



**UNIVERSITE DE LIEGE  
FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE  
DEPARTEMENT CLINIQUE DES ANIMAUX DE PRODUCTION  
GESTION DE LA SANTÉ DES RUMINANTS**

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES PARAMÈTRES CLINIQUES ET  
BIOCHIMIQUES POUR LE PRONOSTIC DES MALADIES DIGESTIVES  
CHIRURGICALES CHEZ LE BOVIN.**

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF CLINICAL AND BIOCHEMICAL  
PARAMETERS FOR THE PROGNOSIS OF SURGICAL DIGESTIVE DISEASE IN  
CATTLE.**

**Hélène CASALTA**

**MEMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DE LA FORMATION  
DOCTORALE  
ANNEE ACADEMIQUE 2017-2018**



## Remerciements

A l'issue de ce travail, je tiens à remercier tout d'abord le Dr Sigrid GRULKE, ma promotrice, d'avoir bien voulu endosser ce rôle au pied levé, de m'avoir conseillée, guidée sur la bonne voie, d'avoir partagé avec moi son immense savoir et ses intuitions, et cela toujours avec bienveillance et gentillesse.

Je remercie également chaleureusement le Professeur Frédéric FARNIR et Evelyne MOYSE pour leur aide immense dans le traitement statistique de mes données, et sans qui ce travail n'aurait pas abouti.

Je remercie tout particulièrement mon cher collègue et ami de longue date, Calixte BAYROU, pour ses sages conseils, son soutien moral aux moments les plus durs, son écoute, son enthousiasme et sa bonne humeur toujours présents.

Je remercie bien sûr Gaël CHELEUX, pour son soutien chaleureux, pour sa volonté de relativiser quand tout paraît perdu, une tasse de café ensemble et le moral remonte !

Je remercie mes collègues du département, Salem DJEBALA pour ses conseils et son soutien indispensable, surtout quand la clinique s'agite, Coralie LAGAMME pour son travail remarquable réalisé dans les études préliminaires, pour son aide et sa bonne humeur, Stéphanie DALLE pour ses encouragements, Martine LAITAT pour son soutien et les bonnes ondes qu'elle transporte avec elle.

Je remercie Julie JACQUEL, amie exceptionnelle, le cœur sur la main, passionnée et avide d'apprendre, pour nos partages en clinique, pour nos fous-rires en dehors.

Enfin je remercie quelqu'un sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour, l'instigateur de ces recherches, celui qui m'a transmis tant de choses, et surtout sa passion pour la chirurgie, Arnaud SARTELET. Merci du fond du cœur pour tout ce que tu m'as appris, merci d'avoir été là à chaque moment, merci de m'avoir poussé à donner le meilleur de moi-même, que ce soit pour une présentation à un congrès, une chirurgie tard dans la nuit, merci d'avoir été là, même pendant tes congés, même du bout du monde, MERCI.

Bien évidemment je remercie ma famille, mes parents, mon frère, ma sœur, d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir toujours soutenue dans mon rêve de devenir vétérinaire.

Et je remercie mon fils, Tommy, la lumière de ma vie, d'être là.

## Liste des abréviations

%DH	pourcentage de déshydratation
BBB	Blanc-bleu-Belge
BE	Base-excess
CL	chlore
CVULiège	Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège
DDC	déplacement de caillette à droite
FC	fréquence cardiaque
FIBRI	fibrinogène
FMV-Uliège	Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège
Hct	hématocrite
IG	intestin grêle
LAC	L-lactate sanguin
N	issue négative
OR	Odd ratio
P	issue positive
PtP	protéines totales plasmatiques
PtS	protéines totales sériques
RPT	réticulopéritonite traumatique
SHJ	syndrome hémorragique jéjunale
TRC	temps de remplissage capillaire
VC	volvulus de la caillette

# Table des matières

<b>Résumé .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Principales maladies digestives chirurgicales.....</b>	<b>3</b>
1.1.1 Maladies des pré-estomacs.....	3
1.1.2 Maladies de la caillette.....	4
1.1.3 Maladies de l'intestin grêle. ....	5
1.1.4 Maladies du caecum et du colon.....	6
1.1.5 Péritonite.....	7
<b>1.2 Paramètres cliniques.....</b>	<b>7</b>
1.2.1 Évaluation de la fonction cardiovasculaire.....	7
1.2.2 Évaluation de la présence de péritonite secondaire .....	8
<b>1.3 Paramètres biochimiques.....</b>	<b>8</b>
1.3.1 Pré-opératoires .....	8
1.3.2 Post-opératoires.....	10
<b>1.4 Autres paramètres. ....</b>	<b>10</b>
<b>2 Matériel et méthode.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Prise en charge de l'animal.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Décision chirurgicale .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 La gestion post-opératoire .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Analyse des données.....</b>	<b>13</b>
<b>3 Résultats .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Statistiques descriptives.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Analyse univariée.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Choix du modèle .....</b>	<b>17</b>
<b>4 Discussion.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Maladies digestives chirurgicales traitées .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Paramètres influençant le pronostic .....</b>	<b>21</b>
4.2.1 L'âge .....	21
4.2.2 Le lactate sanguin pré-opératoire .....	22
4.2.3 Le fibrinogène sanguin pré-opératoire .....	22
<b>4.3 Autres paramètres non significatifs .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Limites de l'étude .....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Conclusions générales et perspectives .....</b>	<b>24</b>
<b>5 Références.....</b>	<b>26</b>

## Résumé

Les pathologies digestives sont fréquentes chez le bovin et constituent environ un quart des cas référés à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège (100 à 150 cas de maladies digestives par an). La majorité de ces atteintes nécessitent une laparotomie exploratrice afin de préciser le diagnostic, et un traitement chirurgical curatif. La prise en charge des maladies digestives chirurgicales peut s'avérer coûteuse, dans une situation économique toujours plus difficile du secteur bovin, c'est pourquoi il est particulièrement intéressant de pouvoir exposer à l'éleveur avant toute chirurgie un pronostic vital et économique fiable afin de l'orienter dans sa prise de décision.

Notre étude porte sur 166 bovins, veaux et adultes référés à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège entre le 1<sup>er</sup> Janvier 2014 et le 31 Décembre 2017 pour maladie digestive chirurgicale. Parmi les paramètres cliniques et biochimiques relevés lors de la prise en charge de ces bovins, l'utilisation d'une régression logistique multivariée a permis de valider un modèle combinant l'impact de trois facteurs pronostiques, le fibrinogène sanguin, le L-lactate sanguin et l'âge du bovin, comme facteurs pronostiques fiables des maladies digestives chirurgicales chez le bovin.

Mots clés : bovin, laparotomie, pronostic, fibrinogène, lactate

## **Abstract**

Digestive diseases are common in cattle and represent about twenty five percent of referred cases to the University Veterinary Clinic of Liège (100 to 150 cases of digestive diseases per year). Most of these troubles requires exploratory laparotomy to clarify the diagnosis, and curative surgical treatment. The management of surgical digestive diseases can be expensive, and the veterinarian must be able to expose to the breeder before any surgery a reliable vital and economic prognosis to guide him in his decision-making.

Our study concerns 166 cattle calves and adults referred to the Clinic for Ruminant of the veterinary Teaching Hospital of Liège between January 1, 2014 and December 31, 2017 for surgical digestive disease. Physical examination and clinicopathologic independent variables obtained [cow-side] before surgery were selected for logistic regression modeling via stepwise and backward selection techniques. The result of our study shows that blood fibrinogen, blood L-lactate and the age of cattle are reliable prognostic factors for surgical digestive diseases in cattle.

Key words: cattle, laparotomy, prognosis, fibrinogen, lactate.

# 1 Introduction

Les maladies d'origine digestive sont largement répandues chez les bovins, elles constituent environ un quart des cas référés à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège (100 à 150 cas de maladies digestives par an) et regroupent une partie importante des urgences en médecine bovine pouvant conduire à la mise en place d'un traitement médical et/ou chirurgical tant chez l'adulte que chez le veau (avant 6 mois).

Elles peuvent être causées par la dilatation d'un organe, la modification de sa topographie accompagnée ou non de lésions vasculaires (déplacement, volvulus, torsion, invagination, incarceration), l'obstruction de sa lumière, son atrésie ou encore la présence d'ulcères.

Les animaux arrivent parfois en état de choc, le traitement doit alors être mis en place le plus rapidement possible. La prise en charge de ces maladies entraîne l'engagement de frais importants, et pour différentes raisons (état général de l'animal à l'admission, complications post-opératoires) une issue positive n'est pas garantie (Desrochers and Anderson, 2016; Fecteau et al., 2018). C'est pourquoi une estimation précise du pronostic vital mais aussi économique à court et à long terme est indispensable afin d'orienter correctement l'éleveur vers une décision thérapeutique. La prise en compte d'un seul paramètre pour estimer l'issue positive ou négative d'une maladie digestive chirurgicale chez le bovin ou même chez d'autres espèces n'est pas suffisante, il faut considérer une combinaison de plusieurs paramètres afin d'affiner et de préciser le pronostic (Buczinski et al., 2015; Orsini, 2011).

