

**VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2016 - Thèse n°

***ESSAI TERRAIN EN VUE DE L'ANALYSE DE L'EFFET D'UN  
PACK NUTRITIONNEL DE DEMARRAGE POUR LES VEAUX  
SUR LA CROISSANCE ET LA SANTE DU VEAU***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 18 Novembre 2016  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*BOUCHEZ Romane*  
Née le 28 Aout 1992  
à Fontainebleau



VetAgro Sup





**VETAGRO SUP**  
**CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2016 - Thèse n°

***ESSAI TERRAIN EN VUE DE L'ANALYSE DE L'EFFET D'UN  
PACK NUTRITIONNEL DE DEMARRAGE POUR LES VEAUX  
SUR LA CROISSANCE ET LA SANTE DU VEAU***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 18 Novembre 2016  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*BOUCHEZ Romane*  
Née le 28 Aout 1992  
à Fontainebleau





## LISTE DES ENSEIGNANTS DU CAMPUS VÉTÉRIINAIRE DE LYON

Mise à jour le 09 juin 2015

Civilité	Nom	Prénom	Unités pédagogiques	Grade
M.	ALOGNINOUIWA	Théodore	UP Pathologie du bétail	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
M.	ARTOIS	Marc	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BARTHELEMY	Anthony	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	BECKER	Claire	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
Mme	BELLUCO	Sara	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	UP Equine	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	BERNY	Philippe	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BERTHELET	Marie-Anne	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BOULOCHER	Caroline	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	BOURDOISEAU	Gilles	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BOURGOIN	Gilles	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences
M.	BURONFOSSE	Thierry	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	CADORE	Jean-Luc	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	CAROZZO	Claude	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	CHABANNE	Luc	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	COMMUN	Loic	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	DEMONT	Pierre	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	DESJARDINS PESSON	Isabelle	UP Equine	Maître de conférences Contractuel
Mme	DJELOUADJI	Zorée	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	ESCRIOU	Catherine	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	FAU	Didier	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	FOURNEL	Corinne	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Professeur
M.	FREYBURGER	Ludovic	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	GRAIN	Françoise	UP Gestion des élevages	Professeur
M.	GRANCHER	Denis	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	GUERIN	Pierre	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Professeur
Mme	HUGONNARD	Marine	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	JUNOT	Stéphane	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	KECK	Gérard	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	KODJO	Angeli	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	LACHERETZ	Antoine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	LATTARD	Virginie	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	UP Pathologie du bétail	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	UP Equine	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	UP Equine	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Professeur
M.	MOUNIER	Luc	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
M.	PEPIN	Michel	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	PIN	Didier	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PONCE	Frédérique	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PORTIER	Karine	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	PROUILLAC	Caroline	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences stagiaire
M.	ROGER	Thierry	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
M.	SABATIER	Philippe	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Serge	UP Equine	Professeur associé
Mme	SEGARD	Emilie	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	SERGENTET	Delphine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	SONET	Juliette	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
M.	THIEBAULT	Jean-Jacques	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	TORTEREAU	Antonin	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences stagiaire
M.	VIGUIER	Eric	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothée	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences Contractuel
M.	ZENNER	Lionel	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur



# REMERCIEMENTS

**Aux membres du Jury,**

**A Monsieur le Professeur Pierre Cochat,**

De la Faculté de Médecine de Lyon,  
Pour avoir accepté de présider ce jury de thèse.  
Pour son intérêt pour notre travail.  
Sincères remerciements.

**A Madame le Docteur Claire Becker,**

De Vetagro Sup, campus vétérinaire de Lyon,  
Pour son écoute attentive pendant ce travail de thèse.  
Pour sa disponibilité et ses conseils avisés à chaque étape de ce travail.  
Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

**A Madame le Professeur Emmanuelle Gilot-Fromont,**

De Vetagro Sup, campus vétérinaire de Lyon,  
Pour avoir gentiment accepté d'évaluer l'aboutissement de notre travail.  
En espérant que ce dernier sera à la hauteur de vos attentes.  
Sincères remerciements.





# REMERCIEMENTS

**A ma famille,**

**A maman,**

Pour tout ce que tu as fait pour que je puisse en arriver là.  
Merci d'être toujours là quoi qu'il arrive.

**A Sarah,** ma grande sœur chérie,

Comment trouver les mots pour te remercier comme il se doit...  
Disons simplement merci, je pense que tu comprendras tout le poids et toute la valeur de ce mot.

**A Julien,**

Parce que oui désormais tu fais partie de la famille.  
Merci pour ton humour à deux balles et ces soirées revival musical.

**Aux petits loups,** Léon et Maëlys,

Merci d'illuminer ma vie par vos sourires de faire de moi une tata gâteau.



# Table des matières

<b>Table des annexes</b> .....	11
<b>Table des figures</b> .....	13
<b>Table des tableaux</b> .....	15
<b>Liste des abréviations et des sigles</b> .....	17
<b>Introduction</b> .....	19
<b>I- PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE: enjeux des six premiers mois de vie chez les génisses laitières de remplacement.</b> .....	21
A/ Le veau, physiologie et besoins .....	21
1) La naissance du veau : le part et les premiers changements physiologiques.....	21
2) Les besoins du veau.....	25
3 - Croissance et développement.....	36
B/ Affections les plus fréquentes du veau de moins de six mois .....	44
1) Individuellement .....	44
2) Problèmes les plus fréquents à l'échelle du groupe des veaux de moins de six mois.....	53
C/ Enjeu à long terme des six premiers mois de vie.....	60
1) Origines de la performance, part de la génétique et de l'environnement .....	60
2) Facteurs influençant la croissance avant 6 mois.....	61
3) Impact de la période pré-productive sur les performances.....	64
<b>II- ESSAI TERRAIN</b> .....	71
A/ Matériel et méthode .....	71
1) Produits utilisés dans le programme HY-Diet Starter .....	71
2) Déroulement de l'essai.....	72
B/ Résultats .....	74
1) Etude de la croissance .....	74
2) Etude des paramètres de la santé.....	82
3) Etude des données générales .....	84
C/ Discussion .....	89
1) Exploitation des données générales .....	89
2) Effectifs et puissance statistique.....	93
3) Intérêt des produits utilisés .....	96
<b>Conclusion</b> .....	101
<b>Bibliographie</b> .....	103
<b>Annexes</b> .....	109



## **Table des annexes**

Annexe 1 : Extrait du dossier technique Enerfeed.....	111
Annexe 2 : Extrait du dossier technique Colofeed.....	113
Annexe 3 : Extrait du dossier technique Vigofeed.....	115
Annexe 4 : Formulaire utilisé lors de l'étude.....	117



## Table des figures

Figure 1 : Schéma général de la circulation foetale (Robelin 1986).....	23
Figure 2: Récapitulatif des actions à réaliser suite à la naissance (d'après Mee 2008).....	26
Figure 3 : Absorption des Ig colostrales ingérées en fonction de l'heure de la buvée après la naissance (d'après Maillard, Guin 2013) .....	34
Figure 4 : Développement de la réponse immunitaire chez le veau (d'après Maillard 2006). 37	
Figure 5 : Étapes de développement du rumen (d'après Wattiaux 2006).....	39
Figure 6 : Évolution du gain des principaux constituants chez les bovins en cours de croissance (d'après Robelin 1986) .....	41
Figure 7 : Principaux facteurs de risque des GENN (inspiré de (Michel 2009) .....	46
Figure 8 : Schématisation des structures ombilicales internes.....	51
Figure 9 : Schématisation des trous immunitaires chez le veau.....	54
Figure 10 : Schématisation d'une augmentation de la pression infectieuse au sein d'un élevage et de ses conséquences .....	54
Figure 11 : Schématisation d'un DTIP et de ses conséquences .....	55
Figure 12 : Produits du programme HY-Diet Starter.....	71
Figure 13 : Protocole du programme HY-Diet Starter.....	72
Figure 14 : Résultats globaux de croissance.....	74
Figure 15 : Distribution des GMQ selon la période de calcul.....	75
Figure 16 : Diagramme Q-Q plot des GMQ mesurés entre 0 à 1 mois .....	76
Figure 17 : Diagramme QQ plot pour le GMQ de 3 à 6 mois du groupe A .....	77
Figure 18 : GMQ entre 0 et 1 mois selon l'élevage et le groupe .....	78
Figure 19 : GMQ entre 1 et 3 mois selon l'élevage et le groupe .....	78
Figure 20 : GMQ entre 3 et 6 mois selon l'élevage et le groupe .....	79
Figure 21 : Données de croissance entre la naissance et 6 mois.....	79
Figure 22 : Données de croissance dans une population à risque.....	80
Figure 23 : Distribution des GMQ selon la période de calcul.....	81
Figure 24 : Croissance des veaux ayant été malade au moins deux fois .....	82
Figure 25 : Données de santé générales .....	83
Figure 26 : Qualité du colostrum sur l'échantillon global .....	85
Figure 27 : Qualité du colostrum par élevage .....	85
Figure 28 : Délai avant la première buvée de colostrum sur l'échantillon global .....	86
Figure 29 : Délai avant la première buvée de colostrum sur selon l'élevage .....	87
Figure 30 : Quantité de colostrum administrée lors de la première buvée par élevage.....	88
Figure 31 : Courbe de croissance sur l'échantillon global.....	89
Figure 32 : Comparaison des courbes de croissance théorique et de l'étude.....	92
Figure 33 : Test de puissance prévisionnel .....	94
Figure 34 : Test de puissance à posteriori pour le GMQ entre 1 et 3 mois .....	95
Figure 35 : Couverture des besoins du veau avec le lait de vache (Affentranger et Husmann 2007).....	99





