



HAL
open science

Création d'un atelier de simulation pour l'apprentissage du drenchage chez le bovin adulte et description de son intérêt

Élise Naeye

► **To cite this version:**

Élise Naeye. Création d'un atelier de simulation pour l'apprentissage du drenchage chez le bovin adulte et description de son intérêt. Médecine vétérinaire et santé animale. 2021. dumas-04829345

HAL Id: dumas-04829345

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04829345v1>

Submitted on 10 Dec 2024

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.

Copyright

Année 2021

**CRÉATION D'UN ATELIER DE SIMULATION POUR
L'APPRENTISSAGE DU DRENCHAGE CHEZ LE BOVIN
ADULTE ET DESCRIPTION DE SON INTÉRÊT**

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 2 novembre 2021

par

Élise, Maryse, Anna NAEYE

Sous la direction de

Yves MILLEMANN

JURY

Président du jury : M. Karim ADJOU Professeur à l'EnVA

Directeur de thèse : M. Yves MILLEMANN Professeur à l'EnVA

Examineur : M. Andrew PONTER Professeur à l'EnVA

Liste des personnes intervenant dans l'enseignement



Directeur : Pr Christophe Degueure
 Directeur des formations : Pr Henry Chateau
 Directrice de la scolarité et de la vie étudiante : Dr Catherine Colmin

Professeurs émérites : Pr Pascal Fayolle, Pr Bernard Paragon
 Directeurs honoraires : MM. les Professeurs C. Pilet, B. Toma, A.-L. Parodi, R. Moraillon, J.-P. Cotard, J.-P. Mialot & M. Gogny

Département d'Élevage et de Pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

| | |
|---|--|
| <p>Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs - Pr Verwaerde Patrick</p> <p>Discipline : cardiologie - Pr Chetboul Valérie - Dr Saponaro Vittorio, Praticien hospitalier contractuel</p> <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie - Dr Pignon Charly, Ingénieur de recherche - Praticien hospitalier - Dr Volait Laetitia, Praticienne hospitalier contractuelle</p> <p>Discipline : dermatologie - Dr Cochet-Favre Noëlle, Praticienne hospitalier contractuelle</p> <p>Discipline : ophtalmologie - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de clinique équine - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Coudry Virginie, Praticienne hospitalier contractuelle - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Ingénieure de recherche - Praticienne hospitalier - Dr Jacquet Sandrine, Ingénieure de recherche - Praticienne hospitalier - Dr Mespouhès-Rivière Céline, Ingénieure de recherche-Praticienne hospitalier* - Dr Moiroud Claire, Praticienne hospitalier contractuelle - Dr Tallaj Amélie, Praticienne hospitalier contractuelle - Dr Tanquerel Ludovic, Chargé d'enseignement contractuel</p> | <p>Unité pédagogique de médecine et imagerie médicale - Dr Benckroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane, Maître de conférences - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticienne hospitalier contractuelle - Dr Maurey-Guéneq Christelle, Maître de conférences - Dr Mortier Jérémy, Maître de conférences associé</p> <p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport - Dr Cabrera Gonzales Joaquin, Chargé d'enseignement contractuel - Pr Fontbonne Alain - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticienne hospitalier contractuelle - Dr Nudelmann Nicolas, Maître de conférences - Dr Ribeiro dos Santos Natalia, Praticienne hospitalier contractuelle</p> <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale - Dr Decambon Adeline, Maître de conférences - Pr Manassero Mathieu - Dr Maurice Emeline, Assistante d'Enseignement et de Recherche Contractuelle - Pr Viateau-Duval Véronique*</p> |
|---|--|

Département des Productions Animales et de Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

| | |
|--|---|
| <p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments - Dr Bolnot François, Maître de conférences* - Pr Carlier Vincent - Dr Gauthier Michel, Maître de conférences associé - Dr Mtimet Narjes, Chargée d'enseignement contractuelle</p> <p>Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie - Dr Crozet Guillaume, Chargé d'enseignement contractuel - Pr Dufour Barbara* - Dr Guétin Poirier Valentine, Chargée d'enseignement contractuelle - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Rivière Julie, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production - Pr Adjou Karim - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences* - Dr Delsart Maxime, Maître de conférences associé - Pr Millemann Yves - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier contractuel - Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences</p> | <p>Unité pédagogique de reproduction animale - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Denis Marine, Chargée d'enseignement contractuelle - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Dr Barassin Isabelle, Maître de conférences - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences* - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Pr Ponter Andrew</p> <p>Rattachée DPASP - Dr Wolgust Valérie, Praticienne hospitalier contractuelle</p> |
|--|---|

Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Desquilbet Loïc - Adjoint : Pr Pilot-Storck Fanny

| | |
|--|---|
| <p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Robert Céline*</p> <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie - Pr Boulouis Henri-Jean - Pr Eloit Marc - Dr Lagrée Anne-Claire, Maître de conférences - Pr Le Poder Sophie - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences*</p> <p>Unité pédagogique de biochimie, biologie clinique - Pr Bellier Sylvain* - Dr Deshuillers Pierre, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques - Dr Jouvion Grégory, Professeur associé - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences*</p> <p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Pr Desquilbet Loïc, (Biostatistique, Epidémiologie) - Dr Legrand Chantal, Maître de conférences associée - Dr Marnac Geneviève, Maître de conférences* - Dr Rose Hélène, Maître de conférences associée</p> | <p>Unité de parasitologie, mycologie - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Pr Guillot Jacques - Dr Polack Bruno, Maître de conférences* - Dr Risco-Castillo Veronica, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie - Dr Kohlhauer Matthias, Maître de conférences - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences* - Pr Tissier Renaud</p> <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Gilbert Caroline (Ethologie) - Pr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent (Physiologie, Pharmacologie)* - Dr Titeux Emmanuelle (Ethologie), Praticienne hospitalier contractuelle</p> <p>Rattachée DSBP - Mme Dalaine Stéphanie, Professeur agrégée (Sciences de la Vie et de la Terre)</p> |
|--|---|

* responsable d'unité pédagogique

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse M Karim Adjou, Professeur à l'EnvA

Pour avoir accepté de présider ce travail.

Respectueux hommage.

A M Yves Millemann, Professeur à l'EnvA,

Pour votre investissement lors de la reprise de cette thèse. Merci pour vos précieux conseils.

Sincère reconnaissance.

A M Andrew Ponter, Professeur à l'EnvA,

Pour avoir accepté de corriger ce travail.

Sincères remerciements.

A M Guillaume Belbis,

Pour avoir eu l'idée de cette thèse, et pour avoir collaboré dans la réalisation de ce travail avec des remarques précises et centrées.

Toute ma gratitude.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Liste des illustrations | 4 |
| Liste des tableaux | 7 |
| Liste des abréviations | 9 |
| Introduction : | 11 |
| I. Particularités de l'administration orale de fluides chez le bovin | 14 |
| I.1 Bases anatomiques | 14 |
| I.1.1 Cavité buccale | 14 |
| I.1.2 Pharynx | 16 |
| I.1.3 Œsophage | 17 |
| I.1.4 Réticulo-rumen | 18 |
| I.1.5 Particularités anatomiques des veaux..... | 19 |
| I.2 Indications du drenchage | 20 |
| I.2.1 Chez l'adulte..... | 20 |
| I.2.2 Chez le veau | 38 |
| I.3 Aspect pratique de la réalisation du sondage œsophagien chez le bovin | 41 |
| I.3.1 Chez l'adulte..... | 41 |
| I.3.2 Chez le jeune | 45 |
| II. Réalisation du modèle pédagogique | 48 |
| II.1 Principe de la modélisation dans les études vétérinaires | 48 |
| II.2 Intérêt de la modélisation d'un acte de drenchage chez la vache et le veau dans les études vétérinaires | 50 |
| II.3 Confection d'un mannequin de modélisation de la technique de drenchage et sa validation | 50 |
| II.3.1 Choix de confection | 50 |
| II.3.2 Confection..... | 52 |
| II.3.2.1 Choix du matériel..... | 52 |
| II.3.2.2 Réalisation du modèle | 52 |
| II.3.2.2.1 Moulage de la tête..... | 52 |
| II.3.2.2.2 Réalisation de l'articulation de la mâchoire | 54 |
| II.3.2.2.3 Réalisation de la langue | 57 |
| II.3.2.2.4 Réalisation de la structure de soutien de la tête. | 57 |
| II.3.2.2.5 Réalisation du pharynx, de l'œsophage et de la trachée. | 58 |
| II.3.2.2.6 Revêtement externe de la maquette | 60 |
| II.3.2.2.7 Maquette complète..... | 62 |
| II.3.2.2.8 Réalisation de la fiche Vetsims | 62 |
| II.3.2.3 Difficultés lors de la construction du modèle | 63 |
| III. Discussion | 64 |
| III.1 Amélioration de la maquette | 64 |
| III.2 Perspectives d'utilisation de l'atelier réalisé | 65 |
| III.2.1 Utilisation du modèle comme support d'évaluation | 65 |
| III.2.2 Tester l'intérêt des étudiants pour le modèle : confection d'un quiz | 65 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| III.2.3 Combiner avec d'autres gestes techniques | 65 |
| Conclusion | 67 |
| Bibliographie : | 69 |
| Annexe 1 : | 74 |
| RESUME : | Erreur ! Le signet n'est pas défini. |
| SUMMARY : | Erreur ! Le signet n'est pas défini. |

Liste des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Bouche de bovin | 15 |
| Figure 2: Tête osseuse de bovin adulte | 15 |
| Figure 3 : Coupe paramédiane d'une tête de bovin au niveau du carrefour pharyngé | 16 |
| Figure 4 : Vue endoscopique de l'entrée du larynx | 17 |
| Figure 5 : Schéma anatomique de bovin montrant le trajet partiel de l'œsophage et de la trachée dans l'encolure | 18 |
| Figure 6 : Schéma anatomique de l'estomac des bovins adultes avec trajet de la sonde de drenchage | 19 |
| Figure 7 : Trajet des aliments liquides ingérés volontairement chez le jeune veau | 20 |
| Figure 8 : Evolution de la concentration plasmatique de Calcium chez des vaches après traitement oral de calcium | 23 |
| Figure 9 : Evolution de la concentration plasmatique de Calcium au cours du temps après administration de calcium dans 250 mL ou 1000 mL d'eau. | 24 |
| Figure 10 : L'incidence de l'acidose au cours de la lactation | 25 |
| Figure 11 : Conséquences de l'acidose ruminale..... | 27 |
| Figure 12 : Schéma du cycle du propylène glycol..... | 28 |
| Figure 13 : Schéma du devenir des corps cétoniques | 28 |
| Figure 14 : Schéma explicatif du mécanisme de la cétose de type I | 29 |
| Figure 15 : Schéma explicatif des mécanismes de la cétose de type II..... | 30 |
| Figure 16 : Evolution de la concentration plasmatique en glucose au cours du temps chez les vaches drenchées avec de l'eau ou du propylène glycol | 32 |
| Figure 17 : Evolution de la concentration plasmatique en AGNE au cours du temps chez des vaches drenchées avec 1 L d'eau ou de propylène glycol..... | 32 |
| Figure 18 : Evolution de la concentration plasmatique en β -hydroxybutyrate au cours du temps après administration par voie orale (à T = 0) de propylène glycol..... | 33 |
| Figure 19 : Evolution de la concentration plasmatique en glucose, AGNE, insuline et β -hydroxybutyrate au cours du temps chez les vaches après administration de propylène glycol ou de glycérol par voie orale (à T = 0)..... | 34 |
| Figure 20 : Evolution de la concentration plasmatique en phosphore chez des vaches au cours du temps après un traitement au phosphore post-drenchage..... | 36 |
| Figure 21 : Evolution de la concentration plasmatique en potassium au cours du temps après différents traitements à base de potassium post-drenchage..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Figure 22 : Evolution de la concentration plasmatique en protéines et immunoglobulines au cours du temps post-vêlage chez des veaux biberonnés ou drenchés avec du colostrum (1 h post-vêlage)..... | 39 |
| Figure 23 : Deux exemples de drencheur avec sonde souple et semi-rigide..... | 42 |
| Figure 24 : Matériel pour le drenchage par voie naso-œsophagienne..... | 44 |
| Figure 25 : Ecartement de la narine pour faciliter le passage de la sonde | 45 |
| Figure 26 : Drencheur pour veau à sonde flexible | 47 |
| Figure 27 : Tête de vache entourée de film extensible | 52 |
| Figure 28 : Dépôt de couche de résine et fibre de verre sur la tête | 53 |
| Figure 29 : Côté gauche de la tête de vache moulé..... | 53 |
| Figure 30 : Côté gauche démoulé de la tête de vache..... | 54 |
| Figure 31 : Structure intérieure de la mâchoire en bois et vis | 55 |
| Figure 32 : Mâchoire fermée | 55 |
| Figure 33 : Mâchoire ouverte | 56 |
| Figure 34 : Elastiques permettant l'articulation de la mâchoire. | 56 |
| Figure 35 : Langue de vache en mousse et tissu..... | 57 |
| Figure 36 : Structure de soutien de la tête de vache..... | 58 |
| Figure 37 : Structure représentant le pharynx..... | 59 |
| Figure 38 : Structure représentant l'œsophage..... | 59 |
| Figure 39 : Trachée et œsophage fixés | 60 |
| Figure 40 : Peinture de la tête de vache | 61 |
| Figure 41 : Tête de vache peinte avec tissu représentant l'encolure | 61 |
| Figure 42 : Maquette complète..... | 62 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Résumé des déséquilibres lors d'acidose | 26 |
| Tableau 2 : Réponses quantitatives au sondage de l'atelier de simulation de réanimation cardiorespiratoire..... | 49 |
| Tableau 3 : les sept exigences suggérées par Norman (1993) pour un environnement d'apprentissage efficaces | 51 |

Liste des abréviations

AGNE : Acides Gras Non Estérifiés

AGV : Acides Gras Volatils

E. coli : *Escherichia Coli*

EnvA : Ecole nationale vétérinaire d'Alfort

KCl : Chlorure de Potassium

Mg : Magnésium

TRC : Temps de Recoloration Capillaire

Introduction

La formation vétérinaire est à l'heure actuelle soumise à des contraintes éthiques quant à l'utilisation de l'animal dans l'apprentissage des étudiants. Afin de limiter le recours à l'animal, les écoles se tournent vers des ateliers de simulations de gestes techniques réalisés sur mannequins ou modèles inertes, dans une logique « Jamais la première fois sur l'animal ». C'est ainsi qu'a été créée en 2016 à l'École nationale vétérinaire d'Alfort une salle de simulation, nommée Vetsims. Cette salle regroupe de nombreux ateliers comprenant des modèles inertes, des simulateurs et de la réalité virtuelle. Dans l'optique de développer de tels ateliers, de nombreux travaux de thèse de doctorat vétérinaire ont été menés notamment sur l'échographie, les chirurgies de convenance ou encore le traitement du prolapsus utérin chez la vache.

Le drenchage est un acte courant et de plus en plus utilisé aujourd'hui en médecine bovine. Il s'agit d'un acte simple et rapide à mettre en place. Le drenchage fait donc partie des traitements de base à savoir exécuter en médecine rurale pour un jeune vétérinaire. Il trouve un intérêt dans la correction de la déshydratation chez l'adulte et le veau mais aussi pour la gestion de l'apport du colostrum chez le veau ou encore lors de désordres métaboliques chez l'adulte.

Si son apprentissage théorique est abordé dès la 3^{ème} année (« aujourd'hui 4^{ème}) du cursus des étudiants, sa pratique dans les hôpitaux vétérinaire de l'École nationale vétérinaire d'Alfort est plus variable, soumise aux aléas de la présence d'animaux nécessitant ce type de traitement dans les cliniques des écoles. La pratique du drenchage n'est donc pas possible pour tout le monde et certains n'arrivent pas à trouver une occasion pour le pratiquer au cours des études. Pourtant, si le drenchage est un acte facile à exécuter, il n'en reste pas moins dangereux s'il est mal exécuté. Des risques de fausses déglutitions peuvent entraîner une mort rapide d'un adulte ou d'un veau si le drenchage est mal réalisé.

L'objectif de cette thèse est de proposer un atelier d'apprentissage du drenchage œsophagien chez la vache afin d'offrir la possibilité aux étudiants de réaliser un drenchage sans risque pour l'animal et l'opérateur, de gagner en confiance et en autonomie et de reprendre sereinement les points importants à surveiller lors de la réalisation du drenchage.

Une première partie abordera des rappels anatomiques ainsi que la technique, l'intérêt et les risques du drenchage chez le bovin adulte et chez le veau. Une seconde partie abordera l'intérêt des simulateurs dans les études vétérinaires et présentera la conception, les limites et les axes d'améliorations du modèle pédagogique.

I. Particularités de l'administration orale de fluides chez le bovin

La technique de fluidothérapie par voie orale des ruminants, communément appelée « drenchage » est une technique permettant d'administrer directement dans le rumen d'importantes quantités de liquides par voie orale ou nasale, par l'intermédiaire d'une sonde intra-œsophagienne (Jeannot, 2017). Cette technique permet, en condition de terrain, d'apporter ainsi rapidement ions et liquide pour contribuer à la réhydratation de l'animal, d'apporter des précurseurs énergétiques ou des médicaments et s'avère un complément efficace de la fluidothérapie par voie veineuse.

Cette première partie décrira les bases anatomiques à la réalisation de ce geste technique, ainsi qu'une revue des indications et techniques chez les ruminants.

I.1 Bases anatomiques

Le « drenchage » correspond à une technique d'administration forcée, consistant en l'administration d'une solution après passage d'une sonde intra-œsophagienne par voie orale ou nasale. Les fluides alors administrés arrivent dans le réticulo-rumen de l'animal adulte. Plusieurs structures anatomiques sont traversées lors de son trajet de la tête jusqu'au rumen.

I.1.1 Cavité buccale

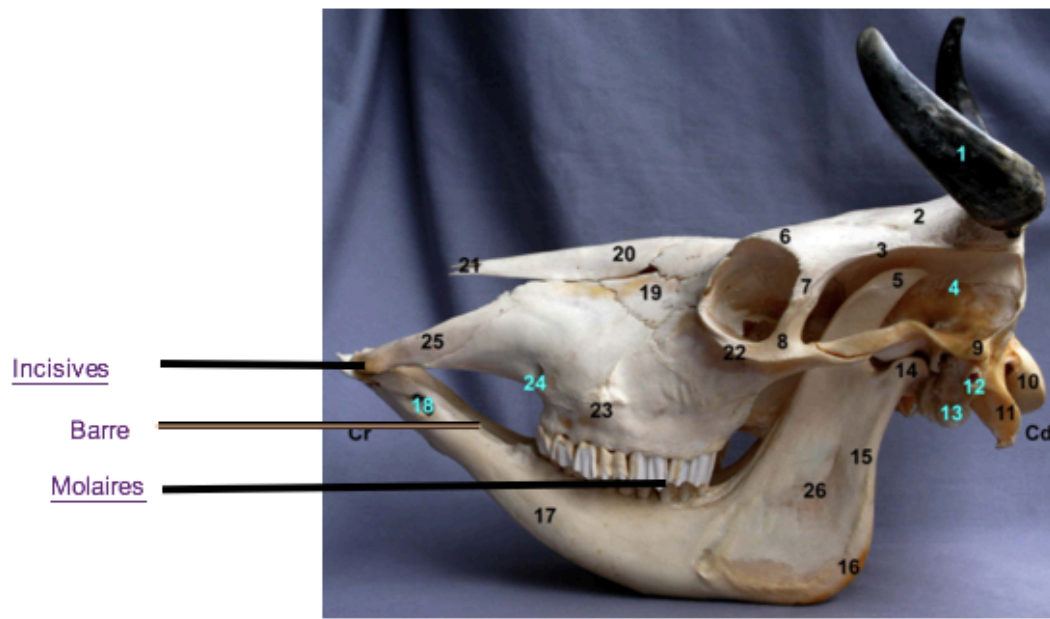
La première formation rencontrée lors du trajet de la sonde de drenchage est la cavité buccale (Figure 1). Elle est composée de diverses entités anatomiques comme les dents et la langue. La cavité buccale est le lieu d'entrée d'aliments et permet la mastication des divers aliments. La mastication est permise grâce à la dentition particulière des bovins adaptée à leur régime alimentaire (Chateau et al., 2020).

