



**HAL**  
open science

# Étude des facteurs de risque d'occurrence d'omphalite chez les veaux nouveau-nés : focus sur le transfert de l'immunité passive

Aurélien Joulié

► **To cite this version:**

Aurélien Joulié. Étude des facteurs de risque d'occurrence d'omphalite chez les veaux nouveau-nés : focus sur le transfert de l'immunité passive. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03776027

**HAL Id: dumas-03776027**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03776027v1>**

Submitted on 21 Nov 2022

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

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

ANNEE 2022 THESE : 2022–TOU 3 – 4008

---

# ETUDE DES FACTEURS DE RISQUE D'OCCURRENCE D'OMPHALITE CHEZ LES VEAUX NOUVEAU-NES : FOCUS SUR LE TRANSFERT D'IMMUNITE PASSIVE

---

THESE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**JOULIE Aurélien**

**Directrice de thèse : Mme Sylvie CHASTANT**

---

**JURY**

PRESIDENT :  
**M. François SCHELCHER**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Sylvie CHASTANT**  
**M. Renaud MAILLARD**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :  
**M. Nicolas HERMAN**

Docteur vétérinaire, spécialiste en gestion de la santé des bovins



**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

**Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire**

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE  
EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

**PROFESSEURS 1<sup>ère</sup> CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

**PROFESSEURS 2<sup>ème</sup> CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- 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*

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- 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 **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYEMENKO 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 **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- 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*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- 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*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales règlementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

## INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

# REMERCIEMENTS

## Aux membres du jury

**A MONSIEUR LE PROFESSEUR FRANÇOIS SCHELCHER**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,  
Pathologie des ruminants

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de cette thèse,

*Hommage respectueux.*

**A MADAME LE PROFESSEUR SYLVIE CHASTANT**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,  
Reproduction

Qui a très aimablement accepté d'être ma directrice de thèse,

*Pour sa gentillesse, son efficacité, sa jovialité et son caractère passionné.*

*Remerciements très chaleureux.*

**A MONSIEUR LE PROFESSEUR RENAUD MAILLARD**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,  
Pathologie des ruminants

Qui m'a encadré et guidé lors de l'élaboration de cette thèse,

*Pour sa disponibilité, ses conseils, sa gentillesse et sa patience,*

*Sincères remerciements.*

**A MONSIEUR NICOLAS HERMAN**

Docteur vétérinaire à RIOM-ES-MONTAGNES

Diplômé ECBHM (Collège européen de la gestion de la santé des bovins)

Qui m'a confié ce sujet et guidé dans l'élaboration de ce travail,

*Pour son aide précieuse, sa disponibilité, sa gentillesse, sa patience, et sa pédagogie,*

*Sincères remerciements.*



## LISTE DES ABREVIATIONS

% Brix	Degrés Brix
GGT	Gamma-glutamyl transpeptidase
Ig	Immunoglobuline
IgA	Immunoglobulines de type A
IgD	Immunoglobulines de type D
IgE	Immunoglobulines de type E
IgG	Immunoglobulines de type G
IgM	Immunoglobulines de type M
IM	Intra-musculaire
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OR	Odd-ratio
p	<i>p-value</i>
PT	Protéines totales
Se	Sensibilité
Sp	Spécificité
VPP	Valeur prédictive positive
VPN	Valeur prédictive négative





# TABLE DES MATIERES

<b>CHAPITRE I - Contexte, enjeux et objectifs</b>	<b>17</b>
<b>CHAPITRE II - Facteurs de risque d'omphalite : focus sur le transfert de l'immunité passive</b>	
<b>~ Etat des connaissances ~</b>	<b>21</b>
I. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOPATHOLOGIQUES SUR LA REGION OMBILICALE	23
<i>I.1. Anatomie du cordon ombilical</i>	23
I.1.1. La gelée de Wharton	23
I.1.2. Les vaisseaux ombilicaux	23
I.1.3. Les pédicules allantoïdiens et vitellins	24
<i>I.2. Rupture du cordon ombilical lors du part</i>	25
<i>I.3. Évolution normale des parties du cordon après le part</i>	25
<i>I.4. Pathologie ombilicale du veau : classification et signes cliniques associés</i>	26
I.4.1. Affections infectieuses	26
I.4.2. Affections non-infectieuses	28
I.4.3. Complications	30
<i>I.5. Modalités d'apparition d'une omphalite</i>	30
I.5.1. Les sources de contamination	30
I.5.2. Les modes d'infection	31
I.5.3. Les germes les plus fréquents	32
<i>I.6. Réceptivité : potentiels facteurs de risque</i>	32
I.6.1. Facteurs intrinsèques	32
I.6.2. Facteurs extrinsèques	33
II. DIAGNOSTIC DES OMPHALITES	36
<i>II.1. Diagnostic clinique</i>	36
II.1.1. Commémoratifs et anamnèse	36
II.1.2. Examen clinique du veau	36
II.1.3. Diagnostic différentiel des masses ombilicales	38
<i>II.2. Examens complémentaires</i>	38
II.2.1. Échographie	38
II.2.2. Autres examens complémentaires	47
II.2.4. Analyses sanguines	47
<i>II.3. Traitements</i>	47
II.3.1. Choix du traitement	47
II.3.2. Traitement médical	48
II.3.3. Traitement chirurgical	48
II.3.4. Pronostic	50
II.3.5. Prévention	50

III. L'IMMUNITÉ DU VEAU NOUVEAU-NE -----	52 -
<i>III.1. Les causes de la fragilité immunitaire néonatale</i> -----	52 -
<i>III.2. Transfert de l'immunité post-partum</i> -----	53 -
III.2.1. Colostrum et transfert de l'immunité systémique -----	53 -
III.2.2. Colostrum et immunité locale-----	54 -
III.2.3. Effet immunomodulateur du colostrum -----	55 -
<i>III.3. Variation et optimisation du transfert de l'immunité colostrale</i> -----	55 -
III.3.1. Variabilité de la qualité du colostrum-----	55 -
III.3.2. Variabilité de la quantité de colostrum ingérée -----	58 -
III.3.3. Variabilité de l'absorption du colostrum -----	60 -
III.3.4. Mesures de la variabilité du transfert de l'immunité colostrale -----	62 -
<b>CHAPITRE III - Matériels et méthodes : Etude terrain des facteurs de risque d'omphalite en élevage ~ Etude de cohorte prospective ~</b> -----	<b>65 -</b>
I.    RECRUTEMENT DES ELEVAGES ET DES ANIMAUX -----	67 -
<i>I.1. Présentation des élevages</i> -----	67 -
<i>I.2. Fréquence des visites</i> -----	67 -
<i>I.3. Informations recueillies</i> -----	67 -
I.3.1. Lors de la première visite (V1) -----	68 -
I.3.2. A chaque visite -----	68 -
<i>I.4. Mesures et prélèvements réalisées</i> -----	68 -
I.4.1. Sur les mères, le jour du vêlage-----	68 -
I.4.2. Sur les veaux, entre 1 et 5 jours d'âge (V1) -----	69 -
I.4.3. Sur les veaux, entre 8 et 12 jours d'âge (V2)-----	70 -
<i>I.5. Définition d'une omphalite</i> -----	70 -
II.   ANALYSES DE DONNEES -----	71 -
<i>II.1. Statistiques descriptives</i> -----	71 -
<i>II.2. Statistiques analytiques</i> -----	71 -
<b>CHAPITRE IV - Résultats</b> -----	<b>73 -</b>
I.    ÉCHANTILLONNAGE-----	75 -
<i>I.1. Élevages en suivi</i> -----	75 -
<i>I.2. Présentation des systèmes d'élevage</i> -----	76 -
II.   STATISTIQUES DESCRIPTIVES -----	79 -
<i>II.1. Expression clinique des omphalites</i> -----	79 -
II.1.1. Diamètre de l'ombilic-----	79 -
II.1.2. Douleur à la palpation / pression -----	79 -
II.1.3. État de l'ombilic externe -----	80 -
II.1.4. Atteinte des structures ombilicales internes -----	81 -

II.1.5. Prévalences des omphalites-----	82 -
II.1.6. Sensibilité, spécificité et valeurs prédictives des signes cliniques utilisés dans l'évaluation d'une omphalite-----	83 -
II.2. <i>Omphalites et transfert de l'immunité passive</i> -----	83 -
II.2.1. Transfert de l'immunité passive-----	83 -
II.2.2. Omphalite vs transfert de l'immunité passive-----	84 -
II.3. <i>Omphalites et autres facteurs de risque potentiels</i> -----	86 -
II.3.1. Sexe-----	86 -
II.3.2. Parité de la mère-----	86 -
II.3.3. Hygiène du lieu de naissance-----	87 -
II.3.4. Désinfection du cordon ombilical-----	88 -
II.3.5. Temps mis pour se lever après la naissance-----	89 -
II.3.6. Difficultés au vèlage-----	90 -
III. STATISTIQUES ANALYTIQUES-----	92 -
III.1. <i>Analyses univariées</i> -----	92 -
III.2. <i>Analyses multivariées</i> -----	95 -
<b>CHAPITRE V - Discussion générale</b> -----	<b>99 -</b>
I. UN SUIVI AVEC DES BIAIS MAIS MAITRISES-----	101 -
II. UN PROTOCOLE STANDARDISE MAIS CHRONOPHAGE-----	102 -
III. DEFINITION DE L'OMPHALITE : SIMPLE MAIS EXHAUSTIVE-----	102 -
IV. DES FACTEURS DE RISQUE LIES AUX OMPHALITES COHERENTS MAIS QUI PEUVENT INTERPELER-----	104 -
<b>CHAPITRE VI - Conclusion</b> -----	<b>109 -</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> -----	<b>115 -</b>
<b>ANNEXES</b> -----	<b>127 -</b>



## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Topographie des vaisseaux ombilicaux d'un fœtus bovin -----	<b>23</b> -
<b>Figure 2</b> : Abscès extra abdominal : omphalite externe -----	<b>26</b> -
<b>Figure 3</b> : Persistance, avec abcès, du canal de l'Ouraque -----	<b>27</b> -
<b>Figure 4</b> : Persistance, avec abcès, de la veine ombilicale-----	<b>28</b> -
<b>Figure 5</b> : Persistance, avec abcès, sur les artères ombilicales -----	<b>28</b> -
<b>Figure 6</b> : Omphalocœle observée chez une génisse croisée -----	<b>30</b> -
<b>Figure 7</b> : Positionnement de la sonde pour l'échographie de l'ombilic externe -----	<b>40</b> -
<b>Figure 8</b> : Positionnement de la sonde pour l'échographie de l'abdomen caudal -----	<b>41</b> -
<b>Figure 9</b> : Position de la sonde pour l'échographie de l'abdomen crânial -----	<b>41</b> -
<b>Figure 10</b> : Site de réalisation des mesures échographiques des structures ombilicales -----	<b>42</b> -
<b>Figure 11</b> : Aspect échographique d'une omphalite externe simple chez un veau de trois semaines -----	<b>43</b> -
<b>Figure 12</b> : Aspect échographique d'un canal de l'Ouraque pathologique chez un veau de cinq semaines-----	<b>44</b> -
<b>Figure 13</b> : Aspect échographique d'une veine ombilicale pathologique chez un veau de trois semaines-----	<b>44</b> -
<b>Figure 14</b> : Aspect échographique d'un abcès d'une artère ombilicale chez un veau de trois semaines-----	<b>45</b> -
<b>Figure 15</b> : Aspect échographique d'une hernie ombilicale chez un veau de six semaines ---	<b>46</b> -
<b>Figure 16</b> : Aspect échographique d'une fibrose ombilicale chez un veau de trois semaines -	<b>46</b> -
<b>Figure 17</b> : Distribution des diamètres ombilicaux chez les veaux nouveau-nés en suivi (n=964 à la V1 et n=933 à la V2) -----	<b>79</b> -
<b>Figure 18</b> : Distribution de l'état de l'ombilic externe chez les veaux nouveau-nés atteints d'une omphalite (n=226 à V1 et n=194 à V2), selon la période d'échantillonnage-----	<b>80</b> -
<b>Figure 19</b> : Fréquence de l'atteinte des différentes structures internes chez les veaux atteints d'omphalite-----	<b>81</b> -
<b>Figure 20</b> : Distribution des prévalences des signes cliniques ombilicaux par visite (V1 et V2) -----	<b>82</b> -

<b>Figure 21</b> : Évaluation du transfert de l'immunité passive dans le sérum des veaux en suivi et estimation de la qualité colostrale de certaines mères -----	<b>84</b> -
<b>Figure 22</b> : Fréquences d'omphalites selon le transfert de l'immunité passive dans le sérum, évaluée au réfractomètre : a) <i>optique Brix (%Brix)</i> et b) <i>optique classique (g de PT / L)</i> ; et selon la qualité colostrale, évaluée au réfractomètre de Brix (%Brix) -----	<b>85</b> -
<b>Figure 23</b> : Distribution des omphalites selon le sexe des veaux (n=964) -----	<b>86</b> -
<b>Figure 24</b> : Influence de la parité sur la prévalence d'omphalites -----	<b>87</b> -
<b>Figure 25</b> : Influence des lieux de vêlage sur la prévalence d'omphalite -----	<b>87</b> -
<b>Figure 26</b> : Influence de la propreté (n=780) et l'humidité (n=775) du lieu de naissance sur la prévalence d'omphalite -----	<b>88</b> -
<b>Figure 27</b> : Influence des produits antiseptiques utilisés pour la désinfection des cordons ombilicaux sur la prévalence d'omphalite -----	<b>89</b> -
<b>Figure 28</b> : Influence du temps mis pour se lever après la naissance sur la prévalence d'omphalite (n=151) -----	<b>90</b> -
<b>Figure 29</b> : Influence de l'aide au moment du vêlage sur la prévalence d'omphalite-----	<b>90</b> -
<b>Figure 30</b> : Influence de l'assistance au moment du vêlage sur la longueur des cordons ombilicaux (n=962) -----	<b>91</b> -
<b>Figure 31</b> : Distribution des omphalites selon la position des mères des veaux en suivi (n=771) au moment du vêlage -----	<b>91</b> -

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Diagnostic différentiel des masses ombilicales -----	<b>39</b> -
<b>Tableau 2</b> : Moyennes ( $\pm$ écart-types) des diamètres des vestiges ombilicaux lors d'involution normale, mesurés par échographie-----	<b>42</b> -
<b>Tableau 3</b> : Composition du colostrum et du lait des bovins en immunoglobulines-----	<b>54</b> -
<b>Tableau 4</b> : Scores cliniques-----	<b>71</b> -
<b>Tableau 5</b> : Effectifs des élevages en suivis et des veaux inclus dans l'étude -----	<b>75</b> -
<b>Tableau 6</b> : Description de la conduite de troupeau des élevages de la clientèle du Centre-Nord du Cantal (secteur de REM)-----	<b>77</b> -
<b>Tableau 7</b> : Description de la conduite de troupeau des élevages de la clientèle du Nord-Ouest du Cantal (secteur de SF) -----	<b>78</b> -
<b>Tableau 8</b> : Valeurs des sensibilité, spécificité et valeurs prédictives positive et négative parmi les signes cliniques inclus dans le score des omphalite-----	<b>83</b> -
<b>Tableau 9</b> : Variables influençant significativement le risque d'omphalite, d'après l'analyse monovariée : facteurs, taille des populations, odds ratio, intervalles de confiance et p-value associés -----	<b>94</b> -
<b>Tableau 10</b> : Variables influençant significativement le risque d'omphalite, d'après l'analyse multivariée : facteurs, taille des populations, odds ratio, intervalles de confiance et p-value associés -----	<b>97</b> -





**CHAPITRE I**  
**CONTEXTE, ENJEUX ET**  
**OBJECTIFS**



Les affections ombilicales représentent la 3<sup>ème</sup> pathologie la plus fréquente des jeunes bovins après les diarrhées et les problèmes respiratoires (1). Elles sont souvent regroupées sous le terme de « gros nombril », qui rassemble des affections diverses, d'origine infectieuse (omphalite et infection des vestiges ombilicaux), ou congénitale (hernies).

A la naissance, le cordon ombilical se rompt normalement par étirement à quelques centimètres de la paroi abdominale. Dans la première semaine de vie, la partie externe de l'ombilic sèche (entre 1 et 8 jours d'âge), puis tombe entre 2 et 3 semaines d'âge, et l'anneau ombilical se ferme (2). L'infection des structures ombilicales externes (abcès ou phlegmon extra-abdominal) et / ou internes (inflammation/infection des veines ou artères ombilicales, ou du canal de l'Ouraque) aboutit à une omphalite, caractérisée par une augmentation du diamètre ombilical externe parfois associée à de la douleur et un exsudat à son extrémité externe.

La prévalence en élevage est d'environ 10% (3), quel que soit le système : laitier ou allaitant, avec de grandes variations inter-élevages (allant de 2 à 30%), selon les études (4,5). En effet, les conditions d'élevage, notamment les variations de conduite d'un lot à un autre, mais également les techniques diagnostiques utilisées impactent significativement ces prévalences. La détection échographique des infections des structures ombilicales internes augmente ainsi la précision du diagnostic (6), ce qui est primordial pour donner le meilleur pronostic à l'éleveur et pour la mise en place d'un traitement adéquat. Il ne s'agit généralement pas d'une urgence médicale mais la surveillance et la prise en charge précoce sont des éléments clés dans la gestion des omphalites, et la prévention de leurs complications. Les infections ombilicales peuvent conduire à un retard de croissance (jusqu'à 100 g de gain quotidien moyen - GMQ) (7), à des localisations post-septicémiques (arthrites, hypopion, méningites, bronchopneumonie thromboembolique, entre-autres) et à une péritonite localisée ou généralisée (8). Plusieurs études ont montré qu'une infection du nombril multiplie par 2,5 le risque de mortalité précoce (9,10).

Le traitement est dans un premier temps médical mais dans le cas des affections profondes, le traitement chirurgical est recommandé pour permettre l'exérèse des structures atteintes. Même si la chirurgie est dans la majeure partie des cas facile à réaliser, les complications à court, moyen et long termes peuvent survenir.

De façon surprenante, les omphalites externes comme internes font partie des affections néonatales les moins décrites dans la littérature et pour lesquelles les facteurs de risque restent

mal connus. Ainsi, il n'existe pas de protocole strict à suivre pour prévenir les omphalites et les scientifiques n'ont pas établi de consensus sur les mesures à adopter.

Il semble néanmoins acquis que la prévalence des infections de l'ombilic dépende à la fois de facteurs intrinsèques liés au veau nouveau-né et à ses conditions de naissance, et à de facteurs extrinsèques liés à l'environnement du vêlage et des premiers jours de vie. Toutefois, certains praticiens se retrouvent parfois démunis dans la prise en charge d'épizooties d'omphalites qui se développent, alors que les éleveurs semblent respecter des conditions générales d'hygiène convenables et apporter des soins adaptés au nombril.

## **Les enjeux**

La maîtrise des omphalites est complexe. Trop d'éleveurs pensent qu'une simple désinfection du nombril permet de prévenir l'apparition d'omphalites. Toutefois, assurer l'hygiène du nombril et du lieu de vie, désinfecter le nombril à la naissance et garantir un bon transfert de l'immunité passive au veau dans les heures qui suivent la naissance suffisent-ils à prévenir les omphalites ? A titre d'exemple, de nombreux éleveurs, vétérinaires, voire laboratoires, sont convaincus que le transfert de l'immunité passive est un excellent moyen de prévenir les omphalites alors que le niveau de preuve scientifique en faveur est faible, voire nul. Ainsi, de nombreuses questions restent en suspens quant aux facteurs de risque d'omphalites et aux mesures préventives à mettre en place.

## **Les objectifs**

Les objectifs de cette étude sont :

- ✚ (1) d'identifier les facteurs de risque associés à l'occurrence d'omphalites chez les veaux nouveau-nés,
- ✚ (2) d'évaluer le lien entre le transfert de l'immunité passive et le risque d'omphalite.

Après avoir détaillé l'état des connaissances actuelles concernant le transfert de l'immunité passive et les omphalites chez les veaux nouveau-nés (Partie II) et avant d'aborder des éléments de discussion générale ainsi que des perspectives à ce travail (Partie V), nous détaillerons les moyens et modalités mis en œuvre pour réaliser ce travail de thèse vétérinaire sur le terrain (Partie III), ainsi que les résultats obtenus (Partie IV).

## **CHAPITRE II**

### **FACTEURS DE RISQUE D'OMPHALITE : FOCUS SUR LE TRANSFERT DE L'IMMUNITE PASSIVE**

**~ ETAT DES CONNAISSANCES ~**



## I. Rappels anatomiques et physiopathologiques sur la région ombilicale

La maîtrise de la structure anatomique de la région ombilicale permet, d'une part, une meilleure compréhension des prédispositions aux infections dans les heures post-partum chez le veau nouveau-né ; et d'autre part, une meilleure interprétation des images échographiques, facilitant ainsi l'approche chirurgicale.

### I.1. Anatomie du cordon ombilical

Le cordon ombilical est un funicule blanchâtre, épais, cylindroïde, à l'aspect torsadé et à la surface lisse qui rejoint l'ombilic du fœtus au placenta de sa mère. Il permet les échanges vitaux du fœtus *via* le canal de l'Ouraque, les artères et les veines ombilicales (la droite régresse dès la fin de l'embryogénèse, et seule la gauche persiste jusqu'à la naissance), qui quittent l'abdomen fœtal au niveau de l'anneau ombilical (11,12).

#### I.1.1. La gelée de Wharton

La gelée de Wharton est un tissu conjonctif non innervé et non vascularisé propre au cordon. Il comporte une substance fondamentale abondante parcourue de fibres fines et lâches et parsemée de cellules conjonctives anastomosées (12).

Elle remplit le cordon autour des éléments qu'il contient, à savoir les vaisseaux ombilicaux et les pédicules allantoïdiens et vitellins.

#### I.1.2. Les vaisseaux ombilicaux

Le cordon ombilical contient deux artères et une veine ombilicale (la gauche). Les vaisseaux sont de loin les constituants fonctionnels les plus importants du cordon – *Figure 1*.

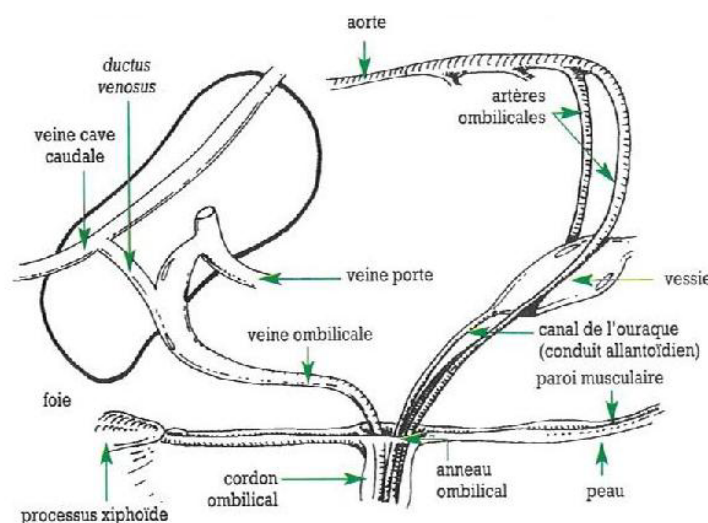


Figure 1 : Topographie des vaisseaux ombilicaux d'un fœtus bovin (d'après 10)



### *I.1.2.1. Veines*

Au début de la vie embryonnaire, 2 veines ombilicales (droite et gauche) sont présentes, mais dès la fin de l'embryogénèse la veine droite régresse et seule la veine gauche subsiste (12), prenant une situation médiane au cours de la croissance du fœtus. Celles-ci collectent des afflux placentaires plus nombreux et surtout plus volumineux que les artères correspondantes. La veine ombilicale ainsi faite se dirige crânialement vers le foie où elle se divise en deux branches – *Figure 1* :

- ✚ l'une où vient s'aboucher la terminaison de la veine porte et qui est reliée au réseau des veines hépatiques,
- ✚ l'autre s'appelle le *ductus venosus* et va s'aboucher sur la partie hépatique de la veine cave caudale.

La veine ombilicale permet donc de délivrer le sang riche en oxygène et en nutriments de la mère au fœtus en shuntant le système porte fœtal via le *ductus venosus* (13–16).

### *I.1.2.2. Artères*

Les artères ombilicales, au nombre de deux, ont pour rôle durant la gestation de conduire le sang pauvre en oxygène depuis le fœtus vers la mère.

Les artères ombilicales cheminent depuis les artères iliaques internes du fœtus jusqu'au cordon ombilical en passant latéralement de part et d'autre de la vessie. Un méso assure le lien avec la vessie et le canal de l'Ouraque sur toute la longueur du trajet intra-abdominal (14).

### ***I.1.3. Les pédicules allantoïdiens et vitellins***

Le pédicule vitellin demeure à l'état de vestige dès lors que le pédicule allantoïdien est formé. Le pédicule allantoïdien n'est autre que le canal de l'Ouraque qui relie le sinus urogénital à l'allantoïde.

Durant la gestation, le canal de l'Ouraque relie l'apex de la vessie du fœtus à l'allantoïde maternel et permet le drainage de l'urine vers ce dernier (16). Graduellement, ce flux d'urine diminue et en fin de gestation, l'urine fœtale arrive dans la poche amniotique *via* l'urètre du fœtus. Ainsi, à la naissance, le canal de l'Ouraque est normalement fermé et l'urine est intégralement évacuée par l'urètre (14).

Au moment du part, la vessie se déplace en direction du bassin et entraîne les artères (qui vont se rétracter et s'oblitérer en remontant dans l'abdomen), leurs ligaments, le vestige du canal de l'Ouraque et son méso. Ces structures deviennent les ligaments de la vessie (12).

Le canal de l'Ouraque n'est donc généralement pas observable à l'échographie chez un nouveau-né sain. Il s'atrophie rapidement après la naissance et disparaît (15,17).

## **I.2. Rupture du cordon ombilical lors du part**

Le revêtement du cordon ombilical est un épithélium cubique stratifié très irrégulier continu avec la peau, le raccord se faisant au niveau de l'ombilic. Le revêtement est plus épais à proximité de l'ombilic, hérissé de nombreuses saillies glyco-géniques papilliformes qui disparaissent entre trois et douze centimètres de la paroi abdominale. C'est à cet endroit que se produit le plus souvent la rupture lors du part (12,14).

Dans le cordon ombilical, les vaisseaux sont spiralés et les artères sont enroulées autour des veines. Ces vaisseaux ont de nombreuses fibres lisses dans leur musculature et ont un renforcement à proximité de l'ombilic qui agit comme un sphincter permettant d'éviter une hémorragie lors de la rupture du cordon.

À la naissance, le cordon ombilical est rompu par élongation et le canal de l'Ouraque, les artères et la veine se rétractent à l'intérieur de l'abdomen, ce qui assure une protection contre les contaminations environnementales (11,14,16).

## **I.3. Évolution normale des parties du cordon après le part**

Après la rupture du cordon, les structures ombilicales externes et internes sont entourées par un tissu conjonctif muqueux, avasculaire, non innervé, majoritairement constitué de substance fondamentale et de fibres, appelée la gelée de Wharton. La gelée de Wharton se dessèche en 8 à 10 jours, ce qui aboutit à la dessiccation du cordon entier et à la formation d'un escarre sec qui s'élimine après quelques jours, tandis que l'anneau ombilical se ferme (18,19). Les éléments intra-abdominaux du cordon involuent en moins d'une semaine.

La veine ombilicale évoluera pour donner un ligament inclus dans le ligament falciforme tandis que les artères et le canal de l'Ouraque formeront les ligaments latéraux de la vessie. Cependant, les artères peuvent parfois persister chez l'adulte (15).

## I.4. Pathologie ombilicale du veau : classification et signes cliniques associés

### I.4.1. Affections infectieuses

Des signes locaux au niveau de l'ombilic sont présents quasi-systématiquement lors d'omphalite :

- ✚ masse ombilicale extra-abdominale non réductible, douloureuse, éventuellement chaude et de taille variable,
- ✚ augmentation du volume des structures ombilicales internes, crâniale ou caudale, évaluée par taxis ou examen échographique,
- ✚ écoulement purulent ou croûtes, abdomen sale ou mouillé (14,18,20).

Des symptômes généraux traduisant une infection peuvent également être présents lors des différentes atteintes ombilicales et sont généralement plus marqués en cas d'omphalo-phlébite (13,14,20) :

- ✚ hyperthermie ( $> 39,5^{\circ}\text{C}$ ). La température peut se normaliser lors d'évolution chronique et au contraire augmenter s'il y a apparition d'une péritonite (au moins en phase aiguë),
- ✚ abattement,
- ✚ anorexie ou dysorexie,
- ✚ douleur abdominale,
- ✚ retard de croissance et poil piqué.

#### I.4.1.1. Omphalite externe

L'infection ne concerne que la partie externe de l'ombilic – *Figure 2*. Il s'agit généralement d'un phlegmon, touchant uniquement les structures externes. Dans de rares cas chez des veaux plus âgés, l'infection évolue en un abcès des tissus mous de l'ombilic externe qui se présente comme une masse ombilicale non réductible, douloureuse, éventuellement chaude et de taille variable. Il peut éventuellement y avoir une fistule avec un drainage vers l'extérieur ou des traces d'un précédent drainage (11,16,18,20).

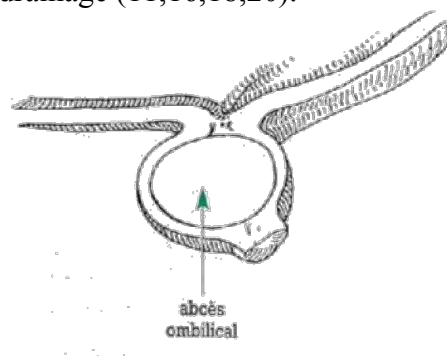


Figure 2 : Abscès extra abdominal : omphalite externe (d'après 18)

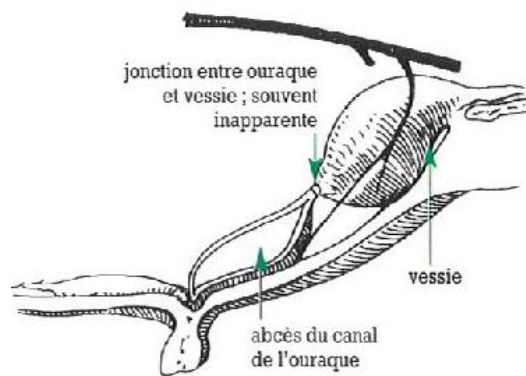
I.4.1.2. Atteinte du canal de l'Ouraque

L'omphalo-ouraquite secondaire à une persistance du canal de l'Ouraque est l'affection ombilicale interne la plus fréquente chez les veaux (21) – *Figure 3*.

La communication du canal de l'Ouraque avec la vessie n'est pas systématique. Cependant, dans ce dernier cas, une omphalo-ouraquite va très souvent entraîner l'apparition d'une cystite secondaire, qui pourra se compliquer d'une pyélonéphrite (22).

En plus des signes non spécifiques évoqués plus haut, d'autres signes orientent fortement vers une atteinte du canal de l'Ouraque (14) :

- ✚ ombilic souillé d'urine en permanence ou perte d'urine au niveau de l'ombilic pendant ou en fin de miction (pathognomonique de la persistance du canal de l'Ouraque),
- ✚ dysurie, pollakiurie, strangurie,
- ✚ moins fréquemment : calculs vésicaux formés par défaut de mictions régulières, voire uropéritoine (16,19,20,23).



**Figure 3 : Persistance, avec abcès, du canal de l'Ouraque (d'après 13)**

I.4.1.2. Atteinte de la veine ombilicale

L'omphalo-phlébite est la deuxième affection ombilicale interne en termes de fréquence chez les veaux (21). L'omphalo-phlébite se définit comme une infection de la veine ombilicale, avec des abcès qui peuvent se former de manière ascendante dans des segments de la veine et progresser jusqu'au foie (24) – *Figure 4*. Cette affection s'accompagne d'une atteinte de l'état général la plus marquée et entraîne les complications les plus sévères.

Notons que lors d'omphalo-phlébite, dans 50% des cas l'ombilic externe est sans anomalie (6,21).

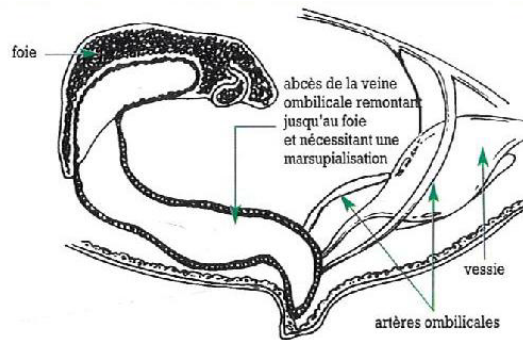


Figure 4 : Persistance, avec abcès, de la veine ombilicale (d'après 18)

#### I.4.1.4. Atteinte des artères ombilicales

Une omphalo-artérite est une infection d'une ou des artère(s) ombilicale(s) (25), affection souvent associée à une ouraquite. Il peut s'agir d'un ou plusieurs abcès ou d'un phlegmon disséminé sur le trajet des artères – *Figure 5*. Les omphalo-artérites apparaissent en général sur des artères qui ne se sont pas correctement rétractées. L'omphalo-artérite est l'affection ombilicale la moins fréquente. Les cas graves avec une extension jusqu'aux artères iliaques sont rares (25).