## Table des tableaux

Tableau 1 : Composition et évolution du colostrum (d'après Becker, Commun 2013).....	28
Tableau 2 : Odds ratios des problèmes touchant les veaux en corrélation avec le statut du troupeau, estimé à partir de mesures réalisées sur les vaches (d'après Enjalbert 2009) .....	29
Tableau 3: Teneur en vitamines et minéraux du colostrum de première traite (d'après Becker et Commun).....	31
Tableau 4 : Concentrations en immunoglobulines du sérum, du lait et du colostrum de vache (d'après Maillard 2006a) .....	33
Tableau 5 : Exemples de substances biologiquement actives du colostrum (Maillard 2006a)	35
Tableau 6 : récapitulatif des objectifs de croissance des génisses de troupeau laitier (Leborgne 2013) .....	43
Tableau 7 : Principaux agents responsables de diarrhée chez le veau (d'après Millemann 2009).....	47
Tableau 8 : Principaux agents responsables de BPI chez le veau (d'après Meyer et al. 2011 ) .....	49
Tableau 9 : Exemple de facteurs influençant la pression infectieuse d'un élevage .....	55
Tableau 10 : Impact de l'âge au vêlage sur le coût de production de la génisse (Source COGEDIS sur 1200 élevages mars 2006) .....	65
Tableau 11 : Impact du rationnement en pré-puberté sur les performances de la génisse, la mamelle et la production laitière (d'après Lohakare 2012).....	67
Tableau 12 : Impact de la croissance sur les performances ( Piroelle 2010).....	68
Tableau 13 : Elevages inclus dans l'étude .....	73
Tableau 14 : Résultats du test de normalité de Shapiro-wilk .....	76
Tableau 15 : Résultats du test de Welch sur la totalité des veaux .....	77
Tableau 16 : Résultats du test de Welch pour les veaux cumulant au moins un facteur de risque.....	81
Tableau 17 : Résultats du test de Welch pour les veaux ayant été malade au moins deux fois .....	82
Tableau 18 : Estimation prévisionnelle du nombre de veaux inclus dans l'étude.....	93
Tableau 19 : Description des données de croissance récoltées .....	95
Tableau 20 : Apports en oligo-éléments et vitamines d'une seringue Colofeed.....	97
Tableau 21 : Apport énergétique d'une seringue d'Enerfeed .....	98
Tableau 22 : Apports en oligo-éléments et vitamines d'une seringue Vigofeed.....	99



## Liste des abréviations et des sigles

DV = ductus venosus

FO = foramen ovale

DA = ductus arteriosus

GMQ = gain moyen quotidien

Ig = immunoglobuline

TGI = tractus gastro-intestinal

BVD = diarrhée virale bovine

PLE = poudre de lait écrémé

PDI = protéines digestibles dans l'intestin

UFL = unité fourragère lait

NEC = note d' état corporel

GENN = gastro-entérites néonatales

BPI = broncho-pneumonie infectieuse

VRS = virus syncytial respiratoire

Pi3 = parainfluenza de type 3

BoHV 1 = herpès virus bovin de type 1

BcoV = coronavirus bovin

AINS = anti inflammatoire non stéroïdien

AIS = anti inflammatoire stéroïdien

IN = intranasal

DTIP = déficit de transfert de l'immunité passive

PT = protéines totales

IDR = immunodiffusion radiale

LNC = lait non consommable



# Introduction

Avec 24,6 milliards de litres de laits collectés en 2015, la France constitue le deuxième producteur européen de lait après l'Allemagne (Source : Eurostat / Agreste). Générant 29,8 milliards d'euros de chiffre d'affaire et près de 250000 emplois sur le territoire français (Sources : CNIEL d'après ESANE, RICA, Enquête annuelle laitière), la filière laitière française traverse actuellement une crise. On peut notamment citer un prix du lait payé au producteur en chute libre (- 22% entre le 2<sup>e</sup> trimestre 2014 et le 2<sup>e</sup> trimestre 2016) pour un métier tout aussi prenant. Les éleveurs bovins laitiers vont alors chercher pour la plupart à minimiser les coûts d'élevage. Le troupeau de renouvellement est souvent le premier groupe touché par les économies, bien que son rôle soit essentiel pour assurer la pérennité de l'élevage. Dans cette optique, l'entreprise Hypred a développé une gamme de compléments alimentaires ayant pour but de favoriser un bon départ dans la vie du veau pour assurer une bonne carrière future.

Dans la première partie de notre exposé, nous étudierons la littérature afin d'évaluer l'enjeu que représentent les six premiers mois dans la vie d'une génisse laitière. Nous aborderons donc brièvement la physiologie et les besoins du veau puis les problèmes de santé qu'il rencontre le plus souvent. Enfin, nous nous intéresserons aux facteurs pouvant influencer sur les performances de la génisse, à moyen terme comme à long terme.

La seconde partie de notre travail est consacrée à l'essai terrain mené par l'entreprise Hypred en partenariat avec le réseau European Dairy Farm sur un total de 481 génisses laitières réparties dans 10 élevages à travers l'Europe. Après avoir exposé la méthodologie et les résultats, nous analyserons les données obtenues de manière à évaluer l'efficacité du protocole proposé mais aussi en confrontant les données obtenues à celles des publications récentes.



# **I- PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE: enjeux des six premiers mois de vie chez les génisses laitières de remplacement.**

## **A/ Le veau, physiologie et besoins**

### **1) La naissance du veau : le part et les premiers changements physiologiques**

La naissance du veau est un moment clé en élevage bovin laitier. En 2012, près de 60% de la mortalité avant 60 jours dans les élevages de Moselle étaient représentés par des morts au vêlage (Ennuyer, Laumonier 2013). Pour beaucoup d'éleveurs, ceci n'est pas préoccupant du fait de la faible valeur marchande du veau. Cependant, une mortalité aussi élevée pénalise le renouvellement du troupeau. En effet, les veaux femelles sont le plus souvent incorporés au troupeau de renouvellement et de rares mâles sont gardés au titre de futurs reproducteurs.

Un vêlage normal, qualifié d'eutocique, est défini comme l'expulsion du fœtus à terme et sans difficultés spéciales, qui est réalisé seul par l'animal. Un accouchement dystocique est à l'inverse l'expulsion du fœtus avec difficultés et qui nécessite le plus souvent une intervention humaine. Les conditions de détention doivent être adaptées au vêlage. Mee reprend une partie des conseils à donner aux éleveurs concernant le vêlage (Mee 2008). La vache doit être placée dans un box de vêlage suffisamment spacieux, maintenu propre et désinfecté dans l'idéal après chaque vêlage. L'éleveur doit surveiller le bon déroulement du vêlage pour intervenir à bon escient. Cette surveillance fait de plus en plus souvent appel à des systèmes d'aide à la surveillance, comme une caméra ou un dispositif intra-vaginal. L'intervention au vêlage ne doit pas être systématique : elle ne doit être pratiquée que lorsque le vêlage traîne en longueur afin de vérifier l'ouverture du col, l'absence de torsion utérine, la position du veau et éventuellement aider à l'extraction du veau si nécessaire. Toute intervention doit se faire le plus proprement possible, après avoir nettoyé et désinfecté la vulve et en portant des gants de vêlage neufs.