La dentition d'un bovin se compose de 4 incisives sur la mandibule inférieure qui coupe les aliments, de 6 prémolaires qui découpent les aliments en petits morceaux et pour finir 6 molaires qui permettent d'émietter les aliments (Chateau et al., 2020). Il existe un espace sans dents entre les incisives et les prémolaires appelé « zone de la barre ou diastème » : c'est sur cette barre que sont positionnés les doigts pour permettre correctement l'ouverture de la cavité buccale lors de la réalisation du sondage (Figure 2) (Prestat, 2009).

Figure 1 : Bouche de bovin
(D'après Naeye, 2014)



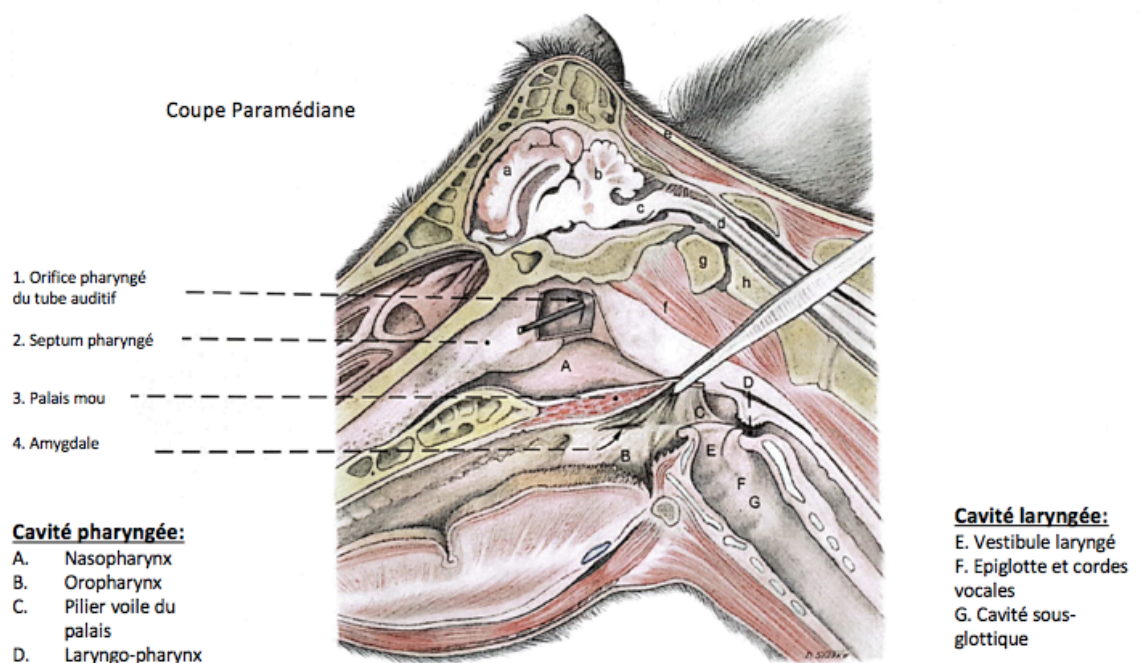
Figure 2: Tête osseuse de bovin adulte
(D'après « Site d'Ostéologie », 2015)



I.1.2 Pharynx

Le pharynx est un conduit musculo-membraneux, aussi appelé carrefour pharyngé par la présence du départ des voies aériennes et voies digestives. Il est aussi, l'organe de la déglutition permettant l'envoi des aliments dans l'œsophage et non dans la trachée (Figure 3).

Figure 3 : Coupe paramédiane d'une tête de bovin au niveau du carrefour pharyngé (d'après K.W. Mülling et R.Greenough, 2011)



Après introduction de la sonde dans la cavité buccale, celle-ci va déboucher au niveau du carrefour pharyngé et notamment du laryngo-pharynx (Mülling et Greenough, 2011). C'est ici que la déglutition permet de guider la sonde naturellement dans l'œsophage. En effet, l'épiglotte protège l'entrée du larynx guidant facilement la sonde vers l'œsophage (

Figure 4) (Mülling et Greenough, 2011). Une déglutition correcte est donc une des conditions essentielles afin d'éviter que la sonde se retrouve au niveau de la trachée (Rivoire, 2012 ; Jeannot, 2017).

**Figure 4 : Vue endoscopique de l'entrée du larynx
(D'après Denoix, 2020)**

1 : Epiglotte ; 2 : palais mou ; 3 : processus corniculé de l'aryténoïde ; 4 : pli ary-épiglottique ; 5 : pli vocal ; 6 : ventricule latéral du larynx ; 7 : fente de la glotte

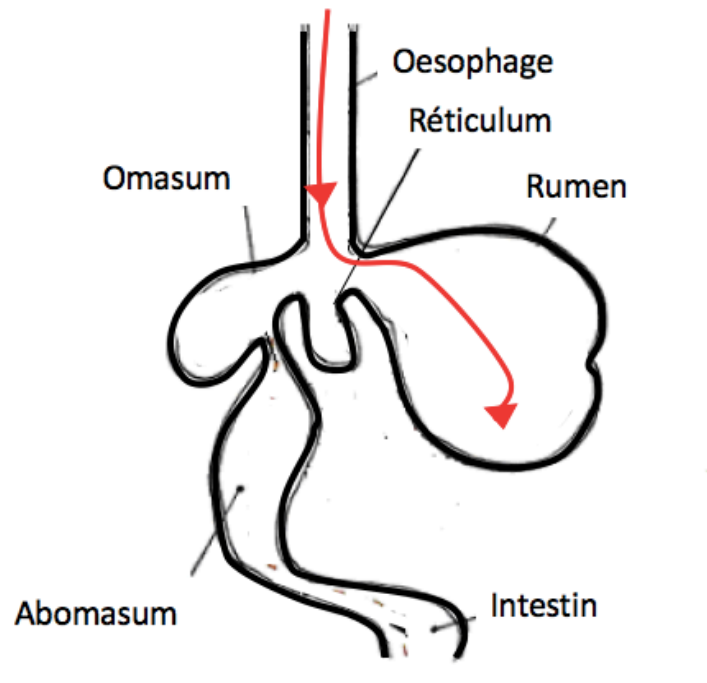


I.1.3 Œsophage

Caudalement au pharynx se trouve l'œsophage. Il s'agit d'un organe tubulaire tapissé d'une muqueuse et constitué de fibres musculaires striées et lisses. Dorsal à la trachée dans sa partie cervicale, il passe à gauche de celle-ci dans les 2 derniers tiers de l'encolure au niveau du sillon jugulaire (Figure 5) (Mülling et Greenough, 2011). La lumière de cet organe est virtuelle : l'œsophage n'est par conséquent pas palpable en situation physiologique.

Figure 6 : Schéma anatomique de l'estomac des bovins adultes avec trajet de la sonde de drenchage

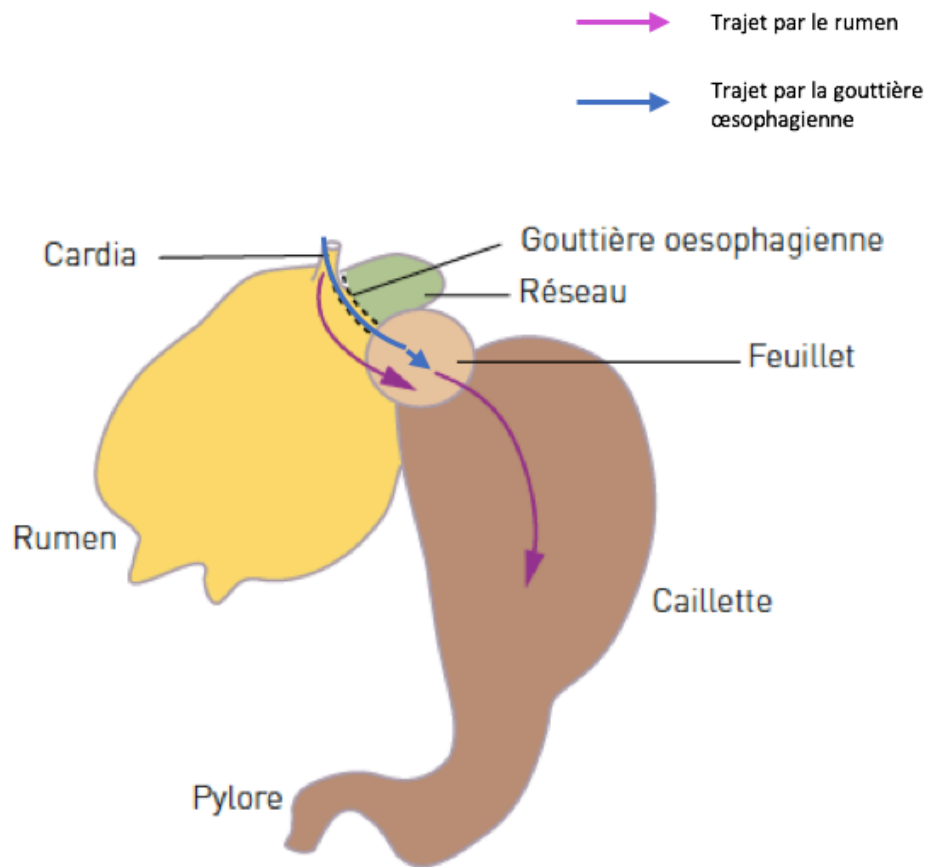
(D'après Naeye, s. d.)



I.1.5 Particularités anatomiques des veaux

Les veaux contrairement aux bovins adultes possèdent une gouttière œsophagienne : une structure semi-tubulaire reliant l'œsophage au feuillet directement court-circuitant le rumen (Figure 7). Le lait passera ensuite du feuillet à la caillette ; la caillette étant le compartiment le plus développée c'est là que le lait sera digéré en attendant la croissance du veau accompagnée du développement des autres compartiments digestifs. Le réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne disparaît avec le temps en suivant l'évolution de l'alimentation du ruminant (Rivoire, 2012).

**Figure 7 : Trajet des aliments liquides ingérés volontairement chez le jeune veau
(D'après Amédéo, 2007)**



I.2 Indications du drenchage

I.2.1 Chez l'adulte

Le drenchage est devenu un acte essentiel dans la gestion de diverses affections chez les bovins que ce soit la déshydratation, un trouble métabolique ou même la correction de carence en oligo-éléments. Une autre utilité du drenchage est la relance de l'appétit lors de diverses affections. En effet, le drenchage permet l'apport direct de divers compléments permettant la relance de la rumination.

I.2.1.1 Déshydratation

La déshydratation regroupe l'ensemble des syndromes associés à une perte d'eau et/ou d'électrolytes. L'étiologie est basée sur deux grands axes : l'insuffisance d'apport en eau ou l'augmentation des pertes hydriques (Sartelet et Lecomte, 2016).

L'insuffisance d'apport en eau :

Les causes d'insuffisance d'apport en eau peuvent être diverses. Cela peut venir du fonctionnement et de la structure de l'élevage ; un manque de place à l'abreuvoir peut être une de ces causes. Une dysphagie ou une anorexie peuvent aussi être à l'origine d'une déshydratation (Sartelet et Lecomte, 2016). Si la déshydratation est légère (de 6%), elle peut être simplement corrigée par drenchage de 30-40 L d'eau complémentée en ions pour un bovin de 600 kg. Dans les cas de déshydratation sévère (supérieur à 10%), une réhydratation parentérale avec des solutés isotoniques (10-20 L pour un bovin de 600 kg) est souvent associée (Schelcher *et al.*, 2003).

L'augmentation des pertes hydriques :

Une perte hydrique excessive se retrouve notamment lors de diarrhée intense chez le bovin adulte. On note que la salmonellose ou encore l'entérite hémorragique hivernale peuvent être la cause de diarrhée importante causant une déshydratation importante (Millemann, 2020). Il est donc essentiel que le traitement comporte une fluidothérapie parentérale importante mais souvent complémentée par voie orale grâce au drenchage.

En effet, les diarrhées aiguës entraînent une perte hydrique importante allant de 10 à 20 litres et plus encore par jour (Sartelet et Lecomte, 2016). Cela conduit donc à une déshydratation importante des bovins affectés qu'il faut corriger rapidement et cela passe par le drenchage. Il permet l'apport rapide et en grande quantité d'eau dans l'organisme. Le drenchage est souvent utilisé en complément d'une fluidothérapie parentérale (Sartelet et Lecomte, 2016).

1.2.1.2 Troubles métaboliques

1.2.1.2.1 Troubles métaboliques en péri-partum pour la prévention de l'hypocalcémie

L'hypocalcémie puerpérale est une affection métabolique touchant les bovins femelles adultes dans les heures suivant ou précédant le vêlage, et caractérisée par une diminution plus ou moins marquée de la calcémie sous forme ionisée. Cette affection est une des affections les plus fréquentes du syndrome de vache couchée en période péri-partum. Le syndrome fièvre de lait, ou hypocalcémie clinique, touche 5 à 6 % des vaches en péri-partum et près de 50 % des vaches multipares sont touchées par une hypocalcémie subclinique (Rivoire et Commun, 2014). Les conséquences d'une hypocalcémie clinique sont multiples : diminution des capacités de contraction des fibres musculaires lisses et squelettique, déplacement de caillette, cétose ou encore mammite (Bodin, 2020) . En effet, une vache avec une fièvre de lait a 3 à 4,2 fois plus de risques de présenter une rétention placentaire, 4,9 fois plus de risques de présenter un déplacement de caillette et 8 fois plus de risques de présenter une cétose ou une mammite (Rivoire et Commun, 2014).

En marge de l'hypocalcémie clinique, connue depuis longtemps chez la vache laitière, est décrite plus récemment une seconde forme, l'hypocalcémie subclinique. L'hypocalcémie subclinique est définie par une concentration sérique en calcium total inférieur à 80-85 mg/L dans les 72 heures suivant le vêlage (Oetzel, 2004). Son impact clinique est souvent nul mais un impact sur certains paramètres (reproduction, sensibilité accrue aux affections du péri-partum) est rapporté dans la littérature (Bodin, 2020).

Le drenchage de sels calciques fait partie intégrante du traitement d'une hypocalcémie. Si la correction de l'hypocalcémie clinique repose sur l'administration de solutés calciques par voie intraveineuse, cette correction ne permet pas un maintien de la calcémie sur une durée suffisamment longue pour prévenir le risque de récurrence : il est alors recommandé de fournir une couverture calcique par voie orale sur une durée de 24 à 48 heures, durée permettant aux mécanismes de régulation homéostatique de se mettre en place de manière efficace. Il est possible alors d'administrer par voie orale des sels calciques tels que le carbonate de calcium, l'acétate de calcium, chlorure et propionate de calcium (les deux derniers étant les plus indiqués (Jeannot, 2017)).

Le propionate de calcium fait partie des sels les plus utilisés grâce à sa très bonne solubilisation de 745 g/L (Jeannot, 2017). Une étude a démontré son impact dans la prévention des fièvres vitulaires ; l'incidence de celles-ci est diminuée après l'administration de 120 g de propionate de calcium sous forme de bolus entre les 36h avant vêlage et les 24h post-vêlage (Pehrson *et al.*, 1998). Cependant, il possède un effet acidifiant métabolique important à surveiller, la dose toxique étant de 288 g/jour (Jeannot, 2017).

Le chlorure de calcium possède quant à lui une solubilisation plus faible (490 g/L) que celle du propionate de calcium (Pehrson *et al.*, 1998). Cependant, la concentration de calcium sanguin est plus élevée dans le cas d'administration de chlorure de calcium que de propionate (Figure 8).

Une étude a aussi montré l'importance de la quantité d'eau dans laquelle était solubilisé le propionate de calcium. En effet, le calcium est davantage retrouvé dans le compartiment sanguin lorsque le propionate de calcium était solubilisé dans 250 mL d'eau plutôt que dans 1 L (Figure 9).

Figure 8 : Evolution de la concentration plasmatique de Ca chez des vaches après traitement oral de calcium

(d'après Goff et Horst, 1993 ; Leblanc, 2019)

Concentrations plasmatiques de Ca chez les vaches traitées avec 50 g de Ca sous forme de CaCl₂ (■) ou de propionate (●) ou sel carbonate (○) de Ca dans 1 L d'eau par trempage oral. Un quatrième groupe a reçu 53 g de Ca sous forme de gel de CaCl₂ (△) préparation par voie orale (n = 8 pour chaque traitement).

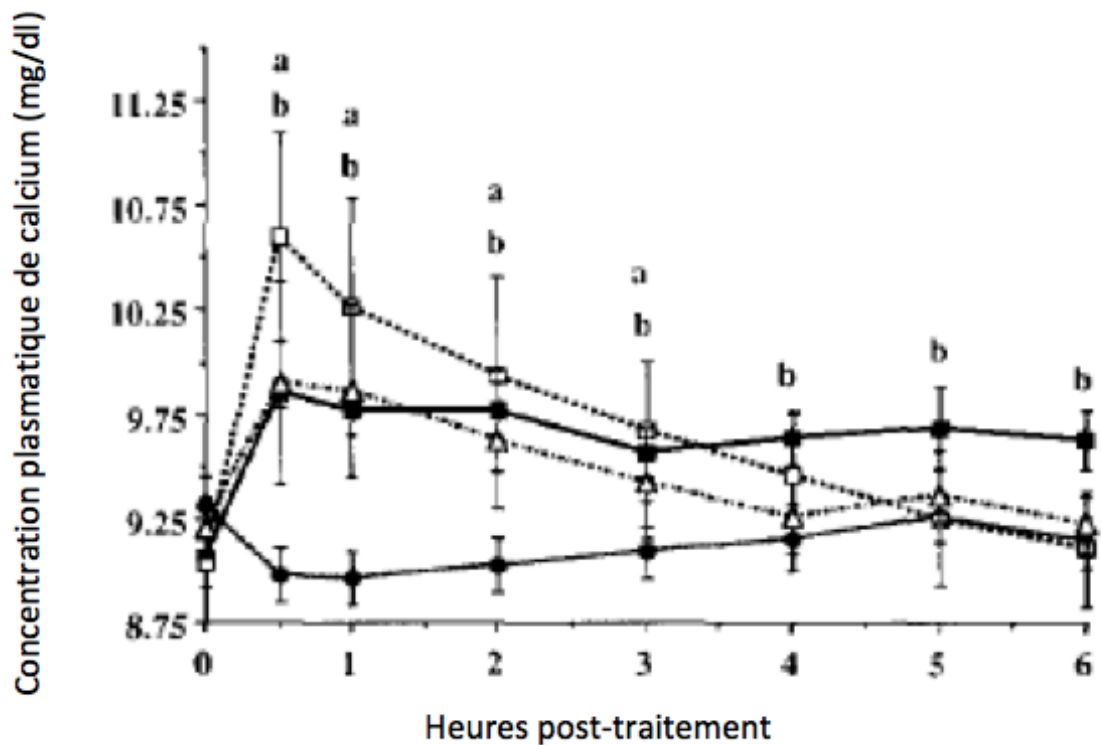
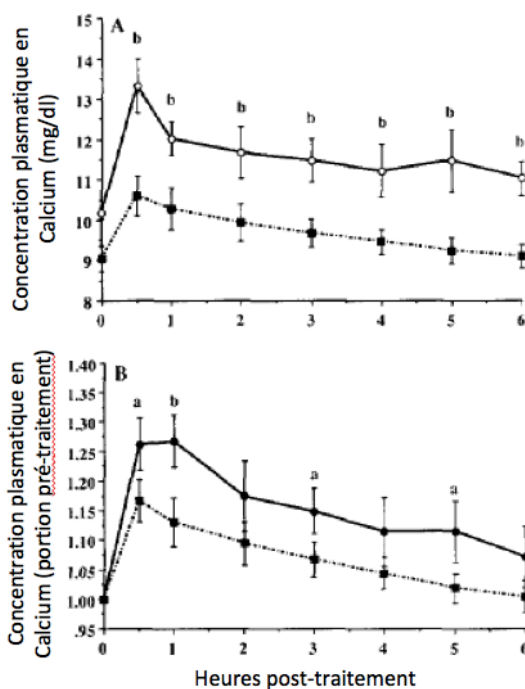


Figure 9 : Evolution de la concentration plasmatique de Ca au cours du temps après administration de calcium dans 250 mL ou 1000 mL d'eau.