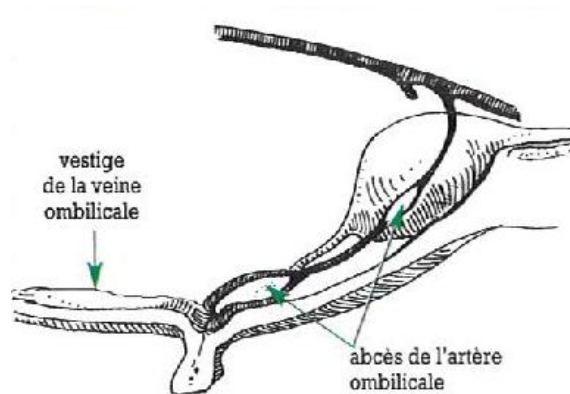


Figure 5 : Persistance, avec abcès, sur les artères ombilicales (d'après 18)

### I.4.2. Affections non-infectieuses

#### I.4.2.1. Hernie ombilicale

Cliniquement, une hernie simple apparaît comme une masse ombilicale souple, froide, non douloureuse et réductible dans l'abdomen. L'anneau herniaire est palpable intégralement. L'état général et la croissance du veau ne sont pas affectés. On parle d'entérocoèle lorsque l'intestin s'engage dans la hernie et/ou d'épiplocœle lorsque l'abomasum ou l'omentum s'engagent dans le sac herniaire (18).

Une hernie peut s'élargir avec l'âge (11).

Lorsqu'un organe est incarcerated dans la hernie et que la masse ombilicale est dure et non réductible, on parle d'hernie étranglée. Dans ce cas, il y a généralement une forte atteinte de l'état général (douleur abdominale, prostration, anorexie, arrêt du transit digestif, désordres métaboliques) pouvant conduire à une péritonite diffuse et ainsi à la mort de l'animal (18). Par ordre de fréquence d'organe incarcerated, on trouve l'abomasum, l'intestin grêle, l'omentum puis le rumen (11,16,19).

Les hernies ombilicales sont dans 25% des cas associées ou secondaires à une atteinte infectieuse (omphalite, omphalo-phlébite, omphalo-artérite, omphalo-ouraquite). Il peut également y avoir une hernie accompagnée d'une omphalite externe (11,16,26) : dans ce cas, il y a souvent un historique de « gros nombril » depuis la naissance, et l'éleveur n'a tout simplement pas remarqué la présence de la hernie auparavant (26).

Il peut arriver qu'une anomalie des vestiges ombilicaux soit découverte lors de la chirurgie réparatrice d'une hernie qu'on pensait simple (16).

#### *1.4.2.2. Hématome ombilical*

La masse ombilicale cylindrique est présente dès la naissance, il s'agit d'un caillot qui s'est formé lors de la rupture des structures ombilicales. Le sang constituant un excellent milieu de culture, il est important de mettre en place une antibiothérapie adéquate afin d'éviter la transformation de l'hématome en abcès ombilical.

#### *1.4.2.3. Fibrose du cordon*

La fibrose du cordon est secondaire à une omphalite ou au traitement de l'ombilic avec un produit irritant (teinture d'iode). Le vestige ombilical est gros, cylindrique, dur, froid, non douloureux, non réductible et ne varie pas de taille. Il s'agit de tissus fibreux sans infection. Une fibrose ombilicale est sans danger mais un retrait chirurgical est possible (18,26).

#### *1.4.2.4. Omphalocœle*

Un omphalocœle est un défaut congénital de fermeture de la paroi abdominale. L'omphalocœle se présente donc comme une hernie ombilicale où les organes sont couverts non pas par la peau mais par une membrane mésenchymateuse d'amnios et de gelée de Wharton, conduisant le plus souvent à la mort de l'animal par septicémie (16,27) – *Figure 6*.

Les éviscérations observées lorsque les organes intra-abdominaux se retrouvent dans le milieu extérieur sont des cas particuliers d'omphalocèles.



**Figure 6 : Omphalocœle observée chez une génisse croisée (d'après 28)**

### ***1.4.3. Complications***

Les complications sont plus fréquentes après une omphalo-phlébite. La première d'entre elles est l'apparition d'abcès hépatique(s) par remontée de germes le long de la veine ombilicale. Une phase de bactériémie avec localisations secondaires peut conduire à des (poly)arthrites, péritonite, uvéite, méningite, endocardite, nécrose des extrémités (pieds, oreilles, queue) ou septicémie (18,29).

Une persistance du canal de l'Ouraque ou une omphalo-ouraquite peuvent provoquer une cystite compliquée éventuellement par une atteinte rénale.

Ces diverses complications sont à l'origine d'un retard de croissance, de saisies lors de l'abattage, voire de la mort de l'animal (14,18,29).

## **1.5. Modalités d'apparition d'une omphalite**

Une omphalite est une infection ascendante des structures de l'ombilic par des germes d'environnement.

### ***1.5.1. Les sources de contamination***

Les germes environnementaux isolés, en cas d'omphalites, sont très polymorphes et le plus souvent l'infection est polymicrobienne (dans plus de 80% des cas). La source de ces germes se trouve de façon évidente très largement dans la litière. Néanmoins une contamination sans précaution hygiénique préalable, lors de mise bas dystocique ou de palpation de la région ombilicale, peut éventuellement s'envisager dans de très rares cas (30).

De fait, la contamination sera favorisée par tous les éléments qui faciliteront le contact entre le cordon ou l'ombilic (en cas de rupture du cordon à ras de l'ombilic), et la litière. Ainsi, un

cordons trop courts, lors de vêlage dystocique (rupture proximale du cordon, mauvais étirement des structures), ou lorsque la mère lèche ou mange le cordon après la naissance, favorisera l'apparition d'omphalite. De même, on peut supposer qu'un veau qui restera trop longtemps couché (« veau mou »), au contact de la flore environnementale présente dans la litière aura probablement plus de risque de développer une omphalite. D'ailleurs, une litière sale et/ou humide favorisera la persistance d'un cordon humide et de fait les infections ascendantes. Néanmoins, à ce jour aucune étude n'a prouvé de façon évidente le lien entre le risque d'omphalite chez les veaux « mous » et le temps mis pour se relever après la naissance. Enfin, bien que les avis divergent dans la littérature (16,31), il semble logique que l'utilisation de produits antiseptiques adaptés pour désinfecter les cordons ombilicaux, limitent l'entrée des germes au niveau du cordon (si la désinfection est réalisée dans des conditions d'hygiène correctes).

### ***1.5.2. Les modes d'infection***

Certains auteurs ont émis l'hypothèse que des veaux nouveau-nés pourraient s'infecter *in-utero* ou lors du part (30,32). Néanmoins, la période de contamination majeure est post-natale.

#### *1.5.2.1. Infection in utero*

Deux études (30,32) semblent montrer que l'infection du cordon ombilical *in utero* est anecdotique, du fait de l'efficacité de la barrière placentaire chez les bovins. Cependant, ceci n'est valable que si toute infection septicémique ou utérine de la mère est exclue pendant la gestation (30). Toutefois, identifier de façon certaine la voie *in utero* comme source d'omphalite est extrêmement difficile.

#### *1.5.2.2. Infection lors du part*

Si tant est qu'elle existe, l'infection au moment du vêlage demeure également assez rare. En effet, la rapidité de l'expulsion, les eaux et les enveloppes assurent une protection du fœtus relativement efficace au cours des parts eutociques (30). De même, la présence de la gelée de Wharton rend presque impossible la contamination du cordon ombilical lors du part.

#### *1.5.2.3. Infection post-partum*

C'est le mode d'infection indéniablement le plus fréquent (33). En effet, le cordon ombilical reste avant tout une plaie en position sous-abdominale et par conséquent en contact direct avec le sol et la litière. D'autre part, le caillot sanguin ou encore l'environnement humide du cordon sont autant de facteurs favorisant la prolifération bactérienne.



### ***1.5.3. Les germes les plus fréquents***

Les germes les plus fréquemment rencontrés ne sont pas spécifiques des omphalites, ce ne sont en effet que des germes banals de l'infection suppurative, témoins des conditions d'hygiène et du microbisme ambiant. *Trueperella pyogenes* est le germe le plus souvent impliqué lors d'infections ombilicales, mais *Escherichia coli*, *Proteus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* et *Staphylococcus* spp. sont également fréquemment isolés (26,34,35). Les infections impliquent généralement plusieurs de ces germes et sont alors qualifiées de mixtes.

## **I.6. Réceptivité : potentiels facteurs de risque**

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) définit un facteur de risque comme : « tout attribut, caractéristique ou exposition d'un sujet, qui augmente la probabilité de développer une maladie » (36). Très peu d'études ont explorés les facteurs de risque des omphalites. Néanmoins, on peut distinguer ceux qui sont liés au veau, et ceux liés à l'environnement et aux conditions de naissance. La principale difficulté réside dans la gestion et l'optimisation de tous les facteurs qui peuvent, seul ou associés, favoriser l'occurrence d'omphalites. Tous les facteurs n'ont potentiellement pas encore été parfaitement étudiés et d'autres méritent d'être mieux définis.

### ***1.6.1. Facteurs intrinsèques***

Il convient de relativiser les conclusions des études identifiant les facteurs de risques intrinsèques car celles-ci ont été réalisées sur des populations de taille limitée (moins de 150 individus).

#### ***1.6.1.1. Sexe***

Les études réalisées aussi bien sur des veaux laitiers qu'allaitants ont montré que les veaux mâles étaient significativement plus à risque de développer des omphalites que les femelles (37–40). En effet, une étude sur 100 veaux allaitants opérés pour omphalite, a montré que 74% des veaux étaient des mâles (40). De même, une autre étude réalisée sur 128 veaux laitiers suivis depuis leur naissance a montré que les veaux mâles étaient 4.7 fois plus à risque de développer une omphalite que les femelles (39). Cela pourrait s'expliquer par la proximité entre le méat urétral et le cordon chez les mâles, l'urine retardant le séchage du cordon, et constituant un milieu de croissance propice à la migration des bactéries.

#### *I.6.1.2. Race*

Peu d'études ont été menées sur l'influence de la race sur le risque d'occurrence d'omphalite. Certains auteurs émettent l'hypothèse que les veaux allaitants seraient plus souvent affectés par les omphalites que les veaux laitiers (37,39,41). Néanmoins, les comparaisons sont rendues difficiles du fait de l'hétérogénéité des systèmes d'élevage entre les élevages laitiers et allaitants (délais de séparation du veau avec sa mère ; gestion de l'hygiène des parcs de vèlage ; gestion de l'hygiène des parcs/cases à veaux ; gestion de la désinfection des nombrils).

#### *I.6.1.3. Génétique*

La hernie ombilicale congénitale d'origine génétique serait fréquente chez les veaux de race Prim'Holstein (42). L'héritabilité est estimée à 0,4 (43) et se ferait *via* un gène dominant ou co-dominant avec une pénétrance partielle (44).

#### *I.6.1.4. Longueur du cordon*

Une étude (6) a montré que les veaux ayant eu le cordon arraché seraient plus à risque de développer une omphalite ( $p=0,04$ , OR = 3). En revanche, aucune autre étude n'a été réalisée sur la taille du cordon comme potentiel facteur de risque d'omphalite.

#### *I.6.1.5. Age*

D'après une étude, menée sur 84 veaux, dans laquelle était évaluée la distribution des infections selon l'âge, les veaux seraient plus à risque de développer une omphalite dans les 15 premiers jours de vie, et ils seraient statistiquement 2,5 fois plus à risque de développer une omphalite entre 8 à 15 jours de vie (45). Plutôt qu'un facteur de risque, il s'agit sans doute plus de la fenêtre d'expression clinique.

### ***I.6.2. Facteurs extrinsèques***

Les facteurs extrinsèques d'omphalites correspondent à l'environnement du veau au moment du part et de son logement lors de ses premiers jours de vie (maternité).

#### *I.6.2.1. Vèlage*

Comme nous l'avons évoqué dans le *paragraphe 1.6.1.2*, lors de part languissant nécessitant une assistance, il semblerait que le nombre d'infections ombilicales soit plus élevé. Néanmoins aucune étude ne s'est réellement intéressée à ce facteur de risque précisément. En effet, lors de césariennes ou d'interventions parfois trop précoces, la maturation et la rétractation normales des structures ombilicales dans l'abdomen ne se font pas correctement, ce qui expose davantage les vaisseaux aux bactéries de l'environnement. Il a été montré que les veaux qui avait un cordon

à la naissance présentaient moins de risque d'infection ombilicale (OR = 0,33, 95% IC: 0,11–0,96), comparativement à ceux dont le cordon s'étaient arraché à la naissance (6).

De plus, le lien avec la dystocie peut être établi *via* l'anoxie, qui augmente le délai nécessaire pour que le veau se lève, suite à la souffrance fœtale engendrée par la difficulté de naissance (46). Ces veaux restant plus longtemps couchés avant de se mettre debout, le temps de contact entre le cordon ombilical et les bactéries de l'environnement est augmenté. Cela accroît donc le risque pour le veau de développer une infection ombilicale (47).

#### *1.6.2.2. Litière*

Il semblerait que les veaux nés dans des aires paillées non réservées au vêlage, ou sur des litières humides, souillées ou insuffisamment renouvelées ont plus de risque de présenter des infections ombilicales que les veaux nés dans des box de vêlage propres, où l'exposition aux bactéries environnementales est plus faible (47,48). Une étude a d'ailleurs montré que sur 100 veaux présentant une omphalite, 59 étaient nés sur du fumier, 23 sur de la paille / foin et 18 sur de la sciure (38), prouvant qu'il existe une corrélation significative entre omphalites et type de litière lors de la mise bas ( $p \leq 0,05$ ).

#### *1.6.2.3. Soins du veau à la naissance*

Il semblerait également que les veaux dont l'état de santé a justifié des soins de réanimation à la naissance, que ce soit après un vêlage difficile ou non, soient plus à risque de développer une omphalite que les veaux n'en ayant pas subi (48,49). De plus, le manque d'hygiène lors de la manipulation des veaux, que ce soit lors du vêlage ou par la suite, serait un facteur de risque supplémentaire d'omphalite (30,50).

Concernant la désinfection du cordon à la naissance, elle reste un moyen de limiter la contamination environnementale du nombril. Dans une étude (31) menée sur 111 veaux (58 dont le nombril a été désinfecté et 53 dont le nombril n'a pas été désinfecté), le risque de développer une infection ombilicale était 3,5 fois plus important chez les veaux dont le cordon n'a subi aucun traitement que chez les autres ( $p=0,014$ , OR = 3,48, IC95% = [1,23 ; 9,86]). Ces résultats ont été confirmés dans une autre étude (38), qui indiquait aussi que la répétition de cette désinfection était préférable (20% des veaux présentant une omphalite avait reçu 3 désinfections à 24h d'écart chacune, alors que 35% en avait reçues deux et 45 % qu'une).

En revanche, ces études manquent encore une fois de puissance statistique et le fait que la désinfection du cordon ombilical soit un facteur de risque d'omphalite nécessite d'être confirmé sur une population plus grande.

*I.6.2.4. Parité des mères*

Concernant la parité de la mère, aucun consensus n'existe. Certains auteurs considèrent que le risque d'omphalite est accru sur des veaux nés de mères primipares (51) et d'autres considèrent que le risque est supérieur sur les multipares (6). Leur hypothèse est que les génisses auraient moins tendance à lécher leurs veaux et à contaminer le cordon ombilical que les vaches multipares (48,52). Cependant, cette différence de comportement signe une tendance dans l'occurrence des omphalites et nécessite d'être mieux étudiée.

*I.6.2.5. Colostrum*

Certaines études ont suggéré que la prise colostrale, même prise en quantité et en qualité suffisantes dans les 6 premières heures de vie du veau, n'aurait pas d'impact sur l'incidence des omphalites (9,47).

*A contrario*, une autre étude (53) a comparé différents types d'alimentation lactée et montré que les veaux nourris avec un lacto-remplaceur plutôt qu'avec du colostrum, étaient significativement plus à risque de développer des omphalites ( $p=0,02$ ). Cette étude n'a toutefois été réalisée que sur une centaine d'individus et nécessite d'être précisée, notamment quant à l'implication du transfert de l'immunité passive dans le risque d'apparition d'omphalite.

*I.6.2.6. Saison*

Une étude montre que les atteintes ombilicales seraient plus fréquentes l'hiver (47). Cependant, l'augmentation de cette incidence pourrait s'expliquer par une densité en bâtiment plus élevée en hiver qu'en été, où les animaux sont plus souvent au pâturage. La densité et la conduite des lots seraient alors les facteurs de risque d'atteintes ombilicales plus que la saison elle-même.

## II. Diagnostic des omphalites

L'examen clinique général du veau doit permettre d'évaluer l'atteinte d'autres organes que le nombril (arthrite, pneumonie...), ainsi que l'état général du veau (température rectale, coloration des muqueuses, fréquences cardiaque et respiratoire). Néanmoins, aujourd'hui l'échographie constitue un outil supplémentaire d'aide au diagnostic afin de mieux ajuster les traitements et ainsi améliorer le pronostic.

### II.1. Diagnostic clinique

#### II.1.1. Commémoratifs et anamnèse

Cette première étape du cheminement diagnostique est primordiale. Au-delà des informations générales sur l'animal (race, sexe, âge...), il est essentiel de se renseigner sur le déroulement des événements depuis la naissance :

- ✚ Comment s'est déroulé le part ?
- ✚ Quelle était la taille du nombril à la naissance ? Sa longueur ? Son diamètre ?
- ✚ L'état général s'est-il dégradé ? Depuis quand ?
- ✚ L'éleveur a-t-il observé un écoulement de pus ?
- ✚ Le veau a-t-il reçu un traitement ? Lequel ? Quelle a été la réponse au traitement ?

Autant de réponses qui permettront au praticien de situer l'animal par rapport aux nombreuses affections auxquelles il est sensible.

#### II.1.2. Examen clinique du veau

##### II.1.2.1. Examen général

Lors de l'examen clinique général du veau les signes cliniques suivants, pouvant être associés à une omphalite, vont particulièrement être recherchés :

- ✚ température rectale  $> 39,5^{\circ}\text{C}$ , bien qu'elle puisse se normaliser lors d'évolution chronique,
- ✚ muqueuses hyperhémées (signe pouvant être indicatif d'un choc septique),
- ✚ diminution de la vigilance,
- ✚ anorexie, dysorexie,
- ✚ douleur abdominale,
- ✚ retard de croissance, poil piqué,
- ✚ affections intercurrentes : diarrhée, dysurie, mono ou polyarthrite, hypopion ou encore broncho-pneumonie.

Tous ces signes cliniques sont le plus souvent la résultante d'une dégradation notable de l'état général du veau. Toutefois, ils sont non spécifiques et à ce jour aucun modèle expérimental ne permet d'affirmer qu'ils sont suffisamment sensibles pour diagnostiquer une omphalite.

C'est pourquoi, en plus d'éléments généraux, des signes cliniques locaux peuvent aider à orienter le diagnostic :

- ✚ signes d'inflammation de la zone ombilicale : chaleur, rougeur ou douleur,
- ✚ masse ombilicale extra-abdominale non réductible, douloureuse et dont la taille peut être variable,
- ✚ augmentation du volume des structures ombilicales internes,
- ✚ écoulement purulent ou croûtes, abdomen sale ou mouillé (14,18,20).

En revanche, il est important de noter que le diagnostic d'une omphalite sévère sera assez aisé. Néanmoins les omphalites légères à modérées (avec des expressions cliniques plus frustes), sont quant à elles beaucoup plus difficiles à mettre en évidence par manque de valeurs de référence (diamètre du cordon, évaluation de la douleur à la palpation-pression, évaluation d'une atteinte des structures internes par taxis, état de l'orifice externe de l'ombilic, ...). Une inspection attentive de la région ombilicale est donc primordiale afin d'augmenter la sensibilité de détection d'une omphalite.

#### *II.1.2.2. Inspection de la région ombilicale*

L'inspection permet d'objectiver la présence d'une masse extra-abdominale. Si tel est le cas, on palpe la masse de façon à déterminer sa nature : consistance (ferme en cas d'abcès ou souple en cas de hernie), taille, forme, état du revêtement cutané, présence d'une fistule, persistance au-delà des délais normaux de la partie externe des vaisseaux ombilicaux, écoulement et nature de cet écoulement.

En cas de hernie, on recherche également la présence d'un anneau herniaire et la réductibilité de la masse.

#### *II.1.2.3. Palpation abdominale*

La palpation abdominale profonde peut être réalisée sur le veau debout ou en décubitus dorsal afin d'identifier si des structures ombilicales profondes sont atteintes. Si une masse palpable se dirige crânialement, il s'agit principalement d'une atteinte de la veine ombilicale. Par contre si celle-ci se dirige caudalement, une atteinte du canal de l'Ouraque et/ou de(s) artère(s) est suspectée ; les deux affections ne peuvent pas être différenciées sauf si de l'urine s'écoule au

niveau de l'ombilic lors de la palpation, ce qui orientera plus le diagnostic vers une atteinte du canal de l'Ouraque (1) .

A la palpation, le déclenchement d'une réaction douloureuse permettra de suspecter une potentielle péritonite, localisée ou généralisée.

### ***II.1.3. Diagnostic différentiel des masses ombilicales***

Le *Tableau 1*, illustre les étapes du diagnostic différentiel des affections ombilicales.

Les commémoratifs, l'apparition, l'évolution, la palpation et l'état général sont autant d'éléments qui différencient la hernie, l'omphalite, le cordon ombilical fibreux et les infections intra-abdominale. Ainsi, on peut constater l'importance d'une approche propédeutique et sémiologique rigoureuse qui oriente le praticien dans sa recherche diagnostique.

Une fois le diagnostic orienté, les examens complémentaires restent nécessaires pour plusieurs raisons. Ils permettent, en effet, d'objectiver le stade de l'affection et par extrapolation le choix thérapeutique et le pronostic.

## **II.2. Examens complémentaires**

### ***II.2.1. Échographie***

L'échographie trans-abdominale est l'examen complémentaire de choix dans le diagnostic des infections profondes de l'ombilic. En effet, elle permet d'augmenter la sensibilité de détection d'une omphalite, de préciser l'étendue des lésions, et de donner un diagnostic et un pronostic plus précis en fonction des autres structures touchées (foie, vessie, reins, ...)(4).

Une étude montre que 83 % des affections ombilicales sont identifiées par échographie, contre seulement 56 % par palpation (54). Avant l'avènement de l'échographie, seul un examen clinique général associé à une inspection de la région ombilicale permettait de diagnostiquer une omphalite (une radiographie ± laparotomie pouvai(en)t compléter les examens).

#### ***II.2.1.1. Examen des structures ombilicales internes***

L'examen échographique est réalisé après une tonte de la zone à échographier, du pubis à l'hypochondre droit.

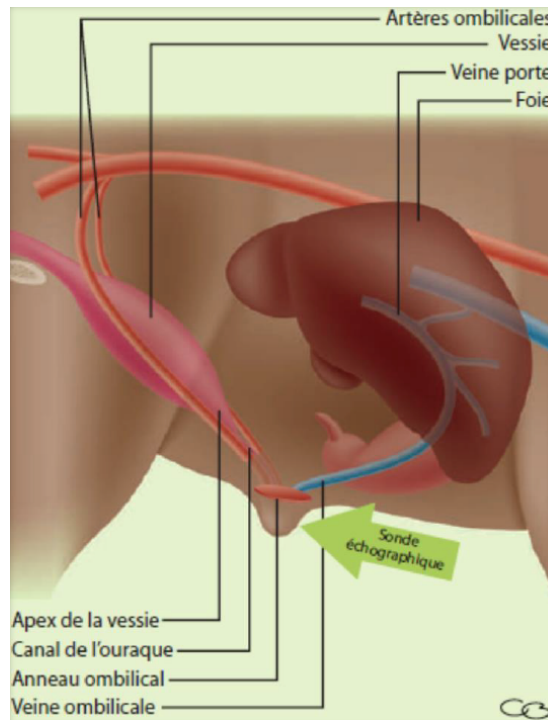
Une pulvérisation d'alcool à 70° améliore le contact entre la peau et la sonde et donc la qualité des images obtenues. Les sondes peuvent être sectorielles ou linéaires. La fréquence utilisée varie de 5 à 8 MHz selon la taille du veau et la profondeur des organes mais il est rare de devoir visualiser les vestiges ombilicaux intra-abdominaux au-delà de 10 cm de profondeur (55,56).

Tableau 1 : Diagnostic différentiel des masses ombilicales (d'après 52)

	Hernie simple	Omphalite externe (abcès ou phlegmon)	Cordon ombilical fibreux	Atteinte structures intra-abdominales		
				Omphalo phlébite	Omphalo ouraquite	Omphalo artérite
<b>Commémoratifs</b>	La taille de la masse augmente avec la croissance  Prim'Holstein et femelles +++	Animaux de moins de 3 semaines	La taille varie peu au fur et à mesure de la croissance du veau	Affections hivernales +++ (en bâtiment +++) Atteint les mâles ++++		
<b>Apparition</b>	De la naissance aux premières semaines	Dans les jours qui suivent la naissance	Quelques semaines à quelques mois d'âge	Quelques jours à plusieurs mois d'âge		
<b>Inspection</b>	Base large	Forme cylindrique à sphérique (abcès) Épaississement sous-abdominal (phlegmon)	Forme cylindrique	Forme cylindrique (présence d'une masse externe non systématique)		
<b>Palpation</b>	Froid Fluctuant Non douloureux Anneau herniaire complet Réductibilité complète	Chaud Douloureux Œdémateux Masse adhérente à la peau Anneau herniaire absent Aucune réductibilité	Froid Masse indurée Non douloureux Anneau herniaire absent Aucune réductibilité	Masse externe chaude, indurée, douloureuse Palpation abdominale profonde : structures indurées de diamètre ± important Anneau herniaire absent Aucune réductibilité		
				En direction du foie	En direction de la vessie	
<b>État général</b>	Bon	Bon le plus souvent	Bon	Hyperthermie Anorexie Asthénie Prostration		
				Entérite Pneumonie Péritonite	Trouble de la miction	Péritonite ± Entérite



L'examen échographique commence par l'exploration du vestige ombilical externe – *Figure 7*. La sonde est positionnée sur le bord antérieur ou postérieur de l'ombilic afin d'obtenir une coupe transversale (perpendiculairement à la paroi abdominale). L'examen peut être complété par une coupe longitudinale en faisant pivoter la sonde de 90° sur son axe longitudinal (57).

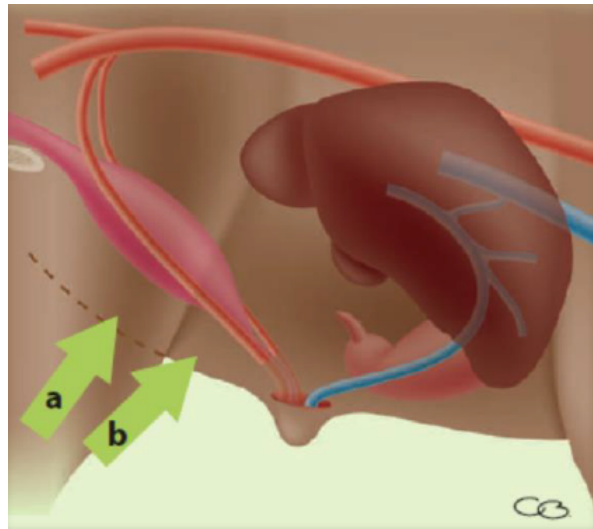


**Figure 7 : Positionnement de la sonde pour l'échographie de l'ombilic externe (d'après 56)**

L'examen échographique se poursuit ensuite par l'exploration de l'abdomen caudal – *Figure 8*. Le vétérinaire peut soit essayer de suivre les vestiges ombilicaux intra-abdominaux à partir de l'ombilic jusqu'à la vessie en faisant glisser la sonde le long de la ligne blanche, soit identifier la vessie puis rechercher les artères ombilicales et le canal de l'Ouraque à partir de celle-ci (57).

Le clinicien doit s'attarder sur le pôle apical de la vessie pour identifier une éventuelle persistance du canal de l'Ouraque ou des abcès à l'intérieur de celui-ci.

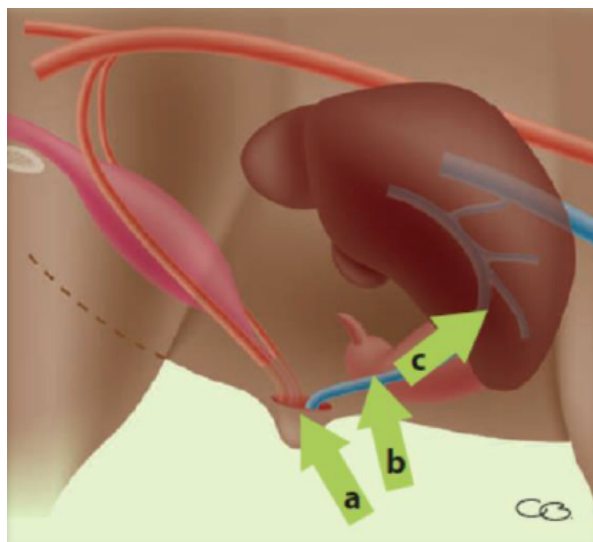
La paroi et le contenu de la vessie doivent également être examinés et le praticien doit rechercher les artères ombilicales latéralement à la vessie (55).



**Figure 8 : Positionnement de la sonde pour l'échographie de l'abdomen caudal (d'après 56)**

*a* : Incidence permettant de visualiser le plan médian de la vessie ; *b* : Incidence pour visualiser l'apex de la vessie, les artères ombilicales et le canal de l'Ouraque

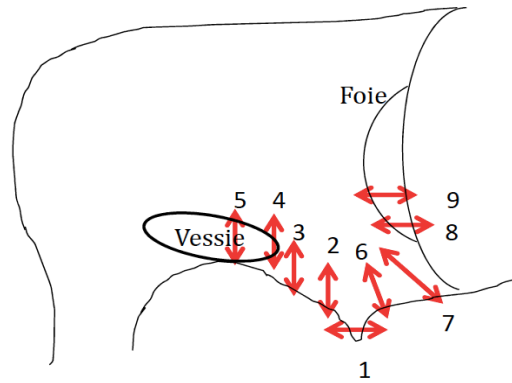
L'examen échographique se termine avec l'exploration de l'abdomen crânial – *Figure 9*. La sonde est placée crânialement et horizontalement à la base de l'ombilic, puis est basculée vers le haut afin que les ultrasons émis prennent une direction verticale. Le clinicien fait ensuite glisser la sonde crânialement et latéralement au plan médian pour arriver jusqu'au foie en suivant le trajet de la veine ombilicale (57). Il effectuera également une exploration du foie afin d'identifier d'éventuels abcès au sein du parenchyme hépatique (55).



**Figure 9 : Position de la sonde pour l'échographie de l'abdomen crânial (d'après 56)**

*a* : Position pour visualiser la veine ombilicale dans sa portion caudale ; *b* : Position pour visualiser la veine ombilicale dans sa portion crâniale ; *c* : Position pour visualiser l'entrée de la veine ombilicale dans le foie

Lors de l'échographie de l'ombilic du veau, le vétérinaire devra suivre le trajet des différents vestiges ombilicaux intra-abdominaux sur toute leur longueur – *Figure 10*, afin de s'assurer qu'il n'y a pas un abcès ou un diamètre anormalement important de l'une de ces structures (56).



**Figure 10 : Site de réalisation des mesures échographiques des structures ombilicales (d'après 57)**

L'étude de Watson et ses collaborateurs (58), sur des veaux sains a permis d'obtenir des valeurs de référence de mesures des vestiges ombilicaux selon l'âge, ce qui est indispensable car les vestiges ne disparaissent pas brutalement mais involuent en se fibrosant en plus de 3 semaines – *Tableau 2*.