Suite à la mise-bas, une surveillance du veau doit être mise en place. Un veau nouveau né en bonne santé doit pouvoir respirer seul dans les 30 secondes suivant sa naissance, soutenir sa tête en quelques minutes, se tenir en décubitus sternal entre 2 et 7 minutes suivant le part. Si ce délai dépasse 15 minutes, la mortalité s'élève à 84% (Timsit 2008). Il doit aussi être attentif à son environnement et doit pouvoir se déplacer normalement. Si le veau ne remplit pas ces critères, c'est qu'il s'est mal adapté à la vie extra-utérine. La naissance du veau constitue un changement d'environnement brutal et est perçu par l'organisme comme un stress vital. En effet, on estime que 8% des veaux nés à terme décèdent lors des 48h suivant le part (Drackley 2008). Le veau doit impérativement s'adapter à la vie extra-utérine et maintenir son homéostasie. Il fait alors face à deux principaux problèmes : maintenir une bonne oxygénation tissulaire et maintenir sa température corporelle.

#### *a- Le maintien de l'oxygénation tissulaire*

Tout d'abord, nous allons nous intéresser au maintien de l'oxygénation tissulaire. Il faut pour cela qu'une bonne ventilation se mette en place, de même qu'une perfusion optimale des tissus. Des adaptations respiratoires et cardio-vasculaires sont donc nécessaires.

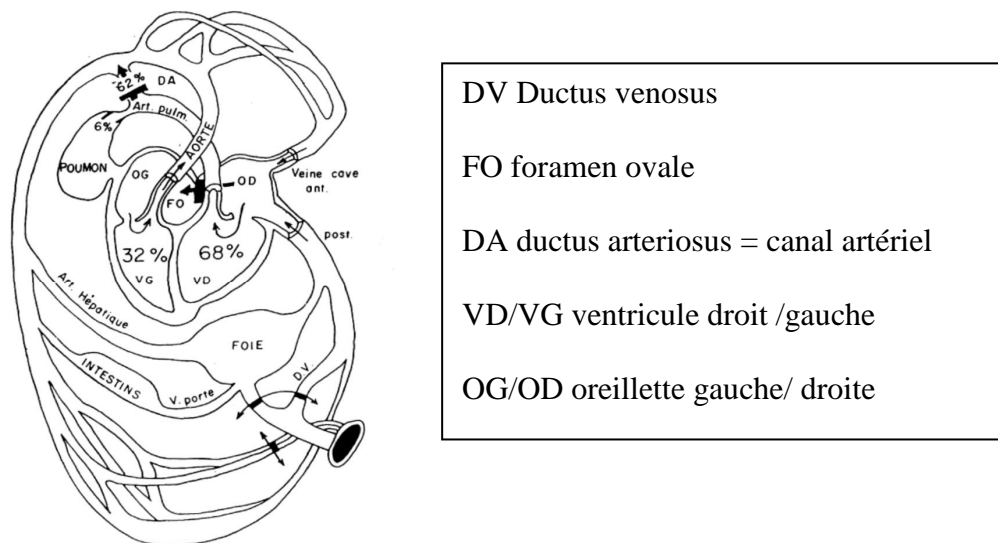
L'engagement dans la filière pelvienne va initier la levée de l'inhibition des mouvements respiratoires. Ensuite, l'élimination des liquides présents dans les voies respiratoires supérieures vont permettre d'initier les premiers mouvements respiratoires. Dans les heures suivant la mise bas, les échanges gazeux sont optimisés par le biais d'une augmentation du volume tidal, d'une amélioration des propriétés élastiques du poumon et d'une répartition plus homogène de l'air dans les poumons. Le surfactant recouvrant les alvéoles est indispensable au bon fonctionnement de l'appareil respiratoire puisqu'il empêche le collapsus des alvéoles lors de l'expiration. Sa libération se fait sous l'influence des catécholamines lors de la mise bas.

Le phénomène d'hypoxie est inévitable lors de la mise bas, et entraîne des troubles de l'équilibre acido-basique en post-partum. Ces modifications métaboliques sont physiologiques si elles sont de faible ampleur et temporaires.

L'adaptation cardiovasculaire du veau, illustrée sur la figure 1, fait suite à la rupture des vaisseaux ombilicaux. Elle a pour conséquence la fermeture du ductus venosus (DV), du



foramen ovale (FO) et enfin du ductus arteriosus (DA), ce qui permet la séparation de la circulation pulmonaire et générale.



**Figure 1 : Schéma général de la circulation fœtale (Robelin 1986)**

#### ***b- La thermorégulation***

Le veau, lors de sa naissance, passe d'un milieu à la température régulée à 38,8°C à un environnement dont la température varie en général entre 0 et 20°C. La thermorégulation est donc un challenge pour le veau nouveau né. L'hypothermie cause en effet une diminution de l'activité physique ainsi qu'une diminution de l'ingestion de colostrum. Or ces deux facteurs sont essentiels, comme on le verra plus tard, au rétablissement de l'équilibre thermique chez le veau. Ainsi, protéger le veau de l'hypothermie est essentiel et doit être une préoccupation importante des éleveurs lors des vêlages.

La thermorégulation est décrite comme l'équilibre entre la thermolyse et la thermogénèse. La thermolyse est un phénomène inévitable chez le veau. Les pertes caloriques sont proportionnelles au rapport surface corporelle / volume du veau. Elles se font majoritairement par conduction et convection et dépendent du gradient de température entre le veau et son environnement (air, sol). Le veau est recouvert de liquide amniotique, ce qui favorise les pertes caloriques. Le séchage apparaît alors comme une mesure primordiale dans la prise en charge du veau nouveau né.

La thermogénèse se fait selon quatre principales modalités (Vermorel et al. 1982). La thermogénèse sans frisson est la première mise en jeu. Elle correspond à la mise en jeu métabolique des tissu adipeux bruns qui représentent chez le veau environ 2% de sa masse corporelle et se situent principalement dans les zones péri-rénales, inguinales et pré-scapulaires. Par la suite, les frissons et tremblements sont mis en jeu, et peuvent permettre de doubler la quantité de chaleur produite. L'activité physique et l'ingestion de colostrum interviennent aussi dans la thermogénèse. Le rôle du colostrum est particulièrement important puisqu'il constitue la seule source d'énergie du veau.

En pratique, lors d'un stress thermique, le système nerveux sympathique du veau est mis en jeu et aboutit à la libération de médiateurs. Ceux-ci vont provoquer une vasoconstriction périphérique et ainsi diminuer les pertes de chaleur. De plus, le pancréas va sécréter du glucagon et les surrénales principalement de la noradrénaline. Ces hormones vont provoquer une mobilisation des réserves et une vasodilatation interne ; les muscles et le tissu adipeux brun vont voir leur activité augmenter. Il s'agit de la thermorégulation sans frisson. Par la suite, si la température de la zone inter-scapulaire passe en deçà d'un seuil, l'hypothalamus postérieur met en jeu le frisson et le tremblement.

Il est important de noter le rôle des hormones thyroïdiennes et du cortisol, présents à des taux importants lors du part, qui vont provoquer une augmentation globale du métabolisme et ainsi participer à la thermogénèse.

Le veau nouveau né doit faire face à un changement brutal d'environnement. Il doit désormais assurer lui même son approvisionnement tissulaire en oxygène et nutriments et maintenir sa température corporelle. De nombreux mécanismes adaptatifs sont alors mis en jeu : début de la ventilation, modifications cardio-vasculaires et métaboliques. De la connaissance de ces phénomènes découle de nombreuses mesures pouvant être mise en place par l'éleveur pour limiter les complications. L'environnement lors de la mise-bas doit être adapté et des premiers soins attentifs doivent lui être administrés. De plus, les phénomènes adaptatifs mentionnés ci-dessus sont très demandeurs en énergie. Le veau doit notamment couvrir ses besoins énergétiques et cela passe par la consommation du colostrum.