## 1.1 Principales maladies digestives chirurgicales

### 1.1.1 Maladies des pré-estomacs

La **distension ruminale** peut être causée par une accumulation d'un fourrage peu digeste (impaction), des fermentations de lait ou de lactoreplaceur chez le veau pré-ruminant, l'ingestion d'une trop grande quantité d'aliments concentrés chez le jeune bovin ou l'adulte (acidose ruminale), ou la présence d'un corps étranger œsophagien empêchant l'éruclation. Une lésion du nerf vague sur son trajet thoracique (suite à un trauma ou à une bronchopneumonie) peut également provoquer une absence de vidange de la caillette entraînant une distension de celle-ci et des pré-estomacs (Syndrome d'Hoflund postérieur) ou une absence de vidange des pré-estomacs dans la caillette avec distension de ceux-ci (Syndrome d'Hoflund antérieur) (Fubini and Ducharme, 2017; Lozier and Niehaus, 2016)



Les signes cliniques sont liés à la maladie initiale mais le ballonnement abdominal gauche ou bilatéral en forme « pomme-poire » est le symptôme principal, avec une acidose métabolique en cas d'acidose ruminale ou d'alcalose métabolique lors de Syndrome d'Hoflund postérieur.

La distension peut, si elle est importante, provoquer une détresse respiratoire si bien que l'animal doit être sondé ; une trocardisation ou une ruménotomie peuvent également être effectuées pour soulager l'animal (Fubini and Ducharme, 2017).

La **réticulite traumatique** et la **réticulopéritonite (RPT)** sont les principales causes de douleur de l'abdomen antérieur chez le bovin (Belknap and Navarre, 2000), elles sont provoquées par la présence et la pénétration d'un corps étranger le plus souvent métallique dans la paroi du réseau pouvant entraîner une réticulite, une péritonite localisée, et parfois une atteinte thoracique (réticulopéricardite). La RPT peut également entraîner une indigestion vagale par lésion du nerf vague ou à cause de la présence d'adhérences dans l'abdomen antérieur en cas d'atteinte chronique (Lozier and Niehaus, 2016). Les signes cliniques sont de l'anorexie, de l'hyperthermie en phase aiguë, une diminution des contractions ruminales, un « signe du garrot » positif (l'animal refuse de se cambrer lorsqu'on pince fortement le garrot et peut émettre une plainte). Le traitement est médical (administration d'un aimant per os) mais peut-être chirurgical (ruménotomie) afin de retirer le corps étranger ou de drainer chirurgicalement un abcès réticulaire (Lozier and Niehaus, 2016).

#### 1.1.2 Maladies de la caillette

Les **ulcères de caillette** sont plus fréquents chez les veaux que chez les adultes, et les facteurs de risque sont nombreux : carence en vitamines et minéraux, stress, développement de bactéries et ingestion d'agents abrasifs (fourrage de pauvre qualité par exemple). Les symptômes les plus fréquents sont l'anorexie, les signes de coliques, l'anémie, et la distension abdominale avec bruit de flot à la succussion suite au retard de vidange de la caillette (Francoz and Guard, 2015).

Le traitement des ulcères non perforants (type I et II) est médical (anti acides, protecteurs de la muqueuse). Le pronostic est mauvais pour les ulcères perforants associés à une péritonite localisé ou généralisée (ulcères de type III et IV), et le traitement chirurgical (résection ou invagination de l'ulcère) est souvent illusoire (Ducharme et al., 2017).

La **dilatation abomasale** est causée par l'accumulation d'aliments, de liquides ou de gaz. Cela peut être provoqué par le retard ou l'absence de vidange de la caillette à cause de facteurs mécaniques (corps étrangers type trichobézoards chez le veau, gestation gémellaire chez la vache), de lésions du nerf vague (Syndrome d'Hoflund postérieur chez l'adulte), ou par la multiplication de certaines bactéries (*Clostridium perfringens*, *Salmonella typhimurium*). Le traitement est médical en

cas de causes infectieuses ou pour provoquer le vêlage, chirurgical pour retirer le corps étranger. Le pronostic lors de lésions du nerf vague est mauvais (Doll et al., 2009; Niehaus, 2016).

La diminution de la motricité et l'accumulation de gaz peuvent provoquer un **déplacement de caillette** à gauche ou à droite (Doll et al., 2009). Ces atteintes sont plus fréquentes chez l'adulte, d'autres facteurs de risque étant liés à la période du post-partum (désordres métaboliques, métrite, gestation gémellaire) (Rohrbach et al., 1999). Les signes cliniques sont une chute de production laitière, des matières fécales biphasiques, un soulèvement des dernières côtes du côté du déplacement et un tintement métallique à la percussion de la zone où se trouve la caillette déplacée. La biochimie sérique montre une alcalose métabolique hypochlorémique. Le déplacement à gauche de l'abomasum est plus fréquent que le déplacement à droite (Nichols et Fecteau, 2018), mais celui-ci peut entraîner un **volvulus abomasal**, maladie au pronostic réservé, nécessitant une intervention rapide et entraînant un état de choc important.

Le traitement des déplacements et volvulus de l'abomasum est médical (fluidothérapie) et chirurgical, par laparotomie, remise en place de l'organe et fixation par omentopexie ou abomasopexie. Une remise en place d'un déplacement à gauche de la caillette peut être faite par taxis externe et roulage. Cependant les risques de récurrence sont importants sans fixation, et les techniques de fixation sans laparotomie (Toggle pin) peuvent entraîner de graves complications (Ducharme et al., 2017; Niehaus, 2016).

### 1.1.3 Maladies de l'intestin grêle.

Les **volvulus de l'intestin grêle (IG)** sont peu fréquents et arrivent à tout âge. Ils peuvent concerner l'anse sigmoïde du duodénum, entraînant une sévère alcalose métabolique hypochlorémique et une symptomatologie proche du volvulus abomasal. Le volvulus peut entreprendre la racine du mésentère, entraînant une ischémie rapide de tout le jéjunum, une douleur, un ballonnement et un état de choc important. Le pronostic est mauvais si le traitement chirurgical n'est pas mis en place rapidement car l'entérectomie de l'intégralité du jéjunum n'est pas envisageable. On peut avoir également un volvulus jéjuno-iléal (portion distale du jéjunum et proximale de l'iléon possédant un long mésentère), avec une symptomatologie équivalente mais un meilleur pronostic (restant réservé malgré tout) (Desrochers et Anderson, 2016).

L'**intussusception ou invagination** d'une portion de l'IG est possible à tout âge mais elle est plus fréquente chez le veau de moins de 2 mois, et concerne principalement la portion distale du jéjunum (Desrochers et Anderson, 2016; Nichols et Fecteau, 2018). Les facteurs prédisposant sont la diarrhée, une masse intraluminaire, un changement alimentaire brutal, ou l'administration de médicaments modifiant la motilité intestinale. Les signes cliniques associés sont de l'anorexie, de la

dépression, une diminution de la quantité de matières fécales émises jusqu'à la présence unique de mucus dans le rectum. Ils sont plus insidieux que pour le volvulus, les coliques n'étant présentes qu'au début, et l'état général de l'animal se dégradant progressivement sur plusieurs jours. Le traitement consiste en une laparotomie et une entérectomie de la portion invaginée (Ducharme et al., 2017; Nichols and Fecteau, 2018). La réduction manuelle de l'invagination est déconseillée à cause du risque de rupture intestinale pendant la manipulation, la probable ischémie de la portion invaginée en post-opératoire, et le grand risque de récurrence. Le pronostic dépend de la rapidité de prise en charge (Desrochers et Anderson, 2016).

La plupart des **obstructions de l'IG intraluminal** sont causées par des trichobézoars ou des entérolithes produits au niveau des pré-estomacs. Les signes cliniques sont ceux d'une obstruction intestinale (anorexie, ballonnement, absence de matières fécales, etc.), et le traitement consiste à retirer le corps étranger par laparotomie en effectuant une entérotomie. La vache adulte peut également développer un syndrome hémorragique jéjunal (SHJ) causé par *Clostridium perfringens de type A*, un caillot de sang obstruant alors la lumière intestinale. Les signes cliniques sont semblables à ceux de l'obstruction par un corps étranger mais avec des matières fécales hémorragiques. Le traitement, en plus de la fluidothérapie, consiste en une laparotomie par le flanc droit, une un massage de la portion intestinale concernée afin de réduire le caillot en petits morceaux, et si cela est impossible une entérectomie sera réalisée (l'entérotomie n'est pas recommandée car le caillot est souvent très adhérent à la paroi) (Desrochers and Anderson, 2016; Ducharme et al., 2017).

Il existe enfin des **incarcérations** de toutes sortes (hernies inguinales ou ombilicales, entrappement dans un vestige ombilical, incarceration du jéjunum dans le foramen épiploïque, etc.), dont le pronostic dépend de la sévérité de l'obstruction, allant d'une obstruction simple par compression de la lumière à un étranglement de l'intestin grêle.