(d'après (Goff et Horst, 1993))

Concentrations plasmatiques de Ca chez les vaches après administration orale de 50 g de Ca sous forme de CaCl₂ solubilisé dans soit 250 mL (o, haut; • bas) ou 1000 mL (■) d'eau;



Les différentes études montrent l'importance de l'apport du calcium par voie orale notamment lors du drenchage permettant ainsi de corriger une potentielle hypocalcémie péri-partum.

1.2.1.2.2 Correction d'acidose ruminale aigüe et autre déséquilibre biochimique

Les maladies métaboliques s'accroissent avec l'augmentation de la production et de la taille des troupeaux (Oetzel, 2004).

Le drenchage s'inscrit dans la correction des déséquilibres biochimiques chez les bovins. Etant plus rapide à mettre en place et peu coûteux, il est souvent préféré à la voie parentérale (Constable, 2003).

1.2.1.2.2.1 Correction d'acidose ruminale aigüe

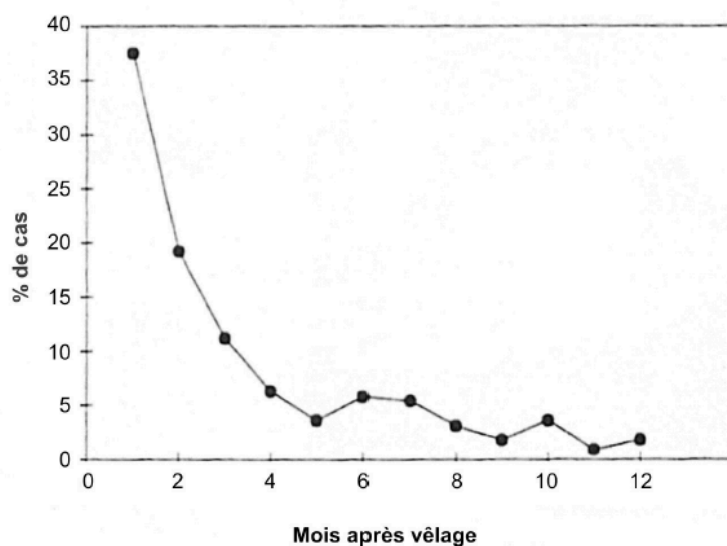
L'acidose ruminale est la conséquence d'un déséquilibre entre la production d'acides et des facteurs de compensation notamment la flore microbienne, la production et la distribution de tampon (Martin *et al.*, 2006).

L'acidose peut être distinguée en acidose aigüe ou subaigüe selon les modalités d'évolution. Aujourd'hui, les cas d'acidoses aigües sont plus rares et font place à des acidoses subaigües moins symptomatiques et moins mortelles. L'acidose subaigüe a surtout un impact sur la production et la rentabilité du troupeau.

Le déséquilibre provoqué lors d'acidose ruminale entraîne une diminution du pH ruminal. L'acidose ruminale subaigüe se définit par un pH ruminal entre 5,2 et 5,6 (Gozho *et al.*, 2005) alors que l'acidose ruminale aigüe comprend un pH ruminal inférieur à 5 (Ravary-Plumioen *et al.*, 2020).

Les périodes de transitions alimentaires sont des situations à haut risque d'acidose. En effet, les changements qu'ils soient quantitatifs ou qualitatifs modifient l'équilibre cité précédemment ce qui peut favoriser l'apparition d'acidose latente. C'est ainsi que 60 % des cas d'acidose sont observés dans les deux premiers mois post-vêlage (Figure 10) (Martin *et al.*, 2006).

Figure 10 : L'incidence de l'acidose au cours de la lactation
(D'après Martin *et al.*, 2006)



L'acidose ruminale modifie beaucoup de paramètres physico-chimiques et microbiens du rumen par le déséquilibre décrit précédemment (Tableau 1)(Martin *et al.*, 2006). Par ces différentes modifications de l'équilibre physico-chimique et microbien du rumen, l'acidose ruminale est le facteur de risque pour l'apparition d'autres affections chez les ruminants comme : l'acidose métabolique, le déplacement de caillette et les ruminites. Toutes ces complications entraînent une diminution des performances individuelles et générales du

troupeau (Figure 11) (Martin *et al.*, 2006). Les symptômes d'acidose ruminale peuvent être frustes ou plus aigus tels qu'une mauvaise production, de la diarrhée ou encore des mortalités inexplicables (Oetzel, 2004).

Tableau 1 : Résumé des déséquilibres lors d'acidose

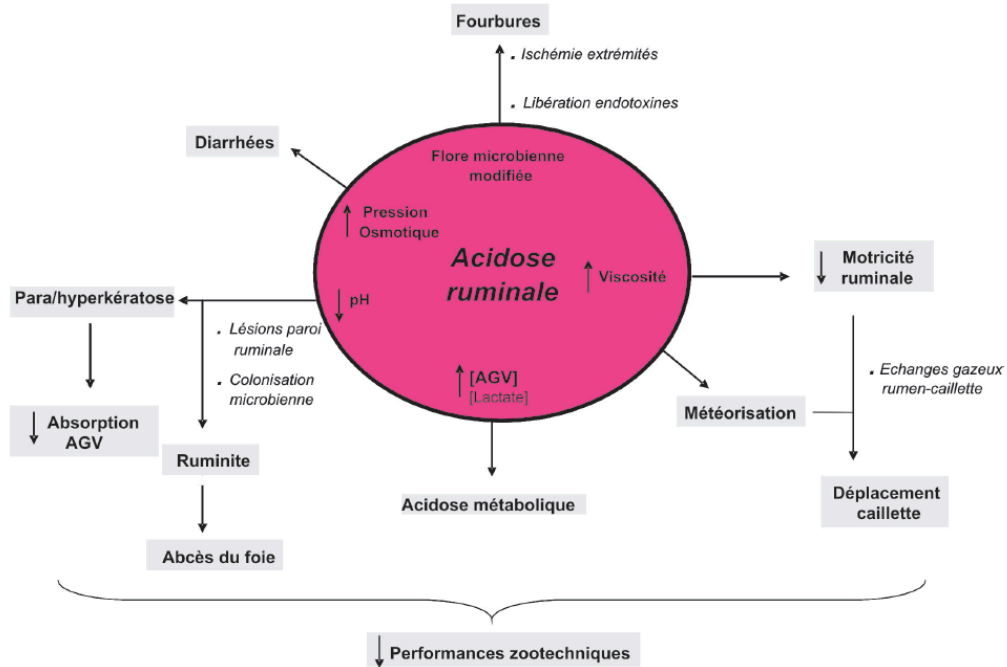
(D'après Martin *et al.*, 2006)

| | Acidose aiguë | Acidose latente | |
|--------------------------------------|----------------------|---|-------------|
| | | propionique | butyrique |
| Paramètres physico-chimiques | | | |
| • pH | ↓↓↓ 4,0 – 5,0 | ↓↓ 5,0 – 5,5 | ↓ 5,5 – 6,0 |
| • Pression osmotique | ↑↑ (>450mOsmol/L) | ↑ (>300mOsmol/L) | |
| • Viscosité | ↓↓ (proche de l'eau) | ↑ | |
| • Lactate | ↑↑ (50 – 130 mM) | → (< 10 mM) | |
| • AGV | ↓↓ (< 80 mM) | ↑↑ (100 – 200 mM) | |
| Paramètres microbiens | | | |
| • Protozoaires | ↓↓↓ | ↓ | ↑↑ |
| • Bactéries productrices de lactate | ↑↑↑ (lactobacilles) | ↑ (<i>S. bovis</i> , lactobacilles) | → |
| • Bactéries utilisatrices de lactate | ↓↓↓ | ↑↑ (<i>S. ruminantium</i> , <i>M. elsdenii</i>) → | |

C'est dans le traitement de l'acidose aiguë que s'inscrit le drenchage. En effet, il permet la gestion de la déshydratation en soutenant le traitement parentéral dans des cas sévères mais aussi la gestion du pH ruminale. Il est important d'apporter des produits alcalinisants tels que le bicarbonate (NaHCO_3) ou l'hydroxyde de magnésium mélangés à une importante quantité d'eau (Ravary-Plumioen *et al.*, 2020). L'administration de ces tampons se fait par voie orale soit par drenchage soit directement grâce à l'aide d'un pistolet-drogeur (Enemark, 2008) : l'administration de 2,5 g de NaHCO_3 /kg de poids corporel est alors recommandée afin de corriger l'acidose en provoquant une alcalose par ingestion de tampons (Constable, 2003).

Une autre des applications de la technique de drenchage est la possibilité de réensemencer le rumen avec une flore bactérienne venant d'une vache saine : la transfaunation. Cela est possible grâce à la technique de sondage oro-gastrique (similaire à la technique de drenchage) lors d'anorexie prolongée chez le bovin adulte par exemple lors d'acidose. Un transfert d'environ 5 litres de liquide ruminal d'une vache à une autre peut être réalisé (Sartelet et Lecomte, 2016). Cette transfaunation est très importante lors du traitement de l'acidose ruminale aiguë, il est possible de transfauner l'animal malade avec 7 à 10 litres de jus de rumen d'une vache saine, cela est renouvelé pendant 2-3 jours (Ravary-Plumioen *et al.*, 2020).

Figure 11 : Conséquences de l'acidose ruminale
(D'après Martin *et al.*, 2006)



1.2.1.2.2 La cétose

Chez les ruminants, la néoglucogénèse est la voie principale de production de glucose à partir de divers substrats comme les acides gras volatils (le propionate), les acides aminés glucoformateurs, le lactate et le glycérol (Belbis *et al.*, 2019). Le propionate est glucoogénique ; il entre dans le cycle de Krebs afin de produire du glucose (Figure 12). Les autres acides gras volatils (l'acétate et le butyrate) vont permettre la formation de corps cétoniques. Les corps cétoniques peuvent être utilisés dans le cycle de Krebs via la voie de l'Acétyl-CoA (Figure 13).

Figure 12 : Schéma du cycle du propylène glycol
(D'après Nielsen et Ingvarsten, 2004a)

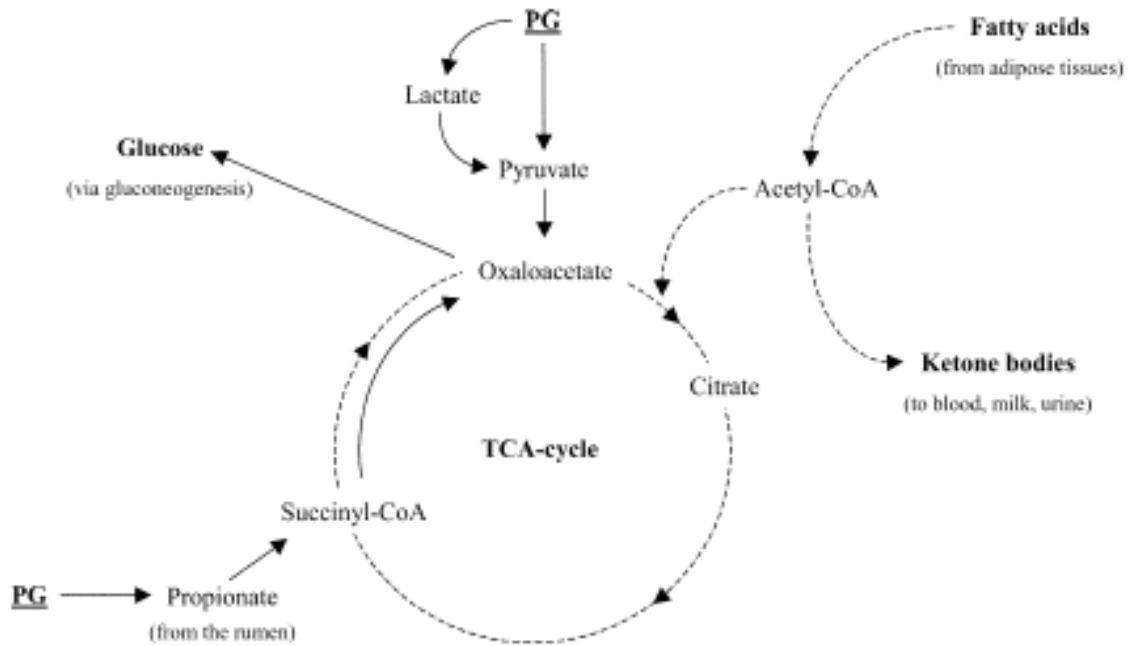
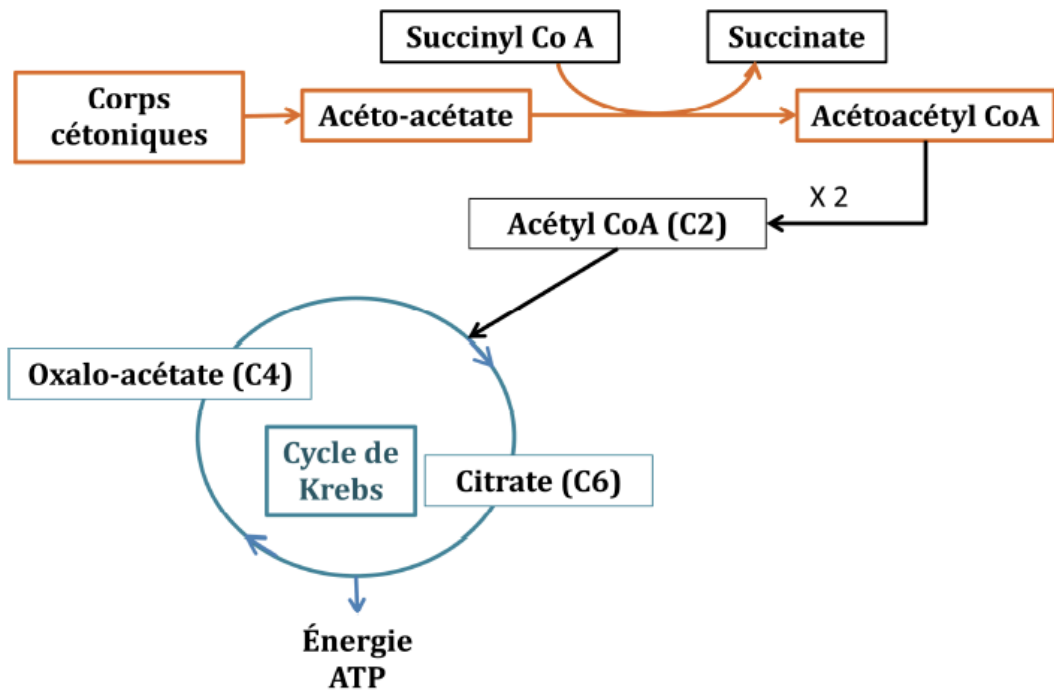


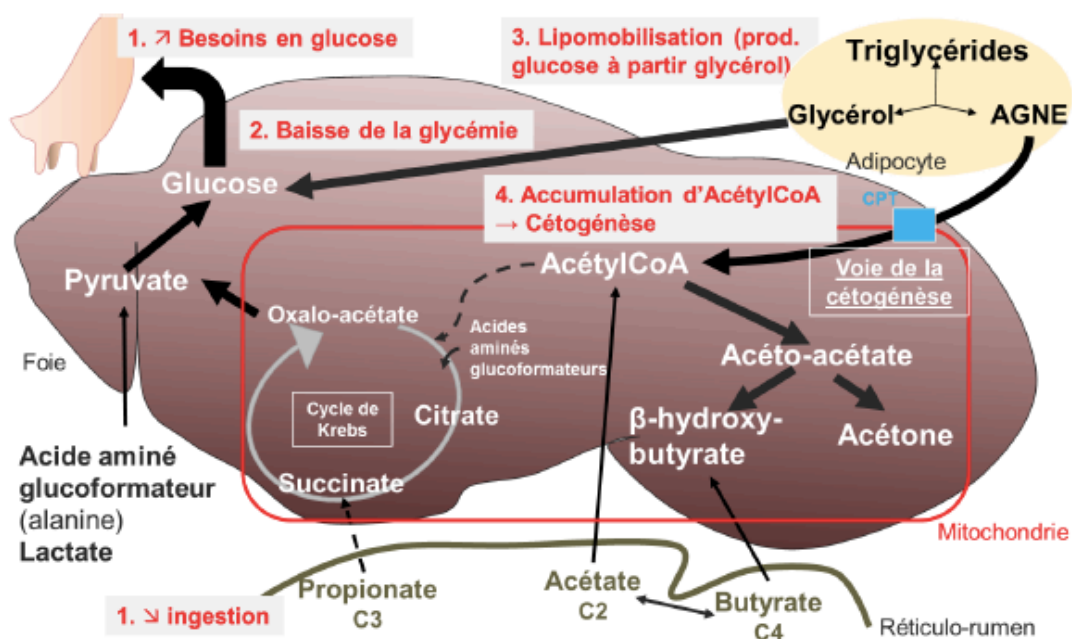
Figure 13 : Schéma du devenir des corps cétoniques
(Griffon, 2013)



La cétose est une affection métabolique caractérisée par une accumulation excessive de corps cétoniques dans le sang. La physiopathologie de cette affection définit deux types de cétose : une cétose type I et type II. Les signes sont souvent frustes (diminution de la motricité ruminale, dysorexie ou diminution de la production laitière) voire absents lors de cétose subclinique, et l'affection est souvent sous-estimée au sein des troupeaux. Un des signes pouvant indiquer la présence de cétose est une augmentation de la proportion de matières grasses dans le lait par rapport aux protéines chez les animaux atteints en début de lactation (Oetzel, 2004). Les deux types de cétose ne surviennent pas dans les mêmes conditions. En effet, la cétose de type I survient entre 1 et 6 semaines post-vêlage (Oetzel, 2007 ; Griffon, 2013). La cétose de type II est, elle, favorisée par un état d'engraissement excessif avant vêlage (Piantoni et Allen, 2015).