## **2) Les besoins du veau**

### ***a- Logement et soins***

L'environnement du veau doit permettre de minimiser le risque infectieux, de favoriser le confort du veau et son bien être (Stull, Reynolds 2008).

Il existe deux modalités principales de logement pour les veaux en élevage laitier : individuel ou collectif, en niche extérieure ou en bâtiment. Les veaux doivent être groupés par tranche d'âge et être séparés par des barrières physiques des autres classes d'âge. Dans les deux cas, l'aire de couchage doit être propre, sèche et non glissante. De même, le matériel de nourrissage (seaux, biberons, ...) doit être lavé après chaque utilisation.

De plus, il faut garder à l'esprit que le veau est sensible à l'hypothermie. Sa zone de confort thermique se situe entre 15 et 25°C à la naissance (Stull, Reynolds 2008). En dehors de cette fourchette, on va observer des pertes de croissance. Or, cet objectif de 15 à 25°C est rarement atteint, particulièrement en hiver où les températures dans les bâtiments peuvent descendre en dessous de 0°C. La zone de confort thermique d'une vache adulte se situe elle entre 0 et 15°C (Ruckebusch 1982), c'est donc une nécessité de fournir aux veaux des conditions adaptées, notamment en leur proposant un logement particulier permettant de créer une « bulle » thermique. Différentes mesures pour atteindre cet objectif sont possibles, on peut citer par exemple des plafonds rabaissés, des lampes infrarouges, des couvertures individuelles...



**Figure 2: Récapitulatif des actions à réaliser suite à la naissance (d'après Mee 2008)**

A la naissance, l'éleveur doit réaliser des soins de base pour permettre un meilleur départ dans la vie pour le veau, et ainsi minimiser les risques de complication par la suite. Le maître-mot de ces soins doit être l'hygiène. En effet, l'éleveur doit tout d'abord être propre, se laver les mains régulièrement. Il doit surveiller le bon déroulement des vélages, et les assister au besoin, n'hésitant pas à faire intervenir le vétérinaire si nécessaire. La mise en œuvre de mesures de réanimation est parfois nécessaire. Elles sont brièvement expliquées sur la figure 2. Il doit sécher le veau à la naissance avec un peu de paille, le placer à un endroit sec et sur une litière épaisse afin de limiter au maximum ses pertes caloriques. Il doit ensuite effectuer les soins du cordon. La rupture du cordon n'est pas à banaliser : un cordon trop court favorisera les infections ombilicales puisque les structures ombilicales seront au contact direct de l'extérieur alors qu'un cordon rompu trop long favorisera les piétinements et de la

même façon les infections. On préconise dans la mesure du possible d'aider la rupture du cordon à un travers de main sous l'abdomen. Le sang résiduel dans le cordon doit être évacué au mieux. L'éleveur le nettoie puis le désinfecte par trempage dans une solution antiseptique (teinture d'iode le plus souvent) une fois par jour pendant les trois premiers jours de vie (Timsit 2008). Enfin, il doit veiller à une bonne prise du colostrum. Dans l'idéal, il assiste la prise colostrale par une administration au biberon ou par sondage d'une quantité définie de colostrum de bonne qualité à un temps donné. Les recommandations habituelles sont d'administrer 2L dans les deux premières heures puis 2 autres litres avant les six heures d'âge, ou 4L dans les deux premières heures.

## ***b- Colostrum***

### **i. Définition**

Le colostrum constitue le premier aliment du veau et lui fournit les nutriments indispensables à un bon démarrage dans la vie. Il est défini dans le Code Rural comme le produit de la traite moins de sept jours après le vêlage (*Décret du 25 mars 1924 portant application de la loi du 1er août 1905 en ce qui concerne le lait et les produits de la laiterie | Legifrance* [sans date]). L'éleveur a interdiction de le livrer à sa laiterie pour la consommation humaine. D'un point de vue biologique, le colostrum constitue la sécrétion lactée sécrétée par la glande mammaire lors des premières traites ou tétées après le vêlage dont la composition diffère de celle du lait. Sa différence avec le lait est surtout marquée pour le colostrum de première traite. Elle s'atténue au fil des traites et on considère qu'au bout de 6 à 8 traites, la composition du colostrum est très proche de celle du lait, comme on peut le voir dans le tableau 1. Le colostrum est généralement plus concentré que le lait, comme en atteste sa densité plus élevée (1,056 contre 1,032), sauf pour le lactose. Il en diffère aussi par de nombreux autres éléments.

En pratique, on retient qu'il s'agit du produit des trois ou quatre premières traites. Sa nature est complexe et il constitue non seulement une source d'énergie mais aussi de vitamines et minéraux, de facteurs de croissance et de défenses immunitaires.

**Tableau 1 : Composition et évolution du colostrum (d'après Becker, Commun 2013)**

	Colostrum (traite)					Lait
	1	2	3	4	5	
Densité	1,056	1,040	1,035	1,033	1,033	1,032
Matière sèche (%)	23,9	17,9	14,1	13,9	13,6	12,9
Lipides (%)	6,7	5,4	3,9	4,4	4,3	4,0
Protéines (%)	14	8,4	5,1	4,2	4,1	3,1
Lactose (%)	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	5,0
Cendres (%)	1,11	0,95	0,87	0,82	0,81	0,74

#### ii. Valeur énergétique

Le colostrum est une source d'énergie indispensable au veau nouveau-né. Il est deux fois plus énergétique que le lait, notamment grâce à sa richesse en lipides (6,7% vs 4% pour le lait). Le colostrum est hautement digestible et contribue à la thermorégulation du veau nouveau-né. Foley et Otterby ont établi que le gain moyen quotidien (GMQ) des veaux nourris plus longtemps avec du colostrum sont supérieurs à ceux nourris avec du lait (Foley, Otterby 1978).

#### iii. Statut en minéraux et vitamines du colostrum

- Définition et importance de la prise en compte de ce statut chez le veau

Le statut en éléments minéraux et vitamines du veau est fondamental, bien que souvent négligé. Les macroéléments, dont les besoins sont exprimés en grammes par animal et par jour, sont souvent bien connus des éleveurs et pris en compte dans la complémentation des troupeaux. On peut citer le sodium, le chlore, le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium et le soufre.

On peut ensuite s'intéresser aux micro-éléments, communément appelés oligo-éléments, dont les besoins sont exprimés en mg par jour. Les sept principaux oligo-éléments dont l'effet est reconnu chez les bovins sont le fer, le cuivre, le cobalt, le sélénium, l'iode, le zinc et le manganèse. Leur rôle est très souvent mal maîtrisé par les éleveurs et leur carence mal

appréhendée. Dans les cas les plus sévères, les carences en oligo-éléments peuvent se traduire par des maladies spécifiques, en liaison avec des rôles nutritionnels spécifiques : syndrome myopathie-dyspnée pour le sélénium, goitre ou hypothyroïdie pour l'iode, anémie pour le fer... Un statut nutritionnel déficient en iode, en cuivre, zinc et surtout en sélénium peut conduire à des défenses amoindries chez le nouveau né en raison d'une moins bonne absorption des immunoglobulines colostrales (Kamada, Nonaka, Ueda 2007) et à un moins bon développement de l'immunité acquise. Des enquêtes à grande échelle, comme l'étude rétrospective de Hooge portant sur plus de 2000 troupeaux de bovins en France et en Belgique, ont mis en évidence un risque accru de maladie, surtout de diarrhée, chez les veaux provenant de troupeaux carencés en oligo-éléments (tableau 2). La gestion du statut en oligo-éléments du troupeau est donc fondamentale : cela passe par le contrôle du statut des mères mais aussi par le contrôle du statut des veaux.