#### 1.1.4 Maladies du caecum et du colon

Après les déplacements de la caillette, les modifications topographiques du caecum sont les maladies les plus fréquentes affectant le tractus gastro-intestinal du bovin (Nichols et Fecteau, 2018). Ces maladies sont la **dilatation**, le **volvulus**, et moins fréquemment la **torsion** sur l'axe longitudinal, et sont reliées à une hypocalcémie, ou une fermentation de carbohydrates dans le caecum ou le colon proximal. L'atteinte de l'état général de l'animal dépend du type de modification de topographie; on observera également distension et une zone de tintement métallique dans le creux du flanc droit, et la palpation du caecum dilaté pourra être effectuée par fouiller rectal. Le traitement consistera, en plus du traitement médical, en une laparotomie avec vidange du caecum/colon proximal par typhlotomie. Le

volvulus du colon spiral est possible aussi mais beaucoup moins fréquent. Le pronostic des maladies du caecum est plutôt bon (Nichols et Fecteau, 2018).

L'invagination jéjuno-jéjunale distale est la plus fréquente, mais il existe également des **invaginations colo-coliques** et, plus rarement, **caeco-coliques** (Desrochers et Anderson, 2016). Les signes cliniques sont semblables mais apparaîtront encore plus tardivement car la lésion est plus distale. Contrairement à l'invagination jéjuno-jéjunale, la réduction manuelle est le seul traitement possible lors d'invagination du colon spiral. Une entérectomie avec anastomose au caecum est possible lors d'invagination caeco-colique ou colo-colique proximale (Desrochers and Anderson, 2016; Ducharme et al., 2017).

#### 1.1.5 Péritonite

La péritonite est un processus inflammatoire qui entretient la cavité péritonéale et sa séreuse, le péritoine. Elle peut être classifiée en trois types en fonction de l'étiologie : péritonite primaire suite à une infection systémique, péritonite secondaire (la plus fréquente chez le bovin) suite à une modification de perméabilité entre les viscères et la cavité péritonéale ou suite à une chirurgie, et la péritonite tertiaire qui est une péritonite chronique faisant suite au traitement de la péritonite secondaire (Ducharme et al., 2017; Nichols and Fecteau, 2018).

Les signes cliniques dépendent du stade de la péritonite (aigu ou chronique), on peut observer de la fièvre, de l'anorexie, de la distension abdominale, des matières fécales en petites quantités et sèches suite à l'iléus, puis de la diarrhée en phase chronique (Fecteau, 2005).

Le traitement comporte quatre axes, 1) éliminer la source de contamination, 2) éliminer les agents infectieux, 3) minimiser le processus inflammatoire et 4) un traitement de soutien. Il consiste à mettre en place une fluidothérapie, une antibiothérapie adaptée et un lavage par laparotomie si nécessaire (Ducharme et al., 2017; Fecteau, 2005). Le pronostic à court terme est bon lors de prise en charge agressive et précoce, mais les séquelles et les risques de récurrence entraînent un mauvais pronostic à long terme.

## 1.2 Paramètres cliniques

### 1.2.1 Évaluation de la fonction cardiovasculaire

De nombreuses urgences abdominales sont associées à un choc hypovolémique ou septique. Le choc hypovolémique est caractérisé par une augmentation de la **fréquence cardiaque** (FC), des

muqueuses pâles, un temps de remplissage capillaire (TRC) augmenté et de la **déshydratation** (Fecteau et al., 2018). L'évaluation de la déshydratation chez le veau est basée sur le temps mis par un pli de peau au niveau de l'encolure ou de la paupière pour revenir à la normale et sur le degré d'énophtalmie. Aucune donnée n'ayant été testée chez le bovin adulte, une extrapolation de ces paramètres est utilisée pour estimer le pourcentage de déshydratation, en tenant compte d'une éventuelle émaciation qui pourrait accentuer l'énophtalmie et la persistance du pli de peau (Ness, 2017). Les modifications de ces paramètres cliniques sont associées à un mauvais pronostic, et avant toute intervention chirurgicale le patient doit être stabilisé (Desrochers et Anderson, 2016).

### 1.2.2 Évaluation de la présence de péritonite secondaire

La présence de péritonite secondaire à la maladie digestive primaire assombrit également le pronostic (Nichols et Fecteau, 2018). La péritonite peut être suspectée lors de l'examen clinique si l'animal présente des signes de sepsis (hyperthermie, capillaires de la sclérotique dilatés), et confirmée par **échographie trans-abdominale** (Braun, 2005). Lorsque du liquide péritonéal est mis en évidence par l'imagerie, une paracentèse abdominale est effectuée afin de caractériser le liquide.

## 1.3 Paramètres biochimiques

### 1.3.1 Préo-pératoires

#### 1.3.1.1 *Lactate sanguin*

Le L-lactate est un métabolite du glucose produit dans les cellules et relargué dans le sang lors de glycolyse anaérobie (en cas d'hypoperfusion tissulaire). Le **L-lactate sérique** est utilisé dans d'autres espèces et en médecine humaine pour estimer le pronostic d'une maladie digestive chirurgicale, en combinaison avec d'autres paramètres (Beer et al., 2013; Dukti and White, 2009; Husain et al., 2003). La mesure du L-lactate sanguin préopératoire combinée à la fréquence cardiaque apparaît comme un bon indicateur pronostic lors de déplacement à droite de la caillette et de volvulus abomasal, un taux de L-Lactate sanguin préopératoire inférieur à 2 mmol/L donnant un pronostic favorable qui justifie une intervention chirurgicale, tandis qu'un animal présentant un taux de lactate sanguin pré-opératoire supérieur à 6 mmol/L à un pronostic vital sombre et devrait être euthanasié (Boulay et al., 2014). Plusieurs études préliminaires effectuées au Pôle Ruminant de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège sur des veaux (< 6 mois) référés pour maladies digestives chirurgicales

(Cândido Boavida Malcata, 2015; Vandeloise, 2017) ont montré un intérêt de la mesure pré-opératoire du L-lactate sanguin comme facteur pronostic, mais aucune valeur seuil n'a été mise en évidence à ce jour.

#### *1.3.1.2 Gaz sanguins et électrolytes*

La plupart des bovins adultes présentant les symptômes d'un abdomen aigu ont associé une alcalose métabolique hypochlorémique et hypokaliémique. La concentration en **chlorures sanguins**, l'anion gap et le **Base Excess** ont été étudiés comme facteurs pronostiques pré-opératoires chez la vache laitière souffrant de volvulus abomasal (Smith, 2015). Un mauvais pronostic à court terme a été associé à une valeur de chlorure sérique inférieur à 79 mEq/L mais la fiabilité comme facteur pronostic préopératoire doit être validée sur un échantillon d'animaux plus importants (Smith, 1978).

#### *1.3.1.3 Fibrinogène*

Chez les ruminants, le fibrinogène est une protéine de la phase aiguë de l'inflammation (Johns, 2015). Sa valeur de référence chez l'adulte est de 1 à 5 g/L et une augmentation est marquée en cas de maladies entraînant une réponse inflammatoire aiguë (mammites, métrite, RPT, pyélonéphrite, etc.) (Johns, 2015) mais également en cas de péritonite (Hussain et Uppal, 2014). La présence de péritonite généralisée assombrit le pronostic, en particulier chez le veau, c'est pourquoi il est important de déterminer des facteurs biochimiques pré-opératoires associés à la péritonite abdominale chez les animaux présentant une maladie digestive avec option chirurgicale.

#### *1.3.1.4 Paracentèse abdominale*

Lors de paracentèse positive, différents paramètres biochimiques peuvent être mesurés afin de préciser les processus en cours dans la cavité péritonéale. Une valeur de **glucose** péritonéal inférieure à la valeur sanguine indique la présence de bactéries et donc un processus septique (Wittek et al., 2010). Les **protéines totales** sont normalement inférieures à 30g/L dans le liquide péritonéal, une valeur supérieure montre un processus inflammatoire en cours (Fecteau, 2005). Enfin une augmentation du L-lactate dans le liquide péritonéal par rapport au lactate sanguin met en évidence l'ischémie d'un organe intra-péritonéal, comme par exemple lors d'un volvulus abomasal (Wittek et al., 2004), et cette valeur pourrait être utilisée pour évaluer la viabilité de cet organe en préopératoire et affiner le pronostic.

### 1.3.2 Post-opératoires

#### 1.3.2.1 *Lactates sanguins*

La clairance du L-lactate sanguin en post-opératoire est utilisée en médecine humaine comme facteur pronostic en soins intensifs (Husain et al., 2003). Le L-lactate sanguin post-opératoire paraît également utile pour estimer le pronostic des déplacements de caillette à droite et des volvulus de caillette (Buczinski et al., 2015), et son évolution 12h et 48h post-opératoire chez les bovins adultes opérés de maladies digestives à la Clinique Vétérinaire Universitaire des Ruminants à Liège a été étudiée lors d'études préliminaires (Cândido Boavida Malcata, 2015; Lagamme, 2017). L'étude préliminaire la plus récente a démontré que l'évolution de la lactatémie était un indicateur pronostic post-opératoire de choix dans le cadre des chirurgies digestives chez le bovin adulte (> 6 mois). En effet, 48h après l'opération, un taux sanguin de L-lactate inférieur à 1,94 mmol/L ou une réduction de la lactatémie d'au moins 70,5% par rapport à la concentration initiale assurent une issue positive dans 93,3% et 92,6% des cas respectivement (Lagamme, 2017).