**Tableau 2 : Moyennes ( $\pm$  écart-types) des diamètres des vestiges ombilicaux lors d'involution normale, mesurés par échographie (58)**

Sites de mesure des diamètres des vestiges ombilicaux (mm)	Position échographique (figure 10)	24 heures	7 jours	14 jours	21 jours
Cordon ombilical	1	24,67 $\pm$ 3,57	20,22 $\pm$ 3,99	16,78 $\pm$ 3,83	14,44 $\pm$ 3,78
Veine ombilicale dans le cordon	1	9,61 $\pm$ 4,41	2,61 $\pm$ 1,78	1,0 $\pm$ 1,52	-
Veine ombilicale en position abdominale	2	17,67 $\pm$ 6,04	10,33 $\pm$ 5,05	7,89 $\pm$ 4,70	5,33 $\pm$ 4,56
Veine ombilicale à mi-chemin foie-ombilic	3	11,22 $\pm$ 3,60	7,56 $\pm$ 2,24	4,44 $\pm$ 3,4	1,22 $\pm$ 2,44
Veine ombilicale entrée du foie	4	10,44 $\pm$ 4,50	6,11 $\pm$ 3,86	2,78 $\pm$ 4,24	1,33 $\pm$ 2,83
Artère ombilicale	5	10,30 $\pm$ 1,8	8,94 $\pm$ 2,11	8,39 $\pm$ 1,92	6,82 $\pm$ 1,03

II.2.1.2. Aspect échographique d'une omphalite externe

L'omphalite externe peut se présenter comme une infection diffuse ou sous forme d'abcès. On observe alors la présence de matériel hétérogène dans une capsule hyperéchogène. L'aspect est variable selon la consistance et la cellularité du pus contenu dans l'abcès. Si le pus est aqueux, le contenu de l'abcès se présente comme des particules hyperéchogènes sur un fond anéchogène – *Figure 11*. Un pus crémeux aura l'aspect de particules hyperéchogènes sur un fond anéchogène avec des zones hyperéchogènes. Un pus encore plus épais a un aspect plus homogène. Il peut éventuellement y avoir une interface gazeuse (13,56).

Cet abcès peut être simple ou multiple et peut se cantonner à la zone sous-cutanée ou bien pénétrer dans la cavité abdominale. Une omphalite sans collection est caractérisée par un ombilic hétérogène avec des zones fibreuses hyperéchogènes (13,15). Un phlegmon apparaît comme de multiples logettes avec un exsudat anéchogène dans le tissu sous-cutané (56).

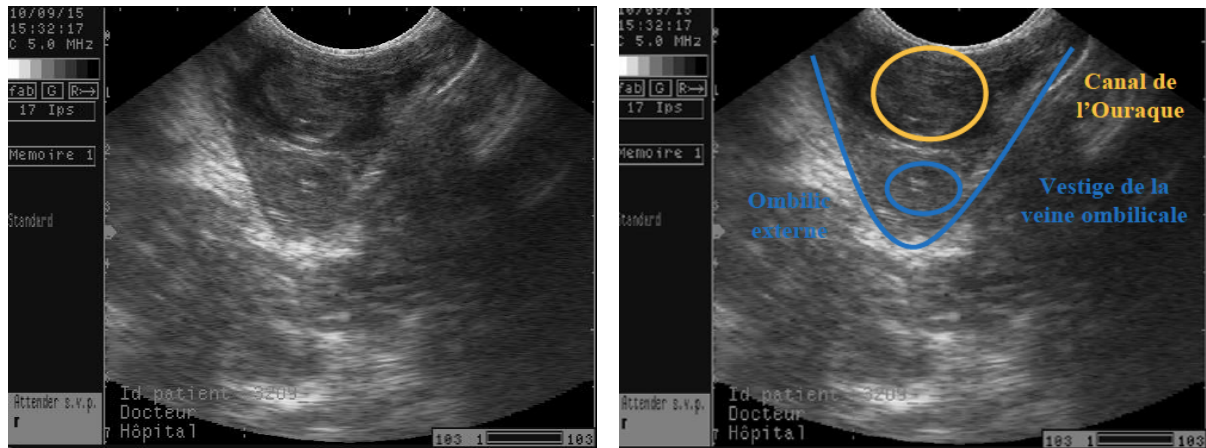


**Figure 11 : Aspect échographique d'une omphalite externe simple chez un veau de trois semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelle située en bas à droite de l'image, avec une graduation en cm.**

II.2.1.2. Aspect échographique d'une atteinte du canal de l'Ouraque

Un canal de l'Ouraque persistant apparaît sous la forme d'une structure ronde, hypoéchogène, d'environ 1,5 cm de diamètre, avec une petite lumière anéchogène qui fait la continuité entre le pôle apical de la vessie et l'ombilic – *Figure 12* . Il est également possible d'avoir une persistance du canal de l'Ouraque mais aveugle à son extrémité ombilicale (15,59).

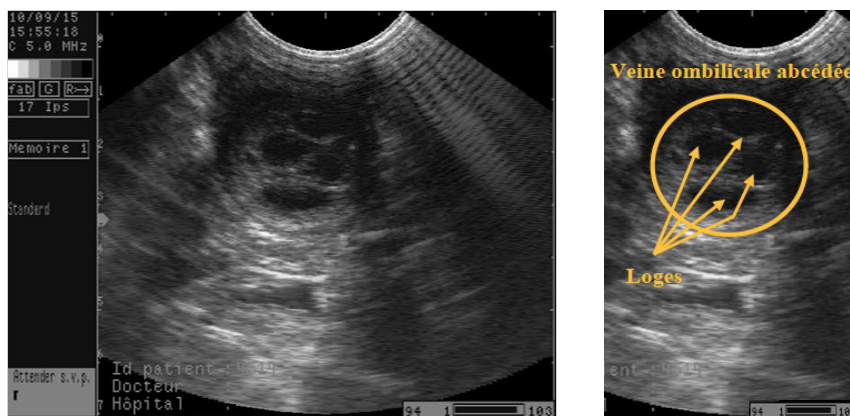
On diagnostique une omphalo-ouraquite quand on visualise un canal de l'Ouraque de plus d'un centimètre de diamètre entre la vessie et l'ombilic chez un veau de plus de deux jours. Lors d'omphalo-ouraquite purulente, une lumière hyperéchogène est présente (13).



**Figure 12 : Aspect échographique d'un canal de l'Ouraque pathologique chez un veau de cinq semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelles situées en bas à droite des images, avec une graduation en cm.**

### II.2.1.3. Aspect échographique d'une atteinte de la veine ombilicale

En cas d'omphalo-phlébite, la veine ombilicale se présente comme une structure tubulaire qui prend son origine à l'ombilic et qui part crânialement vers le foie. La paroi est hyperéchogène à cause de la fibrose, d'épaisseur variable et peut être présent un contenu purulent – *Figure 13*. Il est important de distinguer s'il y a une atteinte hépatique (abcès hépatique(s), veine élargie jusqu'au foie) et s'il y a un ou plusieurs abcès sur la veine. Un unique abcès peut être traité par marsupialisation alors que des abcès multiples rendent indispensable la résection totale de la veine ce qui n'est pas possible lorsque les abcès sont trop proches du foie.



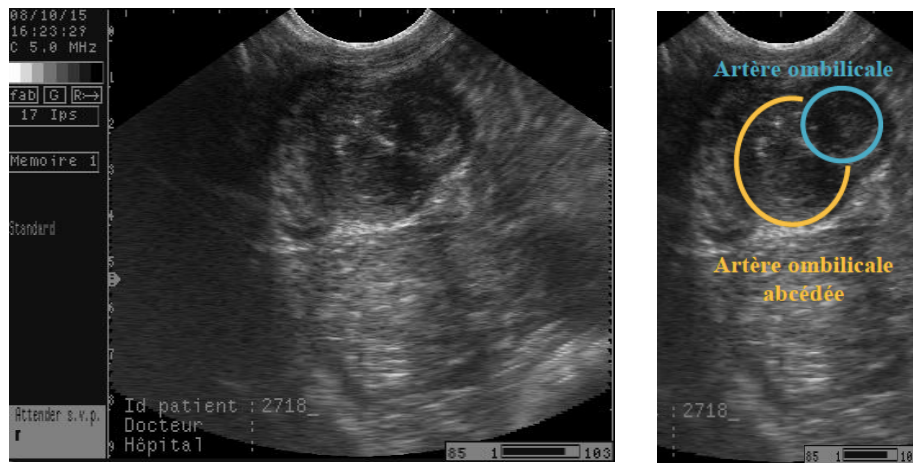
**Figure 13 : Aspect échographique d'une veine ombilicale pathologique chez un veau de trois semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelles situées en bas à droite des images, avec une graduation en cm.**

#### II.2.1.4. Aspect échographique d'une atteinte des artères ombilicales

Il est important de distinguer une atteinte artérielle d'une atteinte du canal de l'Ouraque, ce que permet l'examen échographique. En effet, les artères se latéralisent et n'ont pas de continuité avec la vessie, contrairement au canal de l'Ouraque.

Une simple image échographique ne permet pas de distinguer le canal de l'Ouraque d'une artère ombilicale. Un diagnostic d'omphalo-artérite est donc établi lorsqu'on observe une artère avec un diamètre de taille augmentée (supérieur à 1,5 cm), sur le côté de la vessie et qu'il n'y a pas de continuité avec la vessie (15,59).

Un abcès artériel se présente avec une paroi hyperéchogène à cause de la fibrose, d'épaisseur variable, avec éventuellement un contenu purulent – *Figure 14*.



**Figure 14 : Aspect échographique d'un abcès d'une artère ombilicale chez un veau de trois semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelles situées en bas à droite des images, avec une graduation en cm.**

#### II.2.1.5. Aspect échographique d'une hernie ombilicale

Dans le cas d'une hernie simple, l'examen échographique est rarement réalisé car le diagnostic clinique est facile (15).

L'intérêt de l'échographie est de permettre de préciser le contenu de ce sac herniaire (15). L'anneau herniaire est visualisé comme une discontinuité brutale de la paroi abdominale avec présence d'un matériel dans le sac herniaire.

Si le contenu du sac est uniquement du fluide abdominal, une accumulation ventrale de liquide anéchogène sera observée par gravité – *Figure 15*.

L'omentum se présente comme un contenu hyperéchogène, non contractile, composée de différentes zones reliées entre elles.

L'abomasum présente des plis hyperéchogènes et un contenu anéchogène. On peut observer un coagulum hyperéchogène si le veau a récemment été alimenté par du lait. Des anses intestinales présentent du péristaltisme, un contenu liquidien et une paroi en couches (13,15,56,59).



**Figure 15 : Aspect échographique d'une hernie ombilicale chez un veau de six semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelle située en bas à droite de l'image, avec une graduation en cm.**

#### II.2.1.6. Aspect échographique d'une fibrose du cordon

Un cordon ombilical fibreux se présente comme une structure tubulaire ou sphérique avec une paroi plus ou moins épaisse, hyperéchogène, avec un contenu anéchogène – *Figure 16* (56).



**Figure 16 : Aspect échographique d'une fibrose ombilicale chez un veau de trois semaines (ONIRIS, Unité des Animaux d'Élevage) - Échelle située en bas à droite de l'image, avec une graduation en cm.**

### ***II.2.2. Autres examens complémentaires***

Les deux examens présentés ci-après ne présentent plus vraiment d'intérêt depuis l'avènement de l'échographie (plus facile d'accès et moins invasive). En effet, comme l'échographie, la radiographie avec produit de contraste et la laparoscopie permettaient de déterminer rapidement les structures internes touchées (60). La laparoscopie ne permet cependant pas d'évaluer l'extension aux organes atteints. De plus, le matériel de laparoscopie reste onéreux pour son utilisation en médecine bovine (61).

### ***II.2.4. Analyses sanguines***

L'hématologie a pour intérêt la détection d'un foyer inflammatoire et/ou d'une anémie secondaire à une hémorragie de cordon, mais cela reste peu spécifique et ne donne aucune indication supplémentaire pour le diagnostic. En revanche, elle permet de préciser le pronostic. La biochimie sanguine *via* la mesure des concentrations en protéines totales et en fibrinogène permet de mettre en évidence un phénomène inflammatoire, mais sans grand intérêt diagnostique.

Le dosage de l'albumine sérique et de l'urémie permet d'évaluer le métabolisme du veau et de manière indirecte sa capacité à récupérer de son infection et/ou de supporter une chirurgie. Ces valeurs ont donc un intérêt pronostique et aucun intérêt diagnostique.

La biochimie (dosage des protéines totales) sur le liquide de paracentèse a un intérêt pour la confirmation d'un diagnostic de péritonite suspectée lors de l'échographie.

## **II.3. Traitements**

### ***II.3.1. Choix du traitement***

Dans le cas de hernie simple, la chirurgie est recommandée si la hernie a un diamètre de plus de 5 cm. Les hernies étranglées sont traitées de manière chirurgicale quelle que soit leur taille (20).

Dans tous les cas, il est important que le praticien établisse d'abord un diagnostic pour ensuite avoir une idée du pronostic de l'affection en cours. Le but est de mettre en balance l'intérêt d'un traitement face à la valeur économique de l'animal.

En cas d'omphalites externe et interne, un traitement antibiotique est d'abord mis en place en première intention, avant d'envisager une éventuelle chirurgie (20).



### **II.3.2. Traitement médical**

Le traitement antibiotique doit être mis en place précocement, par voie générale et doit être poursuivi *a minima* 5 jours si l'infection est aiguë, et jusqu'à 10 jours si le processus est chronique.

Devant la diversité des germes pouvant être impliqués dans les infections ombilicales et en l'absence d'un examen bactériologique et d'un antibiogramme, un traitement antibiotique de large spectre, avec une bonne diffusion tissulaire et actif en milieu anaérobie doit être mis en place – pénicillines G, association pénicillines G/dihydrostreptomycine, association lincomycine/spectinomycine, voire tétracyclines – (1).

L'addition d'anti-inflammatoires non-stéroïdiens (AINS) est recommandée pour leur effet antipyrétique, antalgique et anti-endotoxinique. Néanmoins, la paroi de la caillette du veau est très sensible à ce stade donc il convient de se méfier d'une utilisation longue d'AINS (ulcération).

Si le traitement antibiotique se solde par une absence d'amélioration (état général, diminution du diamètre ombilical ou des structures ombilicales internes, par examen échographique), une résection chirurgicale ou omphalectomie doit être envisagée. L'administration d'un antibiotique à large spectre et d'un anti-inflammatoire non stéroïdien est recommandée avant la chirurgie (11).

Dans le cas de hernie de moins de 4-5 cm de diamètre, réductible et sans historique d'infection, une irritation de l'anneau herniaire au doigt, une à deux fois par jour, jusqu'à la fermeture, est envisageable (11,26). Cette méthode est suffisante dans la majeure partie des hernies de cette taille. Un traitement conservateur consistant en un bandage serré autour de l'abdomen durant 15 jours (26), ou en un clamp sur la hernie, après s'être assuré qu'il n'y avait pas d'organe adhérent au sac herniaire (11,26) peut également être mis en place.

### **II.3.3. Traitement chirurgical**

Un diagnostic préopératoire le plus précis possible (palpation abdominale ou échographie ombilicale) est nécessaire afin de préparer la chirurgie et d'avoir une idée de la complexité de celle-ci et du pronostic (26). Un traitement antibiotique et un éventuel drainage de l'abcès en préopératoire permettent de diminuer les risques de contamination (26).

### *II.3.3.1. Omphalite externe*

L'abcès ombilical peut être vidangé, drainé et rincé chaque jour avec une solution antiseptique jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de production de pus (environ deux semaines). En revanche, en cas de phlegmon, il sera indispensable d'envisager un retrait chirurgical (14,18,26).

### *II.3.3.2. Omphalo-phlébite*

Dans le cas d'une omphalo-phlébite qui s'arrête avant le foie, il faut réaliser une omphalectomie et une résection de la veine après ligature en zone saine (11).

Lors d'atteinte proche du foie, la veine ombilicale est marsupialisée à la paroi abdominale (11,14,16). La veine peut éventuellement être rincée pour favoriser le drainage mais cela doit être effectué sans pression afin de ne pas perméabiliser le *ductus venosus* et envoyer du produit antiseptique dans la circulation générale (16).

Le drainage peut être évalué par échographie deux jours après la chirurgie (19).

### *II.3.3.3. Omphalo-ouraquite*

L'objectif est de réaliser une résection du canal de l'Ouraque et de l'apex de la vessie en zone saine (11). Il est important de ne pas laisser une partie du canal de l'Ouraque en place car il peut former un diverticule contenant de l'urine qui ne se vide pas et entraîner une cystite (16).

### *II.3.3.4. Omphalo-artérite*

La majorité des cas d'omphalo-artérite sont traités par omphalectomie avec résection de la/des artère(s) après ligature en zone saine (11).

Une infection artérielle remontant à proximité des artères iliaques est extrêmement rare. Un cas de marsupialisation artérielle est décrit dans la littérature. Du fait de la proximité des organes reproducteurs et de gros vaisseaux, la balance bénéfice/risque doit être évaluée avant d'envisager cette solution (25).

### *II.3.3.5. Hernie ombilicale*

La correction chirurgicale d'une hernie de moins de 5 cm peut être directe tandis qu'une hernie de 5 à 15-20 cm est généralement refermée après avoir ravivé les bords de celle-ci (11,20). Les hernies de taille supérieure sont corrigées grâce à des prothèses en nylon ou en acier et cela uniquement après s'être assuré de l'absence de phénomène suppuratif (20).

### *II.3.3.6. Complications*

Tout d'abord il existe des contre-indications à la chirurgie. En effet, toutes les affections qui compliquent l'anesthésie ou qui assombrissent le pronostic (pneumonie, insuffisance cardiaque, diarrhée, hyperthermie notamment), devront faire renoncer à une intervention chirurgicale sur l'ombilic (20).

Ensuite, des complications peuvent avoir lieu pendant ou après la chirurgie.

Pendant la chirurgie, il peut y avoir rupture ou ponction accidentelle de l'abcès dans la cavité abdominale. On peut également trouver une anse intestinale incarcerated dans la coque de l'abcès (20).

Les complications suite à la chirurgie peuvent être de différentes natures : abcès de paroi, œdème sous-cutané, hématome, déhiscence de la paroi abdominale, péritonite, hémorragie, mort (20,26).

### *II.3.4. Pronostic*

Le pronostic est plutôt bon dans le cas d'une omphalite externe sans atteinte d'autres structures que l'ombilic externe et lorsque la prise colostrale a été correcte (14).

Dans les autres situations, le pronostic est variable selon l'étendue de l'infection, la précocité d'intervention et l'atteinte d'autres organes.

Lors d'intervention chirurgicale, des études antérieures ont également rapporté un pronostic plus défavorable en cas d'omphalo-phlébite (20,40), par rapport à d'autres infections ombilicales (hernie, abcès ombilical, omphalo-ouraquite ou omphalo-artérite). En effet, le risque de thrombo-embolie bactérienne dans la veine porte et de propagation de l'infection à des structures éloignées, telles que les articulations (taux de mortalité plus élevé : 29 % ; et de réussite plus faible : 54%), ont été rapportés par rapport à d'autres affections ombilicales telles que la hernie, l'abcès ombilical ou l'omphalo-artérite.

### *II.3.5. Prévention*

La prévention des affections ombilicales met en jeu plusieurs leviers. L'objectif de ce travail de thèse est de mieux définir les facteurs de risque associés aux omphalites et ainsi mieux prévenir leur occurrence. Sans base scientifique, certains auteurs préconisent néanmoins :

- ✚ une prise colostrale de 4 litres dans les 6 premières heures de vie avec 2 litres à la première tétée qui suit la mise-bas (14),
- ✚ l'ombilic doit être vidangé de son contenu sanguin et la désinfection par trempage est recommandée. La teinture d'iode demeure le gold standard à l'heure actuelle, mais des

études complémentaires sont nécessaires afin de confirmer sa plus-value comparativement à d'autres produits disponibles sur le marché des produits antiseptiques. Le nombril doit être contrôlé les jours suivant la mise bas et le trempage peut être réitéré quotidiennement jusqu'à ce que l'ombilic soit sec (18). Ces manipulations doivent évidemment être réalisées de manière hygiénique (mains et matériel propres, produit à usage unique) pour éviter une « surcontamination »,

- ✚ le veau doit se trouver dans un environnement sain, propre et sec, à distance des sources d'infection. La désinfection des parcs de vêlage peut être effectuée grâce à des phénols de synthèse. Le paillage doit être de 1kg/m<sup>2</sup>/jour (18),
- ✚ la prévention des hernies ombilicales d'origine génétique se fait en écartant de la reproduction les génisses qui ont présenté des hernies ombilicales.

Nous avons vu qu'un certain nombre de facteurs de risque d'omphalites existaient, dont certains pourraient être prévenus afin d'éviter d'avoir recours à des traitements, voire dans les cas les plus graves, à la chirurgie. Toutefois, la prévention passe d'abord par une bonne gestion de l'élevage, un bon état de santé des mères.

### III. L'immunité du veau nouveau-né

Le statut immunitaire du veau se met en place au cours de la vie embryonnaire et fœtale. L'organe lymphopoïétique originel est le foie fœtal, qui produit des cellules à morphologie lymphocytaire très tôt dans la vie embryonnaire, puis est relayé vers la moitié de la gestation par la moelle osseuse, qui gardera cette fonction pendant toute la vie de l'animal.

Les principaux organes lymphoïdes sont ensuite colonisés par les lymphocytes morphologiquement mûrs : dès 42 jours de vie fœtale dans le thymus, 55 jours dans la rate et la moelle, 180 jours dans le tube digestif – plaques de Peyer et amygdales – (62).

Parallèlement à l'organisation histologique croissante du système immunitaire fœtal, apparaît l'aptitude aux réponses fonctionnelles. Ainsi, les premières immunoglobulines M (IgM) sont synthétisées à 4 mois de gestation (118 jours), elles seront pour longtemps les seules immunoglobulines (Ig) synthétisées. Une timide production d'immunoglobulines G (IgG) se mettant en place vers 180 à 200 jours, les IgM restant majoritaires jusqu'au part (63). En outre, certains effecteurs immunitaires non spécifiques, comme le complément, sont synthétisés dès le milieu de la vie fœtale.

Bien que le système immunitaire soit opérationnel à la naissance, le statut immunitaire du veau nouveau-né reste extrêmement fragile : ses chances de survie sont réduites à néant si on le sépare de sa mère dès la naissance sans prise colostrale.

#### III.1. Les causes de la fragilité immunitaire néonatale

Le veau naît pratiquement a-gammaglobulinémique, dépourvu de tout stock d'anticorps immédiatement disponibles pour sa défense avec des réactions immunitaires induites qui n'ont ni l'intensité, ni la cinétique d'apparition de celles de l'adulte (62,64). Au cours d'une gestation normale, le veau est maintenu dans un environnement étanche aux antigènes (Ag) et son système immunitaire reste quiescent car non stimulé, inexpérimenté. En effet, le faible degré de stimulation immune *in utero* – hors possibles infections par les virus de la diarrhée virale (BVD) ou de la rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR), ou par *Neospora caninum* – (63) explique pour partie l'absence de basculement des IgM vers les IgG, et donc une protection de qualité moindre et moins affine pour l'antigène.

En outre, le système immunitaire fœtal subit l'influence, probablement dominante, d'un certain nombre de molécules d'activité immunosuppressive telles que la fœtine chez les bovins (62,65,66). Le placenta est également la source de facteurs immunosuppresseurs encore mal

connus. La cible de ces molécules immunosuppressives est probablement le système immunitaire maternel afin d'éviter tout rejet de la greffe « semi-étrangère » que constitue le fœtus, dont la moitié du matériel génétique provient du père. Parallèlement, ces facteurs pourraient être en cause dans le maintien d'un état d'hyporéactivité immunologique de l'organisme nouveau-né.

De plus, 6 couches cellulaires séparent le sang maternel du sang fœtal du fait d'une placentation de type épithéliochorial : le placenta des bovins constitue donc également une barrière imperméable aux anticorps maternels.

Enfin, la mise-bas elle-même est un événement potentiellement immunosuppresseur. Son induction par l'axe hypothalamo-hypophysaire fœtal se traduit par une décharge importante de corticostéroïdes par les surrénales fœtales. Or, les corticostéroïdes provoquent une baisse des défenses immunitaires qui pourrait participer au déficit immunitaire néonatal (62,66).

La conjonction de l'inexpérience du système immunitaire fœtal et de l'immunodépression dans laquelle il est maintenu explique que, le nouveau-né ne soit pas immédiatement apte à se défendre contre l'agression microbienne provenant de son environnement direct. Il doit donc être aidé par sa mère, qui lui fournit des effecteurs d'immuno-protection immédiatement disponibles lors de la prise du colostrum.

## **III.2. Transfert de l'immunité post-partum**

### ***III.2.1. Colostrum et transfert de l'immunité systémique***

L'immunité acquise par la prise de colostrum est une immunité passive, à la fois locale et systémique. Elle fait intervenir différentes classes d'Ig, des leucocytes et différents facteurs antimicrobiens non spécifiques.

Trois isotypes d'Ig sont présents dans le colostrum des bovins – *Tableau 3* : IgG, IgM et IgA. L'isotype majeur du colostrum est l'IgG, qui représente plus de 85% des immunoglobulines colostrales. Les IgM sont la 2<sup>ème</sup> classe d'immunoglobulines représentées dans le colostrum, en proportion beaucoup plus faible (un peu plus de 7 %). Les IgA sont, quant à elles, les immunoglobulines les moins représentées (moins de 7 %).

**Tableau 3 : Composition du colostrum et du lait des bovins en immunoglobulines (d'après 63)**

Immunoglobulines	Concentrations moyenne en mg/mL		% des immunoglobulines totales	
	Colostrum	Lait	Colostrum	Lait
IgG1	47,60 [30,00 ; 87,00]	0,59 [0,25 ; 1,00]	81	74
IgG2	2,90 [1,60 ; 6,40]	0,02 [0,01 ; 0,03]	5	3
IgA	3,90 [1,70 ; 4,50]	0,14 [0,04 ; 0,19]	7	18
IgM	4,20 [2,40 ; 8,70]	0,05 [0,01 ; 0,07]	7	6

Entre crochets : valeurs extrêmes retrouvées dans littérature

La spécificité des immunoglobulines colostrales dépend de l'exposition antérieure de la mère aux micro-organismes, ainsi que des vaccinations administrées en fin de gestation, et donc de la propre immunité spécifique de la mère.

Le colostrum bovin contient également au moins de  $0,4$  à  $1,5 \times 10^6$  leucocytes maternel / mL (68,69). Ces leucocytes sont répartis en 40-50 % de macrophages, 22-25 % de polynucléaires neutrophiles et 22-25 % de lymphocytes. Les lymphocytes sont principalement des cellules T (88-89 %), des cellules Natural Killer (5-15 %) et des cellules B (2,5-3,5 %) (70).

Le colostrum contient aussi des facteurs antimicrobiens non spécifiques, qui contribuent significativement à la protection locale du veau nouveau-né contre les pathogènes, notamment digestifs (lactoperoxydase, lysozyme et lactoferrine).

### ***III.2.2. Colostrum et immunité locale***

L'immunité locale apportée par le colostrum est à la fois spécifique (immunoglobulines colostrales) et non spécifique (facteurs antimicrobiens non spécifiques).

Une fraction des immunoglobulines d'origine colostrale absorbée et passée dans le sérum du veau, est ensuite « resécrétée » vers la lumière de l'intestin, et fournit alors une immunité intestinale prolongée – pendant quelques jours – (71). Ce sont principalement les IgA qui sont concernées par ce phénomène.

Les immunoglobulines présentes à la surface des muqueuses protègent localement l'intestin en empêchant l'attachement des bactéries et des virus à la paroi et en agglutinant ces micro-organismes.

Les facteurs antimicrobiens non spécifiques (lactoferrine, lactoperoxydase, lysozyme), ainsi que les cellules phagocytaires du lait contribuent également à la protection locale au-delà de la période des 24h d'absorption par l'intestin. La vitamine A et le zinc jouent un rôle essentiel

dans la protection des épithéliums ; la vitamine E et le sélénium contribuent à l'efficacité de la phagocytose.

Cette protection locale est particulièrement importante pour protéger le veau contre des infections par des rotavirus et des coronavirus par exemple qui surviennent en général au-delà du 3<sup>ème</sup> jour de vie (72).

### ***III.2.3. Effet immunomodulateur du colostrum***

Après la naissance, les anticorps colostraux inhibent partiellement la réponse immunitaire spécifique propre du jeune ruminant (immunité active), tant sur le plan systémique que local. Ainsi, des veaux recevant un colostrum riche en anticorps anti-*E. coli* développent des anticorps anti-*E. coli* plus tardivement que les veaux n'ayant pas reçu ce colostrum (73). De même, des veaux ayant reçu un colostrum riche en IgG1, IgG2 et IgA contre le coronavirus bovin et inoculés par voie orale et nasale avec du coronavirus, répondent avec retard dans la production d'anticorps actifs par rapport aux veaux sans colostrum (74). Les veaux n'ayant pas reçu de colostrum dans les heures qui suivent la naissance développent une réponse immunitaire à médiation humorale plus précocement que les veaux nouveau-nés ayant ingéré du colostrum. L'ingestion de colostrum n'aurait cependant pas d'effet ou seulement un effet mineur sur la réponse immunitaire à médiation cellulaire (75).

## **III.3. Variation et optimisation du transfert de l'immunité colostrale**

La qualité du transfert de l'immunité colostrale dépend notamment de la concentration en Ig du colostrum, de la quantité ingérée et, de la précocité de l'ingestion (délai après la naissance).

S'il n'est pas toujours possible d'influer sur certains de ces paramètres, leur connaissance et la maîtrise des autres sont nécessaires à l'éleveur et au vétérinaire pour pratiquer une prophylaxie raisonnée des infections néonatales.

### ***III.3.1. Variabilité de la qualité du colostrum***

De nombreux facteurs sont directement corrélés à la concentration en Ig du colostrum et la font varier de moins de 5 g/L à plus de 200 g/L.

#### **III.3.1.1. La race**

D'une manière générale, les Ig sont en concentration supérieure dans le colostrum des vaches de races à viande que dans celles des races laitières (71), avec des concentrations en IgG1 allant



de 43 mg/mL pour des Holstein, à 113 mg/mL pour des Charolaises et des croisées Hereford (76).

Si des variations interraciales existent bien, elles apparaissent cependant d'une importance mineure par rapport aux variations entre individus à l'intérieur d'une même race.

### **III.3.1.2. L'individu**

La qualité du colostrum en Ig d'une année sur l'autre est répétable pour un individu donné (77) et relativement héritable : l'héritabilité paternelle pour la concentration en IgG1 dans le sérum du veau entre 24 et 36 heures après la naissance a été estimée à 0,18 en race Holstein (78) et l'héritabilité maternelle en race Charolaise à 0,18 également (79).

Malgré ces coefficients d'héritabilité suffisamment élevés pour envisager un programme d'amélioration génétique, la sélection n'est pas orientée vers ce paramètre, qui fait pourtant partie au sens large des « qualités maternelles ».

### **III.3.1.3. La parité**

En race allaitante, les primipares semblent produire moins de colostrum (environ 30% de moins) et celui-ci semble être moins riche de 50 à 70% par rapport à un colostrum de multipares (63,64).

Plusieurs études ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative en termes de concentration en IgG entre les 1ères et les 2èmes lactations (77,80). Ces études ont également montré une augmentation (de l'ordre de 20g/L) de la concentration en Ig à partir de la 3ème lactation (77,80–82), pour atteindre une valeur « plateau » et décroître après un âge moyen de 7ans (81,83–85), l'âge au premier vêlage ne semblant avoir aucune influence (86).

### **III.3.1.4. La durée séparant le sevrage du veau du vêlage suivant**

La durée séparant le sevrage du veau du vêlage suivant n'a que peu d'influence sur la concentration du colostrum en IgG1 (77) ; une lactation prolongée, de même que la traite des vaches avant le vêlage, appauvrissent cependant le colostrum en Ig (87).

### **III.3.1.5. La durée du tarissement**

Une durée minimale de 25 jours de tarissement est à respecter pour permettre le renouvellement des cellules de l'épithélium mammaire, indispensable pour le transfert sélectif et l'accumulation des IgG1 dans la mamelle. A l'inverse, lorsque la durée de tarissement dépasse 90 jours, le transfert de l'immunité au veau est plus faible (88).

### **III.3.1.6. L'alimentation et l'état corporel des vaches en fin de gestation**

L'alimentation des vaches pendant la gestation semble avoir peu d'influence sur la qualité du colostrum et le transfert de l'immunité passive. Cela reste vrai dans le cas d'une restriction énergétique alimentaire de 15% (86).

Dans le cas d'une restriction protéique importante durant les 90 derniers jours de la gestation (- 40 % de l'apport quotidien recommandé en protéines), un auteur a observé une diminution de la production de colostrum, en partie compensée par une augmentation des concentrations colostrales en IgM et IgG1 (81).

La plupart des auteurs s'accorde à recommander une couverture en énergie et matières protéiques supérieure à 90% des apports préconisés (> 6 UFL et > 550 PDI) et une supplémentation par précaution en vitamines A, D, E et oligo-éléments (Se, Cu, Co, Zn) (89).