**Tableau 2 : Odds ratios des problèmes touchant les veaux en corrélation avec le statut du troupeau, estimé à partir de mesures réalisées sur les vaches (d'après Enjalbert 2009)**

Statut du troupeau	Cuivre		Zinc	Sélénium	
	Déficient	Minimum recommandé	Déficient ou minimum recommandé	Déficient	Minimum recommandé
Mortalité périnatale	3,98 <sup>b</sup>		3,82 <sup>c</sup>	30,77 <sup>d</sup>	5,42 <sup>d</sup>
Diarrhée	3,63 <sup>b</sup>	1,76 <sup>a</sup>	3,03 <sup>c</sup>	13,48 <sup>d</sup>	3,63 <sup>d</sup>
Échec vaccinal	5,05 <sup>c</sup>			15,37 <sup>d</sup>	2,72 <sup>b</sup>
Syndrome myopathie dyspnée				77,5 <sup>d</sup>	7,29 <sup>b</sup>
Arrêt cardiaque	9,41 <sup>c</sup>	2,45 <sup>a</sup>		5,56 <sup>d</sup>	

1 troupeaux laitiers et allaitants  
2 troupeaux allaitants  
<sup>a</sup> p < 0,1 ; <sup>b</sup> p < 0,05 ; <sup>c</sup> p < 0,01 ; <sup>d</sup> p < 0,001

- Rôles

Le rôle des différents micronutriments est le sujet de nombreuses études.

Les macroéléments tiennent des rôles très variés et participent à la constitution de l'organisme avec par exemple le rôle fondamental du calcium et du phosphore dans la constitution du squelette. D'un point de vue fonctionnel, ils interviennent dans des fonctions aussi variées que la régulation de l'équilibre acido-basique ou l'excitabilité nerveuse et musculaire.

Parmi les oligo-éléments, le sélénium est le plus étudié. Il constitue tout d'abord un antioxydant puissant, entrant dans la composition des séléno-enzymes et des glutathion peroxydases, dont les activités protègent les cellules des dérivés oxygénés et des radicaux libres. Les macrophages et les polynucléaires neutrophiles y sont particulièrement exposés après la phagocytose. Par ailleurs, le sélénium intervient dans le métabolisme de l'acide arachidonique, en tant que constituant de la glutathion peroxydase mais aussi par d'autres voies non enzymatiques et tient ainsi un rôle non négligeable dans de nombreuses fonctions de l'organisme notamment dans les phénomènes inflammatoires et immunitaires (Gilles, Lebreton, Troegeler-Meynadier 2009). On peut rappeler qu'une supplémentation en sélénium de la mère en fin de gestation permet une meilleure absorption des immunoglobulines colostrales (Kamada, Nonaka, Ueda 2007). De plus, le colostrum serait plus riche en immunoglobulines chez les mères supplémentées en sélénium (Awadeh, Kincaid, Johnson 1998).

Le rôle des vitamines est de plus en plus étudié. La vitamine E est un puissant anti-oxydant. La croissance osseuse fait intervenir les vitamines A et D. La vitamine A remplit d'autres fonctions et participe notamment à la vision et à l'immunité. La vitamine K, qui fait rarement défaut, participe à la coagulation par une action sur la synthèse de la thrombine. Parmi les vitamines hydrosolubles, on peut citer la vitamine C et son rôle antioxydant très intéressant. Son utilisation couplée à la vitamine E en supplémentation chez des veaux peut permettre une meilleure réponse immunitaire (Eicher-Pruiett et al. 1992).



- Apports

Le colostrum constitue un apport important en vitamines et minéraux en comparaison avec le lait, comme l'atteste le tableau 3.

**Tableau 3: Teneur en vitamines et minéraux du colostrum de première traite (d'après Becker et Commun)**

	Composant	Colostrum	Lait
<b>Macroéléments</b> (g/kg)	Calcium	4,7	1,3
	Phosphore	4,5	1
	Potassium	2,8	1,5
	Chlore	1,2	0,7
<b>Oligo-éléments</b> (mg/kg)	Zinc	38	3
	Fer	5,3	0,5
	Cuivre	0,3	0,1
	Manganèse	0,1	0,04
	Cobalt	0,005	0,001
<b>Vitamines</b>	Vitamine E (µg/g lipide)	77	15
	Vitamine A (µg/g)	4,9	0,34
	Vitamine C (mg/L)	25	22

Concernant les minéraux au sens large, il convient de distinguer les cas où l'apport colostrale est suffisant de ceux où il ne l'est pas. Le colostrum couvre largement les besoins du veau en calcium, en phosphore, en magnésium, en sodium, en potassium et en zinc.

D'autre part, les apports colostraux en fer, en cuivre et en manganèse sont insuffisants, mais le statut minéral du veau n'en dépend pas uniquement puisqu'un bon transfert placentaire est possible [14]. Pour ce qui est du sélénium, le transfert durant la gestation est très efficace et aboutit en temps normal à une concentration en sélénium plus importante dans le foie du fœtus que dans celui de sa mère (Van Saun, Herdt, Stowe 1989). Ainsi, une carence en oligo-éléments chez la mère peut aboutir à un mauvais transfert et à une carence chez le fœtus, que ce soit en sélénium mais aussi en cuivre, en fer ou en manganèse. D'autre part, 50% des veaux naissent avec un statut ferrique insuffisant (Erni, Biemann 2010). En France,

l'INRA estime que les fourrages sont le plus souvent carencés en iode, en cuivre mais surtout en sélénium, avec des apports près de dix fois inférieurs aux besoins estimés en mg/kg MS (Agabriel 2007). Aussi, le statut minéral des mères est à surveiller de près.

Parmi les nombreuses vitamines connues, les vitamines liposolubles (A, D, E, K) font le plus souvent défaut dans l'alimentation des bovins, et spécialement chez le jeune veau. En effet, ces molécules ne traversent pas la barrière placentaire et le veau en est presque totalement dépourvu à la naissance. Cependant, le colostrum en contient de très forts taux qui permettent de combler les besoins du veau.

Le colostrum constitue par rapport au lait un apport important en minéraux et vitamines, bien qu'il ne permette pas de couvrir tous les besoins en oligo-éléments. Pour cela, il faut veiller au bon statut minéral des mères pour optimiser le transfert des minéraux pendant la gestation et permettre aux veaux de constituer des réserves suffisantes à la couverture de leurs besoins.

#### **iv. Rôle immunologique**

Le colostrum, en raison de sa concentration élevée en immunoglobulines (Ig), a un rôle immunologique primordial. Le veau nouveau né a un statut immunitaire particulier. Chez les bovins, la placentation est de type épithéliochoriale et ne permet pas de transfert d'Ig pendant la gestation (Cortese 2009). Le veau naît donc quasiment dépourvu d'immunoglobulines malgré un système immunitaire compétent. En effet, bien que fonctionnel, son système immunitaire reste immature et naïf. L'intensité et la rapidité de sa réponse immunitaire sont donc réduites par rapport à un adulte. En cas de stimulation antigénique, on observera alors un pic tardif d'Ig G, insuffisant à sa protection. Son immunité repose donc sur le transfert passif d'Ig via la prise colostrale dans les premiers jours de vie.

- Transfert passif d'immunoglobulines

Comme présenté sur le tableau 4, le colostrum contient différents types d'Ig. On peut retenir que les plus représentées sont les Ig G, et plus particulièrement celles de type G1.

**Tableau 4 : Concentrations en immunoglobulines du sérum, du lait et du colostrum de vache (d'après Maillard 2006a)**

	IgG 1 (g/L)	IgG 2 (g/L)	IgM (g/L)	IgA (g/L)
Colostrum	60 (20 à 100)	2	5	4,5
Sérum	10	8	2,5	0,5
Lait	< 1	0,03	0,05	0,05

L'absorption des Ig n'est possible qu'à certaines conditions. Elle se déroule uniquement lorsque les Ig sont intactes, donc correctement conservées. Les Ig sont transportées par pinocytose jusqu'à la membrane basale de l'épithélium, d'où elles rejoignent le système lymphatique puis veineux (Maillard 2006b). Le rendement de cette absorption se situe le plus souvent aux alentours de 20%, mais peut aller jusqu'à 50% dans certains cas. Les Ig ainsi absorbées ont une persistance assez longue dans le sérum ( $\frac{1}{2}$  vie entre 16 et 32 jours). On estime que le veau est correctement protégé quand son taux d'Ig G sérique atteint 10 à 15 g/L.

Cette absorption n'est possible que dans une certaine limite de temps : l'efficacité d'absorption diminue rapidement après la naissance, comme représenté sur l'illustration 2 ci dessous. Plus particulièrement, les Ig G ne sont plus du tout absorbées après la 36<sup>e</sup> heure de vie. Ainsi, la meilleure utilisation du colostrum par le jeune veau se fait avant la 6<sup>e</sup> heure, et même préférentiellement avant la 2<sup>e</sup> heure. Il faut savoir tout de même que les Ig non absorbées provenant du colostrum ou du lait sont à la base d'une immunité locale digestive. Elles protègent en effet la muqueuse intestinale en la tapissant.