## 1.4 **Autres paramètres.**

Le pronostic des maladies digestives chirurgicales dépend du **délai entre le début de l'affection et sa prise en charge chirurgicale**. Pour l'intussusception par exemple, le pronostic post-chirurgical est favorable si l'animal est opéré dans les 48h après le début des signes cliniques (Desrochers and Anderson, 2016). Cela explique que le pronostic chez les vaches laitières est en général meilleur, car celles-ci sont plus surveillées et donc référées plus tôt (Desrochers and Anderson, 2016; Nichols and Fecteau, 2018).

L'**âge** de l'animal peut également influencer le pronostic, le nouveau-né ou le jeune ayant par exemple un système immunitaire immature par rapport à l'adulte.

## 2 Matériel et méthode

L'étude a été réalisée à la **Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège** (FMV-ULiège) sur des **bovins** référés, opérés et hospitalisés à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège (CVULiège), Pôle Ruminants. Les données ont été recueillies **sur une période de 4 ans** (du 1<sup>er</sup> Janvier 2014 au 31 Décembre 2017). Les bovins qui ont été inclus dans l'étude ont été référés pour le motif d'atteinte digestive, ayant reçu un diagnostic de **maladie digestive chirurgicale** et ayant subi une laparotomie ou ayant été euthanasiés immédiatement après la pose du diagnostic. Les motifs d'appel du vétérinaire réfèrent sont le plus fréquemment : des signes de colique, de l'anorexie et l'absence de matières fécales. Les bovins ont été répartis en deux catégories en fonction de l'issue de la chirurgie et/ou de l'hospitalisation post-chirurgicale. Ont été intégrés dans le groupe « issue négative » (N) tous les bovins euthanasiés/décédés à leur arrivée, pendant la chirurgie ou durant leur hospitalisation. Les animaux ayant récupéré de façon satisfaisante après l'intervention étaient par contre classés dans les « issues positives » (P).

### 2.1 Prise en charge de l'animal

A l'arrivée de l'animal, l'**identification** auriculaire, la race, le poids et le sexe sont notés lors de la création du dossier clinique, l'**anamnèse** est collectée auprès du propriétaire et du vétérinaire réfèrent, particulièrement le délai d'apparition des symptômes et les traitements déjà effectués.

Un **examen général complet** est effectué sur l'animal malade : état d'embonpoint, attitude, psychisme, comportement, respiration (fréquence, rythme, type), température rectale mise en relation avec la température des extrémités, examen du système cardiovasculaire (pouls (fréquence, rythme, amplitude), état d'hydratation évalué par le pli de peau et le degré d'énophtalmie, couleur des muqueuses (buccale, oculaire, génitale, temps de remplissage capillaire), et palpation des différents ganglions.

Un **examen spécial du système digestif** est ensuite réalisé, observation du profil abdominal, auscultation/percussion abdominale à gauche et à droite, estimation du score de remplissage et de la contractilité ruminale puis fouiller rectal.

Lorsque l'atteinte digestive est confirmée et qu'un diagnostic différentiel est posé en fonction des signes cliniques observés, des examens complémentaires sont mis en place afin de préciser le diagnostic.

Du sang est prélevé en ponctionnant la veine jugulaire chez les veaux et à la veine coccygienne chez les bovins adultes afin de réaliser différentes **analyses sanguines** : gaz sanguins



(pression partielle en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>, quantité de bicarbonate plasmatique), pH, Base Excess (BE), électrolytes (Na, Cl, K, Ca), hémocrite (Hct), glycémie, L-lactate (LAC) et créatinine sont analysés grâce à l'Epoc®. Les protéines totales sériques (PtS) et plasmatiques (PtP) sont mesurées grâce à un réfractomètre, et une estimation du fibrinogène sanguin (FIBRI) est effectuée en faisant la différence des deux (PtS-PtP=FIBRI). Ces analyses vont nous permettre de mettre en évidence un phénomène obstructif qui entraînerait une alcalose métabolique hypochlorémique importante en cas d'obstruction antérieure (caillette, duodénum), une hyperlactatémie (lors d'anoxie, de choc hypovolémique ou d'ischémie intestinale importante) ainsi qu'une augmentation du taux de fibrinogène sanguin lors d'inflammation aigüe.

On effectue ensuite la préparation des zones à échographier (nettoyage, tonte, alcool) puis une **échographie abdominale complète** est réalisée à l'aide d'une sonde 3,5MHz convexe sur animal debout non tranquilisé. Elle permet d'investiguer en région sternale et parasternale la jonction réseau-rumen, à droite le foie et la vésicule biliaire, une partie de la caillette, l'intestin grêle, le caecum et le colon, le rein droit. L'observation de la région la plus déclive un travers de main en arrière de l'ombilic permet de mettre en évidence la présence éventuelle de liquide péritonéal. L'utérus peut être visible à droite et/ou à gauche en fonction du stade de gestation.

## **2.2 Décision chirurgicale**

Lorsque les différents examens réalisés donnent une indication chirurgicale (hypomotricité gastro-intestinale avec accumulation de liquide, gaz ou aliment dans les estomacs et/ou l'intestin, transit fortement ralenti ou à l'arrêt, anorexie, signes de douleur, dégradation de l'état général de l'animal), une chirurgie est conseillée si les conditions ne sont pas défavorables (animal en état de choc, conditions matérielles et de main d'œuvre, maladie incurable) (Van Metre et al., 2005).

La décision chirurgicale est prise en accord avec le vétérinaire référent et le propriétaire de l'animal, soit à titre d'examen complémentaire pour affiner un diagnostic différentiel et traiter si possible, soit pour confirmer un diagnostic supposé et effectuer le traitement adéquat lors de la laparotomie.

Un antibiotique (pénicilline, 200 000UI/kg/j) et un anti-inflammatoire (flunixin méglumine, 2 mg/kg/j) sont administrés en prémédication, et seront continués 5 jours après l'intervention chirurgicale pour les antibiotiques et 3 jours pour les anti-inflammatoires. Une fluidothérapie intraveineuse est mise en place avant la chirurgie, calculée en fonction de l'analyse sanguine pré-opératoire et du degré de déshydratation, et sera administrée en péri-opératoire et continuée en post-opératoire.

La laparotomie est effectuée sur l'animal en décubitus dorsal sous anesthésie générale volatile et rachis-anesthésie pour les veaux de moins de 100 kg, l'ouverture étant effectuée alors sur la ligne blanche. Elle est effectuée sur animal debout sous anesthésie locale (traçante) ou loco-régionale (paravertébrale haute) du flanc chez les adultes, avec une ouverture sur le flanc gauche pour l'exploration du rumen, et à droite pour une laparotomie exploratrice y compris les interventions sur l'abomasum, l'intestin grêle, le gros intestin et le péritoine. Pour les animaux entre 100 et 400 kg, la laparotomie est effectuée sur animal couché sous anesthésie générale par voie intraveineuse associée à une rachis anesthésie. L'ouverture est alors réalisée sur le flanc droit ou gauche ou sur la ligne médiane en fonction de la zone atteinte suspectée.

### **2.3 La gestion post-opératoire**

L'animal est surveillé jusqu'au réveil lors d'anesthésie générale, et ensuite l'attention est portée pendant 48h post-opératoire sur la reprise de l'appétit, du transit, les signes de douleur (tachycardie, tachypnée, coliques), la température rectale. En cas de signes de douleur des morphiniques sont administrés par voie parentérale, et la fluidothérapie intraveineuse est maintenue jusqu'au rétablissement de l'état d'hydratation normal. Une fluidothérapie par voie orale (drench) est administrée lorsque le transit a repris.

Une analyse du L-lactate sanguin est effectuée 12h et 48h post chirurgie à l'aide de l'Accutrend® Plus.

La surveillance bi-quotidienne comprend par un examen général complet, un examen spécial digestif ainsi qu'une vérification de l'évolution de la plaie de laparotomie afin de détecter d'éventuelles déhiscences ou complications infectieuses.

L'animal est déchargé de l'Hôpital au minimum 48h post chirurgie lorsque l'appétit et le transit sont redevenus normaux et qu'il n'a montré aucun signe de complications post-opératoire. Des recommandations strictes sont données par écrit et par oral à l'éleveur sur le confinement de l'animal une semaine post-opératoire et la surveillance des signes éventuels de complications.