L'optimum pour l'état d'engraissement des mères au vêlage correspond à une note de 3 sur 5 : cette note d'état d'engraissement constitue le meilleur critère synthétique sur l'optimisation des apports énergétiques (90).

### **III.3.1.7. L'état sanitaire des mères**

D'une manière générale, un mauvais état sanitaire (infectieux et métabolique) de la mère diminue la quantité de colostrum produite, sa qualité immunitaire et quelques fois son ingestion par le veau (90).

Dans le cas de vaches à mammites, une diminution de la concentration en Ig dans le sérum de leurs veaux a été observée (91). D'ailleurs, en cas de mammite au vêlage, le colostrum est moins riche en Ig et la mortalité des veaux est plus élevée (86).

### **III.3.1.8. Les conditions du vêlage**

Dans le cadre de mise-bas induites par des injections de corticoïdes, entre 3 et 22 jours avant le terme estimé, certains auteurs n'ont noté aucune différence significative sur les concentrations en IgG dans le colostrum et chez le veau (64,92), alors que d'autres ont montré l'inverse (93). De fait, aucun consensus n'existe à ce sujet actuellement.

#### **IV.1.9. La saison de vêlage**

Certains auteurs ont notés peu de variations saisonnières quant à la qualité du colostrum (77,94). Toutefois, l'analyse de 1085 colostrums provenant de 608 vaches sur 5 ans, a révélé que le mois de naissance a une influence significative sur la densité du colostrum, elle-même reliée à la concentration en protéines de celui-ci. En effet, l'automne est la saison de vêlage où le colostrum serait le plus riche en protéines ( $193 \pm 26\text{g/L}$ ,  $n=28$ ) tandis qu'en été les concentrations en protéines seraient en moyenne les plus faibles ( $168 \pm 39\text{g/L}$ ,  $n=28$ ,  $p<0.05$ ).

#### **IV.1.10. La vaccination**

La vaccination des femelles gestantes a pour but de faire augmenter le taux d'anticorps sériques spécifiques aux pathogènes ciblés (84), enrichissant le colostrum et le lait à la mise-bas (IgG1 principalement) et ce de façon plus durable que chez les vaches non vaccinées (95).

D'autres facteurs que la composition seule du colostrum influent de façon prépondérante sur le transfert de l'immunité passive colostrale : la quantité de colostrum ingérée (notion de quantité d'immunoglobuline à ingérer) et la précocité de l'ingestion.

### ***III.3.2. Variabilité de la quantité de colostrum ingérée***

#### **III.3.2.1. La race du veau**

Deux fois plus de veaux Prim'Holstein que de veaux Salers sont capables d'ingérer au moins 2 kg de colostrum dans les huit premières heures de vie (64).

Ainsi, d'une manière générale, les veaux de race laitière qu'on laisse téter, pour des raisons multifactorielles (qualités maternelles de la vache, appétit du veau, notamment) « valorisent » mieux le colostrum que ceux de race allaitante (63), probablement du fait d'une plus grande quantité de colostrum ingéré.

#### **III.3.2.2. Le poids des veaux à la naissance**

Si le poids du veau à la naissance n'a pu être corrélé aux valeurs sériques d'Ig (91), il semble cependant intervenir sur le comportement alimentaire du veau nouveau-né. Les veaux plus petits sont souvent plus vigoureux et tètent plus facilement que les veaux lourds, ce qui favorise une bonne prise colostrale (63,64). Par ailleurs, les veaux trop chétifs ou les veaux trop gros valorisent moins bien le colostrum et pourrait présenter une efficacité d'absorption des immunoglobulines moindre (64).

### III.3.2.3. Les conditions du vêlage

#### III.3.2.3.1. La facilité de naissance du veau

Les vêlages difficiles sont décrits comme des facteurs de diminution du transfert de l'immunité passive colostrale (81,83). La dystocie, en effet, peut être à l'origine d'une hypoxie cérébrale puis d'une hypoxémie et d'une acidose respiratoire (96). Le nouveau-né, alors affaibli, tarde à se lever, à téter et consomme moins de colostrum qu'un autre veau, d'où le défaut de transfert de l'immunité.

De même, les nouveau-nés prématurés, souvent faibles, ingèrent très difficilement un litre de colostrum dans les quatre premières heures de leur vie (64).

Des auteurs ont néanmoins montré qu'une surveillance du vêlage et qu'une distribution d'un litre de colostrum entre 4 et 12 heures après la naissance peuvent compenser l'influence négative de la dystocie sur le transfert de l'immunité colostrale (85,91).

#### III.3.2.3.2. Le lieu de naissance du veau

La concentration en Ig sériques des veaux nés à l'étable est plus faible que celle des veaux nés au pré à la même époque (78), la raison semblant être la précocité et la facilité de la première tétée. En effet, l'absorption des Ig colostrales peut être accrue de 30 à 70% du seul fait de la présence de la mère.

#### III.3.2.3.3. La saison de vêlage

La photopériode (jours longs 16h ou jours courts 8h) ne semble pas avoir d'influence sur la concentration colostrale en IgG et le volume de colostrum produit d'après une étude réalisée sur 81 vaches de race Prim'Holstein (97).

De même, un autre auteur n'observe pas d'effet de la saison sur la quantité de colostrum, la concentration et la masse totale d'Ig produite (94).

### III.3.2.4. Le sexe du veau

Si pour certains auteurs, le sexe du veau n'est pas une source significative de variation de la concentration en IgG dans le sérum du veau (83,91), d'autres trouvent des taux sériques d'IgG1 significativement plus élevés chez les veaux femelles que chez les veaux mâles et aucune différence significative pour les taux sériques d'IgM chez les deux sexes – effet vigueur et précocité d'absorption probable – (80). Il semble logique, que ce résultat a pu être influencé par une facilité de vêlage moindre chez les veaux mâles, plus gros, ayant souffert lors du vêlage et tardant à se lever pour téter, ingérant ainsi une quantité moindre de colostrum et de fait d'Ig.

### **III.3.2.5. Conformation du pis et de la mamelle**

La conformation du pis et de la mamelle est rarement prise en considération chez les vaches allaitantes ; chez les races laitières, une mamelle pendante ou décrochée a une influence négative sur la durée de la tétée et la précocité de la première tétée (98).

La mauvaise conformation des trayons représente un risque d'apparition de mammites, ces dernières et diverses affections douloureuses des trayons (crevasses, ulcères, plaies...) rendent quelque fois difficile ou impossible la tétée ou la traite du colostrum (88).

### ***III.3.3. Variabilité de l'absorption du colostrum***

Au-delà de la qualité et de la quantité de colostrum ingéré, la notion d'absorption des Ig composant le colostrum constitue également un facteur de variabilité du transfert de l'immunité passive. Ainsi, l'intervalle de temps permettant l'absorption des immunoglobulines entre la naissance et la fermeture de la barrière intestinale est très court, laissant peu de temps au veau d'acquérir une immunité suffisante pour ses premières semaines de vie.

#### **III.3.3.1. Influence de l'apparition des immunoglobulines dans le sérum du veau nouveau-né**

Dans les deux heures qui suivent une prise précoce de colostrum, la concentration des Ig dans le sérum du nouveau-né augmente et atteint son maximum au bout de 24 à 36 heures – avec une importante variabilité, selon une étude réalisée sur des veaux de même race et placés dans des conditions expérimentales bien définies – (64). Outre les variations individuelles, l'efficacité de ce transfert dépend principalement des quantités d'Ig ingérées, de leur concentration dans le colostrum et de l'intervalle de temps entre la naissance du veau et la première prise de colostrum.

#### **III.3.3.2. Influence de la quantité et de la concentration des immunoglobulines colostrales**

Les concentrations sériques d'Ig colostrales augmentent avec les quantités ingérées. Toutefois, pour une même quantité d'IgG ou d'IgA ingérée, l'efficacité du transfert dans le sérum du nouveau-né dépend de leur concentration dans le colostrum (85,99). Ainsi, en administrant un litre de colostrum contenant 100 g d'IgG, les concentrations sériques sont plus élevées qu'avec deux litres d'un colostrum à 50 g d'IgG par litre. Par ailleurs, lorsque la masse d'Ig ingérées augmente, l'efficacité de leur transfert sérique diminue, ce qui suggère un phénomène de saturation physiologique (99).

### **III.3.3.3. Influence de l'intervalle entre la naissance et la première prise de colostrum**

Lorsque le délai entre la naissance et la 1<sup>ière</sup> prise de colostrum augmente, le taux de transfert des trois classes d'Ig (A, G et M) dans le sérum du veau nouveau-né diminue très rapidement : après 6 heures, 66% des IgG colostrales sont transférées dans le sérum contre seulement 7% après 36 heures (100).

La surveillance de la précocité de la 1<sup>ière</sup> buvée de colostrum est donc primordiale, au même titre que la quantité ingérée, pour la survie du jeune ruminant.

La quantité Y de globulines absorbées par un veau est liée à la quantité ingérée X de colostrum, donnant l'équation suivante :  $Y = 0,16X + 0,58$  (les quantités étant exprimées en g/kg de poids vif). Cette équation n'est cependant pas valide dans le temps quel que soit l'isotype, compte tenu des variations d'absorption des immunoglobulines au cours du temps.

Ainsi, il est recommandé pour avoir un bon transfert de l'immunité passive d'atteindre une concentration sérique supérieur à 10 g/L d'IgG. Pour cela, au moins 200 g d'IgG (soit un colostrum d'au moins 50 g d'IgG/L) doivent être ingérés dans les 6 premières heures après la naissance. En effet, après ces 6 heures, la résorption va en diminuant progressivement.

### **III.3.3.4. Influence de la fermeture de la barrière intestinale du nouveau-né**

Chez les bovins, la fermeture de la barrière intestinale aux macromolécules, vers 24-36 heures de vie (63), dépend essentiellement du renouvellement des cellules épithéliales après la naissance. L'épithélium est le lieu d'une activité mitotique intense, qui aboutit au renouvellement complet en moins de deux jours des cellules immatures de l'intestin grêle par de nouvelles cellules dépourvues de capacité de pinocytose, mettant un terme définitif à l'absorption des macromolécules. Mais, préalablement, les cellules immatures elles-mêmes subissent une maturation enzymatique, qui réduit à 50% l'absorption des Ig après 12h de vie (88). Cependant, la distribution de faibles quantités de colostrum permet d'éviter la saturation physiologique et le taux de transfert des Ig dans le sérum du nouveau-né reste alors élevé pendant plus de 24 heures après la naissance (101). Pourtant, dans une autre étude (102), bien que la distribution du colostrum au-delà de 24h post-partum entraîne une mauvaise absorption des IgG, le taux de mortalité des veaux demeure faible (< 4%). Les auteurs expliquent ceci par un effet prophylactique local des immunoglobulines colostrales sur l'intestin, même si la barrière intestinale est fermée après 24h.

### **III.3.4. Mesures de la variabilité du transfert de l'immunité colostrale**

L'évaluation *a posteriori* de la prise colostrale et de la qualité du transfert de l'immunité colostrale peut se faire par dosage des Ig sériques du veau nouveau-né, *via* un réfractomètre. Outre sa valeur prédictive, sur les risques de morbidité, mortalité et sur la croissance du veau, cette méthode peut aussi permettre de lutter contre les défauts de transfert de l'immunité colostrale.

#### **III.3.4.1. Utilisation de la réfractométrie sur le terrain pour le dosage des immunoglobulines sériques**

Concernant le dosage des PT par réfractométrie, les réfractomètres optique et numérique (classiques ou Brix) mesurent les concentrations en PT dans un échantillon de sérum, à partir de l'indice de réfraction d'un faisceau lumineux qui traverse ce même échantillon. Ainsi, les PT mesurées par réfractométrie peuvent être utilisées pour estimer le transfert passif d'immunoglobulines sur le terrain, car celles-ci sont étroitement corrélées ( $r=0,93$ ) à la concentration sérique en IgG mesurée par immunodiffusion radiale (103).

De plus, cette mesure ne nécessite pas de réactifs comparativement aux tests de mesures directes (telles que l'immunodiffusion radiale ou le test ELISA) ou aux autres tests de mesures indirectes (tests au sulfate de Zinc ou au sulfite de sodium), et ne nécessite aucune centrifugation lorsque l'échantillon est mis au repos pour une séparation des constituants sanguins. Elle n'est également pas influencé par la température de l'échantillon (104).

#### **III.3.4.2. Autres dosages sériques chez le veau nouveau-né**

Il est également possible de doser la  $\gamma$ -glutamyl transférase (GGT), qui est présente dans le colostrum à des valeurs sériques 300 fois plus élevées que celles de la vache adulte. La GGT est absorbée par le veau nouveau-né en même temps que les immunoglobulines (63), mais ne peut cependant pas permettre de connaître la concentration en IgG du sérum. Il est toutefois possible d'interpréter l'activité de la GGT pour savoir si le transfert de l'immunité passive s'est bien réalisé. Chez le veau, il est recommandé d'avoir une activité de la GGT supérieure à 200 UI/L à 1 jour, supérieure à 100 UI/L à 4 jours, et supérieure à 75 UI/L à 1 semaine. Si l'activité de la GGT est inférieure à 50 UI/L durant les 2 semaines de vie du veau, il est alors considéré qu'il y a eu échec de transfert de l'immunité passive (105).

Au regard des questions encore en suspens quant à la définition même de ce qu'est une omphalite et des facteurs de risque d'apparition de celle-ci en élevage bovins, une étude de cohorte prospective a été mise en place au sein de 2 clientèles, en France. Pour cela, des suivis longitudinaux ont été réalisés dans une zone d'élevage où la filière allaitante demeure très dynamique (Cantal). Ces suivis ont permis de surveiller individuellement l'apparition d'omphalites et mieux comprendre les facteurs de risque associés, chez les veaux nouveau-nés. Ils ont également permis d'évaluer le potentiel lien entre transfert de l'immunité passive et omphalites, par estimation de la concentration sérique en protéines totales chez les veaux (g/L et % Brix).





### **CHAPITRE III**

#### **MATERIELS ET METHODES : ETUDE TERRAIN DES FACTEURS DE RISQUE D'OMPHALITE EN ELEVAGE**

**~ ETUDE DE COHORTE PROSPECTIVE ~**



Avant le début de l'étude, chaque éleveur a signé un consentement éclairé (*Annexe I*). Ce consentement permettait de préciser à chaque éleveur qu'il disposait d'un droit de retrait à tout moment de l'étude, que toutes les informations fournies restaient confidentielles et respectaient la vie privée. De plus, le consentement éclairé comportait également un bref descriptif de l'étude soulignant les bénéfices attendus ainsi que le moyen de diffusion des résultats.

## I. Recrutement des élevages et des animaux

Les élevages inclus dans cette étude se situaient sur deux clientèles vétérinaires distinctes. L'une est située dans le Centre-Nord du département du Cantal (secteur de Riom-ès-Montagnes – REM) et une deuxième au Nord-Est de ce même département (secteur de Saint-Flour – SF). L'ensemble des élevages sélectionnés sont des élevages bovins allaitants.

### I.1. Présentation des élevages

Les critères d'inclusion des élevages dans l'étude étaient :

- 📌 élevage allaitant,
- 📌 pic de naissances entre novembre et mars,
- 📌 engagement de l'éleveur à fournir au mieux les informations sur les conditions de naissance et de logement des veaux,
- 📌 engagement de l'éleveur à fournir les informations sur les traitements réalisés sur les mères et les veaux (vermifuges, vaccins, antibiotiques).

### I.2. Fréquence des visites

Le suivi des veaux a été effectué de novembre 2020 à mars 2021.

Tous les 5 jours, un des 5 vétérinaires investigateurs (4 vétérinaires pour la clientèle de REM et 1 pour la clientèle de SF), se sont rendus dans chacun des élevages en suivi pour inclure dans l'étude tous les veaux nés au cours des 5 derniers jours. Un suivi individuel des veaux a donc été mis en place dans chacun des élevages sélectionnés entre **1** et **5** jours d'âge (**visite 1 – V1**), puis **7** jours après la première visite (**visite 2 – V2**).

### I.3. Informations recueillies

Dans chacun des élevages, une fiche renseignant les caractéristiques de l'exploitation et les traitements préventifs réalisés sur les mères était préalablement remplie par le vétérinaire – *Annexe II*.

### ***1.3.1. Lors de la première visite (V1)***

Une fiche commémorative était remplie par le vétérinaire investigateur lors de l'inclusion de chaque veau dans l'étude (*Annexe III*). Elle comportait pour chaque veau les informations suivantes :

- ✚ les numéros d'identification du couple mère/veau et la race,
- ✚ les conditions de naissance,
- ✚ la prise colostrale (précocité – mode de prise),
- ✚ l'hygiène et la désinfection du nombril,
- ✚ le logement à la naissance,
- ✚ la complémentation minérale et vitaminique du veau.

### ***1.3.2. A chaque visite***

A chaque visite (**V1** et **V2**), une fiche de suivi par veau a été remplie afin de suivre l'évolution de potentielles omphalites et affections secondaires (*Annexe IV*). Cette fiche de suivi a permis de récolter des informations sur :

- ✚ le suivi de l'état de l'ombilic et de l'état général du veau,
- ✚ le suivi de l'hygiène et de la propreté du logement (*grille de notation - Annexe V*),
- ✚ les traitements administrés au veau en cas d'omphalite,
- ✚ l'évaluation du transfert de l'immunité passive,
- ✚ les évènements sanitaires majeurs du veau (autres affections).

## **I.4. Mesures et prélèvements réalisées**

### ***1.4.1. Sur les mères, le jour du vêlage***

Immédiatement après le vêlage, l'éleveur prélevait dans un pot non stérile un échantillon d'environ 30 mL de colostrum sur chacune des mères dont le(s) veau(x) étai(en)t inclus dans l'étude. Le colostrum était conservé au froid positif (+ 4°C) jusqu'à la prochaine visite du vétérinaire traitant (tous les 5 jours).

Une mesure au réfractomètre de Brix, réalisée par le vétérinaire investigateur, permettait d'estimer la qualité du colostrum après réfrigération. Les seuils utilisés correspondent aux recommandations suggérées par Lombard et ses collaborateurs (106):

- ✚  $\geq 30^\circ$  Brix : qualité excellente,
- ✚ [24-29.9° Brix] : bonne qualité,
- ✚ [18-23.9° Brix] : qualité moyenne,
- ✚  $<18^\circ$  Brix : mauvaise qualité.

### ***1.4.2. Sur les veaux, entre 1 et 5 jours d'âge (V1)***

Lors de la **V1**, le vétérinaire investigateur a réalisé sur chaque veau :

- ✚ une estimation du poids, à l'aide d'un ruban barymétrique. La mesure était effectuée en arrière des antérieurs du veau et était prise par le même opérateur dans chaque élevage,
- ✚ une prise de sang de 5 mL sur tube sec à la veine jugulaire afin de quantifier les concentrations sériques en anticorps d'origine maternelle. Chaque échantillon était centrifugé 10 minutes à 4000 tours/minute, puis conservé à la clinique vétérinaire au froid positif (+ 4°C). Le sérum était ensuite analysé par le vétérinaire investigateur à l'aide de deux réfractomètres optiques différents (protéines totales et Brix – Fioniavet®, Odense, Danemark), étalonnés avant chaque analyse. Les seuils utilisés correspondent aux recommandations suggérées par Lombard et ses collaborateurs (106) :

#### ***Réfractomètre optique PT***

- $\geq 62$  g/L : qualité excellente
- [58 - 61.9 g/L] : bonne qualité
- [51 - 57.9 g/L] : qualité moyenne
- $<51$  g/L : mauvaise qualité

#### ***Réfractomètre de Brix***

- $\geq 9.4^\circ$  Brix : qualité excellente
- [8.9 - 9.3° Brix] : bonne qualité
- [8.1 – 8.8° Brix] : qualité moyenne
- $<8.1^\circ$  Brix : mauvaise qualité

- ✚ une mesure de la longueur extra-abdominale de l'ombilic (en partant de la base jusqu'à l'extrémité distale cutanée de de l'ombilic), à l'aide d'un réglet en inox (Fischer Darex®, Le Chambon-Feugerolles, France),
- ✚ une mesure de la longueur du cordon ombilical, en partant de l'extrémité de l'ombilic jusqu'à l'extrémité distale du cordon, à l'aide d'un réglet en inox (Fischer Darex®, Le Chambon-Feugerolles, France),
- ✚ une mesure du diamètre de l'ombilic à l'aide d'un pied à coulisse (Fischer Darex®, Le Chambon-Feugerolles, France), à mi-distance entre la base de la ceinture pelvienne et la partie distale de l'ombilic,
- ✚ une palpation des structures ombilicales internes (artères et veine ombilicales, et canal de l'Ouraque). Si à la palpation abdominale, une persistance ou une augmentation de diamètre d'une structure interne était suspectée, une mesure échographique (Dramiński, Olsztyn, Pologne), à l'aide d'une sonde semi-convexe (3 – 7,5 MHz), du diamètre de la structure était réalisée et permettait de confirmer ou d'infirmer son atteinte.

### **I.4.3. Sur les veaux, entre 8 et 12 jours d'âge (V2)**

Lors de la V2 (7 jours après la V1), les mêmes mesures au niveau de l'ombilic ont été réalisées, dans les mêmes conditions que lors de la V1 :

- ✚ longueur extra-abdominale de l'ombilic,
- ✚ longueur du cordon (si toujours présent),
- ✚ diamètre de l'ombilic externe.

Une palpation des structures ombilicales internes était réalisée, complétée éventuellement par une échographie (*si à la visite 1 aucune atteinte ombilicale n'était objectivée à la palpation, on ne réalisait pas de palpation et a fortiori d'échographie à la visite 2*). L'échographie n'était réalisée qu'en cas de suspicion d'atteinte d'une structure interne à la palpation / pression.

Dans le cas où une omphalite était diagnostiquée avant le début ou tout au long du suivi, l'éleveur était libre de traiter comme il le souhaitait son veau. Le traitement était ensuite renseigné dans la partie II de de la feuille de suivi des veaux (*Annexe II*).

Les veaux pour lesquels nous n'avions pas l'intégralité des informations recueillies ont été exclus de l'étude.

### **I.5. Définition d'une omphalite**

Pour chaque veau et à chaque visite (V1 et V2), 4 signes cliniques ont été évalués et scorés entre 0 et 1 chaque signe – *Tableau 4*. Un score total était ensuite attribué pour chaque veau et à chaque visite.

Dès lors que la somme des scores des quatre signes cliniques était supérieure ou égale à 1, le veau était considéré comme atteint d'une omphalite.

En outre, lorsque la somme des scores était supérieure ou égale à 1 mais qu'aucune atteinte d'une ou plusieurs structure(s) ombilicale(s) interne(s) étai(en)t diagnostiquée(s), l'omphalite a été considérée comme externe. A l'inverse, lorsque la somme des scores était supérieure ou égale à 1 mais qu'une atteinte d'une ou plusieurs structure(s) ombilicale(s) interne(s) étai(en)t diagnostiquée(s), l'omphalite a été considérée comme interne.

Tableau 4 : Scores cliniques

Signe clinique	Seuil d'évaluation clinique	Scores
Diamètre de l'ombilic externe	≤ 2 cm	0
	> 2 cm	1
Douleur à la palpation/pression	Pas de retrait	0
	Retrait	1
État de l'orifice externe de l'ombilic	Sec	0
	Humide	
	Fibrino-suppuré Abcédé	1
Augmentation de volume des structures ombilicales internes	Non	0
	Oui	1

## II. Analyses de données

### II.1. Statistiques descriptives

L'ensemble des données ont été compilées dans des tableurs Google Excel et partagées avec l'ensemble des opérateurs impliqués dans cette étude, afin que chacun puisse enregistrer en temps réel les données.

L'ensemble des statistiques descriptives ont été réalisées *via* des tableurs et graphiques Excel 2016 (version 16.16.27).

### II.2. Statistiques analytiques

Toutes les données pour chaque variable ont été transposées en facteurs pour faciliter le traitement statistique des données. La description des variables et de leurs facteurs sont disponibles en *Annexe VI*.

Les statistiques analytiques ont été réalisées avec le logiciel de programmation R (version 3.4.4) :

- + analyses univariées : un modèle linéaire généralisé (GLM approche de poisson) a permis d'évaluer la significativité de chaque variable explicative sur la variable à expliquer (omphalite : oui *vs* non),



- ✚ analyses multivariées : un modèle linéaire généralisé (GLM binomial : Logit) a été utilisé pour évaluer la significativité des principales variables explicatives sur la variable à expliquer (omphalite : oui vs non). Concernant la sélection des variables pour le modèle multivarié, plusieurs méthodes ont été utilisées :
  - Approche pas-à-pas (classifications ascendante et descendante),
  - Approche par *Random forest*,
  - Évaluation des variations des coefficients d'estimation, en intégrant et en enlevant dans le GLM les variables explicatives une à une.

Seules les variables avec un effet significatif ( $p\text{-value} < 0,05$ ) dans la méthode *Random forest* (meilleure puissance) et avec une faible variation sur leurs coefficients d'estimation dans l'intégration au GLM ont été retenues pour les modèles finaux (analyses mono et multivariées). De même, l'effet pratiques d'élevage a été intégré comme un effet aléatoire dans les modèles des analyses mono et multivariées.

## **CHAPITRE IV**

### **RESULTATS**



## I. Échantillonnage

### I.1. Élevages en suivi

Sur la clientèle du Centre-Nord du Cantal (secteur de REM), 13 élevages ont été suivis avec un total de 587 veaux échantillonnés, et sur la clientèle du Nord-Ouest du Cantal (secteur de SF), 9 élevages ont été suivis avec un total de 377 veaux échantillonnés.

*In fine*, 964 veaux ont été inclus dans l'étude entre novembre 2020 et mars 2021, répartis dans 22 élevages du Nord du Cantal. Les effectifs des élevages et des veaux inclus dans l'étude sont recensés dans le *Tableau 5*.

**Tableau 5 : Effectifs des élevages en suivis et des veaux inclus dans l'étude**

Code clinique	Code élevage	Nombre de mères mises à la reproduction	Moyenne ± écart-type du nombre de mères [minimum-maximum]	Nombre de veaux inclus dans l'étude	Moyenne ± écart-type du nombre de veaux [minimum-maximum]
REM	1	120	104,6 ± 34,3 [40,0-160,0]	81	45,2 ± 19,3 [5,0-81,0]
	2	140		63	
	3	40		14	
	4	80		50	
	5	60		49	
	6	130		50	
	7	110		50	
	8	140		50	
	9	70		50	
	10	160		51	
	11	120		50	
	12	110		24	
	13	80		5	
SF	14	100	94,3 ± 25,4 [50,0-130,0]	70	41,9 ± 18,6 [19,0-70,0]
	15	115		46	
	16	74		48	
	17	130		69	
	18	80		21	
	19	80		50	
	20	50		32	
	21	90		19	
	22	130		22	
<b>Total</b>		<b>2209</b>	<b>100.4 ± 31.4 [40,0-160,0]</b>	<b>964</b>	<b>43,8 ± 19,0 [5,0-81,0]</b>

## I.2. Présentation des systèmes d'élevage

L'ensemble des élevages sélectionnés sont des élevages bovins allaitants, majoritairement de race Salers, Aubrac ou croisés (Charolais/Salers ; Charolais/Aubrac).

Dans la clientèle de REM, tous les 13 élevages en suivi vaccinent les vaches contre les pathogènes digestifs les plus prévalent (certaines souches d'*Escherichia coli*, rotavirus et coronavirus), qui touchent principalement les veaux nouveau-nés – *Tableau 6*.

Seuls 4 élevages (n° 8, 9, 10 et 13) vermifugent les mères contre les parasites hépatiques : grande douve principalement (*Fasciola hepatica*) et/ou petite douve (*Dicrocoelium lanceolatum*). Trois élevages (n°9, 10 et 13) vermifugent contre les principaux strongles digestifs, et aucun ne vermifuge contre les paramphistomes (*Calicophoron daubneyi*).

Concernant la complémentation minérale des mères, 9 éleveurs complémentent les mères en vitamines et minéraux au cours de la période sèche (élevages n°1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 13).

Enfin, dans 5 élevages (n° 1, 2, 4, 9 et 12), les mères disposent de concentrés avant et après le vêlage, alors qu'elles n'en disposent qu'après le vêlage dans les élevages 3, 6, 7 et 8, et n'en disposent ni avant, ni après le vêlage dans les 4 derniers élevages (n°5, 10, 11 et 13).

Dans la clientèle de SF, 7 élevages sur 9 (n°14, 17, 18, 19, 20, 21, 22) vaccinent les mères contre les principaux pathogènes digestifs (certaines souches d'*Escherichia coli*, rotavirus et coronavirus) – *Tableau 7*.

Six élevages (n° 14, 15, 17, 19, 20 et 22) vermifugent les mères contre les parasites du foie : grande douve principalement (*Fasciola hepatica*) et/ou petite douve (*Dicrocoelium lanceolatum*) ; cinq (n°14, 17, 19, 20 et 22) contre les paramphistomes (*Calicophoron daubneyi*) et cinq également (n° 14, 15, 17, 19 et 20) contre les principaux strongles digestifs.

Concernant la complémentation minérale des mères, tous les éleveurs complémentent les mères en vitamines et minéraux au cours de la période sèche (élevages n°14 à 22).

La distribution de concentrés avant et après le vêlage n'a pas été renseignée dans cette zone d'étude.

**Tableau 6 : Description de la conduite de troupeau des élevages de la clientèle du Centre-Nord du Cantal (secteur de REM)**

Code élevage	Type d'élevage	Race	Saisonnalité des vêlages	Renseignements sur les mères						
				Vaccination	Traitements antiparasitaire			Complémentation minérale / vitaminique	Distribution concentrés avant vêlage	Distribution concentrés après vêlage
					Douves	Paramphistomes	Strongles			
1	Allaitant	Salers	Décembre (75%) Janvier - Février (20%) Mars (5%)	Rotavec	Selon Coproscopie Sérologie Etat général	Selon Coproscopie Sérologie Etat général	Selon Coproscopie Sérologie Etat général	Oui	Oui	Oui
2	Mixte	Salers / Montbéliarde	Décembre - Mars	Rotavec	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
3	Allaitant	Salers	novembre-mars	Rotavec	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
4	Allaitant	Salers	Décembre - Février	Trivacton	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
5	Allaitant	Salers	Décembre - Avril	Trivacton	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
6	Allaitant	Salers	Décembre-Avril	Bovigen Scour	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui
7	Allaitant	Salers	Septembre - Novembre Décembre - Avril	Bovigen Scour	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui
8	Allaitant	Salers	Décembre - Mars	Bovigen Scour	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui
9	Allaitant	Salers	Décembre - Mars	Rotavec	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
10	Mixte	Brunes / Salers	Février - Avril	Bovigen Scour	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non
11	Allaitant	Salers	Décembre - Avril	Trivacton	Non	Non	Non	Non	Non	Non
12	Mixte	Montbéliardes / Salers	Janvier - Avril	Rotavec	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
13	Allaitant	Salers	Janvier - Avril	Bovigen Scour imocolibov	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non

Tableau 7 : Description de la conduite de troupeau des élevages de la clientèle du Nord-Ouest du Cantal (secteur de SF)

Code élevage	Type d'élevage	Race	Saisonnalité des vêlages	Renseignements sur les mères				
				Vaccination	Traitements antiparasitaire			Complémentation minérale / vitaminique
					Douves	Paramphistomes	Strongles	
14	Allaitant	50% Aubrac X Charolais (IA) 50% Aubrac (MN + IA)	Novembre à Avril	Bovilis Bovigrip + Rotavec	Oui	Oui	Oui	Oui OBI 360 B / 50 bolus
15	Allaitant	Aubrac	Novembre à Mars	Non	Oui	Non	Oui	Oui, Bufflo Tonix Axion
16	Allaitant	Charolais + Aubrac	Décembre à Avril	Non	Non	Non	Non	Oui, Séliode
17	Allaitant	Salers	Décembre à Avril	Rotavec Corona	Oui	Oui	Oui	Oui, Vet cure
18	Allaitant	Charolais + Aubrac	40 automne 40 décembre à avril	Bovigen Scour	Non	Non	Non	Oui, Vet cure
19	Allaitant	Aubrac	Janvier à mai	Bovigen Scour	Oui	Oui	Oui	Oui, Vet cure
20	Allaitant	Aubrac	Janvier à mai	Bovigen Scour	Oui	Oui	Oui	Oui, Vet cure
21	Allaitant	Charolais + Aubrac	Janvier à avril	Bovigen Scour	Non	Non	Non	Oui, Vet cure
22	Allaitant	Aubrac	Juin - Juillet Février - fin mars	Bovilis Bovigrip	Oui	Oui	Non	Oui, Vet cure

## II. Statistiques descriptives

### II.1. Expression clinique des omphalites

L'âge moyen des veaux lors de la première visite (**V1**) était de **4,4 jours** ( $\pm 2.1$  jours) et de **11,1 jours** ( $\pm 2.4$  jours) lors de la deuxième visite (**V2**).