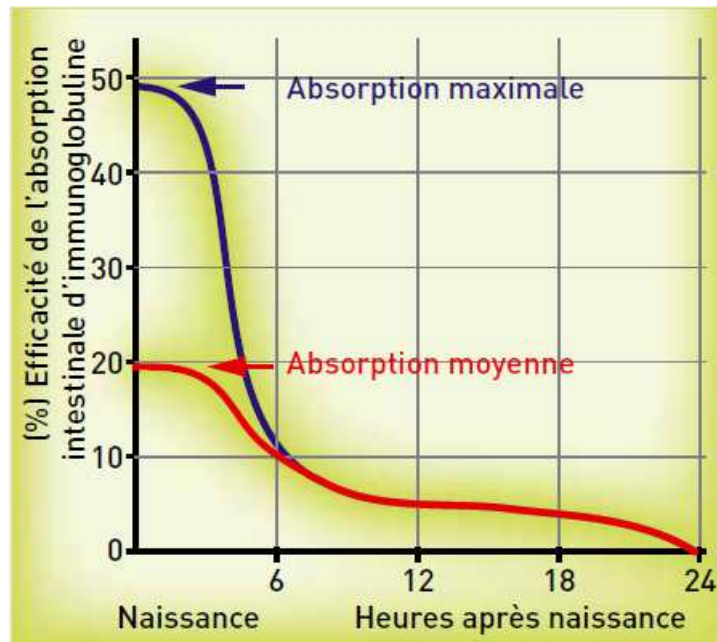


Figure 3 : Absorption des Ig colostrales ingérées en fonction de l'heure de la buvée après la naissance (d'après Maillard, Guin 2013)

- Transfert de cellules colostrales: rôle dans l'immunité du veau?

Bien que longtemps négligées, les cellules du colostrum apparaissent avoir un rôle important dans la maturation du système immunitaire du veau et suscitent désormais l'intérêt des chercheurs (Raboisson, Schelcher, Foucras 2008). Les cellules colostrales sont exclusivement représentées par des leucocytes, qu'on estime à  $2,3 \cdot 10^5$  cellules/mL. Il s'agit avant tout de macrophages (40 à 50%), puis de lymphocytes et de neutrophiles (22 à 25% chacun).

Une fraction des cellules colostrales passe dans le sang du veau. Il apparaît que les cellules du colostrum induisent une modification qualitative des cellules immunitaires du veau nouveau né. On remarque des différences de lymphoprolifération, de production d'anticorps, de phagocytose, de bactéricidie et d'opsonisation entre les individus ayant reçu du colostrum entier et ceux ayant reçu du colostrum acellulaire, avec une tendance à l'augmentation d'efficacité de ces phénomènes (Riedel-Caspari, Schmidt 1991 ;(Riedel-Caspari, Schmidt 1991b) ;(Riedel-Caspari, Schmidt 1991c) ;(Riedel-Caspari, Schmidt, Marquardt 1991). Cependant, il reste difficile à ce stade de différencier les rôles de la

composante cellulaire et de la composante acellulaire soluble (Ig, hormones, cytokines) du colostrum dans ce phénomène.

#### v. Autres fonctions

Enfin, de nombreux autres composants peuvent être identifiés dans le colostrum (Blum, Hammon 2000). On peut citer les cytokines et les hormones de croissance. Le tableau ci dessous en explique quelques rôles. On peut en particulier retenir l'effet trophique du colostrum sur le tractus digestif.

**Tableau 5 : Exemples de substances biologiquement actives du colostrum (Maillard 2006a)**

Molécules présentes dans le colostrum	Rôles biologiques principaux
<b>Hormones</b>	
Insuline	Modulation des activités des enzymes intestinales et de la migration des cellules épithéliales
Cortisol	Stimulation de la maturation des enzymes du tractus gastro-intestinal (TGI), de l'arrêt du passage des Ig G vers 36h et de la croissance du pancréas
Thyroxine	Stimulation de la maturation du TGI
<b>Facteurs de croissance</b>	
Epidermal growth factor	Effet trophique sur le TGI
Transforming growth factor	Effet trophique sur le TGI
Nerve growth factor	Effet trophique sur le système nerveux sympathique
Insulin-like growth factors I et II	Effet trophique sur le TGI, le foie et le pancréas
<b>Autres</b>	
Peptides opioïdes	Accroissement des liens entre le nouveau-né et la mère
Bombésine	Effet trophique sur l'intestin et stimulation de la sécrétion de gastrine
Lactoferrine	Effet trophique sur les lymphocytes et les cellules des cryptes
Neurotensine	Effet trophique sur l'intestin

En conclusion, le colostrum bovin est complexe et contient de nombreuses substances qui lui permettent de remplir un rôle nutritionnel fondamental - puisqu'il est le seul apport d'énergie au veau nouveau né et qu'il est très riche en vitamines et minéraux - et de soutenir le système immunitaire du veau, grâce à l'apport d'immunoglobulines permettant

l'installation d'une immunité passive d'efficacité immédiate. Il a de plus un rôle trophique important, notamment en permettant le bon développement des cellules digestives.

### **3 - Croissance et développement**

Le veau nouveau-né subit un grand nombre de changements pendant ses premiers mois de vie. En six mois, son poids se voit multiplié par cinq et il devient autonome. Nous allons tout d'abord nous intéresser à la maturation du système immunitaire. Ensuite, nous aborderons les modifications du système digestif qui s'opèrent pendant cette période. Enfin, nous détaillerons les modalités de croissance chez le veau et les objectifs à atteindre.

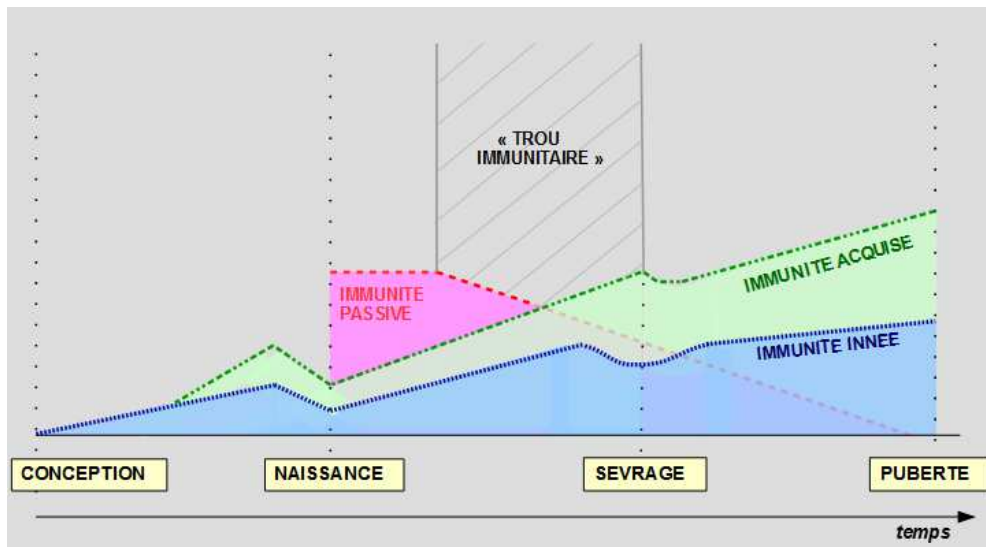
#### ***a- Maturation du système immunitaire***

A la naissance, bien que fonctionnel, le système immunitaire du veau reste immature et naïf. Son immunité repose donc principalement sur l'immunité passive acquise par le biais du transfert colostrale d'immunoglobulines d'origine maternelle.

On retrouve un maximum de 0,29g/L d'immunoglobulines sériques chez le nouveau-né contre en moyenne 20 à 25g/L chez un adulte (Maillard). Il est pourtant capable de produire ses propres anticorps *in utero*, avec l'apparition des premières Ig M vers 4 mois et des premières Ig G vers 200 jours de gestation (Maillard). Ce faible taux d'anticorps peut être imputé au faible degré de stimulation antigénique *in utero* (hors agents pathogènes particuliers : BVD, herpès virose bovine, leptospirose, néosporose). Le développement du système immunitaire est modulé par les stimulations antigéniques et la production d'immunoglobulines peut atteindre 1 gramme par jour d'Ig G<sub>1</sub> vers 3 semaines. Cependant, la quantité globale produite n'atteint le niveau des animaux adultes que 4 mois après la naissance.