### **2.4 Analyse des données**

Les données de l'étude sont rassemblées sous forme d'un tableau Excel. Elles comprennent tout d'abord la date d'arrivée, les données concernant l'individu (âge, poids, race), ainsi que le délai entre l'apparition des symptômes et l'arrivée à la clinique. Les paramètres apparaissant les plus pertinents au regard de la littérature concernant les facteurs pronostiques (chez le bovin mais également dans d'autres espèces et en médecine humaine) ont été sélectionnés afin d'élaborer un

pronostic pré- et post-opératoire chez le bovin. Il s'agit de **paramètres cliniques** (attitude à l'arrivée, FC, pourcentage de déshydratation (%DH), présence de liquide péritonéal) et de **paramètres biochimiques** (L-lactates sanguins, chlorures sériques, fibrinogène sanguin, L-lactate, protéines totales et glucose péritonéal). Chaque animal est réparti selon une classification binaire selon l'issue positive (P) ou négative (N).

Nous avons donc comme variable dépendante **l'issue de l'animal** après la prise en charge dans la Clinique, **issue négative (N)** pour les animaux euthanasiés/décédés après l'intervention, ou dont l'état général ne s'est pas amélioré après la chirurgie et qui ont été rendus à leur propriétaire en préconisant une réforme rapide, et **issue positive (P)** pour les animaux ayant récupéré de façon satisfaisante après l'intervention. Nous avons tenté de déterminer la valeur pronostique des différents paramètres cliniques et biochimiques choisis dans cette étude sur l'issue de l'animal.

La **régression logistique** est l'un des modèles d'analyse multivariée les plus couramment utilisés en épidémiologie. Elle permet de caractériser les relations entre une variable dépendante (ici l'issue « P » ou « N » qui est une variable qualitative) et plusieurs variables explicatives **prises en compte simultanément** (ici les facteurs cliniques et biochimiques relevés sur l'animal à l'arrivée)(El Sanharawi and Naudet, 2013).

L'utilisation du logiciel SAS nous a permis de tester les différents paramètres relevés au chevet de l'animal grâce à une **analyse univariée**, et de mettre en évidence ceux qui étaient statistiquement significatifs. L'analyse univariée de chaque variable nous permet de valider la dépendance entre la variable dépendante (l'issue P ou N) et chacun des facteurs testés. Le seuil de la p-valeur habituellement utilisé en statistique est de 0,05, mais certaines études montent ce seuil à 0,20 afin de prendre en compte des variables qui pourraient être des facteurs d'interaction. Il est également possible et parfois souhaitable d'inclure des variables connues pour être associées à l'issue de la maladie même si l'analyse univariée n'a pas abouti à une valeur de  $p > 0,20$ . On parle alors de valeurs « forcées ». L'analyse nous donne également une estimation de l'ODD RATIO (OR) qui fournit une information sur la force et le sens de l'association entre la variable explicative et la variable à expliquer. Plus l'OR est différent de 1 plus le facteur a une influence sur le résultat « issue ». Au contraire lorsqu'il vaut 1 les deux variables sont indépendantes.

Nous réalisons ensuite un modèle de **régression logistique multiple** prenant en compte tous les facteurs ayant montré une dépendance significative avec la variable à expliquer, selon la formule suivante :

$$p_i(P/X_1 \dots X_n) = \frac{\exp[\mu + \sum_1^n (\beta_i X_i) + \varepsilon]}{1 + \exp[\mu + \sum_1^n (\beta_i X_i) + \varepsilon]}$$

Cette formule donne la probabilité d'avoir une issue positive « P » pour un animal  $i$  si les variables  $X_i$  sont prises en compte, dans laquelle  $\mu$  est la moyenne des issues positives et négatives dans ma population, les variables explicatives ( $X_i$ ) sont rattachées à leur coefficient  $\beta_i$  et à un terme de bruit  $\epsilon$ .

La régression logistique permet de tenir compte de l'effet des autres variables  $X_i$  intégrées dans le modèle et permet de réaliser un ajustement de l'OR sur des covariables.

### 3 Résultats

Sur les 290 bovins reçus à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège pour maladies digestives de 2014 à 2017, **166** ont été pris en compte pour cette étude. Les autres cas souffrant de maladies digestives non chirurgicales ou touchant d'autres systèmes (urinaire, cardiaque). Afin de tester l'incidence de l'âge sur l'issue positive ou négative de ces maladies, nous n'avons pas fait de classes d'âge comme effectué dans les précédentes études (Cândido Boavida Malcata, 2015; Vandeloise, 2017). Le sexe de l'animal n'a pas été testé comme paramètre prédictif de l'issue, la catégorie « femelle » étant beaucoup plus représentée que les mâles dans la population traitée (119 femelles pour 47 mâles), ce qui s'explique par une longévité plus importante des femelles dans le cheptel bovin car utilisées pour la reproduction.

Tous les paramètres n'ont pas été relevés sur tous les animaux de l'échantillon, nous avons retenus ceux pour lesquels nous avons un nombre de données suffisantes par rapport à l'échantillon de départ. Les paramètres étudiés ici sont **l'âge de l'animal référé (AGE)**, son **poids (POIDS)**, la **fréquence cardiaque à l'arrivée (FC)**, le **L-lactate (LACT)**, le **base-excess (BE)** et le **chlore (CL)** sanguins à l'arrivée, ainsi que **l'estimation du fibrinogène (FIBRI)** à l'arrivée, calculé comme expliqué précédemment.

#### 3.1 Statistiques descriptives

Sur les 166 bovins reçus à la Clinique pour maladie digestive, la **moyenne d'âge** des animaux reçus est de **2 ans et 3 mois**, avec une médiane séparant la population en deux échantillons de taille égale de 23 mois, donc proche de la moyenne.

Sur ces 166 cas, **65 ont connu une issue positive à moyen terme (39 %)** et 101 une issue négative.

**L'intestin grêle** est l'organe le plus souvent en cause dans la maladie digestive primaire (Figure 1), avec 59 cas concernés, et celui-ci présente le meilleur pronostic après chirurgie avec 51 % d'issue positive. L'invagination jéuno-jéjunale représente la maladie chirurgicale touchant l'intestin grêle la plus fréquemment rencontrée dans notre étude (24 cas).

La maladie la plus souvent rencontrée tous organes confondus est le **volvulus du caecum** (32 cas). Il représente 72 % des troubles du caecum.

Trente-deux bovins reçus à la clinique présentaient une **péritonite**, avec presque la moitié de celle-ci faisant suite à un vêlage par césarienne et n'ayant aucune autre cause expliquant la péritonite.

Cette proportion importante de péritonites post-césarienne reçues à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège est à mettre en rapport avec la présence majoritaire de vaches de race Blanc-bleu-Belge dans l'échantillon.

### **3.2 Analyse univariée**

L'analyse univariée de chaque paramètre met en évidence trois facteurs significatifs, POIDS, BE et FIBRI à l'arrivée de l'animal, ceux-ci ayant une P-valeur  $< 0,05$  et un Odd Ratio différent de 1 (Tableau I). Nous voyons que l'effet le plus significatif est celui du fibrinogène, avec un OR  $> 1$  ce qui signifie que plus le taux de fibrinogène est élevé plus la probabilité d'une issue négative augmente.

Les autres paramètres pris individuellement ont tous une p-valeur largement supérieur à 0,05, ce qui montre leur indépendance avec l'issue positive ou négative.

L'âge (ÂGE) ne semble pas influencer l'issue N ou P, l'analyse univariée montre une p-valeur de 0,3216 et un OR=0,994. Cependant, en divisant l'échantillon observé en 7 groupes contenant chacun le même nombre d'individus, nous pouvons mettre en évidence grâce au logiciel R un effet de l'âge sur la prédiction d'une issue P ou N, avec une p-valeur  $< 0,05$ . L'OR provient ici de la comparaison de chaque groupe d'âge avec le groupe d'âge comprenant les individus de 0 à 1 mois (Tableau II). Donc un OR inférieure à 1 signifie que la probabilité d'être mort est inférieure pour la classe donnée par rapport à la classe 0-1. Par exemple pour le groupe d'animaux âgés de 14 à 28 mois (14-28), IC=0,028 à 0,47, cela signifie que comparé aux animaux de 0 à 1 mois, la probabilité de mourir diminue chez les animaux de 14 à 28 mois. Nous pouvons également visualiser d'autres différences significatives entre le groupe d'animaux âgés de 14 à 28 mois et celui des animaux âgés de 29 à 35 mois en ce qui concerne l'issue, les intervalles de confiance de ceux-ci ne se chevauchant pas (Figure 2).

### **3.3 Choix du modèle**

Pour choisir le modèle de régression logistique multivarié statistiquement valable on utilise une méthode de sélection de modèle de type « STEPWISE » pour trouver quelle est la combinaison de paramètres la plus significative. Si on teste plusieurs modèles avec toutes les variables et les interactions (utilisant un échantillon de 118 animaux après avoir enlevé tous les individus avec des valeurs manquantes), on va progressivement retirer toutes les variables non-significatives (progression

de type « BACKWARD »), pour arriver au seul modèle significatif dans cette étude, celui prenant en compte la variable **FIBRI** (Tableau III).

En effet ce paramètre est le seul à avoir une p-valeur  $< 0,05$ . L'OR de FIBRI est supérieur à 1 (avec un IC de 1.036 à 1.403), cela nous montre donc que **plus l'animal référé aura un fibrinogène élevé plus la probabilité de mourir sera élevée** (Figure 3, Tableau IV).