#### II.1.1. Diamètre de l'ombilic

Lors de la **V1**, 172 veaux sur 963 ont présenté un diamètre ombilical  $> 2$ cm (**18%**) et 141 sur 931 (**15%**) à la **V2**.

Le diamètre médian à **V1** et **V2** était de **2,3 cm** pour les veaux atteints d'une omphalite contre **1,4 cm** (1,3 cm à **V2**) pour ceux non atteints.

A **V1**, le **plus gros diamètre** ombilical était de **5,5 cm** parmi **ceux atteints** d'une omphalite contre **2 cm** pour **ceux non-atteints**, alors qu'à **V2** il était de **7,4 cm** parmi **ceux atteints** et de **2 cm** pour **ceux non-atteints** – *Figure 17*.

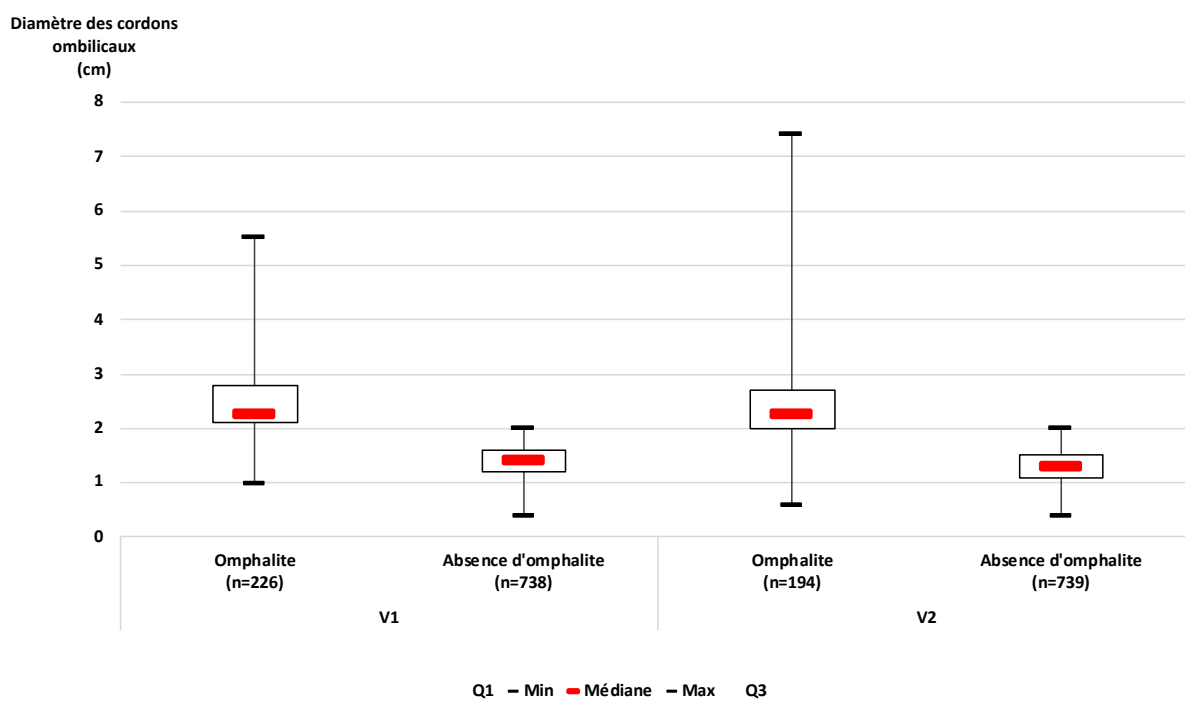


Figure 17 : Distribution des diamètres ombilicaux chez les veaux nouveau-nés en suivi (n=964 à la **V1** et n=933 à la **V2**)

#### II.1.2. Douleur à la palpation / pression

Lors de la **V1**, 115 veaux sur 964 ont présenté un retrait à la palpation / pression (PP – **12%**) et 64 sur 929 (**7%**) à la **V2**.



Sur 964 veaux, **12%** (n=111) ont présenté un retrait et **12%** (n=115) n'ont pas présenté de retrait à la PP alors qu'ils étaient atteints d'une omphalite à **V1**. En revanche, **aucun veau** non atteint d'omphalite n'a présenté de retrait à la PP à la **V1**.

Sur 929 veaux suivis à la **V2**, **7%** (n=64) ont présenté un retrait à la PP et **14%** n'en ont pas présenté alors qu'ils étaient atteints d'une omphalite. Tout comme à la **V1**, **aucun veau** n'a présenté de retrait à la PP alors qu'il était non atteint d'omphalite à la **V2**.

### II.1.3. État de l'ombilic externe

Lors de la **V1**, 23 veaux sur 963 avaient un ombilic humide, fibrino-supuré et/ou abcédé (**2%**) et 52 sur 931 (**6%**) à la **V2**.

**Soixante pourcent** des veaux qui étaient atteints d'une omphalite à **V1** (n=135/226) et **V2** (n=116/194), présentaient un cordon ombilical **sec** – *Figure 18*. A l'inverse, le cordon était **humide** pour **30%** des veaux ayant une omphalite à **V1** (n=68/226) et pour **12%** à **V2** (n=247/194) – *Figure 18*.

Un **exsudat fibrino-supuré** a été observé sur **4%** des veaux ayant une omphalite à **V1** (n=23/226) contre **20%** à **V2** (n=52/194) – *Figure 18*.

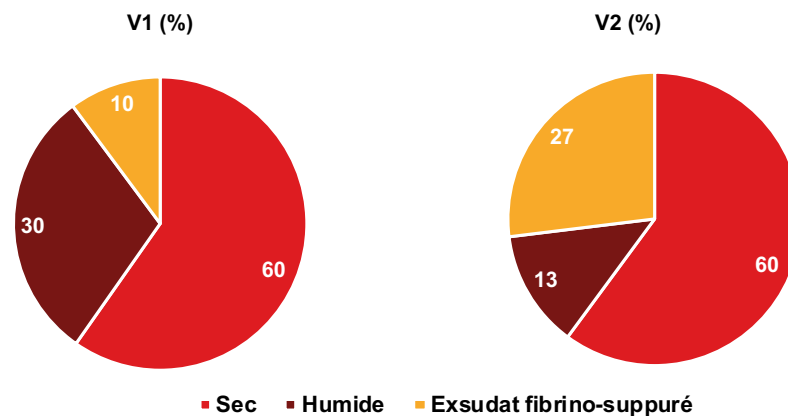


Figure 18 : Distribution de l'état de l'ombilic externe chez les veaux nouveau-nés atteints d'une omphalite (n=226 à **V1** et n=194 à **V2**), selon la période d'échantillonnage

**Soixante-dix-neuf pourcent** des veaux qui n'étaient pas atteints d'une omphalite à **V1** (n=582/737) et **V2** (n=708/731), présentaient un cordon ombilical **sec** – *Figure 18*. A l'inverse, le cordon était **humide** pour **21%** des veaux n'ayant pas une omphalite à **V1** (n=155/737) et pour **3%** à **V2** (n=23/731) – *Figure 18*.

Aucun veau n'a présenté d'**exsudat fibrino-supuré** à **V1** et à **V2** alors même qu'ils n'avaient pas eu d'omphalite.

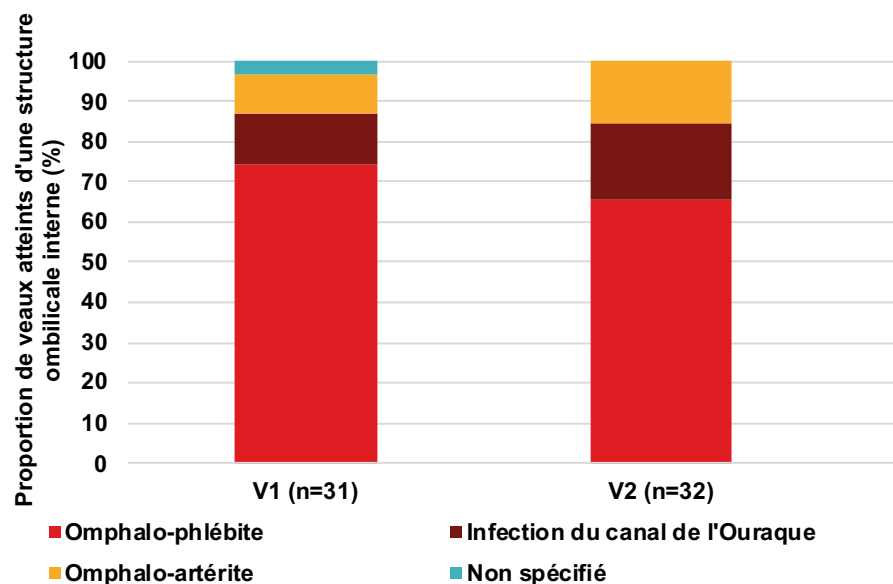
### II.1.4. Atteinte des structures ombilicales internes

Sur 963 veaux, 31 ont présenté une atteinte d'une structure ombilicale interne à la **V1 (3%)** contre 32 sur 931 à la **V2 (3%)**.

A la **V1**, sur les 31 veaux qui présentaient une omphalite interne, **74%** avaient une **atteinte de la veine** ombilicale (n=23), **13%** du canal de l'**Ouraque** (n=4), **10%** des **artères** ombilicales (n=3). Dans 3% des cas, la structure atteinte n'était pas renseignée (n=1) – *Figure 19*.

A la **V2**, sur les 32 veaux qui présentaient une omphalite interne, **66%** avaient une atteinte de la **veine** ombilicale (n=21), **19%** du canal de l'**Ouraque** (n=6), **16%** des **artères** ombilicales (n=5) – *Figure 19*.

Sur les deux visites, aucun veau ne présentait une atteinte de plusieurs structures ombilicales internes.



**Figure 19 : Fréquence de l'atteinte des différentes structures internes chez les veaux atteints d'omphalite.**

Sur les 31 veaux atteints d'une omphalite interne à la première visite, **11** en présentaient encore une à la deuxième visite (**35%**).

*A contrario*, **21** veaux sur 32 présentaient une omphalite interne à la deuxième visite alors qu'ils n'en présentaient pas à la première visite (**66%**).

En outre, **9** veaux présentaient une omphalite interne à la deuxième visite alors qu'une externe avait été diagnostiquée à la première visite (**28%**).

Parmi tous les veaux en suivi, seuls **9** ont subi une **intervention chirurgicale**. **Aucun** ne présentait d'**omphalite externe**, **deux** présentaient une **omphalo-artérite**, **deux autres** une **omphalo-ouraquite** et **cinq** une **omphalo-phlébite**.

Au total, **151 veaux** ont reçu un ou plusieurs traitements soit à la première, soit à la deuxième visite (**16%**).

### II.1.5. Prévalences des omphalites

Sur les 964 veaux, **23%** (n=226) présentaient une omphalite à la **V1**, dont 195 externes et 31 internes. Sur les 929 veaux suivis à la **V2**, **20%** (n=194) étaient atteints d'une omphalite, dont 162 externes et 32 internes.

Sur les 964 veaux suivis sur les deux visites, **34%** présentaient une omphalite à **V1 et/ou à V2** (n=326), **11%** présentaient une omphalite à **V1 et à V2** (n=112) ; **12%** à **V1 mais pas à V2** visite (n=121) ; **9%** à **V2 mais pas à V1** (n=93) ; et **66%** ne présentaient d'omphalite **ni à V1, ni à V2** visite (n=638) – *Figure 20*.

A **V1**, 151 veaux sur les 964 échantillonnés (15%) n'avaient pas de tige ombilicale, contre 382 (40%) à **V2**. En revanche, 24% (n=231) ont réellement tombé la tige ombilicale entre les deux visites.

Les prévalences des veaux atteints d'omphalites par visite (**V1** et **V2**) et par signe clinique (diamètre ombilical, état de l'orifice ombilical, douleur à la PP et atteinte d'une structure interne), sont résumées dans la *Figure 20*.

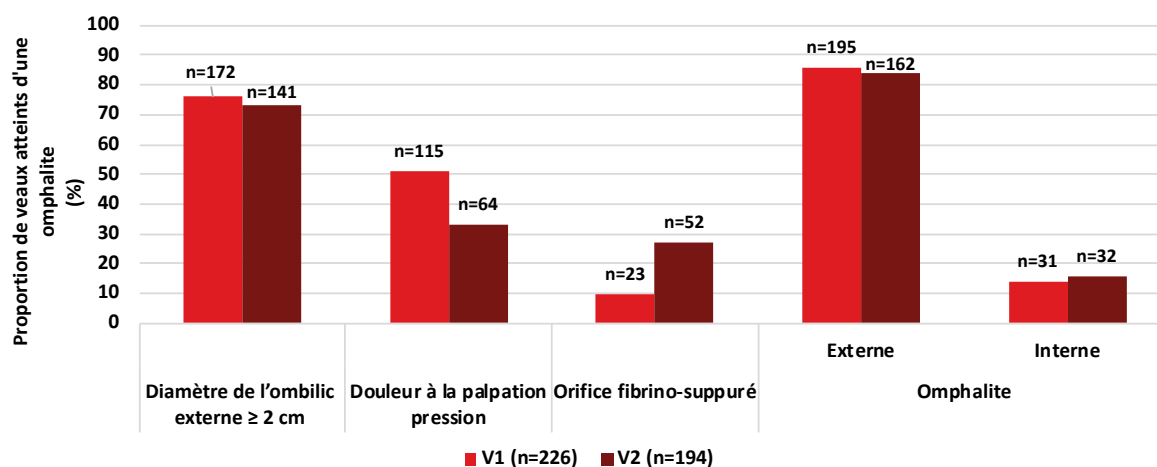


Figure 20 : Distribution des prévalences des signes cliniques ombilicaux par visite (**V1** et **V2**)

### II.1.6. Sensibilité, spécificité et valeurs prédictives des signes cliniques utilisés dans l'évaluation d'une omphalite

La mesure du diamètre ombilical (> à 2 cm) a les meilleures sensibilité et spécificité, comparativement aux autres signes cliniques ombilicaux considérés pour la détection des omphalites, avec **75%** et **100%** (**V1** et **V2** confondues), respectivement. De même, quant aux valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) avec **100%** et **93%** (**V1** et **V2** confondues), respectivement.

Les valeurs de sensibilité, spécificité et valeurs prédictives positives et négatives concernant la douleur à la palpation / pression, l'état de l'orifice ombilical externe et l'augmentation de volume des structures ombilicales internes sont rassemblées dans le *Tableau 8*.

**Tableau 8 : Valeurs des sensibilité, spécificité et valeurs prédictives positive et négative parmi les signes cliniques inclus dans le score des omphalite**

Code clinique	Douleur à la palpation / pression	État de l'orifice ombilical externe	Augmentation de volume des structures ombilicales internes
Sensibilité (%)	43	18	15
Spécificité (%)	100	100	100
VPP (%)	100	100	100
VPN (%)	86	81	81

## II.2. Omphalites et transfert de l'immunité passive

Sur les 964 veaux en suivi, **963 échantillons de sérums** ont été prélevés et analysés avec deux réfractomètres (un optique de Brix et un optique classique), afin d'évaluer le transfert de l'immunité passive.

De plus, **218 échantillons de colostrum** provenant de mères de la **clientèle de REM** ont été prélevés et analysés au réfractomètre de Brix. Parmi eux, 81 sont ont été prélevés dans l'élevage 1, 62 dans l'élevage 2, 14 dans l'élevage 3, 1 dans l'élevage 5, 44 dans l'élevage 6 et 16 dans l'élevage 8.

### II.2.1. Transfert de l'immunité passive

Sur les 963 veaux, **41%** avaient un **excellent** (n=399), **23%** un **bon** (n=224), **23%** un **intermédiaire** (n=217) et **13%** un **mauvais** transfert de l'immunité passive lorsque le sérum était analysé au réfractomètre Brix. Lorsque les protéines totales étaient estimées, les résultats étaient sensiblement semblables : **36%** des veaux ont bénéficiés d'un **excellent** transfert de l'immunité passive (n=347), **25%** d'un **bon** (n=237), **27%** d'un **intermédiaire** (n=258) et **12%** d'un **mauvais** (n=121) – *Figure 21*.

La **corrélation** entre ces deux variables était **excellente** : **r=0,94**.

Les résultats entre réfractomètre de Brix et optique étant corrélés et pour plus de simplicité, nous détaillerons dans cette partie uniquement les résultats des sérums analysés au réfractomètre de Brix. Les résultats obtenus au réfractomètre optique sont quant à eux présentés dans chacune des figures.

Concernant la qualité colostrale, sur les 218 échantillons analysés, **21%** étaient d'**excellente** qualité (n=46), **45%** étaient de **bonne** qualité (n=99), **28%** étaient de qualité **intermédiaire** (n=60) et **6%** était de **mauvaise** qualité (n=13).

Le coefficient de corrélation entre la qualité colostrale et le transfert de l'immunité passive était de **0,41** et **0,43**, respectivement entre % Brix sérum / %Brix colostrum et g/L de protéines totales sérum / % Brix colostrum – *Figure 21*.

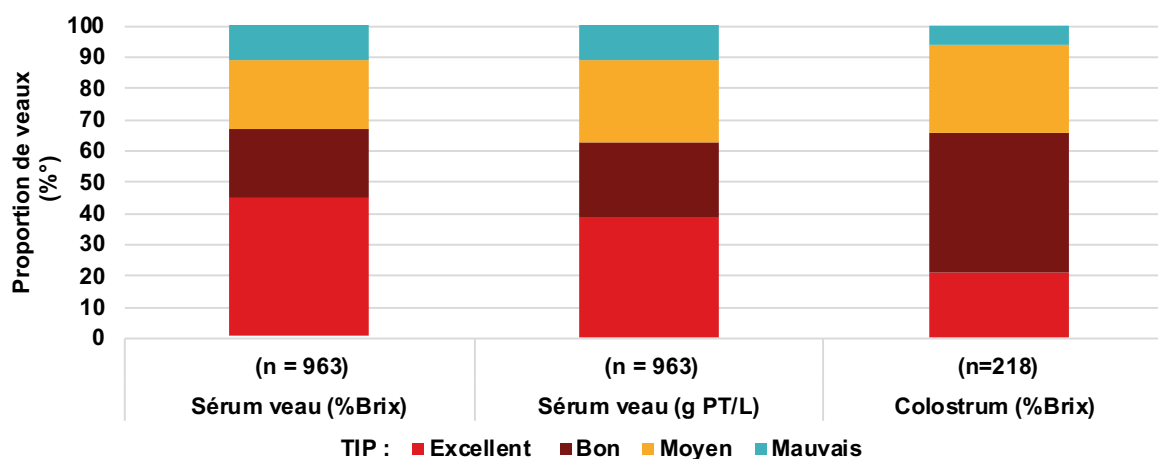


Figure 21 : Évaluation du transfert de l'immunité passive dans le sérum des veaux en suivi et estimation de la qualité colostrale de certaines mères

### II.2.2. Omphalite vs transfert de l'immunité passive

Les proportions de veaux ayant développé ou non une omphalite selon si le transfert de l'immunité a été excellent, bon, moyen ou mauvais sont présentées dans la *Figure 22*.

Sur 963 veaux analysés, **13 %** ont développé une omphalite (n=125) alors qu'ils ont bénéficiés d'un **excellent** transfert de l'immunité passive ; **8%** alors qu'ils ont eu un **bon** transfert (n=78) ; **8%** également alors qu'ils ont eu un transfert **intermédiaire** (n=75) ; et **5%** uniquement alors qu'ils ont eu un **mauvais** transfert (n=47).

A *contrario*, **28 %** n'ont pas développé d'omphalite (n=274) à la faveur d'un **excellent** transfert de l'immunité passive ; **15%** via un **bon** transfert (n=146) ; **15%** également bien qu'ils aient eu un transfert **intermédiaire** (n=142) ; et **8%** uniquement alors qu'ils ont eu un **mauvais** transfert (n=76).

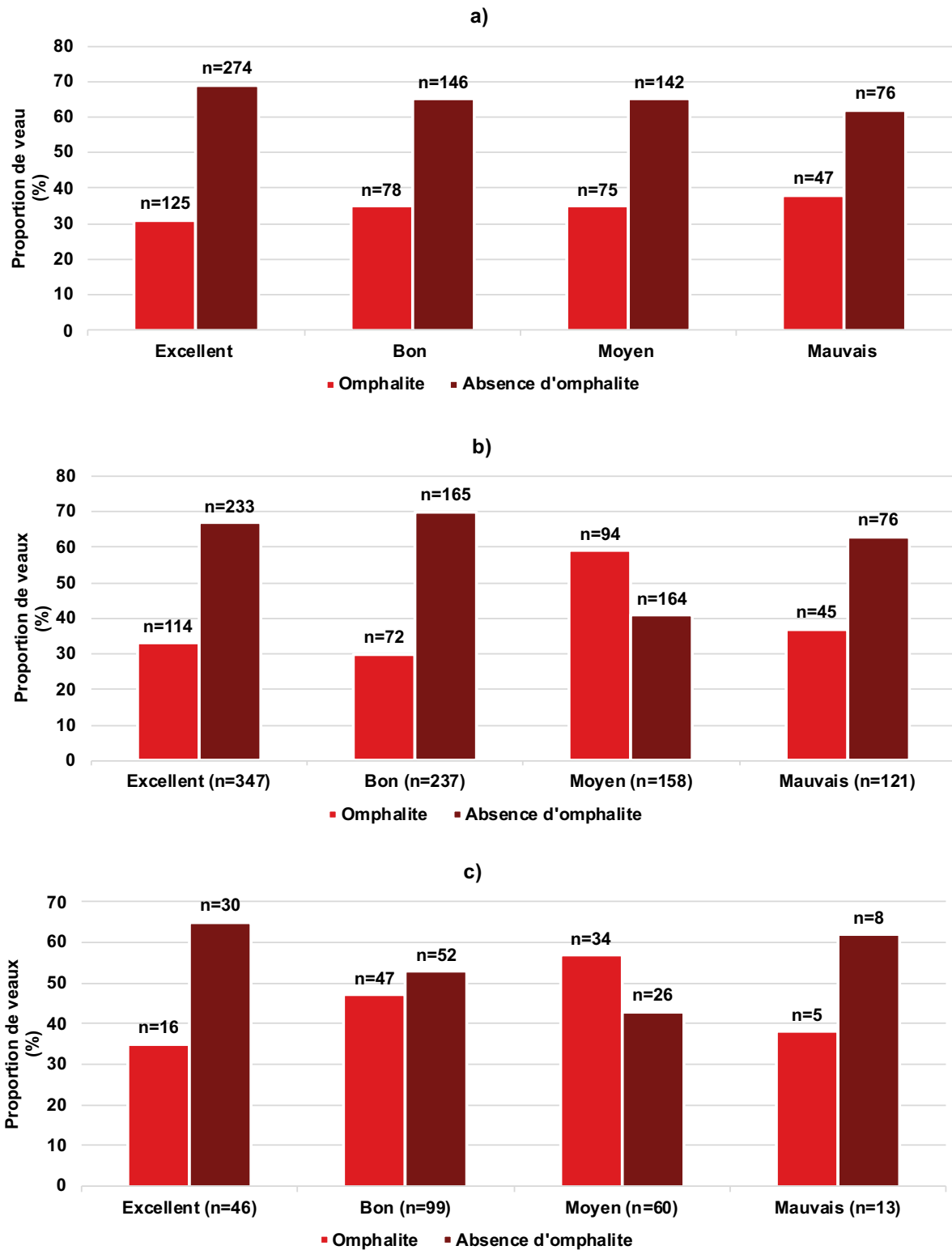


Figure 22 : Fréquences d'omphalites selon le transfert de l'immunité passive dans le sérum, évaluée au réfractomètre : a) optique Brix (%Brix) et b) optique classique (g de PT / L) ; et selon la qualité colostrale, évaluée au réfractomètre de Brix (%Brix)

Concernant la qualité colostrale, sur les 218 échantillons analysés, **7%** des veaux ont développés une omphalite bien que le colostrum fût d'**excellente** qualité (n=16), **22%** alors que la qualité était **bonne** (n=47), **16%** alors qu'elle était **intermédiaire** (n=34) et **2%** alors qu'elle était **mauvaise** (n=5).

A l'inverse, **14%** des veaux n'ont pas développés d'omphalite bien que le colostrum soit d'**excellente** qualité (n=30), **24%** alors que la qualité était **bonne** (n=52), **12%** alors qu'elle était **intermédiaire** (n=26) et **4%** alors qu'elle était **mauvaise** (n=8).

## II.3. Omphalites et autres facteurs de risque potentiels

### II.3.1. Sexe

Sur les 964 veaux inclus, **23 %** des individus ayant développé une **omphalite** sont des **mâles** (n=221) et **29%** des **femelles** (n=280). A l'inverse, **11%** n'ayant **pas** développé d'**omphalite** sont des **mâles** (n=105) et **37%** des **femelles** (n=358) – *Figure 23*.

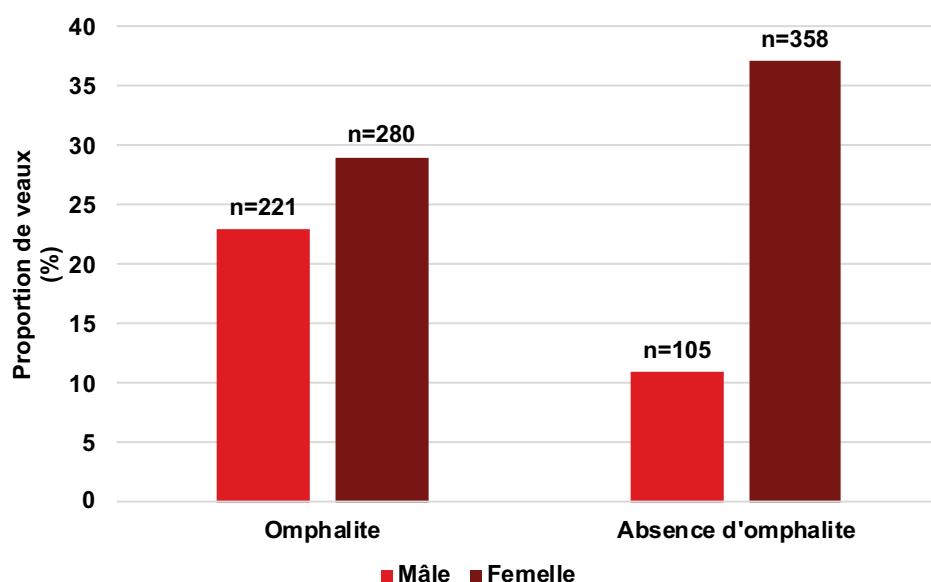


Figure 23 : Distribution des omphalites selon le sexe des veaux (n=964)

### II.3.2. Parité de la mère

Sur 964 veaux inclus, **6 %** des veaux en suivi ont développé une omphalite (n=54) alors qu'ils sont nés d'une mère primipare contre **28%** des veaux nés d'une mère multipare (n=270) ; et **13 %** des veaux en suivi n'ont pas développé d'omphalite (n=124) alors qu'ils sont nés d'une mère primipare contre **53%** des veaux nés d'une mère multipare (n=510).

Le détail de la distribution des omphalites par rang de vêlage est présenté *Figure 24*.

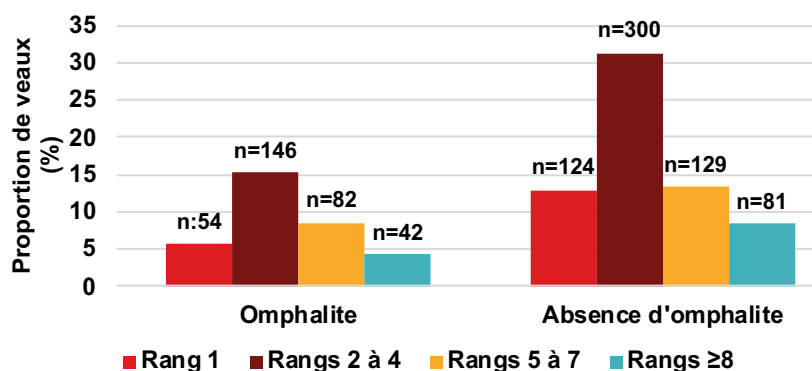


Figure 24 : Influence de la parité sur la prévalence d'omphalites

### II.3.3. Hygiène du lieu de naissance

Les données concernant les conditions de vêlage sont disponibles pour 960 veaux. Parmi eux, 7 % ont développé une omphalite (n=71) alors que leur mères ont vêlé à l'**attache** ; 3% alors qu'elles ont vêlé sur **aire paillée** (n=31) ; 23% alors qu'elles ont vêlé dans un **parc de vêlage** spécifique (n=223) ; et enfin 0% alors qu'elles ont vêlé au **champ** (n=0).

A l'opposé, 11% n'ont pas développé d'omphalite (n=106) alors que leur mère ont mis bas à l'**attache** ; 10% alors qu'elles ont mis bas sur **aire paillée** (n=95) ; 45% alors qu'elles ont mis bas dans un **parc de vêlage** spécifique (n=432) ; et enfin 0,2% alors qu'elles ont mis bas au **champ** (n=2).

La **prévalence d'omphalite est la plus importante** pour les veaux nés à l'**attache**, avec 40% de veaux, puis en parc de vêlage avec 34% et enfin en sur aire paillée avec 25% – Figure 25.

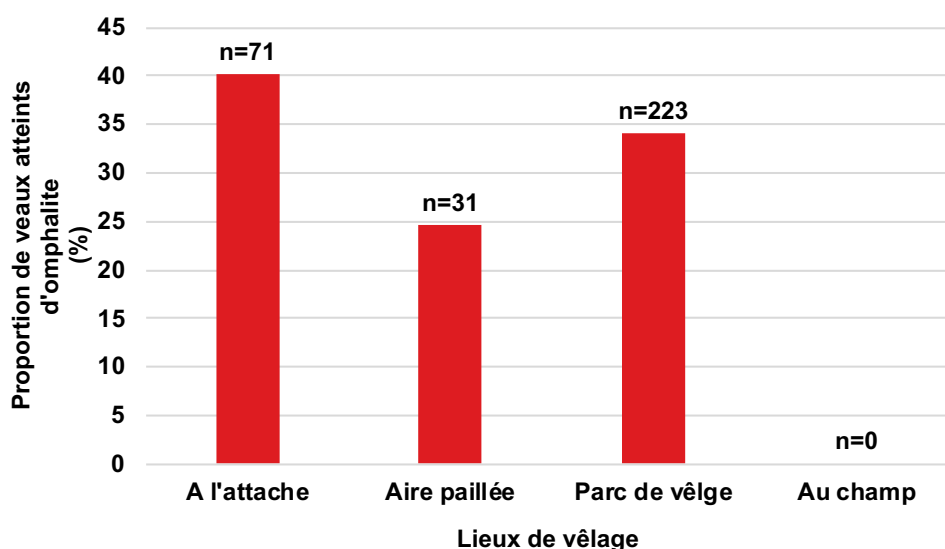


Figure 25 : Influence des lieux de vêlage sur la prévalence d'omphalite

Parmi les 780 veaux pour lesquels nous connaissions la propreté de la litière à la naissance, 17% ont présenté une omphalite (n=129) alors que la litière était **propre** ; 14% alors que la



litière était de **propreté moyenne** (n=109) ; et **2%** alors que la litière était **sale** (n=16). A l'inverse, **45%** n'ont pas présenté d'omphalite (n=349) alors que la litière était propre ; **15%** alors que la litière était de **propreté moyenne** (n=148) ; **4%** alors que la litière était **sale** (n=29). Nous disposons des informations concernant l'humidité de la litière à la naissance pour 775 veaux, parmi eux **14%** ont présenté une omphalite (n=109) alors que la litière était **sèche** ; **16%** alors que la litière était **moyennement sèche** (n=123) ; et **3%** alors que la litière était **humide** (n=22). Par ailleurs, **36%** n'ont pas présenté d'omphalite (n=334) alors que la litière était propre ; **22%** alors que la litière était de **propreté moyenne** (n=168) ; **9%** alors que la litière était **sale** (n=72).

La proportion de veaux atteints d'une omphalite est plus élevée lorsque la propreté et l'humidité du parc de vêlage est moyenne à pas optimale – *Figure 26*.