L'immunité propre du veau se développe progressivement jusqu'à atteindre sa maturité vers 6 mois d'âge. En parallèle, l'immunité passive d'origine maternelle décroît progressivement. On peut alors définir une période de « trou immunitaire » qui correspond au déclin de l'immunité passive et au fonctionnement encore insuffisant de l'immunité propre du veau. Il survient en général vers l'âge de trois semaines. La figure 4 résume le développement de l'immunité chez le veau et permet de mettre en évidence cette période de "trou

immunitaire". Il s'agit d'une période de sensibilité accrue aux infections (Maillard, Guin 2013).



**Figure 4 : Développement de la réponse immunitaire chez le veau (d'après Maillard 2006)**

#### ***b- Système digestif***

Les bovins sont des ruminants mais à la naissance, le veau est considéré comme un monogastrique. Son système digestif n'est pas mature et sa caillette est le seul estomac complètement développé et fonctionnel. Le tractus digestif du veau subit un développement drastique pendant ses premiers mois (Drackley 2008).

Le tube digestif, stérile à la naissance, est contaminé dès la première déglutition par une flore saprophyte, jouant un rôle de barrière au rôle essentiel. Cette flore se compose de lactobacilles (caillette, iléon, cæcum, colon), de streptocoques, de colibacilles (intestin grêle) et de clostridies, dans des concentrations élevées jusqu'à  $10^9$ /mL.

Le veau nouveau-né possède un tube digestif adapté à la digestion du lait. Il acquiert dès la première semaine de vie une motricité de type adulte, même en présence d'une alimentation exclusivement lactée. La gouttière œsophagienne permet au lait de shunter le rumen pour aller jusque dans la caillette. Le lait est alors digéré par les acides et enzymes produits dans la caillette. Un caillé se forme, sous l'action de deux enzymes, la rénine et la pepsine, et de l'acide chlorhydrique. Le caillé piège la matière grasse du lait, l'eau et quelques minéraux qui restent alors dans la caillette et y sont digérés. Les autres

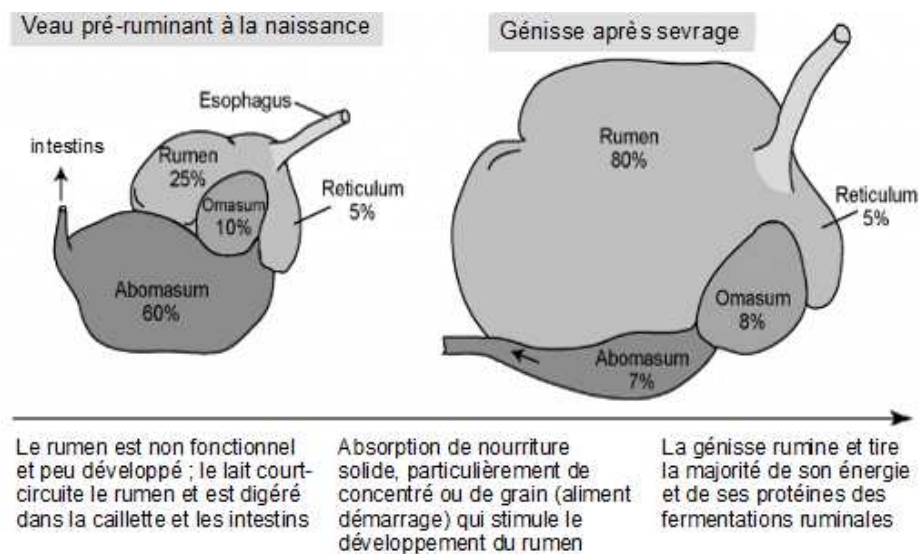
composants, à savoir les protéines solubles, le lactose et la plupart des minéraux transitent rapidement jusqu'à l'intestin. Le lactose est digéré rapidement et constitue une source d'énergie rapidement métabolisable par le veau, contrairement aux caséines et à la matière grasse.

Une des problématiques majeures concernant l'alimentation du veau en élevage est l'alimentation lactée, à savoir lait entier ou aliment d'allaitement (Arzul 2008). Cette question se traite au cas par cas et doit prendre en compte des critères nutritionnels aussi bien qu'économiques. L'utilisation du lait entier peut être envisagée, à condition qu'il soit de bonne qualité. Le lait de mammite ou contenant des antibiotiques doit donc être écarté. De plus, le lait entier est souvent de qualité irrégulière, ce qui peut occasionner des troubles digestifs chez le veau. Enfin, dans un contexte de disparition des quotas laitiers, il peut être intéressant de livrer tout le lait à la laiterie, dépendamment du prix de vente du lait. Les poudres de lait peuvent être préférées pour l'alimentation lactée du veau. Il en existe deux types : avec ou sans poudre de lait écrémé (PLE). Les aliments avec PLE se comportent comme le lait entier. Ils permettent de bons résultats techniques mais ont un coût élevé, en relation avec le prix du lait. Les poudres sans PLE contiennent des protéines solubles, non coagulables qui vont être rapidement digérées (environ 3h). La croissance des veaux dépendra alors de la qualité des protéines apportées. Ces poudres ont une moindre sécurité au niveau digestif et sont à déconseiller dans le cas de troubles sanitaires chez les veaux. Le lait ou colostrum fermenté constitue une alternative aux aliments d'allaitement classiques. L'acidité de ces préparations peut participer à la prévention des diarrhées. Réalisés sur l'exploitation, l'aspect économique intervient de la même façon que pour le lait entier. Ainsi, le choix de l'alimentation lactée du veau dépend de critères nutritionnels et pratiques mais aussi économiques.

Le système digestif évolue fortement pendant les premiers mois de vie du veau (figure 5). Le sevrage ne doit être initié qu'une fois son rumen pleinement fonctionnel. La consommation de matière sèche solide est nécessaire au développement ruminal. La flore ruminale, bactérienne, protozoaire et fongique, s'installe progressivement avec la consommation d'aliment sec. Elle peut fermenter des hydrates de carbone en l'absence d'oxygène. Les produits de la fermentation des hydrates de carbone, les acides gras volatils, plus



particulièrement l'acétate et le butyrate, vont promouvoir la croissance et le développement du rumen et entraîner une diminution du pH ruminal. Le fonctionnement ruminal ne devient optimal qu'une fois le pH ruminal stabilisé à 6 et la flore cellulolytique pleinement développée. L'ingestion de concentrés influe plus sur le développement ruminal que celle des fourrages (Wattiaux 2006). La consommation en grande quantité de concentrés hautement digestibles apparaît nécessaire pour assurer une croissance rapide du rumen et une transition alimentaire réussie au sevrage.



**Figure 5 : Étapes de développement du rumen (d'après Wattiaux 2006)**

La plupart des veaux sont sevrés entre cinq et neuf semaines. Le sevrage doit être initié quand le veau est assez grand et consomme au moins 1% de son poids vif en aliment de démarrage (en général entre 500 et 800g selon la race). L'alimentation lactée doit être progressivement arrêtée, en réduisant le rythme de distribution à un repas par jour pendant environ une semaine. Le sevrage précoce à quatre semaines d'âge comporte des risques et aboutit à un taux de mortalité plus important. A l'inverse, le sevrage tardif (après huit semaines), entraîne un surcoût dans l'élevage des jeunes (Ennuyer, Laumonnier 2013). La ration doit être régulièrement contrôlée et adaptée, particulièrement lors de l'introduction d'ensilage dans la ration. Un foin ou de la paille et une eau tous de bonne qualité, doivent toujours être mis à disposition.

Ainsi le système digestif du veau subit de grands changements lors des premières semaines de vie. Ceux-ci permettent au veau de passer d'un fonctionnement de type monogastrique à un état de ruminant. Il peut ainsi tirer profit de l'alimentation sèche qui lui est proposée et son rythme de croissance s'accélère alors.