Les deux paramètres choisis précédemment lors de l'analyse univariée, **POIDS** et **BE**, ne sont ici plus significatifs lorsqu'on prend en compte toutes les autres variables (p-valeur de 0,3082 et 0,4368 respectivement).

Lors d'une étude rétrospective sur des facteurs pronostiques, le choix des variables est également basé sur une réflexion clinique (variables connues comme étant associées à la maladie), et il peut parfois être utile de tester différents modèles explicatifs en intégrant certaines variables ou non (El Sanharawi and Naudet, 2013). Un autre modèle a donc été testé, prenant en compte le **FIBRI** et deux autres variables proches de la significativité dans l'analyse univariée, le **lactate sanguin préopératoire (LACT)** et **l'âge des individus classés par groupes (GRPAGE)** (Tableau V).

Lorsque l'on observe la p-valeur  $< 0,05$  de ces 3 effets sur l'issue, nous pouvons dire que ces 3 facteurs ont un effet significatif sur la prédiction de l'issue P ou N. Cela signifie donc que **dans notre étude la probabilité de mourir des bovins présentant une maladie digestive chirurgicale peut-être mise en relation avec ces trois facteurs pris à leur arrivée : leur âge, leur taux de fibrinogène et la valeur de L-lactate sanguin.**

Afin de pouvoir tester ce modèle dans SAS, nous avons effectué les mêmes groupes d'âges que dans l'analyse univariée mais nommés différemment, GRPAGE 1 à GRPAGE 7, GRPAGE 1 regroupant les animaux de 0 à 1 mois, GRPAGE 2 les animaux de 1 à 4 mois, GRPAGE 3 les animaux de 4 à 14 mois, GRPAGE 4 les animaux de 15 à 28 mois, GRPAGE 5 les animaux de 29 à 35 mois, GRPAGE 6 les animaux de 36 à 50 mois, et GRPAGE 7 les animaux de 51 à 145 mois. Les interactions entre les différents groupes d'âge ont été testés pour une issue P ou N, en tenant compte de l'influence du fibrinogène et du lactate sanguin à l'arrivée (Tableau VI).

Les résultats montrent que lorsque l'on compare le groupe 1 et le groupe 4 (GRPAGE 1 vs 4), on obtient un OR  $> 1$ , et un intervalle de confiance ne contenant pas 1, ce qui signifie qu'il existe une différence significative entre ces deux groupes concernant l'issue, et que les animaux faisant partie du groupe 1 ont une probabilité plus importante de mourir que ceux du groupe 4. De la même manière on peut dire que les individus du groupe 5 ont une probabilité plus importante de mourir que les individus du groupe 6. La comparaison entre les groupes 3 et 5 et entre les groupes 4 et 5 donne également un OR différent de 1 mais cette fois-ci inférieur à 1, ce qui signifie que les animaux des groupes 3 et 4 ont significativement moins de risque de mourir que ceux du groupe 5.

Dans ce modèle prenant en compte ces trois paramètres, le fibrinogène (FIBRI) et le lactate (LACT) sanguin préopératoire sont également significatifs, avec un OR respectivement de 1,187 et 1,099, ce qui veut dire que plus la valeur de ces facteurs augmente, plus la probabilité de mourir augmente (Figure 4).



## 4 Discussion

### 4.1 Maladies digestives chirurgicales traitées

L'échantillon de 166 bovins pris pour cette étude est relativement important comparé aux autres études sur les facteurs pronostiques réalisées sur le bovin en hôpital universitaire (Buczinski et al., 2015; Figueiredo et al., 2006). Elle constitue une base de données exhaustive grâce aux nombreux paramètres recueillis lors de la prise en charge des bovins présentant une maladie digestive chirurgicale référés à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège (CVULiège).

La race viandeuse **Blanc-bleu-Belge (BBB)** est majoritairement représentée (**82%**), ce qui rend cette étude originale, aucune étude n'ayant été publiée sur les maladies digestives chirurgicales concernant cette race, et la plupart des publications concernant les vaches laitières principalement (Boulay et al., 2014; Figueiredo et al., 2006; Vogel et al., 2012). Ceci permet à l'étude de donner un échantillon varié concernant les maladies digestives chirurgicales du bovin, et explique également la faible prévalence des atteintes de la caillette dans cet échantillon (24 cas sur 166), maladie digestive la plus fréquemment décrite chez les vaches laitières (Constable et al., 1992; Fubini and Ducharme, 2017). Le faible taux de réussite dans le traitement de ces maladies de caillette à la CVULiège (50% d'issues P) peut-être dû à l'incidence majeure des volvulus abomasaux dans les cas référés, ceux-ci ayant un pronostic réservé. La correction chirurgicale du déplacement à gauche de la caillette montre un pronostic plus favorable dans la littérature (Buczinski et al., 2015), mais celle-ci est souvent réalisée sur le terrain par le vétérinaire traitant.

Dans notre étude, les maladies digestives chirurgicales touchent majoritairement **l'intestin grêle**, avec 41% d'invaginations présentant un taux de succès à court terme de 71%, plus important que celui décrit dans les publications (Constable et al., 1997; Nichols and Fecteau, 2018).

Le **caecum** est également touché, le **pronostic à court terme** présenté à la CVULiège est de **36% d'issues positives**, ce qui est faible comparé au bon pronostic proposé dans la littérature pour les dilatation/déplacement du caecum (Ducharme et al., 2017). Ce faible taux de réussite peut-être expliqué par l'importance du nombre de cas de volvulus du caecum référés (72% des atteintes du caecum reçues à la CVULiège), volvulus entraînant une atteinte fréquente de la vascularisation du caecum et assombrissant le pronostic (Fubini and Ducharme, 2017).

Enfin les **péritonites** représentent dans cette étude presque **20%** des maladies digestives chirurgicales des bovins référés, touchant préférentiellement les adultes (25 cas sur 32 concernent des bovins de plus de 2 ans). L'étiologie de la péritonite chez le bovin peut être variée ; elle peut avoir une origine traumatique (réticulopéritonite traumatique), faire suite à une chirurgie abdominale, à une

ulcération gastro-intestinale ou une vascularisation intestinale compromise, ou à une obstruction intestinale avec atteinte de la perméabilité de la paroi (Fecteau, 2005). Plus de la moitié des péritonites chez les adultes répertoriés dans notre étude ont pour cause primaire la chirurgie de césarienne, ceci étant à relier avec le nombre important de BBB référés à la CVULiège. Six cas de péritonite concernent des veaux de moins de 5 mois, la moitié étant des péritonites post-septiciémiques.

## 4.2 Paramètres influençant le pronostic

Notre étude a permis de mettre en évidence trois paramètres permettant de donner un pronostic des maladies digestives chirurgicales chez le bovin : **l'âge**, le **lactate sanguin** ainsi que le **fibrinogène** sanguin de l'animal à l'arrivée en clinique.

### 4.2.1 L'âge

L'analyse de l'influence de l'âge de l'animal sur l'issue montre deux périodes pour lesquelles la probabilité d'une issue négative est la plus importante : entre **0 et 1 mois** d'âge, et entre **28 et 35 mois**.

Le veau entre 0 et 1 mois a un rapport fluides corporels/ poids corporel plus important que l'adulte, ce qui le rend plus sensible à la déshydratation lors de séquestration consécutive à une obstruction gastro-intestinale (Fubini and Ducharme, 2017), et peut assombrir le pronostic. Il possède un système immunitaire immature, et peut être également en échec de transfert immunitaire, ce qui favorise les complications septiques des maladies digestives chirurgicales et diminue le pourcentage d'issues favorables. Enfin l'hypoalbuminémie chez un veau en malnutrition protéocalorique pourrait également conduire à un plus faible taux de survie lors de maladies digestives chirurgicales, à cause du manque de réserves et de l'altération de la réponse immunitaire.

Le groupe d'animaux âgés de 28 à 35 mois pourrait correspondre chez les femelles (les plus représentées à cet âge) à l'âge du premier vêlage. Cette période du péripartum correspond à une baisse de l'immunité chez l'animal, qui peut également fréquemment présenter une balance énergétique négative, particulièrement les génisses, celles-ci ayant en plus un statut immunitaire naïf par rapport à certains pathogènes (Mallard et al., 1998). Cet état physiologique perturbé peut augmenter le taux de complications septiques et diminuer les chances de survie chez ces animaux. Ces deux périodes présentant un taux de survie moindre mériteraient d'être étudiées plus précisément dans le futur afin

de confirmer cette différence de pronostic et d'investiguer les différents paramètres pouvant l'expliquer.