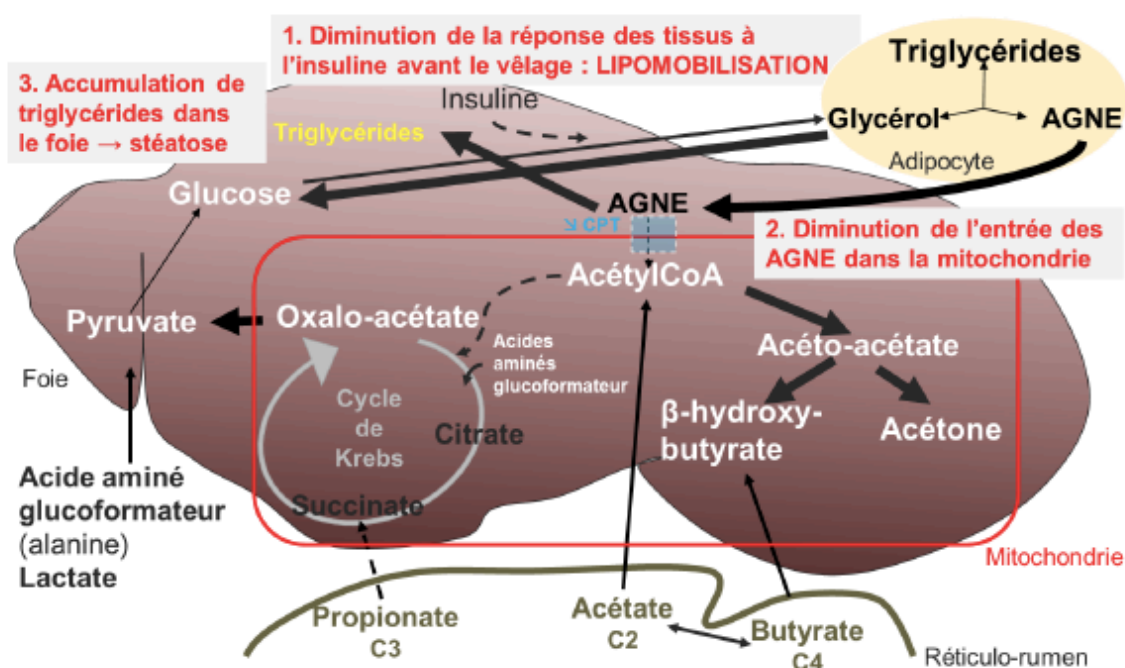
La cétose de type I est liée à un déficit énergétique primaire, rencontré après le vêlage, conduisant à une production excessive de corps cétoniques (acétate, β -hydroxybutyrate, acéto-acétate). Au moment du vêlage, le lactate et le propionate sont moins disponibles notamment à cause d'un déficit alimentaire. Ils sont aussi utilisés de façon accrue pour la production de lactose. Ainsi, ils ne sont pas disponibles pour produire de l'oxaloacétate qui lui est indispensable afin d'oxyder l'Acétyl-CoA (Belbis *et al.*, 2019). Suite à cela, les corps cétoniques ne sont donc pas utilisés dans le cycle de Krebs et s'accumulent. De plus, la faible quantité d'AGV (Acides Gras Volatils) entraîne une forte lipomobilisation afin de combler les besoins énergétiques. Il y a donc une libération d'AGNE (Acides Gras Non Estérifiés) importante (Figure 14) (Belbis *et al.*, 2019). Les AGNE seront transformés en Acétyl-CoA dans la mitochondrie et ensuite oxydés en corps cétoniques. La cétose de type I se caractérise donc par une augmentation des corps cétoniques, des AGNE et la diminution de la glycémie ainsi que de l'insulinémie (Griffon, 2013).

Figure 14 : Schéma explicatif du mécanisme de la cétose de type I
(Belbis *et al.*, 2019)



La cétose de type II ou stéato-cétose est liée à l'apparition d'une stéatose hépatique par lipolimobilisation excessive entraînant une cétose. Les animaux atteints étant insulino-résistant, il n'y a plus de freinage de la lipomobilisation (Griffon, 2013). Contrairement à la cétose de type I, les AGNE ne sont pas utilisés par la mitochondrie, ils permettent la formation de triglycérides qui s'accumuleront dans les hépatocytes (Figure 15) (Belbis *et al.*, 2019). La cétose de type II se caractérise donc par une élévation des AGNE, des acides biliaires, des corps cétoniques, de la bilirubine totale et des enzymes hépatiques (Griffon, 2013).

Figure 15 : Schéma explicatif des mécanismes de la cétose de type II
(Belbis *et al.*, 2019)



Le traitement de la cétose repose sur la stimulation de la néoglucogenèse, l'augmentation de la concentration plasmatique en glucose et la diminution de la lipolyse. Le traitement repose principalement sur un apport de glucose par voie intraveineuse avec du glucose hypertonique 30% (entre 250 et 500 mL peuvent alors être administrés) (Griffon, 2013). Il est possible de contribuer au traitement en apportant par voie orale des précurseurs de la néoglucogenèse tel que le propylène glycol ou encore le glycérol afin d'obtenir un effet plus prolongé que par voie intraveineuse (Belbis *et al.*, 2019).

Le traitement oral repose sur l'administration de propylène glycol ou de propionate de calcium. La quantité administrée par voie orale doit être entre 200-250 g 2 fois par jour pendant 5 jours de propylène glycol et de 125-250 g 2 fois par jour pendant 5 jours de propionate de calcium (Griffon, 2013 ; Belbis *et al.*, 2019). L'administration par voie orale de propylène glycol augmente la concentration glycémie et en insuliniémie, cela réduit donc les risques de cétose (Studer *et al.*, 1993). En effet, la cétose entraîne une hypoglycémie. Le propylène glycol amène

du propionate au niveau du cycle de Krebs et permet ainsi le fonctionnement de la néoglucogenèse et la formation du glucose (Nielsen et Ingvarsen, 2004b).

De nombreuses études ont montré que l'administration de propylène glycol par voie orale conduisait à l'augmentation de la glycémie, la diminution des corps cétoniques, et la libération moindre de AGNE, il agirait ainsi sur l'incidence de la cétose chez les vaches laitières (Studer *et al.*, 1993 ; Grummer *et al.*, 1994 ; Butler *et al.*, 2006). L'étude de Studer *et al.* démontre l'efficacité de l'administration de propylène glycol par drenchage sur la glycémie. En effet, celui-ci permet l'augmentation de la glycémie pendant plusieurs heures après le drenchage avec un pic à environ 1h15 post-drenchage (Figure 16). Dans cette même étude, il a été mis en évidence que la quantité d'AGNE était moindre suite à un drenchage avec du propylène glycol comparé à un drenchage avec de l'eau (Figure 17). Ces résultats soulignent que la lipomobilisation est moins importante, réduisant ainsi le risque de cétose.

De plus, une étude suggère que l'administration orale forcée du propylène glycol par drenchage est plus efficace que lorsqu'il est intégré dans la ration (Figure 18) (Christensen *et al.*, 1997). En effet, le β -hydroxybutyrate est plus faible en moyenne lors d'une distribution du propylène glycol par drenchage que dans la ration, témoignant d'une correction plus efficace de la cétose (Rivoire, 2012). Le propylène glycol est un produit peu appétant, le drenchage permet donc de maîtriser la quantité absorbée.

Les différentes études suggèrent donc que le traitement de choix pour la correction de la cétose est l'administration par drenchage de propylène glycol. Une étude suggèrent qu'une dose de 300 mL de propylène glycol administré directement dans le rumen serait plus efficace que 600 mL de glycérol (Piantoni et Allen, 2015). De plus, l'ajout de glycérol en complément d'un traitement par le propylène glycol ne conduirait pas à améliorer les bénéfices du propylène glycol seul (Figure 19) (Piantoni et Allen, 2015).

Il semblerait donc que le drenchage s'inscrit de manière efficace dans la prévention et le traitement des cétooses notamment avec l'administration de propylène glycol.

Figure 16 : Evolution de la concentration plasmatique en glucose au cours du temps chez les vaches drenchées avec de l'eau ou du propylène glycol

Concentration plasmatique de glucose des vaches lors d'un drenchage de 1 L d'eau (o) ou de 1 L propylène glycol (•)

(D'après Studer *et al.*, 1993)

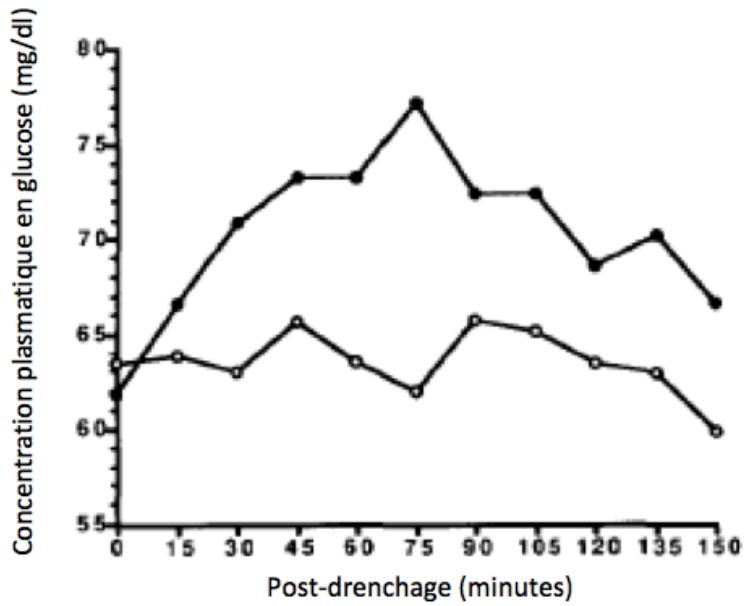


Figure 17 : Evolution de la concentration plasmatique en AGNE au cours du temps chez des vaches drenchées avec 1 L d'eau ou de propylène glycol

Concentration plasmatique d'AGNE des vaches à drencher avec 1 L d'eau (o) ou 1 L de propylène et glycol (•) par jour en commençant 10 jours avant le vêlage.

(D'après Studer *et al.*, 1993)

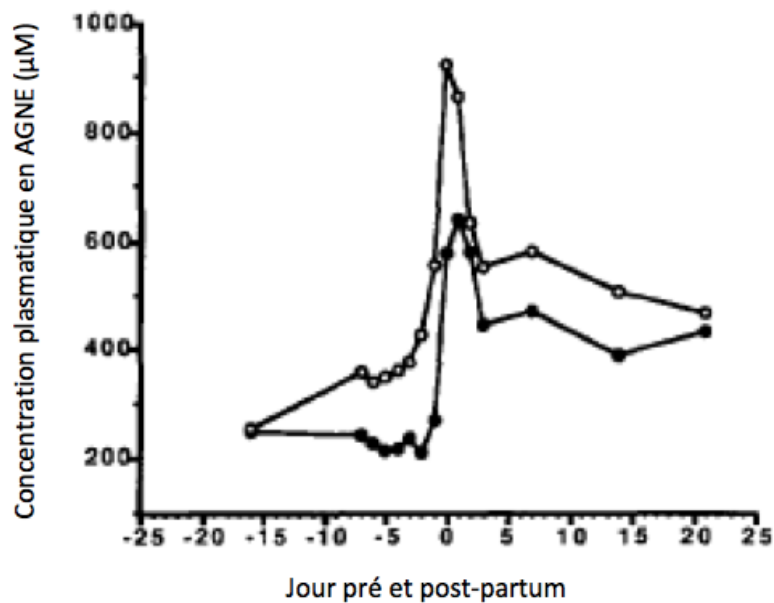


Figure 18 : Evolution de la concentration plasmatique en β -hydroxybutyrate au cours du temps après administration par voie orale (à T = 0) de propylène glycol

Contrôle (●), PGO = PG administré par drenchage (○), PGC = PG donné avec un concentré (■)

(D'après Christensen *et al.*, 1997)

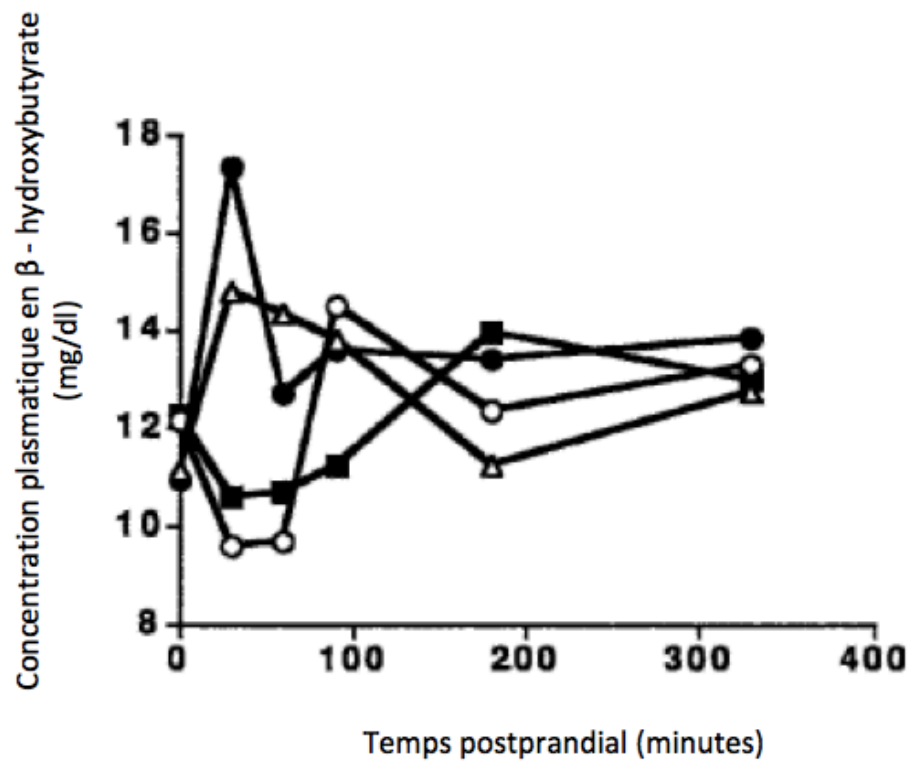
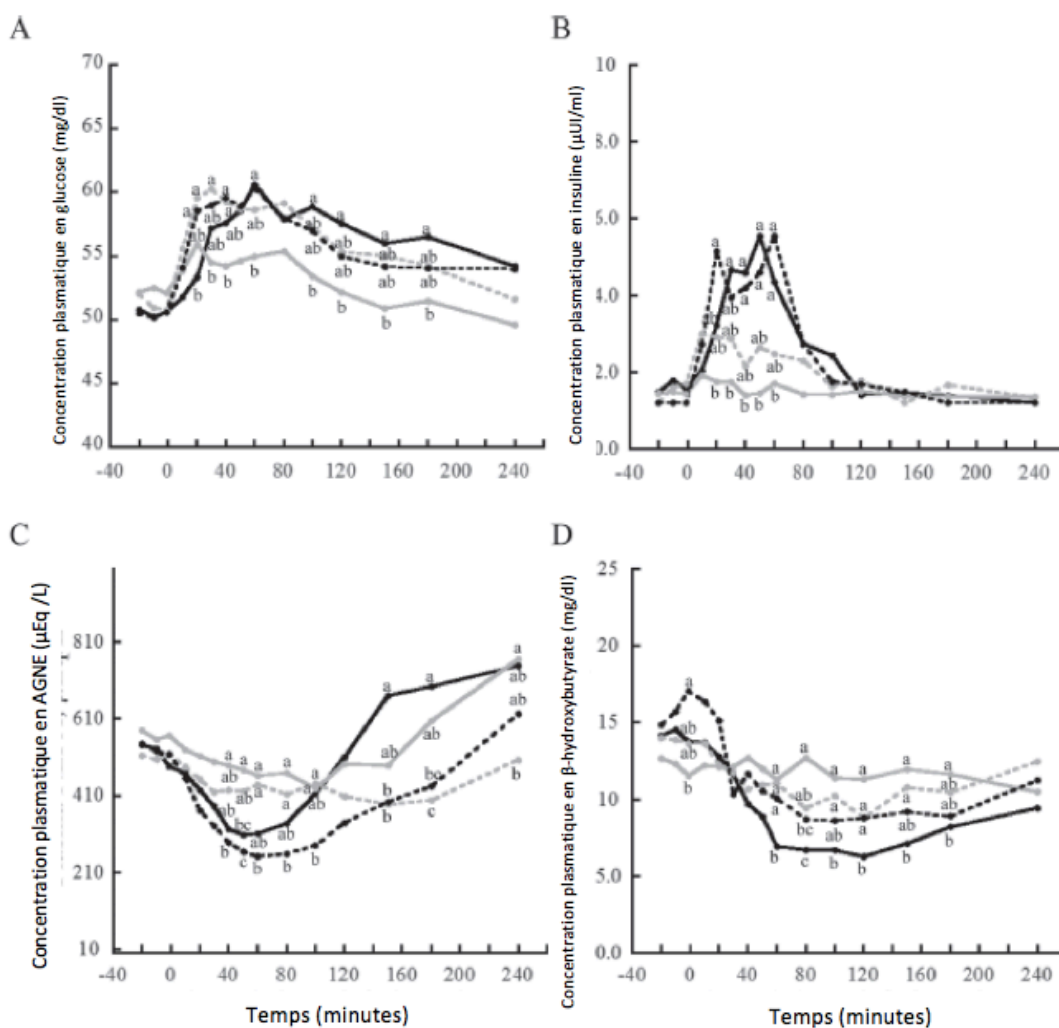


Figure 19 : Evolution de la concentration plasmatique en glucose, AGNE, insuline et β -hydroxybutyrate au cours du temps chez les vaches après administration de propylène glycol ou de glycérol par voie orale (à T = 0).

300 ml de propylène glycol (PG ; ligne noire continue), 300 ml de glycérol (G ; ligne grise continue), 600 ml de G (2G ; ligne grise en pointillés) et 300 ml de G + 300 ml de PG (GPG ; ligne noire en pointillés).

(D'après Piantoni et Allen, 2015)



1.2.1.2.2.3 Autres déséquilibres métaboliques

- Hypomagnésémie

L'hypomagnésémie est définie comme une baisse du taux de magnésium sanguin sous 0,5 mmol/L (Mathis, 2008). Elle se manifeste principalement en fin de gestation ou pendant les 2 premiers mois de lactation. L'hypomagnésémie clinique se traduit principalement par des symptômes nerveux et des troubles de la démarche tels que l'hyperesthésie, les tremblements musculaires ou la parésie (Mathis, 2008).

Lors d'hypomagnésémie clinique, il est important d'agir vite et efficacement c'est donc la voie parentérale qui est la plus recommandée car la biodisponibilité orale du magnésium est très faible. La voie orale est utilisée en complément de la voie parentérale lors de symptômes d'hypomagnésémie ou en prévention. (Constable, 2003). Avec 100g d'oxyde de magnésium dans de l'eau drenchée, environ 50g de magnésium sont apportés à la vache. Il est possible d'ajouter à cela du chlorure de sodium, carbonate de calcium et phosphate de calcium afin de prévoir une hypocalcémie secondaire à une hypomagnésémie et améliorer l'absorption du magnésium au niveau du rumen grâce au sodium (Goff, 2004).