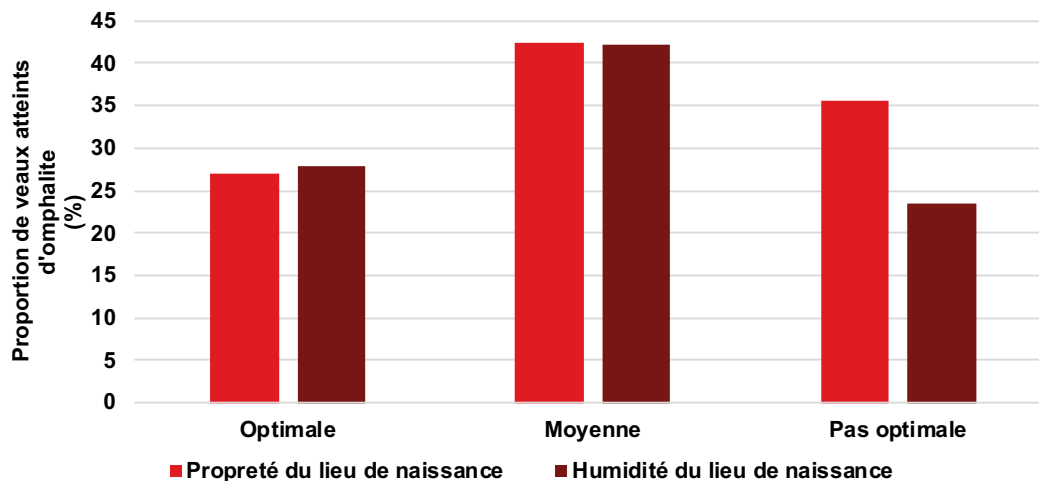


Figure 26 : Influence de la propreté (n=780) et l'humidité (n=775) du lieu de naissance sur la prévalence d'omphalite

#### II.3.4. Désinfection du cordon ombilical

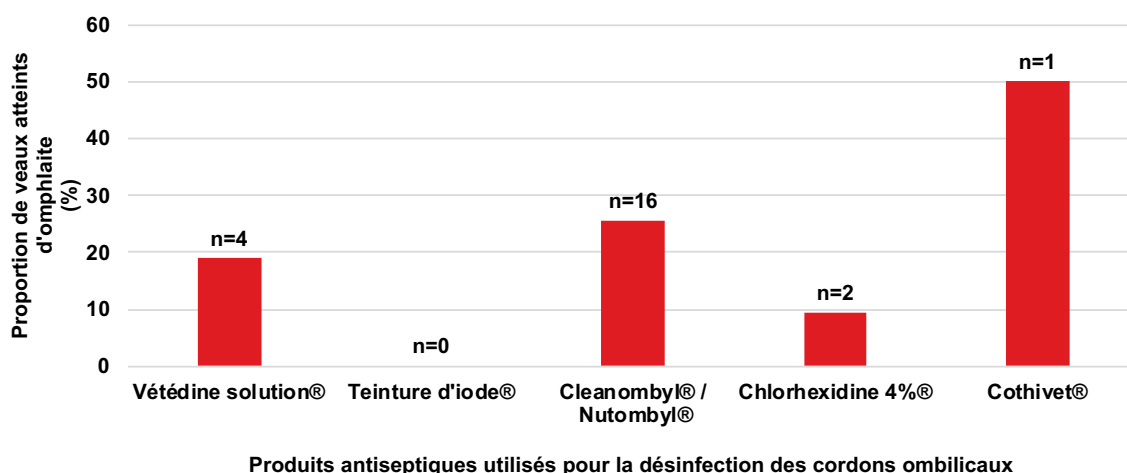
Sur les 960 veaux, **197** ont bénéficiés d'une **désinfection du cordon ombilical (20%)** et **763 n'en n'ont pas bénéficié (80%)**.

Sur les 197 qui ont bénéficié d'une désinfection, **22%** des veaux ont développé une **omphalite** (n=43). Enfin, sur les 763 veaux qui n'ont pas bénéficié d'une désinfection du cordon ombilical, **37%** des veaux ont développé une **omphalite** (n=282) – *Figure 32*.

Concernant les types de produits antiseptiques utilisés pour la désinfection des nombrils, **4%** des veaux ont développé une omphalite alors que leur cordon ombilical a été désinfecté avec de la **Vétédine Solution®** (n= 7/197) ; **0%** alors que le produit utilisé était de la **teinture d'iode®** (n=0/197) ; **16%** alors que le produit était du **Cleanombyl®/Nutombyl®** (n=32/197) ; **2%** alors que le produit était de la **Chlorehexidine®** (n=3/197) ; et **1%** alors que le produit

était du **Cothivet®** (n=1/197). De plus, **15%** des veaux n'ont pas développé d'omphalite alors que leur cordon ombilical a été désinfecté avec de la **Vétédine Solution®** (n= 30/197) ; **1%** alors que le produit utilisé était de la **Teinture d'iode®** (n=1/197) ; **47%** alors que le produit était du **Cleanombyl®/Nutombyl®** (n=93/197) ; **15%** alors que le produit était de la **Chlorehexidine®** (n=29) ; et **1%** alors que le produit était du **Cothivet®** (n=1/197).

La prévalence d'omphalite tend à être plus importante pour les veaux désinfectés avec des produits autres que la **Chlorhexidine solution 4%** – *Figure 27*.



**Figure 27 : Influence des produits antiseptiques utilisés pour la désinfection des cordons ombilicaux sur la prévalence d'omphalite**

### *II.3.5. Temps mis pour se lever après la naissance*

Sur les 785 veaux en suivi pour lesquels nous possédions les données concernant le temps mis pour se lever après la naissance, **19%** des veaux ont développé une **omphalite** (n=151) alors qu'ils étaient debout en **moins de 30 minutes** après la naissance ; **12%** alors qu'ils ont mis entre **30 minutes et 2h** après la naissance pour se lever (n=91) ; **2%** alors qu'ils ont mis entre 2 et 6h (n=16) ; **0,1%** alors qu'ils ont mis entre **6 et 12h** (n=1) ; et **0,6%** alors qu'ils ont mis **plus de 12h** (n=5). *A contrario*, **41%** des veaux n'ont **pas présenté d'omphalite** (n=323) alors qu'ils étaient debout en **moins de 30 minutes** après la naissance ; **22%** alors qu'ils ont mis entre **30 minutes et 2h** après la naissance pour se lever (n=170) ; **3%** alors qu'ils ont mis entre 2 et 6h (n=20) ; **0,6%** alors qu'ils ont mis entre **6 et 12h** (n=5) ; et **0,4%** alors qu'ils ont mis **plus de 12h** (n=3).

Les prévalences d'omphalites tendent à être plus élevées dès lors que le temps mis pour se lever après la naissance est important – *Figure 28*.

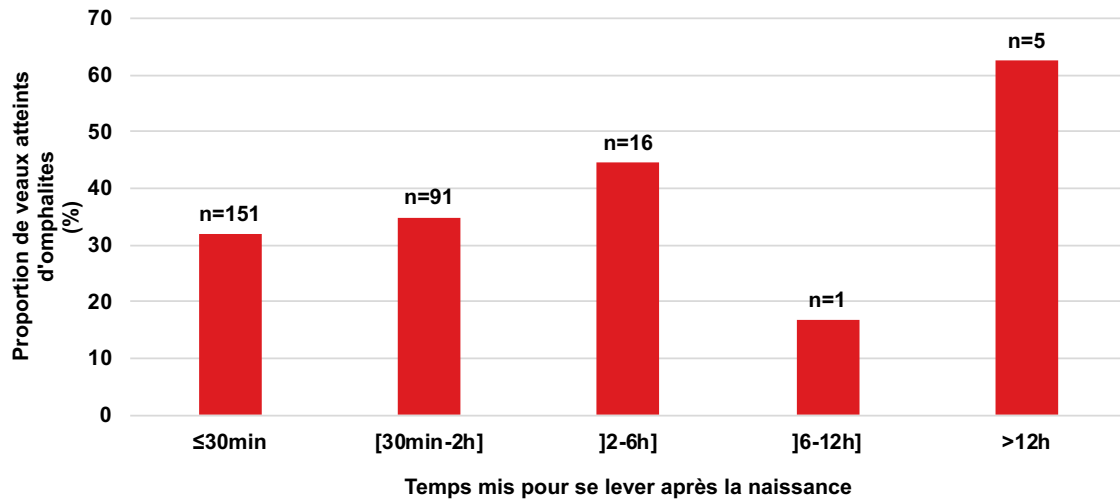


Figure 28 : Influence du temps mis pour se lever après la naissance sur la prévalence d'omphalite (n=151)

### II.3.6. Difficultés au vêlage

Parmi les 964 veaux pour lesquels nous connaissons l'aide apportée au vêlage, **22%** ont présenté une omphalite (n=281) alors que la mère a vêlé seule ; **2%** alors que l'aide apportée était **légère** (n=23) ; et **2%** alors que l'aide était **importante** (n=24 – vêluse ou intervention d'un vétérinaire). A l'inverse, **56%** n'ont pas présenté d'omphalite (n=544) alors que la mère a vêlé seule ; **6%** alors que l'aide apportée était **légère** (n=57) ; et **4%** alors que l'aide était **importante** (n=39 – vêluse ou intervention d'un vétérinaire).

L'aide au moment du vêlage n'est pas un facteur de risque d'omphalite – *Figure 29*.

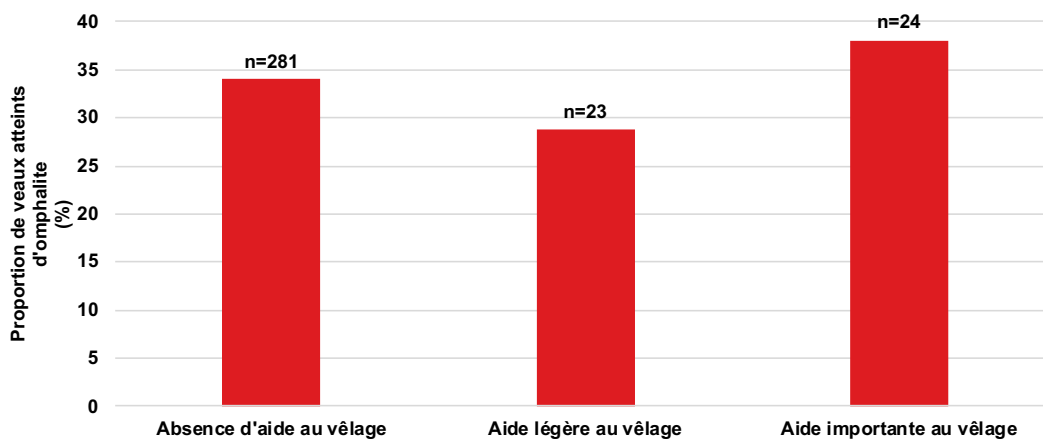


Figure 29 : Influence de l'aide au moment du vêlage sur la prévalence d'omphalite

Parmi les 962 veaux pour lesquels nous connaissons l'aide apportée au vêlage, **la longueur du cordon n'est pas influencée par l'assistance apportée au moment du vêlage** – Figure 30.

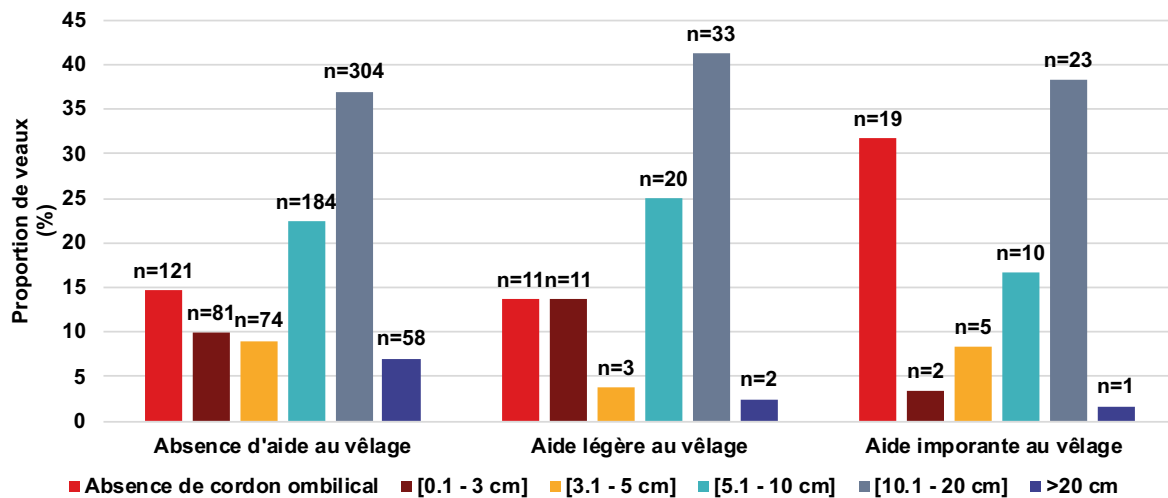


Figure 30 : Influence de l'assistance au moment du vêlage sur la longueur des cordons ombilicaux (n=962)

Sur les 771 veaux en suivi pour lesquels nous possédions les données concernant la position de la mère au moment du vêlage, **30%** des veaux ont développé une **omphalite** (n=235) alors que leur mère était **couchée** au moment de la mise-bas ; contre **4%** alors que leur mère était **debout** (n=27). A l'inverse, **59%** des veaux n'ont **pas présenté d'omphalite** (n=454) alors que leur mère était **couchée** au moment de la mise-bas ; contre **7%** alors que leur mère était **debout** (n=55).

La distribution des omphalites n'est pas impactée par la position de la mère au moment du vêlage – Figure 31.

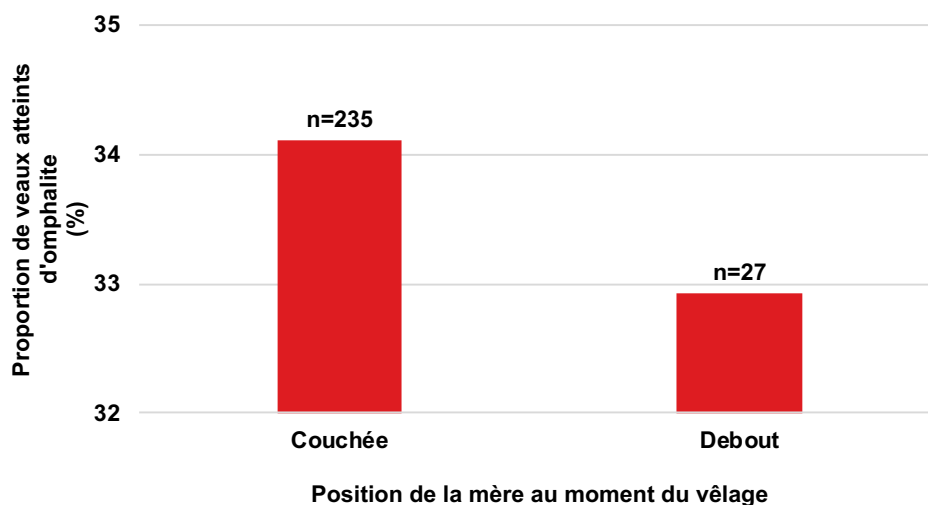


Figure 31 : Distribution des omphalites selon la position des mères des veaux en suivi (n=771) au moment du vêlage

### III. Statistiques analytiques

Les résultats présentés ci-après correspondent aux veaux ayant déclaré une omphalite à la première et/ou à la deuxième visite, afin de ne comptabiliser qu'une seule fois un veau comme ayant été atteint d'une omphalite.

#### III.1. Analyses univariées

L'analyse univariée du modèle linéaire généralisé révèle une **absence de risque significatif de survenue d'omphalite** ( $p\text{-value} > 0,05$ ) avec :

- ✚ le transfert de l'immunité passive dans le sérum estimé au réfractomètre de Brix,
- ✚ le transfert de l'immunité passive dans le sérum estimé au réfractomètre optique,
- ✚ la qualité colostrale estimée au réfractomètre de Brix,
- ✚ le temps qui sépare le premier repas (première tétée) du vêlage (< 2h, [2-6h], > 6h ou ne sait pas),
- ✚ le temps qui sépare le deuxième repas (deuxième tétée) du vêlage (> 6h, [6h-12h], > 12h ou ne sait pas),
- ✚ la fréquence d'administration du colostrum dans les 24 premières heures de vie du veau nouveau-né (2 fois, 3 fois ou libre accès),
- ✚ le type de litière au moment de la mise-bas (paille accumulée, béton, paille + nettoyage, paille + nettoyage + désinfection ou paille + nettoyage + désinfection + poudre asséchante),
- ✚ la position au moment de la parturition (debout ou couchée),
- ✚ l'aide au moment du vêlage (légère, modérée ou importante),
- ✚ si importante, le type d'intervention, lorsque l'aide était importante (césarienne ou extraction forcée),
- ✚ les soins prodigués au veau nouveau-né à la naissance (friction de la ligne du dos, eau froide derrière la nuque/dans les oreilles ou les deux associés),
- ✚ l'aide apportée au veau nouveau-né pour faciliter sa ventilation/oxygénation (suspendu par les postérieurs, dégagement des voies aériennes supérieures ou les deux associés),
- ✚ les traitements réalisés à la naissance du veau nouveau-né pour limiter le processus d'anoxie cérébrale (Candilat®, Dopram® ou les deux associés),
- ✚ le temps mis pour se lever depuis la naissance (< 30 min, [30 min-2 h], [2-6 h], [6-12h] ou > 12 h),
- ✚ le délai de séparation du couple mère / veau (immédiat ou différé),

- ✚ si différé, la durée de présence du veau avec sa mère après la naissance (< 24h, [24h-48h] ou > 48h),
- ✚ la supplémentation minérale ou vitaminique du veau nouveau-né, ainsi que la voie d'administration (entérale ou parentérale),
- ✚ le statut gémellaire du veau nouveau-né (oui ou non),
- ✚ la race du veau nouveau-né (Salers, Aubrac ou croisé).

A l'inverse, l'analyse monovariée du modèle linéaire généralisé révèle **un risque de survenue d'omphalite significativement plus élevé** ( $p$ -value <0,05) lorsque (les odds ratios de chaque variable sont répertoriés dans le *Tableau 9*) :

- ✚ le veau nouveau-né **est un mâle comparativement à s'il est une femelle**,
- ✚ le poids du **veau est > à 50 kg** comparativement à des veaux pesant moins de 50kg,
- ✚ la longueur du **cordon ombilical du veau à V1 est < 3 cm** comparativement à des veaux avec des diamètres supérieur,
- ✚ la longueur du **cordon ombilical du veau à V2 est < 3 cm** comparativement à des veaux avec des diamètres supérieur,
- ✚ le **lieu de vêlage est propre** comparativement à un lieu de vêlage très sale,
- ✚ le **lieu de vêlage est sec** comparativement à un lieu de vêlage moyennement humide et très humide,
- ✚ le **vêlage à lieu à l'attache ou au milieu d'une aire paillée comparativement à une mère qui met bas dans un parc dédié**. En revanche, il n'y a pas de différence significative lorsque le vêlage à lieu en parc dédié, sur aire paillée ou au champ,
- ✚ le **litière est propre** à la **V2** comparativement à une litière moyennement propre et à une litière sale,
- ✚ le **litière est sèche** à la **V2** comparativement à une litière moyennement sèche et à une litière humide,
- ✚ la mère est une **multipare comparativement à une primipare**,
- ✚ le **cordon n'a pas été désinfecté** comparativement à un cordon désinfecté,
- ✚ les **produits antiseptiques utilisés pour la désinfection du cordon sont soit du Cleanombyl®/Nutombyl®, Cothivet®, Vétédine solution®** comparativement à de la teinture d'iode® ou Chlorhexidine solution 4%®.

**Tableau 9 : Variables influençant significativement le risque d'omphalite, d'après l'analyse monovariée : facteurs, taille des populations, odds ratio, intervalles de confiance et p-value associés**

<b>Variabiles</b>	<b>Facteurs</b>	<b>n</b>	<b>Odds ratio</b>	<b>Intervalle confiance 95%</b>	<b>p-value</b>
<b>Lieu de vêlage</b>	Parc de vêlage	657	Référence		
	A l'attache	177	1,6	[1,02 ; 2,44]	0,0524
	Aire paillée	126	0,7	[0,55 ; 1,08]	0,3779
<b>Parité de la mère</b>	Primipare	178	Référence		
	Multipare	780	1,4	[0,86 ; 1,74]	0,0857
<b>Propreté lieu de vêlage</b>	Propre	478	Référence		
	Moyennement propre	257	NC	NC	0,154
	Sale	45	1,8	[0,78 ; 2,83]	0,0269
<b>Humidité lieu de vêlage</b>	Sec	443	Référence		
	Moyennement humide	291	1,8	[0,35 ; 1,89]	0,00327
	Humide	46	2,1	[0,63 ; 3,57]	0,00475
<b>Sexe du veau</b>	Femelle	463	Référence		
	Mâle	501	2,6	[2,08 ; 3,69]	5,8.10 <sup>-10</sup>
<b>Poids du veau à la naissance</b>	>50 kg	119	Référence		
	[20-30 kg[	23	0,2	[1,23 ; 24,71]	0,032
	[30-40 kg[	359	0,3	[3,28 ; 9,43]	1,13.10 <sup>-5</sup>
	[40-50 kg[	575	0,5	[1,31 ; 3,09]	0,000724
<b>Longueur du cordon ombilical à la <b>VI</b></b>	Absence de cordon	151	Référence		
	[0,1-1 cm[	0	NC	NC	0,56465
	[1-2 cm[	31	0,2	[0,92 ; 6,18]	0,00231
	[2-3 cm[	33	0,5	[0,76 ; 4,24]	0,1009
	[3-4 cm[	45	0,3	[1,71 ; 12,29]	0,00401
	[4-5 cm[	31	0,4	[0,92;6,18]	0,02099
	[5-10 cm[	220	0,5	[1,26;3,17]	0,00118
	[10-15 cm[	199	0,5	[1,23;3,13]	0,00149
	[15-20 cm[	166	0,5	[1,39;3,83]	0,01568
>20 cm	62	0,4	[0,69;2,45]	0,0078	

<b>Longueur du cordon ombilical à la V2</b>	0	128	Référence		
	[0,1-1 cm[	1	0,1	[0,00;0,00]	0,04183
	[1-2 cm[	21	0,5	[0,61;10,31]	0,1276
	[2-3 cm[	30	0,6	[1,85;16,05]	0,338782
	[3-4 cm[	27	0,3	[1,41;14,35]	0,080459
	[4-5 cm[	2	0,5	[1,10;14,89]	0,174424
	[5-10 cm[	160	0,4	[1,54;14,56]	0,000371
	[10-15 cm[	135	0,3	[1,65;12,23]	2,57.10 <sup>-6</sup>
	[15-20 cm[	103	0,6	[1,45;13,09]	0,086222
<b>Désinfection du cordon ombilical</b>	Oui	197	Référence		
	Non	767	2,3	[1,45;3,04]	0,005
<b>Propreté du logement des veaux à la V2</b>	Propre	671	Référence		
	Moyennement propre	229	1,6	[1,22;2,27]	0,0383
	Sale	30	2,8	[2,02;3,84]	0,0274
<b>Humidité du logement des veaux à la V2</b>	Sec	635	Référence		
	Moyennement humide	245	1,7	[1,12 ; 2,06]	0,01648
	Humide	50	3,2	[3,08 ; 3,84]	0,00472

### III.2. Analyses multivariées

Les résultats de l'analyse multivariée sont sensiblement identiques à ceux de l'analyse univariée. En effet, nous constatons l'**absence de risque significatif de survenue d'omphalite** ( $p\text{-value} > 0,05$ ) avec :

- ✚ le transfert de l'immunité passive dans le sérum estimé au réfractomètre de Brix,
- ✚ le transfert de l'immunité passive dans le sérum estimé au réfractomètre optique,
- ✚ la qualité colostrale estimée au réfractomètre de Brix,
- ✚ le temps qui sépare le premier repas (première tétée) du vêlage (< 2h, [2-6h], > 6h ou ne sait pas),
- ✚ le temps qui sépare le deuxième repas (deuxième tétée) du vêlage (> 6h, [6h-12h], > 12h ou ne sait pas),
- ✚ la fréquence d'administration du colostrum dans les 24 premières heures de vie du veau nouveau-né (2 fois, 3 fois ou libre accès),



- ✚ le type de litière au moment de la mise-bas (paille accumulée, béton, paille + nettoyage, paille + nettoyage + désinfection ou paille + nettoyage + désinfection + poudre asséchante),
- ✚ la position au moment de la parturition (debout ou couchée),
- ✚ l'aide au moment du vêlage (légère, modérée ou importante),
- ✚ le type d'intervention, lorsque l'aide était importante (césarienne ou extraction forcée),
- ✚ les soins prodigués au veau nouveau-né à la naissance (friction de la ligne du dos, eau froide derrière la nuque/dans les oreilles ou les deux associés),
- ✚ l'aide apportée au veau nouveau-né pour faciliter sa ventilation/oxygénation (suspendu par les postérieurs, dégagement des voies aériennes supérieures ou les deux associés),
- ✚ les traitements réalisés à la naissance du veau nouveau-né pour limiter le processus d'anoxie cérébrale (Candilat®, Dopram® ou les deux associés),
- ✚ le temps mis pour se lever depuis la naissance (< 30 min, [30 min-2 h], ]2-6 h], ]6-12h], ou > 12 h),
- ✚ le délai de séparation du couple mère / veau (immédiat ou différé)
- ✚ si différé, la durée de présence du veau avec sa mère après la naissance (< 24h, [24h-48h] ou > 48h),
- ✚ la supplémentation minérale ou vitaminique du veau nouveau-né, ainsi que la voie d'administration (entérale ou parentérale),
- ✚ le statut gémellaire du veau nouveau-né (oui ou non),
- ✚ la race du veau nouveau-né (Salers, Aubrac ou croisé),
- ✚ la longueur du cordon à **V1** et à **V2**,
- ✚ le type de produits antiseptiques utilisés pour la désinfection du cordon ombilical (Cleanombyl®/Nutombyl®, Cothivet®, Vétédine solution®, teinture d'iode® ou Chlorhexidine solution 4%®),
- ✚ la propreté du lieu de vêlage (propre, moyennement propre ou sale),
- ✚ le lieu de vêlage (à l'attache, parc de vêlage, aire paillée ou au champ),
- ✚ le rang de vêlage (primipares ou multipares).

A l'inverse, l'analyse multivariée du modèle linéaire généralisé révèle **un risque de survenue d'omphalite significativement plus élevé** ( $p$ -value <0,05) lorsque (les odds ratios de chaque variable sont répertoriés dans le *Tableau 10*) :

- ✚ le veau nouveau-né **est un mâle comparativement à s'il est une femelle**,
- ✚ le poids du **veau est > à 50 kg** comparativement à des veaux pesant moins de 50kg,

- ✚ le cordon n'a pas été désinfecté comparativement à un cordon désinfecté,
- ✚ le lieu de vêlage est sec comparativement : comparativement à un lieu de vêlage moyennement humide et très humide.

**Tableau 10 : Variables influençant significativement le risque d'omphalite, d'après l'analyse multivariée : facteurs, taille des populations, odds ratio, intervalles de confiance et p-value associés**

Variables	Facteurs	n	Odds ratio	Intervalle confiance 95%	p-value
<b>Désinfection du cordon ombilical</b>	Non	767	Référence		
	Oui	197	0,5	[0,33;0,69]	0,02349
<b>Humidité lieu de vêlage</b>	Sec	443	Référence		
	Moyennement humide	291	0,4	[0,29;0,55]	0,030477
	Humide	46	1,6	[0,69;2,57]	0,046572
<b>Poids du veau à la naissance</b>	>50 kg	119	Référence		
	[20-30 kg[	23	0,4	[1,23;24,71]	0,282691
	[30-40 kg[	359	0,5	[3,28;9,43]	0,021314
	[40-50 kg[	575	0,5	[1,31;3,09]	0,009072
<b>Sexe du veau</b>	Femelle	463	Référence		
	Mâle	501	2,1	[2,03;3,56]	0.0000129



**CHAPITRE V**  
**DISCUSSION GENERALE**



Nous avons suivi sur une saison de vêlage, 964 veaux répartis dans 22 élevages sur deux clientèles distinctes du Nord du département du Cantal. Les veaux étaient suivis de leurs premiers jours (entre 1 et 5 jours) jusqu'à maximum 12 jours d'âge. L'ensemble des élevages en suivi étaient en production allaitante (Salers, Aubrac, ou croisés : Salers/Charolais ou Aubrac/Charolais).

Parmi les 964 veaux suivis, 34% (n=326) ont déclaré une omphalite soit à la première, soit à la deuxième, soit aux deux visites. Peu d'études ont été menées sur la prévalence des omphalites, mais on retrouve généralement des taux inférieurs à 10% (40,107). Ce taux élevé d'omphalite montre la nécessité de prévenir cette affection.

Malgré certains biais maîtrisés, ce suivi de cohorte prospective nous a toutefois permis de mieux identifier et définir les facteurs de risque liés à l'occurrence d'omphalite, décrire leur expression clinique ainsi que la valeur diagnostique de chacun de ces signes.

## I. Un suivi avec des biais mais maîtrisés

Comme toutes les études réalisées sur le terrain dans des élevages allaitants, des difficultés inhérentes aux techniques d'élevage et à la multiplicité des naissances sur une courte période ont révélé certains biais.

Au total, 5 vétérinaires étaient mobilisés sur le terrain pour récolter des données. Malgré une présentation exhaustive de l'étude en amont de la phase d'échantillonnage, la récolte de données et de prélèvements n'a pas été totalement homogène, diminuant ainsi le nombre de veaux inclus. Nous avons notamment ciblé une troisième clientèle afin d'augmenter le nombre de veaux échantillonnés (44 veaux supplémentaires) et surtout la diversité des techniques d'élevage mais malheureusement nous ne disposons pas d'informations suffisantes pour cette sous-population d'étude (964 veaux inclus dans l'analyse statistique au total).

Par ailleurs, le choix des élevages a été réalisé sans *a priori* (historique ou non d'omphalite). Ainsi, les sous-populations d'étude pour certaines variables sont soit sous, soit surreprésentées (sexe, races, hygiène des lieux de mise-bas, désinfection des cordons ombilicaux, entre-autres) dans notre échantillon. En effet, tous les élevages n'ont pas la même gestion zootechnique au moment des naissances. C'est pourquoi nous avons considéré la variable « élevage » comme un effet aléatoire dans nos analyses statistiques uni et multivariées afin de s'affranchir de l'effet significatif que cette variable pourrait représenter dans notre étude.

Enfin, les éleveurs étaient libres de traiter un veau suspecté d'être atteint d'une omphalite. De fait, une dizaine de veaux avaient déjà reçu des traitements avant la première visite et ont de fait été exclus de l'étude. En revanche, seulement 151 sur 311 veaux ayant présenté une

omphalite ont reçu un traitement entre la première et la deuxième visite. Ceci explique probablement que des veaux présentaient des omphalites à la première visite et pas à la deuxième. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a évalué les fréquences d'échecs médicaux nécessitant le recours à la chirurgie sur une population d'étude de terrain. Une des perspectives à notre étude serait d'évaluer ce taux d'échec.

## **II. Un protocole standardisé mais chronophage**

Deux visites ont été réalisées pour chaque veau inclus, une entre 1 et 5 jours d'âge, et une autre 7 jours après la première. Une phase de test a été réalisée dans la clientèle de Saint-Flour sur vingt veaux et nous a permis de choisir de ne pas réaliser une troisième visite 7 jours après la deuxième, car aucun veau n'a déclaré de nouvelle omphalite au-delà de 12 jours d'âge, simplifiant ainsi un protocole de suivi déjà fastidieux.

La contention des veaux nouveau-nés était un facteur clé de la précision des mesures réalisées sur l'ombilic. Dès que celle-ci n'était pas optimale, les vétérinaires sur le terrain étaient contraints de multiplier les mesures afin de connaître avec exactitude les longueurs extra-abdominales de l'ombilic et de la tige ombilicale, et du diamètre de l'ombilic. De même, pour la palpation-pression des structures ombilicales internes et leurs mesures échographiques.

## **III. Définition de l'omphalite : simple mais exhaustive**

Nous avons fait le choix d'examiner quatre signes cliniques, de chacun les scorer entre 0 et 1 puis de les sommer afin d'obtenir un score global par veau. Nous avons considéré comme une omphalite tout score global supérieur ou égal à 1. Seule une étude a permis de catégoriser les veaux atteints d'omphalites à partir de scores cliniques généraux (température rectale, fréquence cardiaque et respiratoire, appétit, présence de toux et de diarrhée, atteinte articulaire...) sans se focaliser sur des signes locaux spécifiques d'omphalite (108). Une autre étude (109) réalisée sur 187 veaux, a comparé les signes d'inflammation ombilicale ante-mortem avec l'examen post-mortem du nombril. Parmi eux, 34,2 % avaient une omphalite. Cette étude a également montré qu'un diamètre ombilical supérieur à 1,3 cm ( $p < 0,001$ ), la présence d'écoulement ( $p < 0,001$ ), l'élévation de la température localement ( $p = 0,003$ ) et la présence d'une hernie ombilicale ( $p = 0,024$ ) étaient corrélés positivement au risque d'omphalite.