#### 4.2.2 Le lactate sanguin pré-opératoire

Trois études précédemment réalisées sur des vaches laitières ont permis de mettre en évidence une influence du taux de L-lactate sanguin préopératoire et postopératoire sur le pronostic des déplacements à droite de la caillette (DDC) et des volvulus de la caillette (VC), un lactate préopératoire inférieur à 2 mmol/L donne un pronostic favorable en cas de traitement chirurgical, mais l'euthanasie est recommandée lorsque le lactate préopératoire dépasse 6 mmol/L (Boulay et al., 2014; Buczinski et al., 2015; Figueiredo et al., 2006). Des études préliminaires faites à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège ont permis de donner une valeur pronostique au lactate postopératoire et sa clairance au cours du temps lors de maladies digestives chirurgicales chez l'adulte, un taux sanguin de L-lactate inférieur à 1,94 mmol/L ou une réduction de la lactatémie d'au moins 70,5% par rapport à la concentration initiale 48H post chirurgie assurent une issue positive dans 93,3% et 92,6% des cas respectivement (Lagamme, 2017). Elles ont également montré une influence du lactate préopératoire sur l'issue P ou N du veau de moins de 6 mois souffrant de maladies digestives chirurgicales (Cândido Boavida Malcata, 2015; Vandeloise, 2017). Cette étude valide une influence du L-lactate sanguin pré-opératoire sur le pronostic de ces maladies chez le veau et chez l'adulte, dans un modèle prenant en compte également le fibrinogène sanguin pré-opératoire et l'âge (Figure 4).

#### 4.2.3 Le fibrinogène sanguin préopératoire

Les résultats de cette étude montrent que le **fibrinogène sanguin** mesuré à l'arrivée chez le bovin référé pour maladies digestives chirurgicales peut être utilisé pour donner une **estimation précise du pronostic à court terme**. Plus le fibrinogène sanguin sera élevé, plus le risque de mourir sera important, et ceci malgré une prise en charge médicale et chirurgicale correcte de la maladie. Dans notre étude, **un animal présentant un taux de fibrinogène supérieur à 11 g/L aura une issue négative dans 80% des cas**.

Le fibrinogène est une protéine de la phase inflammatoire aiguë chez le bovin (Ceciliani et al., 2012), il a été testé en combinaison avec d'autres protéines de la phase aiguë comme paramètre diagnostic des réticulo-péritonites traumatiques (Miesner and Reppert, 2017; Nazifi et al., 2009) et augmente en cas de péritonite généralisée, ce qui pourrait être lié à un pronostic négatif lors de maladies digestives chirurgicales. En effet la péritonite peut être secondaire à la maladie digestive primaire. L'anoxie par arrêt du flux sanguin au niveau de l'organe touché est responsable d'une

nécrose ischémique de la paroi intestinale avec augmentation de la perméabilité de la paroi aux protéines et aux germes, entraînant des complications de péritonite et de septicémie (Fubini and Ducharme, 2017).

#### **4.3 Autres paramètres non significatifs**

Parmi les paramètres cliniques ayant un impact possible sur le pronostic en cas de maladie digestive chirurgicale, seule la fréquence cardiaque de l'animal à l'arrivée (**FC**) a été retenue dans l'étude. A l'image des résultats obtenus dans d'autres études (Boulay et al., 2014; Figueiredo et al., 2006), la FC de l'animal à l'arrivée n'est pas un facteur influençant l'issue à court terme dans notre étude. La fréquence cardiaque de l'animal peut en effet être influencée par d'autres paramètres sans lien avec la maladie ni le pronostic, tels que le stress, ou la durée et les conditions de transport.

L'évaluation de la présence de péritonite secondaire n'ayant pas été relevée pour chaque patient, le manque de données important diminuait la valeur statistique de ce paramètre.

Les variables poids (**POIDS**) et Base-Excess (**BE**) ne sont ici plus significatifs lorsqu'on prend en compte toutes les autres variables.

Le Base-excess mesuré à l'arrivée de l'animal est influencé par différents paramètres. Lors de maladies digestives obstructives antérieures (caillette, duodénum et intestin grêle proximal) débutantes chez le bovin, le BE va être fortement positif à cause de la séquestration des ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{H}^+$  en amont de l'obstruction, et plus l'obstruction sera antérieure plus les effets vont se marquer rapidement (Russell, 2013; Vogel et al., 2012). Au cours de l'évolution de l'obstruction dans le temps, les lactates sanguins vont augmenter suite à l'hypoxie tissulaire d'un organe en ischémie ou suite à l'hypoxie généralisée due au choc hypovolémique, et cette augmentation des lactates va progressivement faire passer l'animal en acidose métabolique (Boulay et al., 2014; Hashimoto-Hill et al., 2011) avec un BE qui tend à être négatif. Cette variation entre des valeurs positives et négatives rend l'exploitation de ce paramètre difficile pour évaluer le pronostic car il y a l'influence du délai entre le début de la maladie et la mesure de ce BE.

#### **4.4 Limites de l'étude**

Les valeurs des paramètres biochimiques comme le lactate et le fibrinogène sanguin, subissent l'influence de facteurs autres que la maladie digestive dont nous n'avons pas tenu compte dans notre étude.

Par exemple, la valeur basale du fibrinogène sanguin chez le veau sain en période néonatale est plus faible que celle d'un bovin adulte sain, et parfois même indétectable (Johns, 2015). En prenant

comme norme une valeur commune aux veaux et aux adultes nous sous-estimons peut-être l'augmentation du fibrinogène chez les veaux malades. Il serait également intéressant d'étudier la cinétique d'élimination du fibrinogène afin de bien différencier les pathologies réellement aiguës des pathologies plus chroniques avec un pronostic plus réservé. En effet il a été démontré que le fibrinogène pouvait augmenter à partir de un à deux jours après le début de la réaction inflammatoire aiguë (Francoz et al., 2015).

La valeur de L-lactate sanguin, mesurée à l'arrivée de l'animal à la clinique, peut être modifiée par le stress subi par l'animal pendant son transport vers la clinique mais aussi lors du prélèvement sanguin (contention, nouvel environnement), ce qui donnerait une surestimation du lactate produit à cause de la maladie digestive elle-même.

L'anamnèse des bovins n'a pas non plus été prise en compte dans nos résultats, notamment les traitements préalablement reçus par les bovins avant d'être référés. Or, il a été démontré que, tant à dose anti-inflammatoire qu'à dose immunosuppressive, les corticoïdes sont responsables de l'augmentation de L-lactate dans le sang, une étude réalisée chez l'homme montre qu'à forte dose, ils peuvent agir sur la lactatémie jusqu'à 15h après une injection intraveineuse (Ottens et al., 2015). Il est donc probable que nos mesures aient été influencées par l'éventuelle injection de dexaméthasone chez ces bovins référés.

## 4.5 Conclusions générales et perspectives

Le modèle de prédiction d'un pronostic présenté dans cette étude pour les maladies digestives chirurgicales est une première concernant les bovins, les études précédentes n'ayant jamais mis en évidence une relation entre le **taux de fibrinogène sanguin préopératoire** et le pronostic d'une atteinte digestive chez le bovin, ni une relation entre ces trois facteurs, **fibrinogène, lactate sanguin et l'âge de l'animal** à l'arrivée en clinique. Ce modèle permet de donner une idée du pronostic à l'éleveur afin de l'aider dans son choix d'investissement sur une prise en charge médicale et/ou chirurgicale ou d'euthanasie si le pronostic économique est trop faible. Une étude future basée plus précisément sur le fibrinogène pourrait permettre de mettre en évidence une **valeur seuil** pour celui-ci et améliorer la détermination d'un pronostic pré-opératoire.

D'autres facteurs pourraient être étudiés afin de préciser le pronostic, les **protéines majeures de l'inflammation** par exemple ont été étudiées chez le cheval (Dondi et al., 2015; Grulke et al., 2001) et pourraient être testées lors de la réception de cas à la Clinique Vétérinaire Universitaire de Liège. **L'analyse du liquide péritonéal** pourrait également être directement lié à l'importance de

l'atteinte digestive et au pronostic, comme décrit chez le cheval (Smuts et al., 2016). La CVULiège dispose des outils nécessaires ainsi que du nombre de cas suffisant pouvant faire l'objet d'une nouvelle étude ou d'un protocole concernant ces maladies digestives chirurgicales, chaque nouvelle étude permettant d'affiner les recherches futures.

Les différences entre les deux classes d'âge présentées ici offrent une nouvelle opportunité d'étudier les différences physiologiques concernant chaque stade de la production de bovins et leur réaction particulière aux maladies digestives chirurgicales, ce qui pourrait également nous aider à mettre en évidence, en plus des facteurs pronostiques, des facteurs de risque concernant ces maladies, et ainsi nous permettre d'améliorer leur prise en charge, au sein de la CVULiège mais également pour chaque praticien voulant traiter au mieux ces cas sur le terrain.

