Two questionnaires have been sent to trainees and to French practitioners. Their study has shown that antibiotics were prescribed almost systematically, in many different ways, and that traditional practices, inconsistent with today recommendations, are still used. Finally, we formulated advises to alter protocols.

Key words: Antibiotics – Surgery – Cattle – Recommendations