Concernant l'élévation de la température autour de l'ombilic, une étude (110) a montré que la température maximale de la région ombilicale latérale était de  $35,7\text{ °C} \pm 1,8$  sur les 20 veaux témoin (absence d'omphalite) et de  $37,0\text{ °C} \pm 1,1$  sur les 27 veaux atteints d'une omphalite, et que cette différence était significative ( $p = 0,002$ ). Néanmoins, la faible puissance statistique

de cette étude et la complexité de mesure de la température de la zone ombilicale sur le terrain, nous a amené à ne pas considérer ce signe clinique dans la définition d'une omphalite.

Parmi les 4 signes cliniques considéré dans notre étude, tout d'abord, le diamètre du cordon ombilical. Nous avons fait le choix d'être suffisamment discriminant en mettant un score égal à 1, dès lors que l'ombilic avait un diamètre  $> 2\text{cm}$  (mesuré avec un pied à coulisse). En effet, Watson et al. (58) considèrent qu'à partir de 7 jours d'âge, le diamètre ombilical moyen mesure environ 2 cm (par échographie). D'autres auteurs ont considéré comme une omphalite tout veau ayant un diamètre ombilical mesuré par échographie  $> 2,5\text{ cm}$  (6) ou  $> 3\text{ cm}$  (111). La sensibilité de cette méthode est la meilleure parmi les 3 autres signes cliniques considérés (75%).

Ensuite, concernant la douleur à la palpation pression nous avons scoré un retrait à un. Tous les auteurs s'accordent à dire qu'une omphalite s'accompagne systématiquement d'une douleur à la palpation (6,16,39,48,55). Toutefois, dans notre étude, la sensibilité de la méthode était que de 43%, suggérant un biais d'interprétation en cas de mauvaise contention du veau.

En outre, nous avons considéré comme une omphalite tout veau présentant une atteinte d'une structure ombilicale interne à la palpation / pression. Néanmoins, un consensus dans la littérature existe à ce sujet (6,18,39,48,55,111). La sensibilité de cette méthode était dans notre étude que de 15%, indiquant que la palpation des structures ombilicales peut s'avérer parfois complexe sans un entraînement régulier. En effet, cette évaluation était rendue plus difficile lorsqu'elle était réalisée debout, avec le poids des organes lié à la gravité, et aux âges variables entre les veaux. Enfin, le manque d'habitude de certains vétérinaire opérateur pouvait aussi introduire un biais supplémentaire. Toutefois, dès lors qu'une anomalie était détectée à la palpation / pression, une échographie était réalisée afin de confirmer notre suspicion et limiter le nombre de faux-positifs, permettant ainsi d'améliorer la sensibilité de la méthode (80%).

Concernant les structures ombilicales internes les plus atteintes, les études sont relativement unanimes sur la prévalence plus importante d'affections impliquant le canal de l'ouraques (40 à 70% des affections ombilicales). Les omphalites simples (20 à 40%) et les omphalo-phlébites (15 à 35%) arrivent en seconde position tandis que la proportion d'omphalo-artérites est moindre (2 à 5%). Les infections mixtes représentent quant à elles 20% des cas (31,109,112).

Enfin, nous avons fait le choix de ne pas considérer comme une omphalite tout nombril humide (à la première, comme à la deuxième visite). En effet, la gelée de Wharton se dessèche en 8 à 10 jours (18,19), ce qui permet ensuite au cordon de tomber dans les quelques jours qui suivent. Nous avons suivi les veaux jusqu'à 12 jours d'âge maximum. Ainsi, nous avons considéré que nous surestimerions les omphalites en attribuant un score de 1 à des veaux qui ont un cordon ombilical humide soit à la première, soit à la deuxième visite (notamment car certaines litières



étaient fortement humides à V1 et V2). Nous avons considéré comme une omphalite tout veau ayant uniquement un orifice ombilical externe fibrino-suppuré (34,55,111). La sensibilité était que de 18%, suggérant qu'il était parfois difficile de différencier sur le terrain un cordon humide, d'un cordon fibrino-suppuré. De plus, l'aspect de l'orifice ombilical est plus humide en cas d'omphalo-ouraquite, qu'en cas d'omphalo-artérite ou d'omphalo-phlébite. L'abcès extra-abdominal ou phlegmon au niveau de l'ombilic s'observe généralement plus tardivement dans la vie du veau car il est nécessaire qu'il y ait une persistance de l'inflammation pendant plusieurs semaines, avant un début de formation d'un foyer septique (58).

#### **IV. Des facteurs de risque liés aux omphalites cohérents mais qui peuvent interpeler**

A notre connaissance, aucun auteur n'a évalué sur une taille d'échantillonnage aussi importante le potentiel lien direct entre le transfert de l'immunité passive et le risque d'omphalite. Une méta-analyse de 2016 révèle le manque de données pour étudier le lien entre transfert de l'immunité et omphalites chez les veaux nouveau-nés (113). Ce travail de thèse est le premier à montrer qu'il n'existe pas de lien significatif entre un mauvais transfert de l'immunité passive et la survenue d'une omphalite. Néanmoins, les omphalites constituent la 3<sup>ème</sup> affection la plus fréquente chez les veaux nouveau-nés en élevage, après les affections respiratoires et les diarrhées néonatales. Pour ces deux autres pathologies, un lien certain existe entre mauvais transfert de l'immunité passive et occurrence de ces maladies (63,114,115). Bien que nous n'ayons pas étudié le lien direct entre omphalites et occurrence de ces maladies, l'ombilic constitue une porte d'entrée majeure pour les germes. Ces derniers seront alors à même de coloniser d'autres tissus favorisant ainsi le développement de diarrhées, de troubles respiratoires, d'arthrites..., et induisant des retards de croissance importants. Ainsi, le colostrum apporte des éléments nutritifs importants et notamment de l'énergie qui, même si le transfert immunitaire est insuffisant, peuvent aider le veau à se lever et à échapper aux souillures du cordon (discuté ultérieurement).

Dans notre étude, les veaux mâles étaient 2,6 fois plus à risque de développer une omphalite. Nous confirmons ce que d'autres auteurs avaient préalablement montré (20,39,48), sur l'importance du sexe dans le risque de développement d'omphalites. Certains auteurs considèrent que cette forte prévalence chez les mâles est très probablement causée par leur anatomie (48) ; le méat urétral est proche du cordon ombilical et une certaine humidité est maintenue au niveau du cordon. Au-delà de l'anatomie, un veau mâle naît souvent plus gros

qu'un veau femelle (116), le part peut être alors plus languissant et l'hypoxie/anoxie cérébrale ainsi que l'hypoglycémie sont alors potentiellement plus importantes. De fait, le nouveau-né met alors plus de temps à trouver de la vigueur pour essayer de se lever. Il reste alors plus longtemps au sol et favorise ainsi l'entrée des germes par le cordon, en restant plus longtemps au contact d'une litière « souillée ». Certains auteurs (41) ont également constaté que les veaux plus gros, issus de parts dystociques, nécessitent plus d'intervention au moment du vêlage et de fait des forces de tractions plus importantes sont appliquées sur leur membres. Il peut résulter de ces manipulations des douleurs ostéo-articulaires (117), qui ralentissent également le relever du veau. Dans notre étude, le nombre de vêlages dystociques nécessitant : l'intervention de l'éleveur était de 54 (dont 2 extractions forcées), et d'un vétérinaire était de 6 (dont 2 césariennes et 4 extractions forcées), sur 958 vêlages. Nous ne pouvons donc pas conclure quant au risque de survenue d'omphalite en cas de vêlage nécessitant une intervention importante, eu égard la faible taille de notre échantillon parmi la population d'étude. Néanmoins, un consensus existe dans la littérature entre vêlages dystociques et temps plus long mis par le veau pour se lever (117–119).

Nous avons également montré l'importance de l'hygiène du lieu de naissance. En effet, la propreté et l'état d'humidité de la litière sont deux facteurs majeurs de risque d'apparition d'omphalite. Comme nous l'avons évoqué précédemment, un veau qui reste couché sur une litière qui est sale et humide aura, de façon évidente, plus de chances que des germes environnementaux franchissent la barrière ombilicale. L'hygiène de la zone de vêlage est primordiale car nous avons montré qu'il existe 2,1 fois plus de risque de développer une omphalite si la litière est très humide et 1,8 fois plus si la litière est sale. Ce facteur de risque a déjà été montré précédemment dans une étude terrain (30). Cette dernière a également suggéré d'accorder une importance particulière à la désinfection du cordon et du nombril. Nos résultats montrent aussi qu'une désinfection adaptée réduit de 2,3 le risque d'apparition d'une omphalite. De même, le produit antiseptique utilisé pour la désinfection semble avoir son importance. La Chlorhexidine solution 4%® ou les produits à base d'iode tendent à réduire par 3 le risque d'occurrence d'omphalite comparativement aux autres produits classiquement retrouvés sur le terrain. Néanmoins, notre population d'étude manque de puissance. Une étude cas-témoin serait intéressante à mettre en place sur le terrain pour évaluer l'impact des techniques de désinfection, et pour comparer l'action de différents produits antiseptiques, sur le risque d'occurrence d'omphalite à plus grande échelle.

Notre étude a également permis de montrer que les veaux nés de mères multipares avaient 1,4 fois plus de risque de développer une omphalite comparativement aux veaux nés de mères primipares. Certains auteurs ont néanmoins démontré l'inverse sur des veaux laitiers, en indiquant que les veaux issus de mères de parité strictement inférieure à trois, sont plus à risque de développer des omphalites ( $p = 0,006$ ) comparativement aux veaux nés de mères avec un rang de vêlage supérieur. L'hypothèse la plus probable est que le vêlage sur les primipares se veut être souvent plus long du fait de leur anatomie (croissance pas complètement achevée, passage du bassin plus étroit), leur physiologie (séquences du vêlage plus longs), mais aussi dû à une mauvaise préparation au vêlage fréquente (ration *pré-partum* inadaptée, génisses trop grasses). De fait, le part est plus languissant sur une génisse et favorise la naissance de veaux « mous » (51).

Notre étude a été menée uniquement sur des veaux allaitants. Bien que le poids à la naissance et le risque de dystocie soient plus importants que pour des veaux laitiers (120), les vaches de race Salers et Aubrac étudiées ici présentent rarement des vêlages dystociques (121). En effet, le diamètre de leur filière pelvienne associé à des poids de veaux homogènes à la naissance (dans notre étude, la moyenne était de 43,2 kg et la médiane de 43 kg), limitent ce risque (122). Notre étude révèle qu'au-delà de 50 kg le risque d'omphalite est significativement plus élevé (0,5 fois plus de risque qu'entre 40 et 50kg à la naissance). Certains auteurs ont montré qu'aucun lien entre le poids et le risque d'omphalite n'existait (48), et *a contrario* une étude (6) a mis en évidence une corrélation linéaire entre le poids et le risque d'omphalite.

De plus, les omphalites impacteraient également la croissance et la performance future des bovins : une étude (7) a montré que les veaux atteints d'omphalites sont susceptibles de perdre 100 g de GMQ dans les 3 premiers mois de vie. Cela peut également impacter l'âge au 1<sup>er</sup> vêlage et les performances futures d'une vache puisqu'une autre étude (123) a permis de montrer qu'un gain de GMQ de 100 g avant sevrage induit une augmentation de la production laitière en 1<sup>ière</sup> lactation de 155 kg.

A notre connaissance, aucune étude n'avait été menée jusqu'à présent sur l'influence du diamètre de l'ombilic et la longueur du cordon ombilic, sur les omphalites. La longueur du cordon ombilical, porte d'entrée pour les germes, est dans notre étude un facteur de risque significatif d'omphalite. Les veaux ayant une longueur de cordon inférieure à 3 cm ont en moyenne 2,3 fois plus de risque de développer une infection ombilicale. Plusieurs facteurs peuvent expliquer la présence d'un cordon court : léchage excessif de la mère autour de la zone

ombilicale, se rompt naturellement trop proche de l'ombilic à la naissance, arrachage manuel (surtout lors de césarienne), ou cordon trop long et le veau à tendance à y marcher dessus et à se l'arracher. Nous avons pu constater que les cordons ombilicaux avaient tendance à être plus longs lorsque le part se déroulait sans intervention humaine. De fait, le cordon se rompt généralement naturellement à une longueur supérieure à 3 cm, limitant ainsi le risque de développer une omphalite. Selon de nombreux vétérinaires, un cordon long est plus à risque, car il a plus de chance d'être au contact du sol et donc d'être contaminé. De nombreux éleveurs pensent au contraire, que les cordons courts ou arrachés sont plus à risque car la gaine du cordon n'est plus présente pour protéger les vestiges ombilicaux et donc la contamination s'effectue plus rapidement.

Dans notre étude, parmi les 86 veaux qui ont eu un cordon supérieur à 20 cm, 18 ont développés une omphalite (21%). On peut supposer que les cordons très longs sont plus difficiles à désinfecter (à cause de la surface à tremper ou asperger), qu'ils sont également plus au contact de la litière souillée, sur lesquels il est plus facile de marcher et de fait plus à risque d'arrachement.

**Il semble donc que les gros veaux mâles nés de femelles multipares, ayant subi un vêlage difficile, avec un cordon court et non désinfecté soient nettement plus à risque d'omphalite.**

**Sur la base de nos résultats et de nos observations, des recommandations pour la prise en charge des ombilics au moment de la mise-bas et en post-partum, sont proposées ci-après.**

## Principales recommandations

- ✚ Naissance dans un box de mise-bas propre et sec (pas de sciure), avec de la paille fraîche.
- ✚ Naissance dans un box dédié uniquement aux mises-bas, nettoyé/désinfecté le plus régulièrement possible (idéalement après chaque vêlage, sinon au moins une fois par semaine).
- ✚ Assurer une bonne hygiène des litières des lots de veaux jusqu'à 15 jours d'âge (sec et propre).
- ✚ Intervenir lors du vêlage avec des mains propres (ou avec des gants) et du matériel propre (et uniquement si besoin).
- ✚ Ne pas arracher manuellement le cordon, ne pas mettre de pansement, ni ligaturer le cordon.
- ✚ Désinfecter les nombrils, (en vidageant le sang présent dans le cordon), et en respectant préalablement des règles de bases d'hygiène (mains propres ou gants)
- ✚ Fréquence de désinfection : 1 à 2 fois par jour pendant 3 à 5 jours, si conditions d'hygiène dégradées en élevage, si incidence élevée des nombrils et si veau mou ou souvent couché.
- ✚ Privilégier la Chlorhexidine 4% ® ou les produits iodés (bien qu'irritants) en tant que produit désinfectant.
- ✚ Donner rapidement le colostrum après la naissance (idéalement dans les 6 premières heures de vie) et en quantité suffisante (idéalement 200 g d'IgG, soit 4 L en deux prises sur les 6 premières heures de vie).
- ✚ Surveiller plus spécialement les nombrils des veaux mâles.
- ✚ Surveiller les nombrils des veaux nés de vêlages dystociques ou de mères multipares.
- ✚ Contrôler régulièrement le nombril avec des mains propres (ou des gants), même après une éventuelle inflammation ayant guéri (*a minima* pendant les 15 premiers jours de vie).
- ✚ Intervenir à temps en cas d'inflammation du nombril : désinfecter / appeler le vétérinaire traitant pour envisager un traitement médical et/ou chirurgical, si besoin.
- ✚ Écarter systématiquement de l'élevage les animaux qui ont souffert d'une hernie ombilicale.

**CHAPITRE VI**

**CONCLUSION**



L'omphalite est une pathologie majeure en élevage bovin, puisqu'il s'agit de la troisième infection néonatale la plus courante. Elle peut représenter jusqu'à 8% de la mortalité des veaux. L'incidence entre les élevages est variable, et les pertes économiques peuvent être dramatiques.

La prévention qui passe par la connaissance des facteurs de risque, est encore imparfaite, car peu étudiée. En effet, la prévention des omphalites reste essentielle, notamment quand on considère que 34% des veaux de notre étude sont affectés, alors qu'ils constituent la principale source de revenus de l'élevage.

Notre étude nous a permis de déterminer que d'autres facteurs que le sexe pouvaient influencer le développement des omphalites. Certains de ces facteurs sont intrinsèques, comme la longueur ou encore le diamètre du cordon ombilical à la naissance. Hormis une meilleure surveillance des animaux, ou éventuellement explorer le volet génétique, nous n'avons aucun moyen d'action pour les prévenir.

En outre, nous pouvons agir sur trois facteurs extrinsèques : la désinfection des nombrils, et l'hygiène du lieu de vêlage ainsi que des lots de veaux ensuite. En effet, en élevage allaitant, les vêlages sont groupés et la pression infectieuse est d'autant plus importante à ces périodes, qu'en élevage laitier où les vêlages sont plus étalés sur l'année. C'est pourquoi, privilégier une case de vêlage individuelle serait préférable pour la santé du veau comme de la mère.

D'après notre étude, bien qu'aucun lien direct entre omphalite et transfert de l'immunité n'a été montré, l'importance d'une prise colostrale adaptée (quantité, qualité, fréquence) semble essentielle, ne serait-ce que pour apporter les anticorps nécessaires à une protection optimale des veaux nouveau-nés dans leurs premiers jours de vie, mais également pour apporter l'énergie et les vitamines essentielles à un bon démarrage.

En outre, il n'existe toujours pas de vaccin spécifique contre les pathogènes à l'origine des omphalites, notamment à cause de leur grande diversité. Toutefois, il a été remarqué que les éleveurs qui vaccinaient les mères contre les principaux germes à l'origine des entérites néonatales afin de limiter leur incidence avaient également moins d'infections ombilicales que les éleveurs qui ne vaccinaient pas. Bien que peu d'études aient été menées à ce sujet (124) et que nous n'ayons pas montré de lien direct entre prise colostrale et omphalites, deux raisons pourraient expliquer ces observations :

- les bactéries responsables des infections ombilicales sont souvent d'origine digestive et contaminent le cordon ombilical des veaux en étant excrétées dans l'environnement. En



limitant le portage grâce à la vaccination, l'excrétion chez les mères est diminuée et le cordon ombilical des veaux est moins exposé aux bactéries,

- ✚ certaines bactéries, les coliformes notamment, sont impliquées à la fois dans les infections ombilicales et dans les entérites néonatales du veau. Par transfert colostrale, la vaccination des mères permet donc aussi de renforcer l'immunité générale des veaux à l'encontre de ces bactéries. Cela permet à nouveau de mettre en évidence l'intérêt d'un transfert colostrale qualitatif et quantitatif. Ainsi, réduire l'incidence des infections ombilicales grâce à la vaccination des mères s'inscrirait dans la volonté de réduction de l'usage des antibiotiques selon le plan EcoAntibio 2 (2017-2022) et l'approche « One Health », et constituerait donc une piste intéressante à étudier dans les années à venir.

Enfin, pour compléter les données de cette étude, il serait également intéressant de préciser le potentiel lien entre omphalite et sensibilité à l'apparition de maladies intercurrentes (bronchopneumonies, diarrhées, septicémie) ; ou encore le lien entre le transfert de l'immunité passive et la capacité des veaux à lutter contre d'autres maladies, tout en étant atteint d'une omphalite.



**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**



1. Sartelet A. Les omphalites chez le veau. Journées Nationales de la SNGTV. Nantes. 4 au 6 mai 2018;1-15.
2. Hides SJ, Hannah MC. Drying times of umbilical cords of dairy calves. *Australian Veterinary Journal*. 2005;83(6):371-373.
3. Mahendran SA, Booth R, Beekhuis L, Manning A, Blackmore T, Vanhoudt A, et al. Assessing the effects of weekly preweaning health scores on dairy calf mortality and productivity parameters: cohort study. *Veterinary Record*. 2017;24(1):1-17.
4. Hathaway SC, Bullians JA, Johnstone AC, Biss ME, Thompson A. A pathological and microbiological evaluation of omphalophlebitis in very young calves slaughtered in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*. 1993;41(4):166-170.
5. Miessa LC, Silva AA, Botteon RCCM, Botteon PTL. Morbidity and mortality by umbilical cord inflammation in dairy calves. *A Hora Veterinaria*. 2003;16-18.
6. Wieland M, Mann S, Guard CL, Nydam DV. The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(1):513-524.
7. Virtala A, Mechor GD, Gröhn YT, Erb HN. The effect of calfhoo diseases on growth of female dairy calves during the first 3 months of life in New York State. *Journal of Dairy Science*. 1996;79(6):1040-1049.
8. Svensson C, Linder A, Olsson O. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal of Dairy Science*. 2006;89(12):4769-4777.
9. Donovan GA, Dohoo IR, Montgomery DM, Bennett FL. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine*. 1998;34(1):31-46.
10. Renaud DL, Kelton DF, LeBlanc SJ, Haley DB, Duffield TF. Calf management risk factors on dairy farms associated with male calf mortality on veal farms. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(2):1785-1794.
11. Anderson, D.E. Surgical diseases of the Neonate. *Proceedings of the World Buiatrics Congress, Québec, Canada*. 2004;34:12.
12. Barone R. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome quatrième. Splanchnologie II. Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. Paris : Editions Vigot. 2001. p. 896.

13. Lischer C, Steiner A. Ultrasonography of umbilical structures in calves. Part I: Ultrasonographic description of umbilical involution in clinically healthy calves. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 1993;135(8):221-230.
14. Smith BP. Large animal internal medicine. 4ième Edition. Etats-Unis: Mosby. 2009;978-979.
15. Bélanger A-M. Echographie de l'ombilic chez le veau. *Bulletin Bimestriel de la Société des Vétérinaires Praticiens de France*. 2008;92(2):31-34.
16. Baird AN. Umbilical surgery in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2008;24(3):467-477.
17. Virtala AM, Mechor GD, Gröhn YT, Erb HN. Morbidity from nonrespiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1996;208(12):2043-2046.
18. Vaissaire, J. Guide pratique des maladies du veau. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 2017;171(1), 63-65.
19. Mulon P-Y, Desrochers A. Surgical abdomen of the calf. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2005;21(1):101-132.
20. Bohy A, Chastant-Maillard S. Traitement chirurgical de la hernie ombilicale chez le veau. *Le Point Vétérinaire*. 2000; Numéro spécial : Chirurgie des bovins et des petits ruminants (31):715-718.
21. Chastant-Maillard S. Conduite à tenir devant une masse ombilicale chez le veau. *Le Point Vétérinaire*. 1998;29(195):49-56.
22. Hassel D, Tyler J, Tucker R, Sondhof A. Urachal abscess and cystitis in a calf. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1995;9(4):286-288.
23. Trent A, Smith D. Pollakiuria due to urachal abscesses in two heifers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1984;184(8):984-986.
24. Dugharme N, Smith D, Koch D. Small intestinal obstruction caused by a persistent round ligament of the liver in a cow. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1982;180(10):1234-1236.
25. Lopez M, Markel M. Umbilical artery marsupialization in a calf. *The Canadian Veterinary Journal*. 1996;37(3):170-171.
26. Baxter GM. Umbilical masses in calves: diagnosis, treatment, and complications. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 1989;11(4): 505–513.

27. Nouvel M. Pathologie ombilicale du veau: évaluation de la valeur prédictive de l'outil échographique et correspondance entre images échographiques, palpation abdominale et observations chirurgicales. Thèse de Doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT. 2015;94 p. [https://oatao.univ-toulouse.fr/15141/1/Nouvel\\_15141.pdf](https://oatao.univ-toulouse.fr/15141/1/Nouvel_15141.pdf)
28. Abbas M, Nasir A, Kashif M, Ijaz F, Nasir MA, Riaz MQ, et al. Surgical treatment of omphalocele with intestinal evisceration in cow calf of Sahiwal: A case report. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 2021;35(4):745-748.
29. Naik SG, Ananda KJ, Rani BK, Kotresh AM, Shambulingappa BE, Patel SR. Navel ill in newborn calves and its successful treatment. *Veterinary World*. 2011;4(7):326.
30. Mee JF. Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2008;24(1):1-17.
31. Grover WM, Godden S. Efficacy of a new navel dip to prevent umbilical infection in dairy calves. *The Bovine Practitioner*. 2011;70-7.
32. Veron M. Contribution à l'étude des infections ombilicales et de leur traitement. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon 1 : VetAgro Sup. 1975;61p.
33. Blood DC, Radostits OM, Henderson JA, Arundel JH, Gay CC. Diseases of the alimentary tract. II. *Veterinary medicine*. English language book society and Balliere-Tindall, Eastbourne, England; 1983;239-46.
34. Knight HD, Hietala SK, Jang S. Antibacterial treatment of abscesses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1980;176(10):1095-8.
35. Smith DF. Clinical assessment and surgical management of umbilical masses in calves. *The Bovine Practitioner*. 1985;82-84.
36. World Health Organization. Résumé: surveillance des facteurs de risque des maladies non transmissibles: l'approche "STEPwise" de l'OMS; 2001.
37. Waldner CL, Rosengren LB. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *The Canadian Veterinary Journal*. 2009;50(3):275.
38. Faradonbeh YK, Faradonbeh MK. Evaluate the risk factors umbilical cord bacterial infection in calves in Shahrekord city. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2016;4(2):162-166.
39. Pietremont JL. Affections ombilicales du veau. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*. 1994;1:25-31.

40. Bohy A, Moissonnier P. Pathologie ombilicale chez les veaux charolais: étude rétrospective sur 115 cas opérés. *Le Point vétérinaire*. 1990;22(131):27-35.
41. Savournin J. Essai de chirurgie ombilicale sur le jeune veau. *Bulletin de la Société des Vétérinaires Praticiens de France*. 1968;52(7):429-436.
42. Kiliç N, Yaygingül O, Derincegöz R. Surgical correction of umbilical disease in calves: a retrospective study of 95 cases. *Van Veterinary Journal*. 2005;16(2):35-38.
43. Herrmann R, Utz J, Rosenberger E, Doll K, Distl O. Risk factors for congenital umbilical hernia in German Fleckvieh. *The Veterinary Journal*. 2001;162(3):233-240.
44. Ron M, Tager-Cohen I, Feldmesser E, Ezra E, Kalay D, Roe B, et al. Bovine umbilical hernia maps to the centromeric end of Bos taurus autosome 8. *Animal Genetics*. 2004;35(6):431-437.
45. Erdoğan HM, Ünver A, Çitil M, Güneş V, Arslan MÖ, Tuzcu M, et al. Dairy farming in Kars district, Turkey: III. Neonatal calf health. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2009;33(3):185-192.
46. Uystepruyst C. Néonatalogie bovine: Intérêt des procédures de nursing du veau nouveau-né. *Le Point Vétérinaire*. 2002;33(230):50-54.
47. Mailland-Lagrace A-S. Utilisation de l'échographie dans les omphalites des veaux. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon 1 : VetAgro Sup. 2005;115p.
48. Lemaire C. Etude bibliographique et clinique des facteurs de risque des omphalites chez le veau. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon 1 : VetAgro Sup. 2014;126p.
49. Moscuza C, Milicich H, Alvarez G, Gutierrez B, Nahum M. Calving assistance influences the occurrence of umbilical cord pathologies treated surgically in calves. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2014;38(4):405-408.
50. Bozukluhan K, Merhan O, Ogun M, Kurt B, Cihan M, Erkilic EE, et al. Investigation of haptoglobin, serum amyloid A, and some biochemical parameters in calves with omphalitis. *Veterinary World*. 2018;11(8):1055.
51. Nicol J-M. Vêlage, complications du vêlage, maladies des nouveau-nés et colostrum. *France agricole*. Paris, France. 2018;129-130.
52. Aydogdu U, Guzelbektes H. Effect of colostrum composition on passive calf immunity in primiparous and multiparous dairy cows. *Veterinárni Medicína*. 2018;63(1):1-11



53. Chamorro MF, Cernicchiaro N, Haines DM. Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(2):1378-1387.
54. Buczinski S, Desrochers A, Brugere-Picoux J. Etude clinique hospitalière de cas de pathologie ombilicale. Comparaison de l'échographie et de la palpation. *Actualités en pathologie bovine*. Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort (ed). 2003;99-108.
55. Maillard R, Nouvel M, Cesbron N, Belbis G. Echographie ombilicale du veau : l'essentiel. *Le Point vétérinaire*. n° Spécial : Les indispensables en pratique rurale. 2017;80-83.
56. Ravary B. Echographie de l'ombilic chez le veau. *Le Point Vétérinaire*. 2003;94-97.
57. Estienne B, Arcangioli M-A, Le Grand D. Echographie ombilicale chez le veau. 2011;(318):52-55.
58. Watson E, Mahaffey MB, Crowell W, Selcer BA, Morris DD, Seginak L. Ultrasonography of the umbilical structures in clinically normal calves. *American Journal of Veterinary Research*. 1994;55(6):773-780.
59. Steiner A, Lejeune B. Ultrasonographic assessment of umbilical disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2009;25(3):781-794.
60. Bouckaert JH, DeMoor A. Surgical treatment of umbilical infections in calves. *The Veterinary Record*. 1965; 77:771-774.
61. Robert M, Touzot-Jourde G, Nikolayenkova-Topie O, Cesbron N, Fellah B, Tessier C, et al. Laparoscopic evaluation of umbilical disorders in calves. *Veterinary Surgery*. 2016;45(8):1041-1048.
62. Milon A. Ontogénèse du système immunitaire et immunité néonatale. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*. 1986;4:53-66.
63. Maillard R. Immunité, diarrhée, vaccination. *Journées Nationales de la SNGTV*. Autin, France. 5 au 7 mai 2000;5-19.
64. Levieux D. Transmission de l'immunité colostrale chez le veau. *Le Point Vétérinaire*. 1984;16:33-38.
65. Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM. Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2000;14(6):569-77.
66. McGee M, Earley B. Passive immunity in beef-suckler calves. *Animal*. 2019;13(4):810-25.

67. Butler JE. Bovine immunoglobulins: A review. *Journal of Dairy Science*. 1969;52(12):1895-1909.
68. Larson BL, Heary Jr HL, Devery JE. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*. 1980;63(4):665-671.
69. Le Jan C. Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. *Veterinary Research*. 1996;27(4-5):403-417.
70. Raboisson D, Schelcher F, Foucras G. Les cellules du colostrum : quel rôle dans la défense du veau nouveau-né. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*. 2008;13-17.
71. Besser TE. Concentrations of passively acquired IgG1 antibodies in the intestinal lumen of the neonatal calf. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 1993;38(1-2):103-112.
72. Schelcher F, Bichet H, Valarcher J-F, Foucras G, Bouisset S. Les vaccinations contre les gastro-entérites diarrhéiques du veau nouveau-né : que peut-on en attendre ? *Le Point Vétérinaire*. 1998;29(189):35-42.
73. Logan EF, Stenhouse A, Ormrod DJ, Penhale WJ. The role of colostral immunoglobulins in intestinal immunity to enteric colibacillosis in the calf. *Research in Veterinary Science*. 1974;17(3):290-301.
74. Salmon H. Colostrum et immunité passive du jeune ruminant. *Troubles digestifs du veau pré-ruminant*, Ed. Navetat H. Société Française de Buiatrie, Paris, France. 1999;202-10.
75. Nonnecke BJ, Waters WR, Goff JP, Foote MR. Adaptive immunity in the colostrum-deprived calf: response to early vaccination with *Mycobacterium bovis* strain bacille Calmette Guerin and ovalbumin. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(1):221-239.
76. Guy MA, McFadden TB, Cockrell DC, Besser TE. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1994;77(10):3002-3007.
77. Pritchett LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD. Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1991;74(7):2336-2341.
78. Burton JL, Kennedy BW, Burnside EB, Wilkie BN, Burton JH. Variation in serum concentrations of immunoglobulins G, A, and M in Canadian Holstein-Friesian calves. *Journal of Dairy Science*. 1989;72(1):135-149.
79. Méniissier F, Levieux D, Sapa J, Gigaret H, Zafindrajaona PS. Maternal genetic determinism of colostral passive immunity in the newborn calf of Charolais breed. 38ième réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie. Lisbonne, Portugal. 8 au 11 octobre 1987. p. Inconnu.