## 5 Références

- Beer, K. a S., Syring, R.S., Drobatz, K.J., 2013. Evaluation of plasma lactate concentration and base excess at the time of hospital admission as predictors of gastric necrosis and outcome and correlation between those variables in dogs with gastric dilatation-volvulus: 78 cases (2004–2009). *Javma* 242, 1–5.
- Belknap, E.B., Navarre, C.B., 2000. Differentiation of Gastrointestinal Diseases in Adult Cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16, 59–86. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30137-7](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30137-7)
- Boulay, G., Francoz, D., Doré, E., Dufour, S., Veillette, M., Badillo, M., Bélanger, A.-M., Buczinski, S., 2014. Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. *J. Dairy Sci.* 97, 212–221. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6898>
- Braun, U., 2005. Ultrasound as a decision-making tool in abdominal surgery in cows. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 21, 33–53. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.11.001>
- Buczinski, S., Boulay, G., Francoz, D., 2015. Preoperative and postoperative L-lactatemia assessment for the prognosis of right abomasal disorders in dairy cattle. *J. Vet. Intern. Med.* 29, 375–380. <https://doi.org/10.1111/jvim.12490>
- Cândido Boavida Malcata, F., 2015. L-lactate as digestive surgery prognosis indicator in cattle. *Mémoire Master en Sci. Vétérinaires* 23.
- Ceciliani, F., Ceron, J.J., Eckersall, P.D., Sauerwein, H., 2012. Acute phase proteins in ruminants. *J. Proteomics* 75, 4207–4231. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2012.04.004>
- Constable, P.D., Miller, G.Y., Hoffsis, G.F., Hull, B.L., Rings, D.M., 1992. Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *Am. J. Vet. Res.* 53, 1184–1192.
- Constable, P.D., St Jean, G., Hull, B.L., Rings, D.M., Morin, D.E., Nelson, D.R., 1997. Intussusception in cattle: 336 cases (1964–1993). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 210, 531–536.
- Desrochers, A., Anderson, D.E., 2016. Intestinal Surgery. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 32, 645–671. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.05.007>
- Doll, K., Sickinger, M., Seeger, T., 2009. New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *Vet. J.* 181, 90–96. <https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2008.01.013>
- Dondi, F., Lukacs, R.M., Gentilini, F., Rinnovati, R., Spadari, A., Romagnoli, N., 2015. Serum amyloid A, haptoglobin, and ferritin in horses with colic: Association with common clinicopathological variables and short-term outcome. *Vet. J.* 205, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.03.015>
- Ducharme, N.G., Desrochers, A., Fubini, S.L., Pease, A.P., Mizer, L.A., Walker, W., Trent, A.M., Roy, J.-P., Rousseau, M., Radcliff, R.M., Steiner, A., 2017. Surgery of the bovine digestive

- system, in: *Farm Animal Surgery*. pp. 223–343.
- Dukti, S., White, N.A., 2009. Prognosticating Equine Colic. *Vet. Clin. North Am. - Equine Pract.* 25, 217–231. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2009.04.004>
- El Sanharawi, M., Naudet, F., 2013. Comprendre la régression logistique. *J. Fr. Ophtalmol.* 36, 710–715. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2013.05.008>
- Fecteau, G., 2005. Management of peritonitis in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 21, 155–171. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2004.12.007>
- Fecteau, G., Desrochers, A., Francoz, D., Nichols, S., 2018. Diagnostic Approach to the Acute Abdomen. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 34, 19–33. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2017.10.001>
- Figueiredo, M.D., Nydam, D. V., Perkins, G.A., Mitchell, H.M., Divers, T.J., 2006. Prognostic value of plasma L-lactate concentration measured cow-side with a portable clinical analyzer in holstein dairy cattle with abomasal disorders. *J. Vet. Intern. Med.* 20, 1463–1470. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2006\)20\[1463:PVOPLC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2006)20[1463:PVOPLC]2.0.CO;2)
- Francoz, D., Fecteau, G., Desrochers, A., 2015. Acute abdomen in ruminants, in: *Large Animal Internal Medicine*. pp. 799–807.
- Francoz, D., Guard, C.L., 2015. Abomasal ulcers, in: *Large Animal Internal Medicine*. pp. 815–817.
- Fubini, S., Ducharme, N., 2017. *Farm Animal Surgery*.
- Gulke, S., Olle, E., Detilleux, J., Gangl, M., Caudron, I., Sertejn, D., 2001. Determination of a Gravity and Shock Score for Prognosis in Equine Surgical Colic. *J. Vet. Med. Ser. A* 48, 465–473. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2001.00374.x>
- Hashimoto-Hill, S., Magdesian, K.G., Kass, P.H., 2011. Serial Measurement of Lactate Concentration in Horses with Acute Colitis. *J. Vet. Intern. Med.* 25, 1414–1419. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.00808.x>
- Husain, F.A., Martin, M.J., Mullenix, P.S., Steele, S.R., Elliott, D.C., 2003. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *Am. J. Surg.* 185, 485–491. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00044-8](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00044-8)
- Hussain, S.A., Uppal, S.K., 2014. Haemato-biochemical changes and peritoneal fluid cytology in clinical cases of bovine peritonitis. *Indian J. Anim. Res.* 48, 188–193. <https://doi.org/10.5958/j.0976-0555.48.2.039>
- Johns, J.L., 2015. Alterations in blood proteins, in: *Large Animal Internal Medicine*. pp. 386–392.
- Lagamme, C., 2017. Evolution de la lactatémie pré- et postopératoire comme indicateur pronostique dans les chirurgies digestives du bovin adulte. *Trav. fin d'étude vétérinaire*.
- Lozier, J.W., Niehaus, A.J., 2016. Surgery of the Forestomach. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 32, 617–628. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.05.005>



- Mallard, B.A., Dekkers, J.C., Ireland, M.J., Leslie, K.E., Sharif, S., Lacey Vankampen, C., Wagter, L., Wilkie, B.N., 1998. Alteration in Immune Responsiveness During the Peripartum Period and Its Ramification on Dairy Cow and Calf Health. *J. Dairy Sci.* 81, 585–595.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75612-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75612-7)
- Miesner, M.D., Reppert, E.J., 2017. Diagnosis and Treatment of Hardware Disease. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 33, 513–523. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.007>
- Nazifi, S., Ansari-Lari, M., Asadi-Fardaqi, J., Rezaei, M., 2009. The use of receiver operating characteristic (ROC) analysis to assess the diagnostic value of serum amyloid A, haptoglobin and fibrinogen in traumatic reticuloperitonitis in cattle. *Vet. J.* 182, 315–319.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.07.002>
- Ness, S.L., 2017. Fluid therapy, in: *Farm Animal Surgery*. pp. 55–59.
- Nichols, S., Fecteau, G., 2018. Surgical Management of Abomasal and Small Intestinal Disease. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 34, 55–81. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.007>
- Niehaus, A.J., 2016. Surgical Management of Abomasal Disease. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 32, 629–644. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.05.006>
- Orsini, J.A., 2011. A Fresh Look at the Process of Arriving at a Clinical Prognosis Part 2: Colic. *J. Equine Vet. Sci.* 31, 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.05.018>
- Ottens, T.H., Nijsten, M.W.N., Hofland, J., Dieleman, J.M., Hoekstra, M., van Dijk, D., van der Maaten, J.M.A.A., 2015. Effect of high-dose dexamethasone on perioperative lactate levels and glucose control: A randomized controlled trial. *Crit. Care* 19, 1–13.  
<https://doi.org/10.1186/s13054-015-0736-9>
- Rohrbach, B.W., Cannedy, A.L., Freeman, K., Slenning, B.D., 1999. Risk factors for abomasal displacement in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214, 1660–1663.
- Russell, S., 2013. Duodenal sigmoid flexure volvulus and gall bladder displacements in dairy cows. *Vet. Rec.* 173, 121 LP-122.
- Smith, B.P., 2015. *Large Animal Internal medicine Fifth Edition*.
- Smith, D., 1978. Right-side torsion of the abomasums in dairy cows: classification of severity and evaluation of outcome. *Javma* 173, 108–111.
- Smuts, C., Mills, J., Myles, R., Gaál, T., 2016. Lactate Dehydrogenase Activity in Abdominal Fluid From Horses With Colic. *J. Equine Vet. Sci.* 36, 58–62.  
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.004>
- Van Metre, D.C., Callan, R.J., Holt, T.N., Garry, F.B., 2005. Abdominal emergencies in cattle. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 21, 655–696. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.06.003>
- Vandeloise, M., 2017. Preoperative L-lactate and his postoperative evolution as a prognosis indicator in abdominal surgery for calf and cow. *Mémoire Master en Sci. Vétérinaires*.

- Vogel, S.R., Nichols, S., Buczinski, S., Desrochers, A., Babkine, M., Veillette, M., Francoz, D., Doré, E., Fecteau, G., Bélanger, A.-M., Badillo, M., 2012. Duodenal obstruction caused by duodenal sigmoid flexure volvulus in dairy cattle: 29 cases (2006–2010). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 241, 621–625. <https://doi.org/10.2460/javma.241.5.621>
- Wittek, T., Constable, P.D., Fürll, M., 2004. Comparison of abomasal luminal gas pressure and volume and perfusion of the abomasum in dairy cows with left displaced abomasum or abomasal volvulus. *Am. J. Vet. Res.* 65, 597–603.
- Wittek, T., Grosche, A., Locher, L.F., Fürll, M., 2010. Diagnostic accuracy of d-dimer and other peritoneal fluid analysis measurements in dairy cows with peritonitis. *J. Vet. Intern. Med.* 24, 1211–7. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0548.x>