- Hypophosphatémie

L'hypophosphatémie se définit par une diminution de la phosphatémie sous le seuil de 1,4 mg/L, les signes cliniques apparaissent souvent entre 0,3 et 1 mg/L (Louvin, 2020). Elle survient souvent dans les jours qui suivent le vêlage et est principalement favorisée par un déficit alimentaire (Rivoire, 2012 ; Louvin, 2020). L'hypophosphatémie est rarement corrigée seule car son impact clinique est rare, elle est plus souvent associée à d'autres déséquilibres métaboliques (Rivoire, 2012).

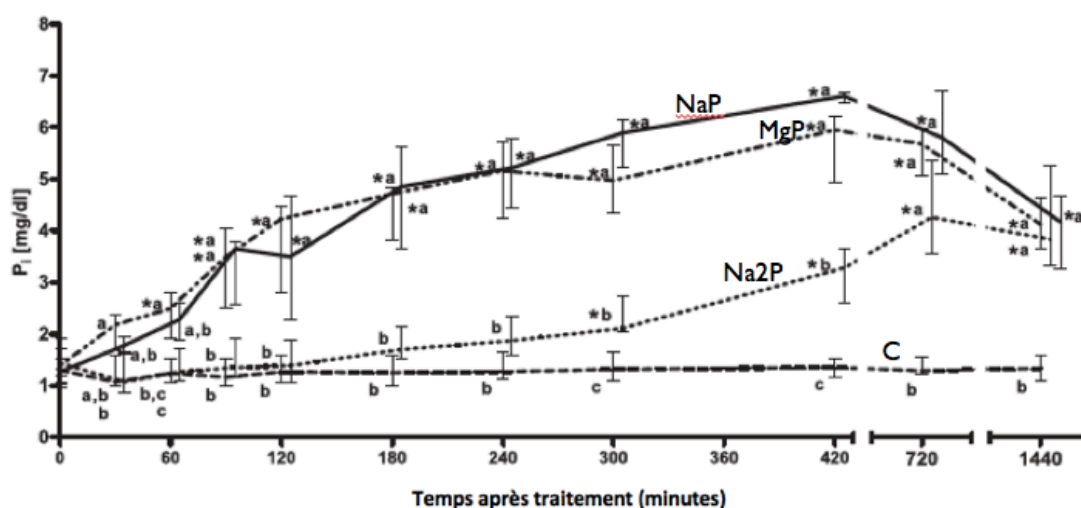
Le rétablissement de la phosphatémie peut être obtenu par l'apport de phosphore par voie parentérale ou par voie orale. Une correction rapide de la phosphatémie est observée avec une supplémentation orale en sels de phosphate (Cohrs et Grünberg, 2018). Le traitement par voie orale est cependant d'un effet moins rapide par rapport au traitement intraveineux, même s'il agit plus durablement dans le temps, pendant 12 à 24h (Goff, 2004 ; Cohrs et Grünberg, 2018). Il est ainsi possible, pour traiter une hypophosphatémie, d'apporter par drenchage 100 g de phosphate de sodium mélangé à de l'eau (volume non précisé dans la littérature) afin d'apporter au final 50 g de phosphore absorbé pour un bovin adulte (Goff, 2004).

Une équipe a étudié l'effet de différents sels phosphatés sur la phosphatémie, notamment le dihydrogénophosphate monosodique (NaH_2PO_4), le phosphate monohydrogénique disodique (Na_2HPO_4) et le phosphate de magnésium (MgHPO_4). Les résultats obtenus montrent que les 3 types de sels augmentent la phosphatémie. Il apparaît aussi que l'augmentation se fait beaucoup plus rapidement avec le Na_2HPO_4 et le NaH_2PO_4 qu'avec le phosphate de magnésium (Figure 20) (Cohrs et Grünberg, 2018). Pour une correction rapide de l'hypophosphatémie avec drenchage ou bolus phosphaté il est préférable d'utiliser du Na_2HPO_4 ou du NaH_2PO_4 (Cohrs et Grünberg, 2018).

Figure 20 : Evolution de la concentration plasmatique en phosphore chez des vaches au cours du temps après un traitement au phosphore post-drenchage

(D'après Cohrs et Grünberg, 2018)

Groupe NaP (traitement avec NaH_2PO_4 , ligne continue ; n=54), groupe Na2P (traitement avec Na_2HPO_4 , pointillé pointillé ; n=54), groupe MgP (traitement avec MgHPO_4 , pointillé ligne ; n=54) et groupe C (groupe témoin, ligne pointillée ; n=512)



- Hypokaliémie

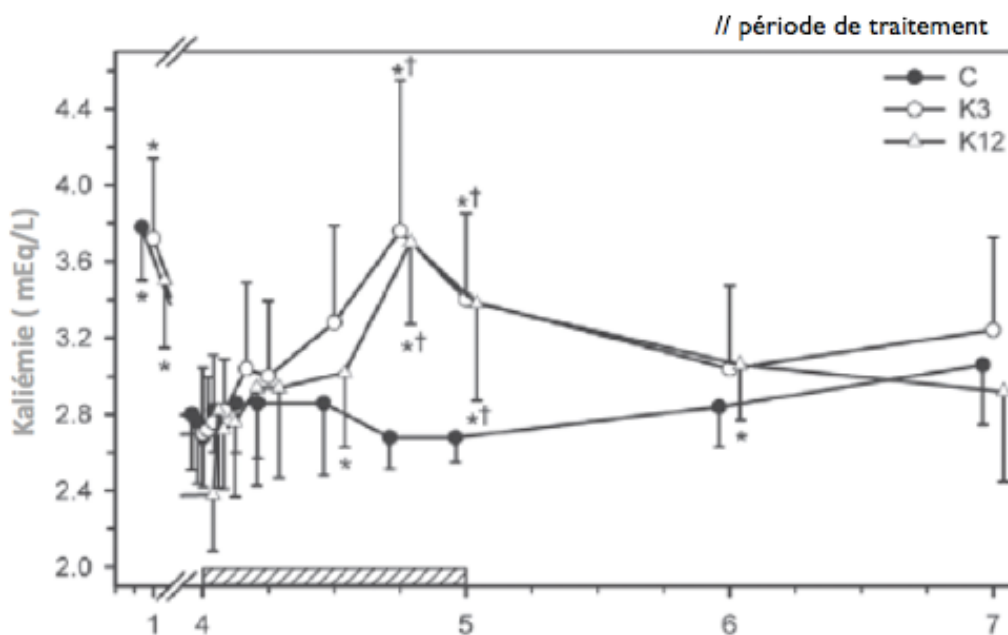
L'hypokaliémie est souvent définie comme une kaliémie $<3,9$ mEq/L chez les bovins adultes (Constable *et al.*, 2014). L'hypokaliémie apparaît souvent chez des vaches laitières hautes productrices (Constable, 2003). Cette hypokaliémie peut entraîner, dans des cas graves, une faiblesse musculaire et un décubitus chez l'animal (Constable, 2003). Si une correction de la kaliémie par voie parentérale est possible, les risques inhérents à une complémentation sans ionogramme en ferme en font une pratique dangereuse. La voie orale lui est par conséquent souvent préférée (Constable, 2003), celle-ci étant très efficace pour corriger les déséquilibres potassiques chez les bovins (Goff, 2004).

Lors d'inappétence, il est classiquement recommandé d'administrer, pour une vache de 600 kg, 30 à 60 g de KCl deux fois à 12 heures d'intervalle pour des hypokaliémie légère à modérée (Constable, 2003) alors que pour une hypokaliémie sévère ($<2,5$ mEq/L), il est recommandé d'administrer, pour une vache de 600 kg, 120 g de KCl par voie orale suivis de deux traitements de 60 g de KCl à 8h d'intervalle (Constable, 2003 ; Constable *et al.*, 2014). Une étude a voulu étudier si un traitement plus fréquent était plus efficace ou non (Constable *et al.*, 2014). Il a été montré que l'administration toutes les 3h ou 2 fois par jour augmentait significativement la kaliémie par rapport aux vaches non traitées. Cependant, il n'y a pas de différences en fonction de la fréquence d'administration : une administration toutes les 3h ou 2 fois par jour n'est pas associée à une différence concernant la restauration de la kaliémie (Figure 21) (Constable *et al.*, 2014).

Figure 21 : Evolution de la concentration plasmatique en potassium au cours du temps après différents traitements à base de potassium post-drenchage

(D'après Constable *et al.*, 2014)

Les vaches ont reçu du KCl par voie orale 8 fois le jour. J 4 à 0,05 g/kg de poids corporel toutes les 3 h (groupe K3 o) ou 2 fois au jour 4 à 0,20 g/kg de poids corporel toutes les 12 h (groupe K12), ou ont reçu aucun traitement (groupe C).



1.2.1.3 Correction de carence en oligo-éléments

Il existe des périodes plus ou moins à risque de carences multiples chez les bovins notamment le tarissement ; la ration doit être complétée en vitamines, minéraux et oligo-éléments (Cuivre, Zinc, Manganèse, Sélénium, Cobalt, Iode) afin de combler le besoin de l'animal lors de cette période. Les apports en énergie, calcium et vitamines sont principalement apportés par la ration mais il est souvent nécessaire d'apporter une complémentation possible par drenchage (Gerloff, 1988).

I.2.2 Chez le veau

I.2.2.1 Favoriser la prise colostrale

Les particularités de la placentation des ruminants font que le veau nouveau-né naît quasiment dépourvu d'immunité humorale. La prise du colostrum en quantité suffisante revêt par conséquent un intérêt majeur pour la protection immunitaire du veau lors des premières semaines de vie. En effet, celui-ci est un acteur essentiel dans le maintien d'une bonne santé chez le veau, il permet le transfert d'immunité de façon passive grâce aux anticorps de la mère (se retrouvant dans le colostrum) et d'autres nutriments permettant au veau de se protéger plus facilement des agents environnants et favorisant sa croissance. Cette prise colostrale est classiquement réalisée par le veau lors des heures suivant la naissance par tétée de sa mère. A l'heure actuelle, il est recommandé de distribuer un volume minimal de 2 litres de colostrum dans les 2 heures suivant le vêlage, et de manière optimale 3 à 4 litres lors de cette première buvée (Belbis et Plassard, 2019). L'impact d'une buvée de 2 ou 4 litres est important concernant la qualité du transfert d'immunité passive : le taux d'immunoglobulines et de protéines dans le sang est ainsi plus important lors de l'administration de 4 litres de colostrum que de 2 litres (Figure 22) (Kaske *et al.*, 2005).

Plusieurs facteurs peuvent conduire à ce que cette prise de colostrum soit insuffisante ou trop tardive pour permettre une protection satisfaisante du veau : faible qualité immunologique du colostrum, vache atteinte d'une mammite ou encore insuffisance du volume consommé par le veau (faible quantité de colostrum de la vache, temps de tétée insuffisante, vache n'ayant pas un caractère maternel, etc.). Ainsi sur les quantités bues par un veau dans les heures suivant la naissance, seuls 24 % des veaux prennent un premier repas d'un volume de plus de deux litres, qui est le volume minimal recommandé lors de la première buvée pour aboutir un transfert colostrale satisfaisant (Belbis et Plassard, 2019). Cette première buvée spontanée est également assez tardive par rapport aux recommandations : près de 40 % des veaux laitiers effectuent leur première buvée spontanée plus de deux heures après la naissance (et 19 % plus de 8 heures après la naissance) (Belbis et Plassard, 2019). Ces données soulignent l'intérêt d'une administration forcée de colostrum par l'éleveur.

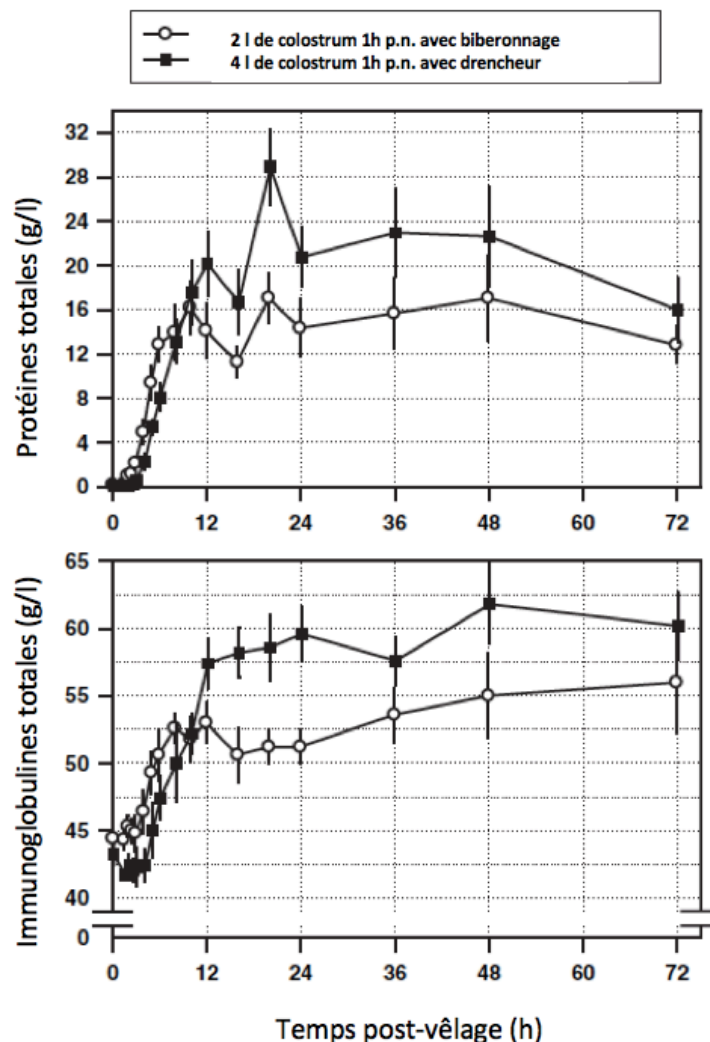
Plusieurs techniques sont alors envisageables : l'administration par biberonnage ou par drenchage. Ces deux techniques réduisent l'échec de transfert d'immunité passive : ainsi ce taux d'échec, estimé à près de 60 % en élevage laitier, n'est que de 19,3 % lors de distribution du colostrum au biberon et de 10,8 % lors d'administration par drenchage (Besser *et al.*, 1991 ; Goff, 2004 ; Cohrs et Grünberg, 2018) . Ces méthodes permettent également de distribuer une quantité adaptée à la qualité immunologique du colostrum (colostrum de la vache après traite ou colostrum issu d'une banque de colostrum), ce qui n'est pas envisageable lorsque le colostrum est distribué par tétée.

Même lors de bonne prise colostrale volontaire, le veau boit rarement la quantité nécessaire (pas plus de 2,5 L), la prise de colostrum par drenchage ensuite est donc à favoriser pour parvenir à une bonne immunité chez les veaux (Kaske *et al.*, 2005). La figure ci-dessous met en évidence le fait que l'apport de 4 L de colostrum par drencheur permet un meilleur apport protéique dans les jours qui suivent la naissance. Il est donc important que la quantité de colostrum administré soit plus proche des 4 L que des 2 L : le drenchage permet ainsi de favoriser l'apport d'une telle quantité.

Les concentrations plasmatiques en protéines totales et en immunoglobulines évoluent au cours des premières heures de vie. La concentration en protéines plasmatiques est ainsi maximale autour de 18 h post-partum alors que celle en immunoglobulines est maximale autour de 48-72 h. A nouveau les concentrations plasmatiques en immunoglobulines sont maximales lors d'un apport de 4 litres de colostrum par drenchage réalisé dans l'heure qui suit la naissance par rapport à l'administration de 2 litres par biberonnage (Figure 22) (Kaske *et al.*, 2005).

Figure 22 : Evolution de la concentration plasmatique en protéines et immunoglobulines au cours du temps post-vêlage chez des veaux biberonnés ou drenchés avec du colostrum (1 h post-vêlage).

(D'après Kaske *et al.*, 2005)



1.2.2.2 Traitement des diarrhées et correction de la déshydratation

Les diarrhées néonatales sont des affections d'importance en élevages allaitants et laitiers. Elles ont un impact financier à court terme par le traitement mis en place et la possible mortalité mais aussi au long terme par une perte de valeur du veau notamment sur ces performances de croissance et de production. Elles mettent en péril la bonne gestion du bien-être des bovins. Les facteurs favorisant les diarrhées néonatales sont nombreux.

Lors de diarrhées néonatales, une déshydratation s'installe fréquemment et est quantifiée par des critères cliniques : la mesure du retour à la normale du pli de peau, l'enfoncement de l'œil, le temps de remplissage capillaire (le TRC) et la surface des muqueuses (sèches ou non) (Smith, 2009).

Le drenchage est un outil très utile lors des traitements de diarrhées néonatales. En effet, il permet d'administrer des solutions réhydratantes par voie orale au veau malade. Ainsi, le drenchage permet d'apporter de l'eau et des électrolytes permettant la compensation des pertes de fluides et d'électrolytes (Naylor, 1999). L'apport dans la solution de drenchage de différents additifs tels que le glucose, l'acétate ou des acides aminés va permettre l'amélioration de l'absorption intestinale du sodium et de l'eau (McClure, 2001 ; Sen *et al.*, 2009).

Pour exercer leur pouvoir réhydratant, les solutés réhydratants oraux doivent contenir du glucose et du sodium afin de permettre un flux d'eau depuis la lumière intestinale vers les vaisseaux intestinaux. La proportion glucose/sodium doit être supérieure à 1 et inférieure à 2. En effet, il a été montré que si la concentration de glucose est égale à 2 fois celle du sodium, il n'y a plus d'effet positif du glucose sur la réhydratation (McClure, 2001).

Le choix d'une réhydratation par voie orale, intraveineuse ou mixte est fonction de l'état de déshydratation et d'acidose du veau (Rivoire, 2012). Chez un veau déshydraté à moins de 8% avec une acidose légère, le drenchage seul peut être utilisé. Chez un veau déshydraté à plus de 8% avec une acidose modérée à sévère, le traitement intraveineux doit être privilégié (Rivoire, 2012). Le traitement mixte (oral et intraveineux) peut être aussi utilisé avec une perfusion intraveineuse (d'environ 2 litres) initialement et complétée par un traitement oral pendant plusieurs jours (Lorenz, 2009).

Il faut noter que le drenchage est indiqué que lorsque le veau a un système digestif au moins partiellement fonctionnel ; la contre-indication absolue est la présence d'un iléus. En effet, lors d'iléus, les fluides s'accumulent dans le rumen conduisant à l'apparition d'une ruminite et à une aggravation de l'acidose initiale (Naylor, 1999).

I.3 Aspect pratique de la réalisation du sondage œsophagien chez le bovin

Le sondage œsophagien afin d'apporter des fluides dans le rumen, aussi appelé « drenchage » est un acte notamment vétérinaire permettant l'administration de liquide grâce à une sonde œsophagienne introduite dans la bouche et s'arrêtant dans le rumen.

I.3.1 Chez l'adulte

Avant toute réalisation, une contention de qualité de l'animal est nécessaire, afin d'assurer un bon positionnement de la tête. La mise en place d'un licol est recommandée, seule ou en complément d'un blocage de l'animal au cornadis. La tête devra être positionnée dans l'axe du cou afin d'éviter de tordre le cou de l'animal, ce qui gênerait l'acte. Il convient également de ne pas lui placer la tête en hyper- ou en hypo-extension.