80. Tyler JW, Hancock DD, Parish SM, Rea DE, Besser TE, Sanders SG, et al. Evaluation of 3 assays for failure of passive transfer in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1996;10(5):304-7.
81. Odde KC. Survival of the neonatal calf. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1988;4(3):501-8.
82. Tyler JW, Hancock DD, Parish SM, Rea DE, Besser TE, Sanders SG, et al. Evaluation of 3 assays for failure of passive transfer in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1996;10(5):304-307.
83. Muggli NE, Hohenboken WD, Cundiff LV, Kelley KW. Inheritance of maternal immunoglobulin G1 concentration by the bovine neonate. *Journal of Animal Science*. 1984;59(1):39-48.
84. Smith KL, Schanbacher FL. Hormone induced lactation in the bovine. I. Lactational performance following injections of 17 $\beta$ -estradiol and progesterone. *Journal of Dairy Science*. 1973;56(6):738-743.
85. Stott GH, Fellah A. Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *Journal of Dairy Science*. 1983;66(6):1319-1328.
86. Dardillat J, Trillat G, Larvor P. Colostrum immunoglobulin concentration in cows: relationship with their calf mortality and with the colostrum quality of their female offspring. *Annales de Recherches Vétérinaires*. 1978;9(2):375-384.
87. Oudar, J., Larvor P., Dardillat J. and Richard Y. L'immunité d'origine colostrale chez le veau. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 1976;127:1309.
88. Serieys F. Le colostrum de vache, bien le connaître pour mieux l'utiliser. Ed. Smithkline Beecham. Ploufragan, France. 1993;88.
89. Fourichon C, Seegers H, Beaudeau F. Élevage des veaux et risques de mortalité et de troubles de santé en exploitations laitières. *Rencontres Recherches Ruminants - 3R*. Paris, France. 6 au 8 décembre 1996;3:143-148.
90. Vallet A. La visite d'élevage dans les cas des maladies des jeunes veaux. *Journées Nationales de la SNGTV*. Angers, France. 10 au 12 mai 1995;3:209-218.
91. Perino LJ, Wittum TE, Ross GS. Effects of various risk factors on plasma protein and serum immunoglobulin concentrations of calves at postpartum hours 10 and 24. *American Journal of Veterinary Research*. 1995;56(9):1144-1148.
92. Hoerlein AB, Jones DL. Bovine immunoglobulins following induced parturition. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1977;170(3):325-326.

93. Sauter SN, Roffler B, Philipona C, Morel C, Rome V, Guilloteau P. Intestinal development in neonatal calves: effects of glucocorticoids and dependence on colostrum feeding. *Neonatology*. 2004;85(2):94-104.
94. Kruse V. Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. *Animal Science*. 1970;12(4):619-626.
95. Snodgrass DR, Fahey KJ, Wells PW, Campbell I, Whitelaw A. Passive immunity in calf rotavirus infections: maternal vaccination increases and prolongs immunoglobulin G1 antibody secretion in milk. *Infection and Immunity*. 1984;28(2):344-349.
96. Kersting K. Neonatal disease and passive transfer of immunity. *Proceeding of the Society for Theriogenology*. 1998;44-47.
97. Morin DE, Nelson SV, Reid ED, Nagy DW, Dahl GE, Constable PD. Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2010;237(4):420-8.
98. Ventorp M, Michanek P. The importance of udder and teat conformation for teat seeking by the newborn calf. *Journal of Dairy Science*. 1992;75(1):262-268.
99. Besser TE, Garmedia AE, McGuire TC, Gay CC. Effect of colostrum immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science*. 1985;68(8):2033-7.
100. Matte JJ, Girard CL, Seoane JR, Brisson GJ. Absorption of colostrum immunoglobulin G in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science*. 1982;65(9):1765-70.
101. Michanek P, Ventorp M, Weström B. Milk intake before first colostrum in newborn dairy calves. Effect on intestinal transmission of macromolecules. *Journal of Dairy Science*. 1990;73(2):480-3.
102. Brignole TJ, Stott GH. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *Journal of Dairy Science*. 1980;63(3):451-6.
103. Deelen SM, Ollivett TL, Haines DM, Leslie KE. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2014;97(6):3838-3844.
104. Vandeputte S, Detilleux J, Rollin F. Comparison of four refractometers for the investigation of the passive transfer in beef calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2011;25(6):1465-1469.

105. Ben Romdhane S, Khiari D, Makram J, Romdane M, Louzir H, M'Bazaa A. Estimation du transfert des immunoglobulines colostrales par la recherche de l'activité de la GGT et des protéines sériques chez le veau nouveau-né. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 1997;148(7):627-632.
106. Lombard J, Urie N, Garry F, Godden S, Quigley J, Earleywine T, et al. Consensus recommendations on calf-and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(8):7611-7624.
107. Bricout C, Lemaire C, Deville-Larderat R, Arcangioli M-A. Omphalitis risk factor evaluation in charolais breed. *European Buiatric Congress*. Bilbao, Espagne; 4 au 6 octobre 2017.
108. Yanmaz LE, Dogan E, Okumus Z, Kaya M, Hayirli A. Estimating the outcome of umbilical diseases based on clinical examination in calves: 322 cases. *Israel Journal of Veterinary Medicine*. 2017;72(2):40-44.
109. Steerforth D-D, Van Winden S. Development of clinical sign-based scoring system for assessment of omphalitis in neonatal calves. *Veterinary Record*. 2018;182(19):549-549.
110. Shecaira CL, Seino CH, Bombardelli JA, Reis GA, Fusada EJ, Azedo MR, et al. Using thermography as a diagnostic tool for omphalitis on newborn calves. *Journal of Thermal biology*. 2018;71:209-211.
111. Bricout C. Étude des facteurs de risque d'omphalites chez les veaux en élevage allaitant. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon 1 : VetAgro Sup. 2017;93p.
112. Maillard, R, Boulouis H. Transferts d'immunité chez les espèces domestiques d'intérêt vétérinaire. *Journées Nationales de la SNGTV*. Nantes, France. 11 au 13 mai 2001;19-25.
113. Raboisson D, Trillat P, Cahuzac C. Failure of passive immune transfer in calves: a meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PloS One*. 2016;11(3):e0150452.
114. Al-Alo KZK, Brujeni GN, Lotfollahzadeh S, Moosakhani F, Gharabaghi A. Correlation between neonatal calf diarrhea and the level of maternally derived antibodies. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2018;19(1):3.
115. Ames TR. Dairy calf pneumonia: the disease and its impact. *Veterinary Clinics of North America: Food animal Practice*. 1997;13(3):379-391.
116. Fitch JB, McGilliard PC, Drumm GM. A study of the birth weight and gestation of dairy animals. *Journal of Dairy Science*. 1924;7(3):222-233.

117. Barrier AC, Haskell MJ, Birch S, Bagnall A, Bell DJ, Dickinson J, et al. The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *The Veterinary Journal*. 2013;195(1):86-90.
118. Frombaum C. Le veau sans réflexe de succion: étude clinique et thérapeutique. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon 1 : VetAgro Sup. 2015;148p.
119. Houwing H, Hurnik JF, Lewis NJ. Behavior of periparturient dairy cows and their calves. *Canadian Journal of Animal Science*. 1990;70(2):355-362.
120. Meijering A. Dystocia and stillbirth in cattle - A review of causes, relations and implications. *Livestock Production Science*. 1984;11(2):143-77.
121. Guedon L, Saumande J, Desbals B. Relationships between calf birth weight, prepartum concentrations of plasma energy metabolites and resumption of ovulation postpartum in Limousine suckled beef cows. *Theriogenology*. 1999;52(5):779-89.
122. Cook BR. A comprehensive analysis of pelvic measurements in beef cattle. Montana State University-Bozeman, College of Agriculture; 1991.
123. Soberon F, Van Amburgh ME. Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*. 2013;91(2):706-12.
124. Barde C. Vacciner les vaches réduit-il les omphalites ?, *La semaine vétérinaire*. 2020; 1840(1):23-27. Disponible à l'adresse : <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/la-semaine-veterinaire/article/n-1840/vacciner-lesvaches-reduit-il-les-omphalites.html>.

## **ANNEXES**





## TABLE DES ANNEXES

<b>Annexe I :</b> Document de consentement éclairé-----	<b>- 131 -</b>
<b>Annexe II :</b> Fiche de recueil des renseignements généraux sur l'exploitation et les traitements préventifs réalisés sur les mères-----	<b>- 133 -</b>
<b>Annexe III :</b> Fiche de recueil des commémoratifs remplie pour chaque veau lors de leur inclusion dans l'étude (entre 1 et 5 jours d'âge – visite 1) -----	<b>- 135 -</b>
<b>Annexe IV :</b> Fiche de suivi des omphalites et des affections secondaires pour chaque veau inclus dans l'étude (visites 1 et 2) -----	<b>- 139 -</b>
<b>Annexe V :</b> Grille de notation de l'hygiène des litières des parcs de vêlage et des lots de veaux -----	<b>- 143 -</b>
<b>Annexe VI :</b> Description des variables explicatives et de leur facteur, et expression du pourcentage de données manquantes par variable -----	<b>- 145 -</b>



## Annexe I : Document de consentement éclairé



## ÉTUDE TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE ET RISQUES D'OMPHALITE 2020 - 2021

Les objectifs de cette étude sont : (1) de confirmer ou infirmer les facteurs de risques associés à l'occurrence d'infections du cordon ombilical chez les veaux nouveau-nés, et (2) d'évaluer le lien entre le transfert d'immunité passive et le risque d'omphalite. Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de thèse vétérinaire réalisé par un étudiant de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, en collaboration avec les cliniques vétérinaires de Riom-ès-Montagnes, Argentonnay et de Saint-Flour.

### Prélèvements réalisés chez les éleveurs volontaires pour participer à l'étude

Un prélèvement de sang sera réalisé par le vétérinaire traitant de l'élevage sur les veaux nouveau-nés entre 1 et 5 jours d'âge (visite 1), en accord avec le propriétaire. La prise de sang permettra d'évaluer la concentration d'anticorps d'origine maternels (immunoglobulines totales) présents dans le sérum des veaux. Cette concentration sera indicative d'un transfert d'immunité passive de la mère à son veau *via* l'ingestion de colostrum au cours de ses 24 à 72 premières heures de vie.

Un prélèvement de colostrum sera également réalisé sur chaque mère le jour du vêlage afin d'évaluer la qualité colostrale à l'aide d'un réfractomètre de Brix, et de la corréler aux titres en anticorps d'origine maternels détectés dans le sérum des veaux nouveau-nés.

Les résultats de l'étude vous seront communiqués gratuitement par courrier (délai prévu : automne 2021).

Je soussigné(e), Madame, Monsieur .....,  
résidant .....

autorise les responsables de l'étude à utiliser les informations recueillies au cours de cette campagne d'échantillonnage.

J'ai bien noté que l'ensemble des informations seront confidentielles et que je dispose d'un droit d'accès, de modification et/ou de retrait des données me concernant à tout moment de l'étude ; et que ces résultats seront conservés de manière totalement anonyme, dans le respect de la vie privée.

Le droit d'accès s'exerce auprès de :

- Dr. Herman Nicolas, Les Mazets, 15400 Riom-ès-Montagnes, Tél : 04 71 78 03 93, Email : n.herman@envt.fr
  - Dr. Perrot Florent, ZAC Montplain Allauzier, 15100 Saint-Flour, Tél : 04 71 60 12 32, Email : flo.perrot@hotmail.fr
  - Dr. Herry Vincent, 16 Avenue du Général de Gaulle, 79150 Argentonnay, Tel : 05 49 65 70 14
- Email : vincentherry86@gmail.com

Fait le.....

à.....



23 chemin des Capelles  
31300 Toulouse



## Annexe II : Fiche de recueil des renseignements généraux sur l'exploitation et les traitements préventifs réalisés sur les mères

### Etude omphalite/immunité passive – 2020 - 2021

#### Élevage

- Nom :
- Code Ferme :
- Adresse :

#### I. Renseignements sur l'exploitation

- Caractéristiques de l'exploitation
  - Elevage :
    - Allaitant
    - Mixte
  - Race :
  - Nombre de vêlages / an :
  - Saisonnalité des vêlages :

#### II. Renseignements sur la prévention des mères

<b>Vaccination</b>	<input type="checkbox"/> Oui Si oui, préciser type et date : ..... <input type="checkbox"/> Non
<b>Traitement antiparasitaire</b>	Douve <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non  Paramphistomes <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non  Strongles <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<b>Complémentation minérale/vitaminique</b>	<input type="checkbox"/> Oui Si oui, préciser type et date : ..... <input type="checkbox"/> Non



**Annexe III : Fiche de recueil des commémoratifs remplie pour chaque veau lors de leur inclusion dans l'étude (entre 1 et 5 jours d'âge – visite 1)**

Nom de la clinique (RM/SF/A) – numéro d'élevage (1,2,3....) – numéro boucle veau (4 chiffres)	-	-
--	---	---

Feuille 1

## I. Renseignements généraux

<b>Mère</b>	
• N° identification (10 chiffres)	
• Race	
• Rang de vêlage	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 et +

<b>Veau</b>	
• N° identification (10 chiffres)	
• Date de naissance	
• Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle <input type="checkbox"/> Femelle
• Jumeau	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• Race	
• Poids estimé à la naissance (ruban)	

## II. Renseignements sur les conditions de naissance

<b>Condition</b>	<input type="checkbox"/> Debout <input type="checkbox"/> Couchée <input type="checkbox"/> Ne sait pas	<b>Soins immédiats prodigués au veau à la naissance</b>	<b>Stimulations</b> <input type="checkbox"/> Par friction (ligne du dos, thorax) <input type="checkbox"/> Eau froide dans les oreilles <b>Difficultés respiratoires</b> <input type="checkbox"/> Dégagement des voies aériennes (nez) <input type="checkbox"/> Suspendu par les postérieurs <b>Traitements</b> <input type="checkbox"/> Dopram® <input type="checkbox"/> Candilat®
<b>Aide au vêlage</b>	<input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Aide légère <input type="checkbox"/> Aide importante (vêleuse) <input type="checkbox"/> Intervention vétérinaire <input type="checkbox"/> Extraction forcée <input type="checkbox"/> Césarienne <input type="checkbox"/> Autre :.....		<b>Temps mis pour se lever</b>



III. Renseignements sur la prise colostrale

<b>1<sup>ère</sup> prise de colostrum</b>	<input type="checkbox"/> Spontanée sous la mère <input type="checkbox"/> Forcée sous la mère <input type="checkbox"/> Biberon (quantité : .....) <input type="checkbox"/> Sonde (quantité : .....) 	<b>Temps séparant la 1<sup>ère</sup> tétée du vêlage</b> <input type="checkbox"/> <2h <input type="checkbox"/> Entre 2 et 6h <input type="checkbox"/> >6h <input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>2<sup>ème</sup> prise de colostrum</b>	<input type="checkbox"/> Spontanée sous la mère <input type="checkbox"/> Forcée sous la mère <input type="checkbox"/> Biberon (quantité : .....) <input type="checkbox"/> Sonde (quantité : .....) 	<b>Temps séparant la 2<sup>ème</sup> tétée du vêlage</b> <input type="checkbox"/> <6h <input type="checkbox"/> Entre 6 et 12h <input type="checkbox"/> >12h <input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>Au cours des 12 premières heures : fréquence des tétées</b>	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Libre accès (parc)	

## IV. Renseignements sur le nombril

<b>Désinfection du nombril</b>	<input type="checkbox"/> Oui (Produit : .....) <input type="checkbox"/> Non <b>Moment</b> <input type="checkbox"/> <2h après la naissance <input type="checkbox"/> Entre 2 et 6h après la naissance <input type="checkbox"/> >6h après la naissance <b>Répétitions des désinfections</b> <input type="checkbox"/> Une seule fois <input type="checkbox"/> Plusieurs fois, préciser : ..... <b>Mode d'administration</b> <input type="checkbox"/> Trempage <input type="checkbox"/> Pulvérisation <input type="checkbox"/> Aspersions
<b>Hygiène au moment de la désinfection</b>	<input type="checkbox"/> Port de gants <input type="checkbox"/> Absence de port de gants <input type="checkbox"/> Mains lavées <input type="checkbox"/> Mains non-lavées

## V. Renseignements sur le logement à la naissance

Feuille 1

<b>Lieu de naissance</b> <i>(1 → le plus propre et le moins humide 3 → le moins propre et le plus humide)</i>	<input type="checkbox"/> A l'attache <input type="checkbox"/> Aire paillée <input type="checkbox"/> Propreté <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Humidité <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Parc de vêlage <input type="checkbox"/> Propreté <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Humidité <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
<b>Si parc, paillage à la naissance</b>	<input type="checkbox"/> Litière accumulée, paillée <input type="checkbox"/> Curage + Paillée <input type="checkbox"/> Curage + Désinfection + Paillée <input type="checkbox"/> Utilisation d'une poudre asséchante
<b>Séparation de la mère</b>	<input type="checkbox"/> Immédiat <input type="checkbox"/> Différé <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> 24-48 h <input type="checkbox"/> > 48 h

## VI. Renseignements sur la complémentation du veau

<b>Complémentation minérale/vitaminique</b>	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Injectable <input type="checkbox"/> Produit : <input type="checkbox"/> Volume : <input type="checkbox"/> Date : <input type="checkbox"/> Voie orale <input type="checkbox"/> Non
---	--



**Annexe IV : Fiche de suivi des omphalites et des affections secondaires pour chaque veau inclus dans l'étude (visites 1 et 2)**

Nom de la clinique (RM/SF/A) – numéro d'élevage (1,2,3....) –  
numéro boucle veau (4 chiffres)

Feuille 2

### I. Suivi de l'ombilic / état général

	Visite 1 – J1 et J5 pp	Visite 2 – V1 + 7j	Visite 3 – V1 + 14j		Visite 1 – J1 et J5 pp	Visite 2 – V1 + 7j	Visite 3 – V1 + 14j
Date				Présence d'une hernie	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Température rectale	_____ °C	_____ °C	_____ °C	Palpation-pression profonde : atteinte d'une structure intra-abdominale ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Phlébite <input type="checkbox"/> Ouraquite <input type="checkbox"/> Artérite <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Phlébite <input type="checkbox"/> Ouraquite <input type="checkbox"/> Artérite <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Phlébite <input type="checkbox"/> Ouraquite <input type="checkbox"/> Artérite <input type="checkbox"/> Non
Altération de l'appétit	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Tête moins <input type="checkbox"/> Ne tête plus <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Tête moins <input type="checkbox"/> Ne tête plus <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Tête moins <input type="checkbox"/> Ne tête plus <input type="checkbox"/> Non	Mesure échographique ssi omphalite interne <i>(cf. annexe 1 - protocole d'échographie ci-joint)</i>	Veine:  Ouraque:  Artères:	Veine:  Ouraque:  Artères:	Veine:  Ouraque:  Artères:
Altération de l'attitude/vigilance : abattement	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Léger <input type="checkbox"/> Sévère <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Léger <input type="checkbox"/> Sévère <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Léger <input type="checkbox"/> Sévère <input type="checkbox"/> Non	Foyers infectieux secondaires	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Arthrite <input type="checkbox"/> Hypopion <input type="checkbox"/> Méningite <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Arthrite <input type="checkbox"/> Hypopion <input type="checkbox"/> Méningite <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Arthrite <input type="checkbox"/> Hypopion <input type="checkbox"/> Méningite <input type="checkbox"/> Non
Diamètre de l'ombilic externe <i>(mesurer à mi-distance entre la base et la fin de la peau)</i>	∅ cm	∅ cm	∅ cm	Logement du veau : état de la litière <i>(1 ☑ le plus propre et le moins humide 3 ☑ le moins propre et le plus humide)</i>	<input type="checkbox"/> Propreté <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Humidité <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> Propreté <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Humidité <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> Propreté <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Humidité <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Longueur de la peau de l'ombilic (cm)				Signes de douleur à la palpation / pression	<input type="checkbox"/> Pas de retrait <input type="checkbox"/> Retrait (+/- coups de pieds)	<input type="checkbox"/> Pas de retrait <input type="checkbox"/> Retrait (+/- coups de pieds)	<input type="checkbox"/> Pas de retrait <input type="checkbox"/> Retrait (+/- coups de pieds)
Longueur du cordon ombilical (tige ombilicale – cm)				État de l'ombilic externe	<input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Fibrino-suppuré <input type="checkbox"/> Abscès	<input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Fibrino-suppuré <input type="checkbox"/> Abscès	<input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Fibrino-suppuré <input type="checkbox"/> Abscès

**II. Traitement médical (si omphalite)**

Date de début :

Date de fin :

Produit(s) :

Volume / fréquence :

**III. Evaluation du TIP (visite 1 – sérum veau)***(centrifuger et congeler les sérums/colostrums)*

Feuille 2




Sérum (% Brix)	% de Brix
Sérum (réfractomètre optique)	Protéines totales (g/L)
Colostrum (% Brix)	% de Brix

**IV. Observations complémentaires****V. Autres évènements sanitaires majeurs**

Date	Trouble sanitaire	Traitement	Remarques éventuelles



**Annexe V : Grille de notation de l'hygiène des litières des parcs de vêlage et des lots de veaux**

Note	1	2	3
<b>Propreté</b>			
<b>Humidité</b>	<p>Pas de bruit d'humidité ni en marchant, ni en tapant du pied au sol</p>	<p>Présence d'un bruit en tapant du pied au sol mais pas en marchant</p>	<p>Présence d'un bruit d'humidité en marchant et en tapant du pied au sol</p>



**Annexe VI : Description des variables explicatives et de leur facteur, et expression du pourcentage de données manquantes par variable**

Variables explicatives	Zones d'étude	Numéro de ferme	N° d'identification	1ère tétée	Temps entre le vêlage et le 1er repas	2ème tétée	Temps entre le vêlage et le 2ème repas	Fréquence de tétée le premier jour de vie	Transfert d'immunité passive (sérum - % Brix)	Transfert d'immunité passive (sérum - g de protéines totales / L)	Qualité du colostrum (% Brix)	Désinfection du nombril	Produits de désinfection utilisés	Temps séparant le vêlage de la désinfection du nombril	Fréquence de désinfection du nombril	Voie de désinfection	Port de gants lors de la désinfection	Main lavées lors de la désinfection
% données manquantes par variables	0.00	0.00	0.00	0.52	0.62	0.52	0.62	0.52	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	1.12	1.12	0.00	0.00	0.00
Facteurs	Riom-ès-Montagnes	01	N° boucle (4 chiffres)	Spontanée	<2h	Spontanée	<6h	2	Excellent ≥ 9,4	Excellent ≥ 62	Excellent ≥ 30	Oui	Vétédine solution*	<2h	Once	Trempage	Oui	Oui
	Saint-Flour	02		Forcée	[2-6h]	Forcée	[6-12h]	3	Good [8,9-9,3]	Good [58-61,9]	Good [24-29,9]	Non	Tinture d'iode*	[2-6h]	More	Spray	Non	Non
		03		Au biberon	>6h	Au biberon	>12h	Libre accès	Medium [8,1-8,8]	Medium [51-57,9]	Medium [18-23,9]		Cleanombyl*/Nutmombyl*	>6h		Arrosé		
		04		A la sonde	Ne sait pas	A la sonde	Ne sait pas		Bad <8,1	Bad <51	Bad <18		Chlorhexidine solution 4%*	DNK				
		05											Cothivet*					
		06																
		07																
		08																
		09																
		10																
		11																
		12																
		13																
		14																
		15																
		16																
		17																
		18																
		19																
		20																
		21																
		22																

Variables explicatives	Age du veau à la V1	Température rectale du veau à la V1	Diamètre de l'ombilic à la V1	Retrait du veau à la palpation à la V1	Etat de l'ombilic externe à la V1	Atteinte d'une structure ombilicale interne à la V1	Somme des 4 signes cliniques d'omphalite à la V1	Omphalite à la V1	Type d'omphalite à la V1	Propreté du parc à veau à la V1	Humidité du parc à veau à la V1	Age du veau à la V2	Température rectale du veau à la V2	Diamètre de l'ombilic à la V2	Retrait du veau à la palpation à la V2	Etat de l'ombilic externe à la V2	Atteinte d'une structure ombilicale interne à la V2	Somme des 4 signes cliniques d'omphalite à la V2		
% données manquantes par variables	0.00	0.21	0.21	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45		
Facteurs	Variable quantitative (jours)	Variable quantitative (°C)	>2cm	Oui	Abcès Humide Fibrino-suppuré	Oui	0	Oui (si scoring ≥1)	Externe (si le scoring ≥1 mais l'atteinte d'une structure ombilicale interne=0)	Propre	Sec	Variable quantitative (jours)	Variable quantitative (°C)	>2cm	Oui	Humide Exsudat fibrino-suppuré Abcès	Oui	0		
			≤2cm	Non	Sec	Non	1	Non (si scoring = 0)	Interne (si le scoring ≥1 mais l'atteinte d'une structure ombilicale interne=1)	Moyennement propre	Moyennement sec			≤2cm	Non	Sec	Non	1		
							2			Sale	Humide								2	
							3													3
							4													4

Variables explicatives	Temps mis pour se lever	Séparation de la mère	Délais de séparation de la mère	Supplémentatio n vitaminique / minérale	Voie de supplémentation vitaminique / minérale	Date de naissance	Genre	Jumeaux	Race de la mère	Calf_weight	Antibiotic_treat ments	Longueur de l'ombilic à la V1	Longueur du cordon ombilical à la V1	Structure(s) interne(s) atteinte(s) à la V1	Mesure du diamètre de la veine ombilicale à la V1	Mesure du diamètre des artères ombilicales à la V1	Mesure du diamètre du canal de l'Ouraque à la V1	Longueur de l'ombilic à la V2
% données manquantes par variables	0.10	0.52	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.21	0.00	0.10	0.10	1.04	NC	NC	NC	0.10
Facteurs	<30min	Immédiat	<24h	Oui	Entérale	Variable quantitative (jj/mm/aaaa)	Mâle	Oui	Aubrac	Variable quantitative (kg)	Oui	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)	Veine	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)
	]0.5-2h]	Différé	[24-48h]	Non	Parentérale		Femelle	Non	Salers		Non			Canal de l'Ouraque				
	]2-6h]		>48h						Charolaise					Artère(s)				
	]6-12h]								Croisé									
	>12h																	

NC : Non concerné

Variables explicatives	Omphalite à la V2	Type d'omphalite à la V2	Propreté du parc à veau à la V2	Humidité du parc à veau à la V2	Omphalite traitée à la V1 ou à la V2	Omphalitis_treatments	Traitement chirurgical	Lieu de vêlage	Propreté du lieu de vêlage	Humidité du lieu de vêlage	Hygiène du lieu de vêlage	Rang de vêlage de la mère	Conditions de mise bas	Aide au vêlage	Si intervention vétérinaire	Stimulations du veau à la naissance	Stimulation pour la respiration	Traitements réalisés à la naissance	
% données manquantes par variables	1.45	0.00	1.45	1.45	0.00	0.00	0.00	0.10	0.41	0.41	12.24	0.62	0.00	0.00	NC	NC	NC	NC	
Facteurs	Oui (si scoring ≥1)	Externe (si le scoring ≥1 mais l'atteinte d'une structure ombilicale interne=0)	Propre	Sec	Oui	Beta lactamines + Aminoglycosides + AIS	Oui	A l'attache	Propre	Sec	Paille avec litière accumulée	1	Debout	Aucune	Extraction forcée	Frictions	Nettoyage des voies respiratoires supérieures	Candilat®	
	Non (si scoring = 0)	Interne (si le scoring ≥1 mais l'atteinte d'une structure ombilicale interne=1)	Moyennement propre	Moyennement sec	Non	Beta lactamines + Aminoglycosides + AIS + Anti-histamine	Non	Aire paillée	Moyennement propre	Moyennement sec	Béton	2	Couchée	Légère	Césarienne	Eau froide	Suspendu par les postérieurs	Dopram®	
			Sale	Humide		Beta lactamines + Aminoglycosides		Parc de vêlage	Sale	Humide	Paille + Nettoyage	3	Ne sait pas	Importante (vêreuse)		Frictions + Eau froide	Nettoyage des voies respiratoires supérieures + suspendu par les postérieurs	Candilat® + Dopram®	
						Beta lactamines + Polypeptides + AIS		Au champ			Paille + Nettoyage + Désinfection	4		Intervention vétérinaire					
						Quinolones 3G Beta lactamines + Aminosides + AIS + Anti-histaminique					Paille + Nettoyage + Désinfection + Poudre asséchante	5							
						Phénicolés						6							
						Beta lactamines Macrolides or Related macrolides													

Variables explicatives	Longueur du cordon ombilical à la V2	Structure(s) interne(s) atteinte(s) à la V2	Mesure du diamètre de la veine ombilicale à la V2	Mesure du diamètre des artères ombilicales à la V2	Mesure du diamètre du canal de l'Ouraque à la V2
% données manquantes par variables	0.10	1.24	NC	NC	NC
Facteurs	Variable quantitative (cm)	Veine	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)	Variable quantitative (cm)
		Canal de l'Ouraque Artère(s)			

NC : Non concerné



---

**Titre : Étude des facteurs de risque d'occurrence d'omphalite chez les veaux nouveau-nés : focus sur le transfert de l'immunité passive**

**Résumé :** L'omphalite est la 3<sup>ème</sup> affection néonatale du veau la plus rencontrée. Elle est responsable de pertes économiques non négligeables en élevages allaitants.

Une étude de cohorte prospective a été réalisée afin d'évaluer les facteurs de risque d'omphalites en élevage allaitant, dans le Nord du Cantal. Parmi les facteurs de risque, une attention particulière a été portée sur le transfert de l'immunité passive du veau.

Au total 964 veaux ont été suivis dans 22 élevages de vaches de race Salers, Aubrac, Aubrac x Charolais ou Salers x Charolais durant une saison de vêlage (novembre 2020 à mars 2021). Par veau, une première visite (veaux entre 1 et 5 jours d'âge) a permis de collecter : anamnèse et commémoratifs, échantillon de sérum, et si possible de colostrum sur les mères, afin d'évaluer la qualité du transfert de l'immunité passive. Une deuxième visite (7 jours après la première) a permis de suivre l'évolution des structures ombilicales internes et externes.

La prévalence globale des omphalites dans cette étude était de 34% (326 / 964) (11% avaient une omphalite à la première et à la deuxième visite, 12% à la première mais pas à la deuxième : omphalite « précoce », et 9% n'en avait pas à la première mais en avait une à la deuxième : omphalite « tardive »). Les veaux mâles avaient 2.6 fois plus de risque de développer des omphalites que les femelles. La prévalence des omphalites est 2 fois plus importante pour les veaux avec un poids supérieur à 50kg. Les veaux nés avec un cordon ombilical strictement inférieur à 3 cm ont 1,7 fois plus de risque que les veaux nés avec des cordons ombilicaux de longueur supérieure. Un lieu de vêlage sale et humide augmente de 1,8 et 2,1 fois les risques d'omphalites, respectivement. Les veaux nés de primipares ont 1,4 fois plus de risque de développer une infection du nombril que les veaux issus de multipares. Enfin, l'absence de désinfection du cordon ombilical augmente de 2,3 fois le risque d'omphalite.

En revanche, la qualité du transfert de l'immunité passive n'est pas un facteur de risque d'occurrence d'omphalites (seuil de défaut de transfert utilisé dans le sérum : < 8,9 % Brix).

Cette étude confirme la prévalence élevée et donc l'importance des omphalites en élevage allaitant, et met en avant l'impact de certains facteurs sur le développement d'infections ombilicales « précoces » et d'autres sur les infections plus « tardives ». Toutefois, les conditions d'hygiène autour du vêlage constituent un point d'action majeur pour prévenir ce type d'affection.

**Mots clés :** Veaux allaitants, omphalite, facteurs de risque, transfert de l'immunité passive, colostrum.

---

**Title: Study of risk factors for the occurrence of omphalitis in newborn calves: focus on the passive immune transfer**

**Summary:** Omphalitis is the 3<sup>rd</sup> most common neonatal pathology in newborn calf. It causes significant economic losses in beef farms.

A prospective cohort study was carried out to assess the risk factors for omphalitis in beef farms, in the North of Cantal. Among the risk factors, a focus has been placed onto the transfer of passive immunity to the calf.

A total of 964 calves were monitored in 22 herds of Salers, Aubrac, Aubrac x Charolais or Salers x Charolais breed cows, during a calving season (November 2020 to March 2021). Per calf, a first visit (calves between 1 and 5 days of age) made it possible to collect: anamnesis and commemoratives, serum sample, and if possible colostrum from the dams, in order to assess the quality of the transfer of the passive immunity. A second visit (7 days after the first) made it possible to follow the evolution of the internal and external umbilical structures.

The overall prevalence of omphalitis in this study was 34% (326/964) (11% had omphalitis at the first and second visit, 12% at the first but not at the second: "early" omphalitis, and 9% did not have one at the first but had one at the second: "late" omphalitis). Male calves were 2.6 times more likely to develop omphalitis than females. The prevalence of omphalitis is twice as high for calves weighing more than 50kg. Calves born with an umbilical cord strictly less than 3 cm are 1.7 times more at risk than calves born with umbilical cords of greater length. A dirty and damp calving site increases the risk of omphalitis by 1.8 and 2.1 times, respectively. Calves born to primiparous dams are 1.4 times more likely to develop navel infection than calves born to multiparous dams. Finally, the absence of disinfection of the umbilical cord increases the risk of omphalitis by 2.3 times.

On the other hand, the quality of the transfer of passive immunity is not at risk for the occurrence of omphalitis (transfer defect threshold used in the serum: <8.9% Brix).

This study confirms the high prevalence and therefore the importance of omphalitis in nursing herds, and highlights the impact of certain factors on the development of "early" umbilical infections and others on "late" infections. However, the hygienic conditions around calving are a major point of action to prevent this type of disease.

**Keys words:** Beef calves, omphalitis, risk factors, passive immune transfer, colostrum

---