I.3.1.1 Contention

La contention lors de l'acte de drenchage est essentielle. En effet, cette technique présente de nombreux risques de lésions chez l'animal, il est donc essentiel que l'animal bouge le moins possible. La recommandation pour une sécurité de l'animal et du vétérinaire est de placer l'animal au cornadis. Ensuite, le manipulateur se place sur le côté de l'animal et avec une main ouvre la bouche, en plaçant ses doigts sur le côté de celle-ci. Avec l'autre main le drencheur est inséré dans la bouche.

I.3.1.2 Choix du matériel

La technique de drenchage est très utilisée dans la médecine vétérinaire bovine (Rivoire et Commun, 2014 ; Jeannot, 2017 ; Leblanc, 2019). En effet, elle possède beaucoup d'avantages. Le drenchage permet une fluidothérapie plus rapide à mettre en œuvre, plus importante et moins risquée que par simple voie intraveineuse. Il est possible d'administrer par voie orale 10-15% du poids vif sans complications (Constable, 2003). Il faut noter que cette technique présente l'avantage d'amener toutes sortes de liquides dans le rumen : de l'eau complémentée ou non, des médicaments etc.

Le drenchage présente peu de complications : environ 1% de complications sont rencontrés après un tel acte (Jeannot, 2017). La principale complication est la fausse déglutition, représentant environ 60% des cas de complications (Jeannot, 2017). Il est par conséquent très important de vérifier l'emplacement de la sonde avant l'administration des fluides afin de limiter cette complication. Les inconvénients de la technique avec drencheur sont le risque d'induire des lésions pharyngées et œsophagiennes qui peuvent être plus souvent présente avec cette technique que celle sans drencheur (Foster et al., 2015) : cela représente environ 40% des cas de complications post-drenchage (Jeannot, 2017).

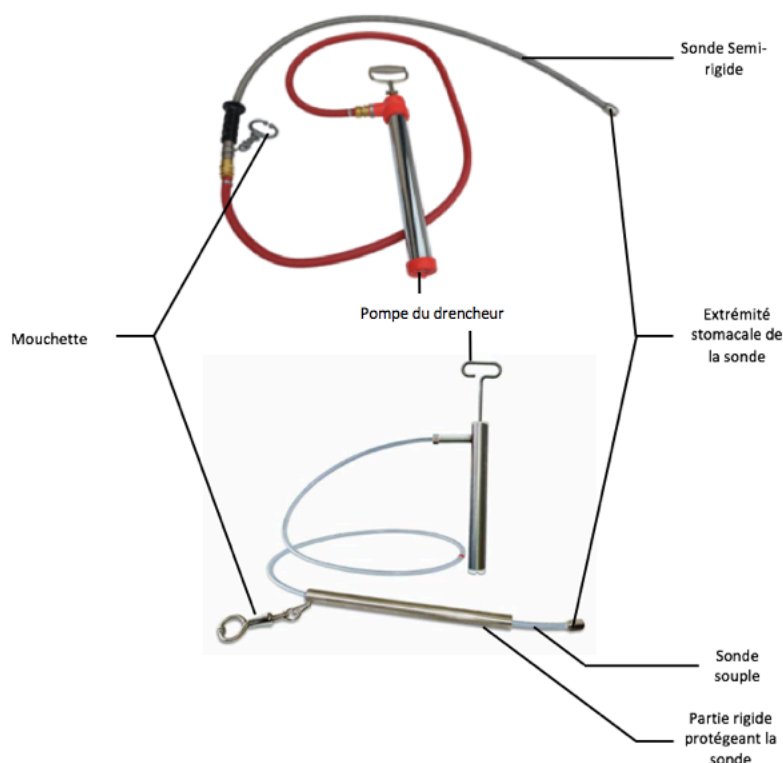
Les avantages de la technique naso-oesophagienne sont que l'effet siphon est plus doux que l'effet drencheur ce qui rend le drenchage mieux toléré par la vache. En effet, la sonde naso-oesophagienne étant plus fine, un effet siphon est utilisé ce qui permet l'apport de liquides du seau au rumen par une différence de pression alors que l'effet drencheur est un apport de liquide du seau au rumen par la force de la pompe utilisée par le vétérinaire. Un autre avantage est qu'elle nécessite moins de matériel que la première technique. En effet, elle évite de perdre du temps à nettoyer et porter la pompe présente dans le drencheur (Leblanc, 2019).

1.3.1.3 Matériel et méthode

1.3.1.3.1 Par voie orale avec un drencheur

Un drencheur se compose d'une pompe reliée à une sonde (un tube) plus ou moins rigide (Figure 23). La pompe est immergée dans un seau rempli du liquide à administrer et l'extrémité de la sonde sera positionnée dans le rumen. Si une sonde souple est utilisée, celle-ci devra être passée à travers un spéculum (partie rigide protégeant la sonde souple) permettant la bonne administration de la sonde dans l'œsophage de l'animal tout en la protégeant des dents de l'animal. Si un drencheur avec une sonde semi-rigide est choisi, l'utilisation d'un spéculum ne sera pas nécessaire.

Figure 23 : Deux exemples de drencheur avec sonde souple et semi-rigide



Les différentes étapes de réalisation d'un drenchage oral sont :

1. **Lubrification puis application du spéculum ou de la sonde semi-rigide directement dans la cavité buccale** : lors de cette étape, le spéculum est introduit délicatement afin de limiter de possibles lésions. Le spéculum va permettre un guidage de la sonde souple et une protection contre le mâchonnement. Si une sonde semi-rigide est utilisée, elle est directement introduite dans la bouche de la même manière que le spéculum et délicatement.
2. **« Fixation » du spéculum** : le plus souvent le spéculum sera muni à son extrémité d'une pince mouchette, qui est fixée au niveau du museau de l'animal. En absence de pince mouchette le spéculum est maintenu en place par un second opérateur
3. **Introduction de la sonde dans le spéculum** : la sonde est introduite progressivement à travers le spéculum afin de favoriser la déglutition. Une fois le pharynx passé grâce à la déglutition, la sonde est progressivement avancée caudalement, à travers l'œsophage
4. **Contrôle positionnement sonde** : le bon positionnement de la sonde est vérifié de deux façons :
 - a. Par l'absence de toux déclenchée par le passage et le positionnement de la sonde
 - b. Par palpation de la sonde positionnée dans l'œsophage au niveau de l'encolure (la sonde sera palpable dans la gouttière jugulaire gauche, l'œsophage n'étant normalement pas palpable)
5. **Branchement de la pompe** : l'extrémité de la sonde est reliée au système de pompage.
6. **« Pompage » des fluides à administrer** : on commencera à pomper doucement quelques décilitres d'eau afin de vérifier la bonne tolérance de l'animal. Toute apparition d'une toux doit entraîner un arrêt immédiat du drenchage. En absence d'anomalie la totalité des fluides à apporter est administrée
7. **Retrait du dispositif** : après administration des fluides la sonde est lentement retirée jusqu'à ce qu'elle butte contre le spéculum : le spéculum est alors retiré délicatement dans le but d'éviter toute lésion.

1.3.1.3.2 Par voie naso-oesophagienne sans drencheur

Pour réaliser un drenchage sans drencheur, un sondage par voie naso-oesophagienne est recommandée (Jeannot, 2017 ; Leblanc, 2019). Cette voie est privilégiée chez les carnivores domestiques ou les petits ruminants mais encore peu utilisée chez les bovins (Jeannot, 2017 ; Leblanc, 2019). Le matériel se limite donc ici à une sonde souple de petit diamètre (15 mm) de 3 mètres de long (Figure 24), d'une bouteille d'eau vide de 1 litre et de 2 seaux. Comme pour le drenchage avec un drencheur, la contention doit être optimale.

Les différentes étapes du drenchage par voie naso-oesophagienne sont les suivantes :

1. **Placement de l'opérateur** : il faut tout d'abord se placer sur le côté de la tête de l'animal et ensuite placer 2 doigts dans une narine afin de l'écartier (Figure 25).
2. **Avancée de la sonde** : la sonde est lubrifiée et amenée en région centrale médiane (entre les deux doigts). La sonde est ensuite introduite progressivement et délicatement. Lorsque

la sonde n'avance plus ou que la sensation de frottement est importante, il faut la retirer et recommencer afin d'éviter de léser un cornet nasal.

3. **Passage pharyngé** : afin de faciliter le passage du pharynx, la tête de l'animal est orientée vers le bas afin de favoriser la déglutition.
4. **Contrôle** : le bon positionnement de la sonde est vérifié de deux façons :
 - a. Par l'absence de toux déclenchée par le passage et le positionnement de la sonde
 - b. Par palpation de la sonde positionnée dans l'œsophage au niveau de l'encolure (la sonde sera palpable dans la gouttière jugulaire gauche, l'œsophage n'étant normalement pas palpable)
5. **Amorçage du drenchage** : Une bouteille d'1 litre est remplie avec de l'eau et est ensuite placée à l'extrémité de la sonde. Il est important que l'extrémité de la sonde soit plus haute que l'autre (dans le rumen) afin de favoriser le phénomène d'aspiration des fluides. Quand la bouteille est presque vide, il faut rapidement placer l'extrémité de la sonde dans le seau plein. Il est important de veiller à ne pas introduire d'air dans la sonde. L'extrémité de la sonde dans le seau doit aussi être plus haute que l'autre extrémité (dans le rumen) pour favoriser l'écoulement du contenu du seau dans le rumen (le seau peut être placé sur la barre de cornadis pour éviter de le porter). Quinze litres de fluides sont ainsi administrés sur une durée de 10 minutes.
6. **Retrait du dispositif** : Après administration des fluides, la sonde est lentement extériorisée.

**Figure 24 : Matériel pour le drenchage par voie naso-œsophagienne
(D'après Leblanc, 2019)**



**Figure 25 : Ecartement de la narine pour faciliter le passage de la sonde
(D'après Leblanc, 2019)**



I.3.2 Chez le jeune

I.3.2.1 Contention

La contention du veau est plus compliquée que chez l'adulte car le cornadis ne peut pas être utilisé pour réaliser la contention de l'animal. Deux possibilités existent : réalisation du drenchage sur veau debout ou sur veau couché. Lorsque le veau est couché, le veau est placé en décubitus sternal et les jambes sont positionnées de chaque côté du thorax de l'animal juste derrière les épaules. Les jambes sont ensuite serrées de façon à tenir l'animal bien droit. Lorsque le veau est debout, le veau est gardé debout et les jambes se placent de la même manière que précédemment. Ensuite, avec une main, la tête du veau est levée vers le ciel, en positionnant les doigts sur le côté de la bouche (afin de faciliter l'ouverture), de façon à avoir un cou et une tête tendue. Enfin, avec l'autre main, la sonde est introduite délicatement dans la bouche (toujours avec la tête et le cou tendu).

1.3.2.2 Choix du matériel

Le drenchage chez le veau est moins pratiqué que le drenchage chez l'adulte ; seulement 40% des vétérinaires qui utilisent le drenchage chez l'adulte ont aussi recours au calf drencheur chez les veaux (Jeannot, 2017). Le drenchage et le biberonnage sont utilisés chez le veau notamment pour combler le manque d'appétit des veaux et donc une mauvaise prise du colostrum (Lateur-Rowet et Breukink, 1983 ; Kaske et al., 2005). Le drenchage est facile à utiliser et plus rapide à mettre en œuvre que le biberonnage (Klopp et al., 2018).

1.3.2.3 Précautions lors du drenchage

Le drenchage des veaux est un geste technique présentant plus de risques de complication que chez l'adulte : il devra donc être réalisé avec une vigilance accrue

Il faut prendre diverses précautions : utiliser un produit tiède (pour ne pas déséquilibrer le transit du veau), limiter le stress et tenir la tête en l'air cou tendu sans le tendre trop pour éviter une fausse déglutition (Amédéo, 2007).

Le drencheur doit être utilisé avec précautions. Les risques sont nombreux notamment de lésions du pharynx et de pneumonies par fausse déglutition. L'introduction du tube au-dessus de la langue doit être facile et sans effort physique. Lors de problème de déglutition chez le veau, il est conseillé de faire téter un doigt (propre) afin de favoriser la salivation et ainsi faciliter l'avancement du tube sans difficultés. Comme il a été dit précédemment, il ne faut pas tirer trop la tête du veau pour ne pas créer de fausse déglutition pouvant conduire à une pneumonie (Kaske *et al.*, 2005).

1.3.2.4 Matériel et méthode

Deux types de matériel peuvent être employés pour drencher un veau, selon l'objectif visé :

- Un pistolet drogueur permettant d'administrer de faibles volumes (utiles pour l'administration de médicaments)
- Un drencheur avec une sonde (mais sans pompe contrairement aux adultes, (Figure 26) plus utilisés pour administrer de larges volumes (solutés réhydratants, lait)

Afin de vérifier la présence de la sonde dans l'œsophage, une palpation de celle-ci au niveau de l'encolure du veau doit être réalisée. Comme chez le bovin adulte, si l'embout rigide de la sonde est palpable, la sonde est bien dans l'œsophage. Lorsque la sonde est bien dans l'œsophage, le drenchage peut être réalisé en montant le récipient vers le haut afin de permettre l'écoulement de la solution de drenchage.

Figure 26 : Drencheur pour veau à sonde flexible
(« Calf Drencher 4l à sonde flexible - MASSON SARL », s. d.)



II. II. Réalisation du modèle pédagogique

La médecine vétérinaire comme la médecine humaine est une science en constante évolution qui doit donc apporter des solutions d'apprentissage pour les vétérinaires mais aussi pour les étudiants. L'apprentissage des gestes techniques est souvent limité par des questions de budget et d'éthique. En effet, le bien-être animal est au centre de toutes les discussions aujourd'hui. Il est donc important d'apporter des solutions simples, peu coûteuses et dans le respect du bien-être animal afin d'assurer et compléter au mieux la formation des vétérinaires actuels et futurs. C'est ainsi que la médecine vétérinaire se tourne vers l'apprentissage par le principe de simulation initiée en médecine humaine.

II.1 Principe de la modélisation dans les études vétérinaires

La simulation médicale, au sens large, est un dispositif ou un ensemble de conditions qui vise à imiter de vrais patients, des régions anatomiques ou des tâches cliniques, et / ou à refléter les situations réelles dans lesquelles les services médicaux sont rendus (Scalese et Issenberg, 2005). Le principe est donc de se rapprocher le plus possible de la réalité de prise en charge d'un cas de médecine vétérinaire. Cependant, des limites évidentes se présentent fréquemment comme celles de l'ingénierie lors de l'élaboration des différents simulateurs ; il est difficile de reproduire un corps avec toute sa complexité physiologique. L'utilisateur se doit de réaliser l'acte comme en conditions réelles en oubliant les limites du simulateur.

Un des avantages des simulateurs est la possibilité d'accès à diverses situations cliniques permettant une grande variété de cas, ce qui serait inaccessible à tous les étudiants en même temps dans les hôpitaux vétérinaires. En effet, dans les hôpitaux universitaires, les cas cliniques et donc l'apprentissage se fait avec les cas reçus en consultation, ne permettant pas l'exposition à tous les cas et gestes techniques possibles. L'avantage majeur du simulateur est que chaque étudiant peut avoir accès au même cas et donc s'entraîner de façon plus régulière qu'avec les cas aléatoires vus dans les hôpitaux. Certaines études montrent que le fait de passer par un apprentissage avec simulateur améliore la pratique vétérinaire. Ainsi, une étude incluant un groupe ayant visionné une vidéo sur la ligature hémostatique avec pratique de la technique sur simulateur par la suite, et un groupe n'ayant visionné que la vidéo jusqu'à se sentir compétent (sans pratique sur simulateur) a montré que le groupe ayant utilisé le simulateur avait des notes significativement plus élevées que l'autre groupe, l'évaluateur n'ayant pas connaissance du statut des évalués (Scalese et Issenberg, 2005). Le groupe avec simulateur réalisait la technique plus rapidement et plus précisément que l'autre groupe.

Certains actes vétérinaires sont à réaliser rapidement et dans un contexte de stress : il est donc essentiel que les vétérinaires ou étudiants vétérinaires soient entraînés en amont de la réalisation du premier acte. C'est ainsi que s'inscrit une nouvelle fois l'utilité des simulateurs dans le monde vétérinaire. Un simulateur de réanimation cardiorespiratoire a été développé en 2012 dans l'optique d'obtenir une meilleure autonomie et une capacité de réaction plus rapide lors de la prise en charge de cas cliniques réels. Cette étude a mis en évidence l'intérêt de ce simulateur ; les étudiants peuvent prendre des décisions de traitement et voir les effets de celui-ci directement via le simulateur. De plus, il a été noté que le « patient »

canin du simulateur était réaliste et donnait plusieurs occasions de pratique et de renforcement des concepts théoriques appris en amont (Tableau 2) (Fletcher et al., 2012).

Tableau 2 : Réponses quantitatives au sondage de l'atelier de simulation de réanimation cardiorespiratoire (Fletcher et al., 2012)

| En travaillant avec le patient canin simulé, j'ai pu | SA | UNE | N | ré | Dakota du Sud |
|---|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| recueillir suffisamment d'informations sur les cas pour traiter l'animal | 35 (50%) | 33 (47 %) | 2 (3%) | 0 | 0 |
| prendre des décisions concernant le traitement | 30 (43%) | 38 (54%) | 2 (3%) | 0 | 0 |
| voir les résultats directs de mes actions | 45 (64%) | 23 (33%) | 2 (3%) | 0 | 0 |
| Le patient canin simulé | SA | UNE | N | ré | Dakota du Sud |
| était réaliste | 18 (26 %) | 44 (63%) | 7 (10 %) | 1 (1%) | 0 |
| m'a demandé de penser rapidement de la même manière qu'un cas du « monde réel » a | 52 (74 %) | 17 (25 %) | 1 (1%) | 0 | 0 |
| généralisé des émotions similaires à une situation clinique du « monde réel » | 21 (30%) | 30 (43%) | 7 (10 %) | 11 (17%) | 0 |
| fourni des occasions de pratique et de renforcement des concepts et des compétences | 52 (75%) | 16 (24 %) | 1 (1%) | 0 | 0 |
| ajouté trop de temps aux activités en classe m'a | 2 (3%) | 0 | 3 (4%) | 20 (29%) | 45 (64%) |
| engagé en tant qu'apprenant | 44 (64%) | 24 (35%) | 1 (1%) | 0 | 0 |
| m'a adéquatement préparé pour un cas similaire du « monde réel » | 30 (43%) | 28 (40 %) | 11 (16%) | 1 (1%) | 0 |

CPS ¼ simulateur de patient canin; SA¼ tout à fait d'accord; UNE ¼ Je suis d'accord; N ¼ neutre, ré ¼ être en désaccord; Dakota du Sud ¼ pas du tout d'accord

Ces études confortent l'idée d'introduire de manière croissante les simulateurs dans l'apprentissage des étudiants vétérinaires.

L'utilisation des simulateurs permet également de répondre à une problématique de bien-être animal fondamentale et de limitation de la douleur chez l'animal. En effet la réalisation d'un acte technique pour la première fois sur un animal peut conduire à une mauvaise réalisation du geste, à l'origine d'une douleur non nécessaire chez le patient. Sur le simulateur, l'utilisateur pourra s'exercer de nombreuses fois avant de passer sur un vrai patient et ainsi être sûr de l'acte entrepris, ce qui lui permettra de gérer plus facilement les conditions réelles avec un vrai patient. C'est sur ce principe qu'a été développé par exemple un simulateur de laparoscopie canine. Il permet à l'étudiant de s'améliorer en technique avant de passer sur un animal réel et donc de limiter les risques pour l'animal (Sachdeva et Blair, 2004 ; Usón-Gargallo et al., 2014).

Les simulateurs permettent donc de réduire la question éthique d'utilisation d'animaux pour l'apprentissage. Ici, les simulateurs remplacent les vrais animaux et permettent donc d'améliorer la prise en compte du bien-être animal dans l'enseignement.

Il existe cependant de nombreuses limites à l'utilisation de simulateurs lors de l'apprentissage vétérinaire. Cela dépend souvent du type de simulateur, il peut être fixe (comme un mannequin inerte), mobile (un mannequin plus évolué) ou informatique (sous forme de jeu). Les simulateurs les plus complexes présentent des intérêts pédagogiques certains en étant plus fidèles à la réalité mais sont plus onéreux. Cette problématique est l'une des grandes limites de l'utilisation de simulateurs dans le monde de l'éducation : le coût (de Bie et Lipman, 2012).

L'autre limite principale de l'utilisation de ces simulateurs est la complexité d'établir un simulateur fidèle à la réalité. En effet, la confection de mannequin physique ou virtuel respectant la physiologie et les nombreuses complexités d'un corps animal est très difficile (de Bie et Lipman, 2012).

II.2 Intérêt de la modélisation d'un acte de drenchage chez la vache et le veau dans les études vétérinaires

Comme abordé dans la première partie de ce manuscrit, le drenchage est un geste technique fondamental en pratique vétérinaire des bovins. S'il s'agit d'un geste technique relativement simple, certaines précautions sont nécessaires pour assurer la sécurité du patient.

C'est dans ce contexte que l'apprentissage du drenchage doit obtenir une place importante au sein des études vétérinaires. Le développement d'un simulateur de drenchage chez la vache serait par conséquent un plus au sein des études vétérinaires. Il permet la mise en pratique sur un modèle inerte afin de mettre en évidence les difficultés de l'étudiant ou futur vétérinaire lors de l'acte de drenchage. Il peut ainsi être corrigé par un formateur facilement sans craindre pour la santé de l'animal et pour sa sécurité. La sécurité est aussi un point important dans la pratique vétérinaire bovine. L'acte de drenchage est certes un acte rapide et facile à exécuter, il n'en reste pas moins dangereux pour le vétérinaire. C'est ainsi que le simulateur permet une sécurité totale de l'étudiant lors des premières réalisations de l'acte de drenchage.

Les complications chez la vache peuvent être désastreuses, la plus connue étant la pneumonie par fausse déglutition souvent mortelle. Des cas de mauvaise pratique du drenchage sont référencés et montrent que le drenchage n'est pas assez pratiqué en école vétérinaire ce qui conduit à de nombreuses erreurs en sortie d'école. Un cas de drenchage fatal sur une vache de race Simmental a mis en évidence que la formation sur le drenchage du vétérinaire en cause était insuffisante ce qui a conduit à la mort de l'animal par mauvaise utilisation du drencheur (Médicale et Baussier, 2019). Une étude chez des vétérinaires du Doubs a démontré que près de 29% des vétérinaires pratiquant le drenchage souhaitaient obtenir des informations supplémentaires sur cette technique afin de la réaliser dans de meilleures conditions (Jeannot, 2017). Ainsi, le projet de simulateur de drenchage prend tout son sens afin de limiter les fautes d'utilisation pour les vétérinaires et futurs vétérinaires.

II.3 Confection d'un mannequin de modélisation de la technique de drenchage et sa validation

II.3.1 Choix de confection

La confection du modèle doit être réfléchie afin de favoriser un apprentissage facile, motivant et permettant d'avoir un modèle proche de la réalité. L'apprentissage efficace doit être le moteur de la confection de ce modèle. Comme Norman a pu le dire, il existe diverses conditions à réunir afin de favoriser un apprentissage efficace (Tableau 3) (de Bie et Lipman, 2012).

**Tableau 3 : Les sept exigences suggérées par Norman (1993) pour un environnement d'apprentissage efficaces
(de Bie et Lipman, 2012)**

Sept exigences pour un environnement d'apprentissage efficace

1. Fournir une forte intensité d'interaction et de rétroaction;
 2. Avoir des objectifs spécifiques et des procédures établies;
 3. Soyez motivant;
 4. Fournir un sentiment continu de défi, ni trop difficile pour être frustrant ni trop facile pour créer de l'ennui;
 5. Fournir un sentiment d'engagement direct sur la tâche impliquée;
 6. Fournir les outils appropriés qui correspondent à la tâche;
 7. Évitez les distractions et les perturbations qui détruisent l'expérience subjective.
-

Une étude récente a montré l'intérêt des simulateurs (notamment virtuels) en les décrivant comme « une manière efficace, amusante, active et encourageante d'apprendre » (Baillie *et al.*, 2005 ; de Bie et Lipman, 2012). Plusieurs études ont aussi montré l'intérêt du jeu dans la répétition de l'apprentissage. En effet, les étudiants étaient amusés et motivés et ne reculaient pas face au fait de recommencer plusieurs fois afin d'avoir un meilleur résultat ou une récompense. Les étudiants ayant eu accès au simulateur avaient une moyenne plus élevée que ceux sans accès à ce simulateur (de Bie et Lipman, 2012)

Dans la littérature, les simulateurs virtuels sont décrits comme « des patients de pratique parfaits » (Haluck et Krummel, 2000 ; de Bie et Lipman, 2012). En effet, ils sont disponibles à tout moment, sans épuisement du simulateur et permettant de donner accès au même apprentissage à tous les étudiants. Le simulateur qui sera confectionné n'est pas informatique mais va aussi s'appuyer sur le principe de répétitivité et d'égalité entre les étudiants.

Des simulateurs très perfectionnés utilisent des appareils avec un retour haptique afin de retranscrire une sensation de toucher. Le simulateur de palpation rectale peut notamment être cité. Dans ce simulateur, l'étudiant réalise une palpation rectale virtuelle avec un retour haptique (Baillie *et al.*, 2005 ; de Bie et Lipman, 2012). Les étudiants ont réalisé qu'une progression importante en matière de perception du toucher était visible après l'utilisation de ce simulateur (Baillie *et al.*, 2005 ; de Bie et Lipman, 2012). De plus, grâce au simulateur, l'enseignant est capable de voir ce que palpe l'étudiant et donc de le corriger alors que sur une vache l'enseignant n'a aucune vision sur ce que l'étudiant palpe. Cependant, cette étude rappelle encore que les simulateurs sont en plein essor dans la médecine vétérinaire et sont une grande aide dans l'apprentissage du toucher très utile dans la médecine vétérinaire et en particulier dans le domaine rural qui utilise principalement l'examen clinique afin d'établir le diagnostic probabiliste, excluant les examens complémentaires souvent trop chers pour les éleveurs.

II.3.2 Confection

II.3.2.1 Choix du matériel

Le principe du simulateur de drenchage est de disposer d'un outil solide (afin de résister à un usage fréquent par un public étudiant) et le plus réaliste possible. Il a donc été décidé de réaliser un modèle en taille réelle allant de la tête de la vache à la fin de l'encolure.

L'utilisation de matériel peu coûteux et pratique était essentielle. C'est pour cela que pour le moulage de la tête de la résine avec de la fibre de verre a été utilisée. En effet, la fibre de verre est solide et rapide à faire. Le reste de la structure pour maintenir la tête de la vache est à base de bois pour des questions de praticité.

Afin de rendre le mannequin plus solide, le moulage en résine et fibre de verre a été rempli de mousse expansive.

II.3.2.2 Réalisation du modèle

II.3.2.2.1 Moulage de la tête

La base du moulage de la tête de vache est une pièce anatomique collectée à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Celle-ci a tout d'abord été entourée de film extensible afin de faciliter le démoulage (Figure 27). Par la suite, plusieurs couches alternées de résine et de fibre de verre ont été déposées sur un premier côté de la tête (Figure 28, Figure 29). Après quelques heures de séchage à température ambiante, le premier côté a été démoulé (Figure 30) et la deuxième partie de la tête a été moulée de la même façon.

Figure 27 : Tête de vache entourée de film extensible

(Naeye, 2021)



**Figure 28 : Dépôt de couche de résine et fibre de verre sur la tête
(Naeye, 2021)**



**Figure 29 : Côté gauche de la tête de vache moulé
(Naeye, 2021)**



**Figure 30 : Côté gauche démoulé de la tête de vache
(Naeye, 2021)**



II.3.2.2.2 Réalisation de l'articulation de la mâchoire

La réalisation de l'articulation est la partie la plus complexe. En effet, il faut que l'articulation soit assez solide mais aussi assez mobile afin de mimer le mouvement de la bouche d'une vache lors du drenchage. Pour cela, la partie de résine représentant la mâchoire inférieure a été solidifiée à l'aide de tasseaux de bois (Figure 31). Une vis avec un écrou relie la mâchoire inférieure et supérieure de chaque côté (Figure 31). L'insertion de ces vis permet l'ouverture et la fermeture de la bouche (Figure 32, Figure 33). Pour représenter la mobilité de la mâchoire, des élastiques ont été fixés sur la partie mobile de la mâchoire afin de maintenir la bouche fermée (Figure 34).

**Figure 31 : Structure intérieure de la mâchoire en bois et vis
(Naeye, 2021)**



**Figure 32 : Mâchoire fermée
(Naeye, 2021)**



Figure 33 : Mâchoire ouverte
(Naeye, 2021)



Figure 34 : Elastiques permettant l'articulation de la mâchoire.
(Naeye, 2021)



II.3.2.2.3 Réalisation de la langue

La langue doit être obligatoirement représentée dans l'atelier car son relief est une des choses difficiles à passer avec le drencheur. Pour avoir une langue réaliste, du silicone aurait pu être utilisée mais pour des questions de budget la langue a été réalisée en mousse et tissu (Figure 35).

Figure 35 : Langue de vache en mousse et tissu
(Naeye, 2021)



II.3.2.2.4 Réalisation de la structure de soutien de la tête.

La structure soutenant la tête de vache a été réalisée en bois. Deux planches de bois ont été fixées à l'intérieur de la tête. Le reste de la structure en bois permet la mise en hauteur de la tête (Figure 36).

**Figure 36 : Structure de soutien de la tête de vache
(Naeye, 2021)**



II.3.2.2.5 Réalisation du pharynx, de l'œsophage et de la trachée.

Le pharynx a été réalisé avec une pièce de raccordement de plomberie de 10-15 cm de diamètre (Figure 37). Pour la trachée, une gaine de raccordement en plastique a été utilisée ; elle représente bien la rigidité et les anneaux de cartilage de la trachée. Pour finir, l'œsophage a été réalisé avec un tapis de pâtisserie rectangulaire très souple qui a été mis sous forme de tube (Figure 38).

La trachée et l'œsophage ont ensuite été fixés au pharynx et à la structure de soutien en bois (Figure 39).

**Figure 37 : Structure représentant le pharynx
(Naeye, 2021)**



**Figure 38 : Structure représentant l'œsophage
(Naeye, 2021)**



Figure 39 : Trachée et œsophage fixés
(Naeye, 2021)



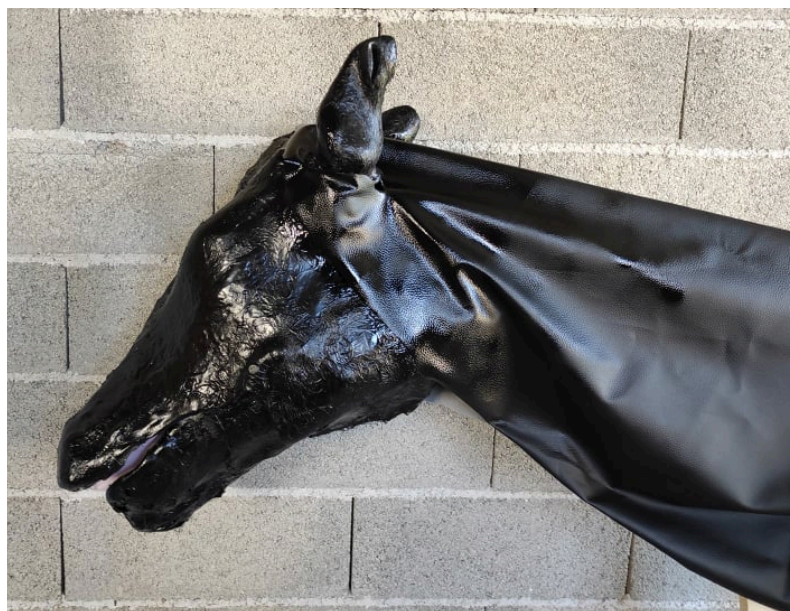
II.3.2.2.6 Revêtement externe de la maquette

Afin de lisser l'extérieur de la maquette, une couche de résine sans fibre de verre a été posée sur la maquette avant l'ajout de peinture afin de rendre la maquette réaliste (Figure 40). Pour plus de réalisme, un tissu simili cuir noir a été utilisé afin de réaliser l'encolure de la vache (Figure 41).

**Figure 40 : Peinture de la tête de vache
(Naeye, 2021)**



**Figure 41 : Tête de vache peinte avec tissu représentant l'encolure
(Naeye, 2021)**



II.3.2.2.7 Maquette complète

La structure complète de la maquette a été complexe à réaliser. Elle comprend donc les structures essentielles pour la réalisation d'un drenchage : tête, langue, œsophage, pharynx, trachée et la structure de soutien permettant la mise en hauteur de la tête et donc la bonne réalisation du drenchage (Figure 42).

Figure 42 : Maquette complète
(Naeye, 2021)



II.3.2.2.8 Réalisation de la fiche Vetsims

Une fiche Vetsims (plateforme de simulation de l'EnvA) a été réalisée afin de pouvoir utiliser le modèle inerte en auto-apprentissage par les étudiants. Elle reprend les différentes étapes de réalisation d'un drenchage et les limites de cet atelier par rapport à un drenchage réel (Annexe 1).

II.3.2.3 Difficultés lors de la construction du modèle

La construction de la maquette n'a pas été simple, plusieurs points de difficultés sont à noter :

- Difficulté de modelage de la résine une fois sèche :

Pour réaliser l'articulation une partie de la résine a dû être coupée, pouvant constituer un point de fragilité à l'avenir. De plus, la grande solidité du moulage a rendu l'étape particulièrement compliquée, la résine est très difficile à découper et à modifier une fois sèche.

- Confection de l'articulation :

Reproduire l'articulation naturelle de la bouche était complexe, il a fallu tester plusieurs techniques afin de trouver celle qui serait la plus durable et la plus représentative de la réalité.

III. Discussion

III.1 Amélioration de la maquette

La confection de la maquette a été assez difficile notamment pour la confection d'une bouche amovible permettant de mimer l'ouverture et la fermeture de la bouche lors de l'acte de drenchage. Ce point était essentiel afin de réaliser un simulateur proche de l'acte réel. Cependant, plusieurs points de la maquette auraient pu être améliorés :

- **Simulation de la déglutition**

La déglutition est une étape permettant le guidage de la sonde dans l'œsophage et non dans la trachée : disposer d'un simulateur de déglutition permettrait d'améliorer le caractère réaliste du simulateur, comme cela a pu être réalisé (Barral, 2020) . Ceci n'a pas été réalisé pour deux raisons : la première d'entre elle est une raison financière, la création d'un circuit imprimé permettant la création d'un tel simulateur étant couteux en absence de compétence interne. D'autre part en pratique la palpation de la sonde dans l'œsophage est un préalable à toute administration de liquide : ceci est rendu possible par les choix de matériaux pour la constitution de l'œsophage, permettant ainsi la vérification de la bonne position de la sonde avant drenchage.

- **Mobilité de la tête pendant le geste technique**

L'une des difficultés rencontrées en pratique durant la réalisation d'un drenchage est le mouvement de l'animal. Le modèle actuel ne permet pas de tels mouvements : il pourrait être intéressant d'étudier par la suite si une telle amélioration serait utile pour les utilisateurs afin de gagner en réalisme.

- **Dispositif de visualisation du passage dans l'œsophage ou de la trachée**

Des dispositifs permettant de s'assurer de la structure où est passée la sonde pourraient être envisagés pour aider l'étudiant dans son apprentissage. Par exemple un capteur permettant de savoir si la sonde est dans la trachée ou l'œsophage (LED rouge ou verte en fonction de l'endroit où le manipulateur est passé) pourraient être intégrés par la suite.

- **Réalisation d'un atelier de simulation pour les veaux :**

Sur le même principe que le drenchage des bovins adultes, il serait intéressant de réaliser un atelier de simulation sur le drenchage des veaux afin de limiter les risques de mauvaises manipulations dans une vraie clientèle. Cet atelier pourrait être directement relié à celui du bovin adulte. Il n'a pas été réalisé dans cette thèse par manque de temps.

III.2 Perspectives d'utilisation de l'atelier réalisé

III.2.1 Utilisation du modèle comme support d'évaluation

L'intérêt de confection de simulateurs dans les études vétérinaires a été abordé précédemment, c'est ainsi qu'il pourrait trouver un intérêt notamment éthique dans l'évaluation des étudiants lors de la réalisation du drenchage. En effet, utiliser un modèle vivant est difficile pour des considérations éthiques d'utilisation d'animaux en enseignement et de capacité d'exposition au geste dans les hôpitaux universitaires vétérinaires ; même si le drenchage n'est pas un acte très invasif, il n'en reste pas moins peu agréable et à risque pour l'animal. Le simulateur permet d'évaluer tous les étudiants sans risque pour l'animal et de façon similaire.

III.2.2 Tester l'intérêt des étudiants pour le modèle : confection d'un quiz

Il serait intéressant de confectionner un quiz avant et après l'utilisation de l'atelier afin de noter l'intérêt et l'apport de connaissance théorique et pratique que celui-ci peut apporter chez un étudiant. Ces quiz n'ont pas pu être réalisés par manque de temps. Le quiz précédant l'utilisation de l'atelier permettrait de faire un point sur les connaissances théoriques des étudiants sur le drenchage grâce à leur enseignement théorique et leur stage pratique (Barral, 2020). Le quiz post-atelier permettrait donc d'évaluer si les connaissances théoriques ont été améliorées et si les étudiants ressentent une réelle amélioration dans leurs gestes pratiques lors de la réalisation du drenchage, comme lors de l'étude des capacités des étudiants sur un acte avec et sans atelier de simulation canine (Scalese et Issenberg, 2005).

III.2.3 Combiner avec d'autres gestes techniques

Cet atelier pourrait être utilisé pour d'autres gestes pratiques réalisés en médecine vétérinaire. La transfaunation pourrait utiliser directement l'atelier en ne demandant que peu de changements sur le modèle initial (ajout d'un estomac permettant le siphonnage de liquide). Il pourrait aussi être utilisé pour l'autre façon de réaliser un drenchage : par sondage naso-œsophagien. Cet atelier demanderait plus de travail sur le modèle initial.

Conclusion

Le drenchage est un acte très utile et de plus en plus utilisé chez le bovin adulte et chez le veau. Il a une visée principalement thérapeutique lors de déshydratation, de déséquilibres biochimiques et pour la correction de carence en oligo-éléments chez la vache mais aussi chez le veau lors de déshydratation, de diarrhée et de défaut de prise colostrale. Il permet l'administration en quantité importante de liquides et de médicaments directement dans le rumen. C'est pour toutes ces indications qu'il est devenu un acte essentiel à acquérir et à maîtriser dans le cursus vétérinaire.

C'est dans cet objectif que s'inscrit la conception d'un atelier de formation au drenchage chez le bovin adulte au sein de la salle d'apprentissage par simulation Vetsims de l'EnvA. Il permettra aux étudiants de s'exercer avant leur entrée en clinique et ainsi d'avoir un geste plus juste et plus précis lors d'un drenchage sur des animaux vivants.

L'atelier comprend une maquette réaliste à taille réelle et est accompagné d'une fiche explicative facilitant la bonne manipulation de la maquette par l'étudiant. La fiche reprend les points importants à maîtriser lors de la réalisation du drenchage afin de limiter les risques pour l'animal.

L'atelier étant une première approche d'auto-évaluation du drenchage chez le bovin pour les étudiants au sein de l'EnvA, il pourra être amélioré au fur et à mesure de son utilisation. Une étude sur l'apport de cet atelier dans l'efficacité au drenchage des étudiants vétérinaires serait intéressante notamment sur la compétence des étudiants et leur ressenti après l'utilisation de cet atelier.

Bibliographie

- AMÉDÉO J. (2007) Le drenchage chez le veau. *Bulletin GTV* n°38, 85-86
- BAILLIE S., MELLOR D.J., BREWSTER S.A., REID S.W.J. (2005) Integrating a Bovine Rectal Palpation Simulator into an Undergraduate Veterinary Curriculum. *The Journal of Veterinary Medical Education* 32(1), 79-85
- BARRAL M.-C. (2020) Création d'un atelier de simulation pour l'apprentissage du sondage nasogastrique chez le cheval, à destination de la salle Vetsims de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- BELBIS G., CONSTANT F., MAUFFRE V. (2019) Affections péripartum chez la vache laitière-Gestion de la santé des Ruminants 2. Polycopié de cours. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), Département des Productions Animales et de Santé Publique
- BELBIS G., PLASSARD V. (2019) L'antibiothérapie raisonnée du sepsis chez les veaux, confrontée à la législation. *Bulletin GTV* n°numéro spécial, 89-98
- BESSER T.E., GAY C.C., PRITCHETT L. (1991) Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198(3), 419-422
- BODIN F. (2020) Importance et conséquences de l'hypocalcémie subclinique chez la vache laitières en péri-partum : exemple d'une clientèle vétérinaire des Vosges. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- BUTLER S.T., PELTON S.H., BUTLER W.R. (2006) Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science* 89(8), 2938-2951
- CHATEAU H., ROBERT C., CREVIER-DENOIX N. (2020) TD dents et âge. Polycopié cours. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques
- CHRISTENSEN J.O., GRUMMER R.R., RASMUSSEN F.E., BERTICS S.J. (1997) Effect of Method of Delivery of Propylene Glycol on Plasma Metabolites of Feed-Restricted Cattle. *Journal of Dairy Science* 80(3), 563-568
- COHRS I., GRÜNBERG W. (2018) Suitability of oral administration of monosodium phosphate, disodium phosphate, and magnesium phosphate for the rapid correction of hypophosphatemia in cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 32(3), 1253-1258
- CONSTABLE P. (2003) Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice* 19(3), 557-597
- CONSTABLE P.D., HIEW M.W.H., TINKLER S., TOWNSEND J. (2014) Efficacy of oral potassium chloride administration in treating lactating dairy cows with experimentally induced hypokalemia, hypochloremia, and alkalemia. *Journal of Dairy Science* 97(3), 1413-1426
- DE BIE M. h., LIPMAN L. j. a. (2012) The Use of Digital Games and Simulators in Veterinary Education: An Overview with Examples. *Journal of Veterinary Medical Education* 39(1), 13-20
- DENOIX J.M. (2020) UP Anatomie ENVA Vue endoscopique du larynx. UP Anatomie ENVA

- ENEMARK J.M.D. (2008) The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal, Special Issue: Production Diseases of the Transition Cow* 176(1), 32-43
- FLETCHER D.J., MILITELLO R., SCHOEFFLER G.L., ROGERS C.L. (2012) Development and Evaluation of a High-Fidelity Canine Patient Simulator for Veterinary Clinical Training. *Journal of Veterinary Medical Education* 39(1), 7-12
- FOSTER A.P., MILLAR M., DANIEL R., TILLING O., WHYTE I. (2015) Drenching gun injuries in cattle. *Veterinary Record* 177(13), 345-346
- GERLOFF B.J. (1988) Feeding the Dry Cow to Avoid Metabolic Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 4(2), 379-390
- GOFF J.P. (2004) Macromineral disorders of the transition cow. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20(3), 471-494
- GOFF J.P., HORST R.L. (1993) Oral Administration of Calcium Salts for Treatment of Hypocalcemia in Cattle. *Journal of Dairy Science* 76(1), 101-108
- GOZHO G.N., PLAIZIER J.C., KRAUSE D.O., KENNEDY A.D., WITTENBERG K.M. (2005) Subacute Ruminant Acidosis Induces Ruminant Lipopolysaccharide Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. *Journal of Dairy Science* 88(4), 1399-1403
- GRIFFON X. (2013) Influence du déficit énergétique de la vache avant vêlage sur la teneur en lactose de son colostrum. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire VetAgro Sup
- GRUMMER R.R., WINKLER J.C., BERTICS S.J., STUDER V.A. (1994) Effect of propylene glycol dosage during feed restriction on metabolites in blood of prepartum Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 77(12), 3618-3623
- HALUCK R.S., KRUMMEL T.M. (2000) Computers and Virtual Reality for Surgical Education in the 21st Century. *Arch Surg* 135(7), 786-792
- JEANNOT J. (2017) Les pratiques de drenchage en élevage bovin, enquête auprès des vétérinaires du Doubs et du Jura. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire VetAgro Sup
- KASKE M., WERNER A., SCHUBERTH H.-J., REHAGE J., KEHLER W. (2005) Colostrum management in calves: effects of drenching vs. bottle feeding. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89(3-6), 151-157
- KLOPP R.N., OCONITRILLO M.J., SACKETT A., *et al.* (2018) Technical note: A simple rumen collection device for calves: An adaptation of a manual rumen drenching system. *Journal of Dairy Science* 101(7), 6155-6158
- LATEUR-ROWET H.J.M., BREUKINK H.J. (1983) The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. *Veterinary Quarterly* 5(2), 68-74
- LEBLANC M. (2019) Naso-oesophageal drubbing in adult cattle. *Point Vétérinaire* 50(392), 48-49
- LORENZ I. (2009) An update on calf diarrhoea Part 1: Pathophysiology and treatment. *Irish Veterinary Journal* 62, 58-61
- LOUVIN I. (2020) Etude de la phosphatémie post-partum chez les vaches laitières des monts du lyonnais : impact sur leurs performances et leur santé. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire VetAgro Sup
- MARTIN C., BROSSARD L., DOREAU M. (2006) Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques. *Productions animales* 19(2), 93

- MATHIS J.-L. (2008) Aide au diagnostic différentiel des troubles à expression nerveuse en hyper chez les bovins. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire VetAgro Sup
- MCCLURE J.T. (2001) Oral fluid therapy for treatment of neonatal diarrhoea in calves. *The Veterinary Journal* 162(2), 87-89
- MÉDICALE M.P., BAUSSIÉ V.M. (2019) Drenchage fatal chez une vache laitière de race Simmental. *In prevention-medicale.org*. [<https://www.prevention-medicale.org/cas-cliniques-et-retours-d-experience/Tous-les-cas-cliniques/Veterinaire/drenchage-fatal-vache>, <http://www.prevention-medicale.org/cas-cliniques-et-retours-d-experience/Tous-les-cas-cliniques/Veterinaire/drenchage-fatal-vache>] (consulté le 23/06/2021).
- MILLEMANN Y. (2020) Salmonelloses et entérite hémorragique hivernale- Pathologie des Animaux de Production. Polycopié de cours. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), Unité pédagogique de pathologie des animaux de production
- MÜLLING C., GREENOUGH P. (2011) Bovine Anatomy. 2nd extended edition, Hannover, Schlütersche
- NAYLOR J.M. (1999) Oral Electrolyte Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 15(3), 487-504
- NIELSEN N.I., INGVARTSEN K.L. (2004a) Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology* 115(3), 191-213
- NIELSEN N.I., INGVARTSEN K.L. (2004b) Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology* 115(3), 191-213
- OETZEL G.R. (2004) Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice* 20(3), 651-674
- OETZEL G.R. (2007) Herd-level ketosis- Diagnosis and risk factors. *In American Association of Bovine Practitioners 40th Conference, September 19, Vancouver, BC, Canada*
- PEHRSON B., SVENSSON C., JONSSON M. (1998) A Comparative Study of the Effectiveness of Calcium Propionate and Calcium Chloride for the Prevention of Parturient Paresis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 81(7), 2011-2016
- PIANTONI P., ALLEN M.S. (2015) Evaluation of propylene glycol and glycerol infusions as treatments for ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98(8), 5429-5439
- PRESTAT A. (2009) Traitement des fractures de la mâchoire chez les bovins. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- RAFFAELLI M. (2015) Site d'Ostéologie. [https://theses.vet-alfort.fr/Th_multimedia/mraffaelli/SCRIPT/form.php?action=1&rank=5&id=147] (consulté le 19/08/2021).
- RAVARY-PLUMIOEN B., BELBIS G., MILLEMANN Y., PLASSARD V., ADJOU K. (2020) Gestion de la santé des ruminants 1-affections digestives. Polycopié de cours. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), Unité pédagogique de pathologie des animaux de production
- RIVOIRE A. (2012) Intérêts de l'administration orale forcée chez le veau et chez la vache au peripartum. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire VetAgro Sup

RIVOIRE A., COMMUN L. (2014) Le drenchage chez des vaches laitières dans la prévention la traitement de l'hypocalcémie au vêlage. *Bulletin GTV* n°75, 81-87

SACHDEVA A.K., BLAIR P.G. (2004) Educating surgery residents in patient safety. *Surgical Clinics of North America* 84(6), 1669-1698

SARTELET A., LECOMTE D. (2016) La fluidothérapie chez le bovin adulte. *In Journée pluridisciplinaire vétérinaire*, Université de Liège, Union des Praticiens Vétérinaires & Formavet

SCALESE R.J., ISSENBERG S.B. (2005) Effective Use of Simulations for the Teaching and Acquisition of Veterinary Professional and Clinical Skills. *Journal of Veterinary Medical Education* 32(4), 461-467

SCHELCHER F., CORBIÈRE F., FOUCRAS G., MEYER G. (2003) La réhydratation des bovins adultes. *Le Point Vétérinaire* n°240, 24-27

SEN I., ALTUNOK V., OK M., COSKUN A., CONSTABLE P.D. (2009) Efficacy of oral rehydration therapy solutions containing sodium bicarbonate or sodium acetate for treatment of calves with naturally acquired diarrhea, moderate dehydration, and strong ion acidosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 234(7), 926-934

SMITH G.W. (2009) Treatment of Calf Diarrhea: Oral Fluid Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(1), 55-72

STUDER V.A., GRUMMER R.R., BERTICS S.J., REYNOLDS C.K. (1993) Effect of Prepartum Propylene Glycol Administration on Periparturient Fatty Liver in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 76(10), 2931-2939

USÓN-GARGALLO J., TAPIA-ARAYA A.E., DÍAZ-GÜEMES MARTIN-PORTUGUÉS I., SÁNCHEZ-MARGALLO F.M. (2014) Development and Evaluation of a Canine Laparoscopic Simulator for Veterinary Clinical Training. *Journal of Veterinary Medical Education* 41(3), 218-224

Annexe 1



AT-000 Drenchage chez le bovin adulte

Elise NAEYE / Yves Millemann / Vincent Mauffre / Guillaume Belbis

Justification du poste de travail

Le drenchage fait partie des gestes de base à acquérir et est un acte que le vétérinaire bovin ou mixte se doit de maîtriser parfaitement. Cet examen de routine est un traitement très utile et pratique à réaliser sur les bovins (Naeye, 2021).

Objectif d'apprentissage

Etre capable de réaliser un drenchage chez un bovin en toute sécurité.

Méthodologie

Préparatifs

Déposer le seau près de vous et de la tête du bovin.

Prendre le drencheur et le brancher à la pompe.

Placer la pompe dans le seau et garder la sonde dans la main.

Modalités d'auto-évaluation



L'atelier peut être exercé en autonomie. L'auto-évaluation se fait par palpation de l'encolure du simulateur bovin afin de s'assurer de la position de la sonde du drencheur dans l'œsophage :

- Palpation de la sonde (rigide) : sonde dans l'œsophage
- Non palpation de la sonde : sonde dans la trachée



Réalisation pratique



Les étapes de drenchage sont les suivantes :

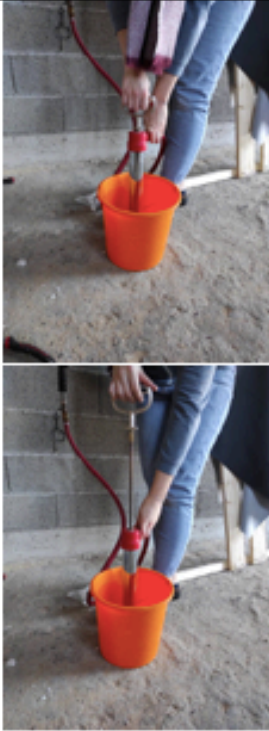
| SUR UN VRAI BOVIN | DIFFERENCE SUR LE SIMULATEUR |
|--|--|
| 1. Réaliser une contention physique ou chimique | Pas de contention totale |
| 2. Amener le drencheur et un seau d'eau tiède (avec ajout de compléments ou non) près de l'animal | Idem avec un seau vide |
| 3. Se positionner à gauche ou à droite (description faite ici à droite) de l'animal en ayant prévenu l'animal avant | Idem |
| 4. Passer son bras gauche sous la tête de la vache et placer nos doigts dans la bouche au niveau de la barre sur la mâchoire inférieure. | Idem  |
| 5. Saisir la sonde du drencheur avec la main droite. | Idem  |

Rédaction
Elise Naeye

Révision

Approbation

| | |
|--|--|
| | |
| 6. Enfoncer la sonde vers le fond de la bouche en partie médio-ventrale. La difficulté étant de passer les reliefs de la langue. | Idem. (la difficulté est plus facile pour le passage de la langue)  |
| 7. Enfoncer doucement jusqu'à sentir la déglutition de l'animal | Pas de système de déglutition. |
| 8. Continuer d'enfoncer jusqu'à l'estomac : trois zones seront plus difficiles à passer : - le pharynx - le cardia | Idem |
| 9. Vérifier le positionnement de la sonde dans l'œsophage et non dans la trachée | Idem. Palpation de la sonde dans l'œsophage  |
| 10. Vérifier le positionnement de la sonde dans l'estomac | Pas de système de vérification. |
| 11. Noter tout changement de comportement chez l'animal : toux ou reflux | |
| 12. Pomper un peu d'eau tiède | Impossible de pomper du liquide ici. |
| 13. Vérifier qu'il n'y a pas de toux ou reflux | |
| 14. Si pas de toux ou reflux : pomper la quantité de liquide présente dans le seau en pensant à bien remuer régulièrement afin de mettre en suspension les compléments ajoutés | |
| 15. Passer 1 ou ¼ seau d'eau tiède quand l'autre seau est fini | |

| | |
|--|--|
| |  |
| 16. Retirer doucement la sonde en tirant dessus jusqu'à la sortie de la bouche | Idem |

Consignes à respecter après réalisation

Vérifier l'intégrité de la maquette et du drencheur, et prévenir le responsable de la salle dans le cas contraire. Remettre le drencheur à sa place.

Pour en savoir plus

NAEYE E. (2021) Création d'un atelier de simulation pour l'apprentissage du drenchage chez le veau et le bovin adulte et validation de son intérêt. Faculté de médecine de Créteil



Liens vers la vidéo explicative

CRÉATION D'UN ATELIER DE SIMULATION POUR L'APPRENTISSAGE DU DRENCHAGE CHEZ LE BOVIN ADULTE ET DESCRIPTION DE SON INTÉRÊT

AUTEUR : Elise NAEYE

RÉSUMÉ :

Chez le bovin adulte ou chez le veau, le drenchage est un geste technique fréquemment utilisé qui permet de traiter de nombreuses affections via notamment l'administration de liquides en quantités importantes et de médicaments. Ainsi, il est devenu essentiel que tous les vétérinaires, destinés à une clientèle essentiellement rurale, sachent réaliser cette technique avec précision à la sortie du cursus vétérinaire. Néanmoins la réalisation de ce geste dans un contexte d'enseignement questionne en raison de considérations de bien-être animal et de risque associé à l'acquisition de ce geste technique.

L'objectif de cette thèse est donc de faire un rappel de l'intérêt du drenchage chez le veau et la vache et de créer un atelier de drenchage chez le bovin adulte. Cela permet ainsi l'acquisition des gestes précis de réalisation de drenchage sans risques pour l'animal et pour le manipulateur.

L'atelier ainsi réalisé comprend une maquette réaliste à taille réelle dans la salle d'apprentissage par simulations Vetsims de l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort. En complément de la description de la confection du modèle, une fiche explicative permettant la manipulation en autonomie de l'atelier est également proposée.

MOTS-CLÉS :

VACHE / BOVIN / APPRENTISSAGE / DRENCHAGE / ENVA / VETSIMS / METHODE / ŒSOPHAGE / ENSEIGNEMENT

JURY :

Président : Pr ADJOU Karim
Directeur de Thèse : Pr MILLEMANN Yves
Examineur : Pr PONTER Andrew

CREATION OF A MANNEQUIN TO LEARN HOW TO DRENCH ADULT CATTLE AND ITS DESCRIPTION OF HIS INTEREST

AUTHOR: Elise NAEYE

SUMMARY:

In adult cattle and calves, drenching is a technique frequently used to resolve many ailments, since it allows the administration of large quantities liquids which can be supplemented with drugs. It has become essential that all veterinarians, intending to work in an essentially rural clientele, should know how to perform this technique with precision by the end their veterinary studies. However, performing this technique in a teaching context raises questions concerning animal welfare and the risks associated with its acquisition.

The objective of this thesis was to summarise the importance of drenching in calves and cows and to create a mannequin of an adult cow to enable students to learn how to perform drenching. The mannequin allows students to acquire the precise movements needed to perform drenching without creating a risk for the animal or themselves.

The mannequin which was designed and built is a realistic full-size model housed in the Vetsims simulation learning room of the National Veterinary School of Alfort. In addition to the description of how the model was made, an explanatory document allowing the workshop to be performed without the need of a member of the teaching staff is also presented.

KEYWORDS:

COW / BOVINE / LEARNING / DRENCHING / ENVA / VETSIMS / METHOD / OESOPHAGUS / EDUCATION

JURY:

Chairperson: Pr ADJOU Karim
Thesis Director: Pr MILLEMANN Yves
Reviewer: Pr PONTER Andrew