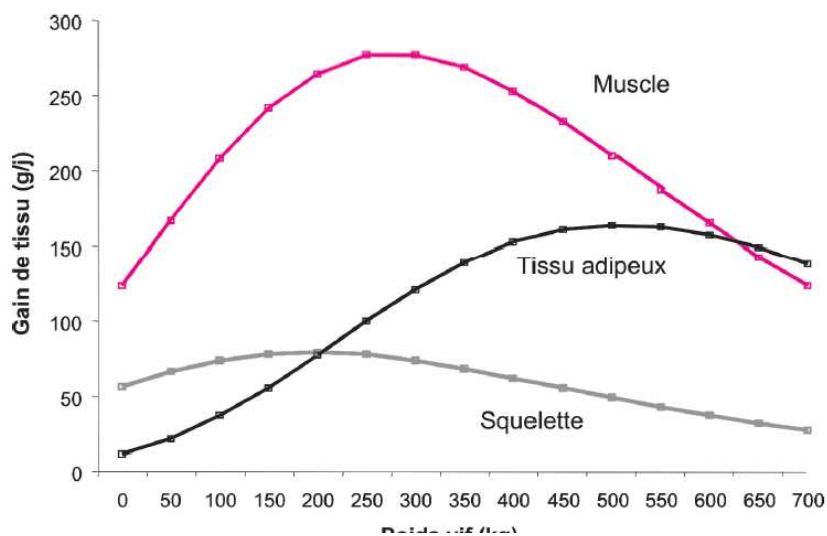
### ***c- Croissance***

#### **i. Modalités de croissance chez les jeunes bovins**

Au cours de la croissance du veau, la composition de son organisme varie de manière non linéaire. Pendant les premières semaines de vie, l'accroissement du poids vif est à relier à celui de ses tissus et organes constitutifs. Ses différents tissus ont un rythme de croissance qui leur est propre, et qui varie en fonction du temps, ce qui conduit à des variations importantes de la composition corporelle en fonction du temps (figure 6).

Après la naissance, les tissus musculaires et digestifs subissent une croissance intense alors que celle des tissus adipeux et squelettiques est lente. Par la suite, on considère que les tissus musculaires et osseux sont ceux qui disposent durant les premiers mois de vie des capacités de croissance les plus importantes face au tissu adipeux, jusqu'à un poids vif d'environ 200kg. Enfin, le tissu adipeux va se développer progressivement, pour atteindre un maximum de gain de tissu pour un poids vif d'environ 500kg.

Pour un même tissu, les différentes régions corporelles obéissent à des rythmes de croissance différents. Par exemple, les muscles se développant préférentiellement en période néonatale sont les muscles des membres postérieurs, les muscles pectoraux et les muscles abdominaux (Robelin 1986). De même, si la croissance de la tête est quasiment achevée à la naissance, celle du tronc est encore importante.



**Figure 6 : Évolution du gain des principaux constituants chez les bovins en cours de croissance (d'après Robelin 1986)**

D'un point de vue qualitatif, il faut noter que le développement du tissu adipeux n'est pas équivalent dans toutes les régions corporelles. Le dépôt adipeux se fait tout d'abord en région sous cutanée, puis en région intra-abdominale et enfin en zone intramusculaire. La croissance des jeunes bovins est donc dépendante du tissu concerné et de la zone du corps.

#### ii. Nutrition et objectifs de croissance

D'un point de vue nutritionnel, il faut tout d'abord couvrir les besoins d'entretien. Ensuite, les nutriments apportés iront à la couverture des besoins liés à la croissance. Les protéines constituent le plus souvent le facteur limitant.

Des objectifs de croissance font consensus afin d'assurer un bon devenir des génisses laitières. Ils varient en fonction de l'objectif fixé concernant l'âge au vêlage, à savoir 24, 30 ou 36 mois. Dans la race Prim'Holstein, l'objectif le plus souvent retenu est le vêlage à 24 mois. Les objectifs de croissance vont permettre un développement corporel assez important ainsi qu'un état d'engraissement limité pour minimiser les problèmes de dystocie d'origine maternelle ou de maladies métaboliques au vêlage. On recherche aussi un bon développement de la mamelle. Il s'agit donc de se placer dans les meilleures conditions pour le vêlage, la lactation qui suit mais aussi la carrière entière de la génisse.

Notre travail s'intéresse avant tout à la période allant de la naissance du veau à ses 6 mois. Nous développerons donc principalement ces aspects mais donnerons quelques pistes sur l'élevage de la génisse laitière jusqu'à son vêlage.

- Objectifs des six premiers mois d'âge

Nous avons déjà parlé précédemment de la période avant sevrage. L'objectif retenu est un sevrage précoce autour de 8 semaines avec un poids vif au sevrage d'au moins 90kg pour un périmètre thoracique de 100cm. Sur la durée de toute la période allant du sevrage à 6 mois d'âge, l'objectif est d'atteindre un GMQ de 900g/j. Deux problèmes sont majoritairement rencontrés durant cette période : soit la concentration énergétique de la ration proposée est insuffisante, l'objectif de croissance n'est alors pas atteint ; soit la ration favorise le passage à un état d'acidose chronique, qui est associé à des problèmes tels que pica ou diarrhée.

A partir du sevrage, la quantité de concentré « jeune bovin » est progressivement augmentée jusqu'à environ 3 kg. Les concentrés représentent près de 80% de la ration à 3 mois d'âge pour atteindre l'objectif des 900g/j.

Plusieurs types de ration peuvent être utilisés après 3 mois d'âge. La part de fibres dans la ration est progressivement augmentée. Il peut s'agir de ration se basant sur du foin, de la paille ou de l'ensilage d'herbe ou de maïs. Leur valeur alimentaire est moins recherchée que leur effet bénéfique sur la rumination. En effet, une bonne rumination est permise par l'ingestion à volonté de fibre efficace, à savoir de paille de blé de bonne qualité ou de foin pailleux. Les conditions de distribution de ces fibres sont importantes, elles doivent par exemple être aérées et détassées si mises à disposition dans un râtelier.

A l'âge de six mois, la génisse laitière doit être élancée, pas trop grasse et présenter un poil brillant. Elle doit peser plus de 200 kg.

- Croissance de la génisse laitière jusqu'au premier vêlage

Le rationnement après six mois dépend de l'objectif au vêlage. Cet objectif s'établit en tenant compte de paramètres tels que la conduite d'élevage, la disponibilité de la nourriture, la possibilité de faire pâturer les génisses, l'utilisation ou non de la croissance compensatrice et les préférences de l'éleveur.

La puberté apparaît quand la génisse atteint un poids vif donné, soit 40% du poids vif adulte chez les Prim'Holstein. Cela représente environ 250 à 280 kg, devant être atteints entre 9 et 10 mois pour un vêlage à 24 mois.

Le rythme de croissance doit être ensuite permettre d'atteindre 400 à 480kg au moment de la première insémination. La croissance doit ensuite être soutenue après l'insémination afin d'obtenir au vêlage une génisse de 650 kg, bien développée et pas trop grasse, en veillant notamment à maintenir le rapport PDI/UFL supérieur à 105 pour permettre un bon développement musculaire et squelettique.

En parallèle de cet objectif de croissance, il faut tenir compte du développement de la mamelle (Bailey, Murphy 2009). Ce point sera plus particulièrement abordé dans la partie C/3)ii.

**Tableau 6 : récapitulatif des objectifs de croissance des génisses de troupeau laitier (Leborgne 2013)**

Stades repère	Poids type recherché	Commentaire
6 mois	200 -210 kg	Tout retard de poids pris à cet âge est difficile à compenser ultérieurement.
12 mois	300 – 320 kg (320kg minimum pour un vêlage à 2 ans)	Repère important pour une insémination à 15 mois. Le poids à 12 mois permet de choisir les génisses susceptibles de vêler à 24 mois.
Insémination	400 – 420 kg pour un vêlage à 2 ans 430 – 480 kg pour un vêlage plus tardif	Le poids à l'insémination dépend de l'âge au premier vêlage recherché
Vêlage	620 – 660 kg avant le vêlage 560 – 600 kg après le vêlage	On recherche un poids élevé même en vêlage précoce

Le tableau 6 résume la croissance optimale d'une génisse Prim'Holstein. Les objectifs de croissance de la génisse laitière dépendent des choix et des possibilités de l'éleveur, et doivent être adaptés à chaque élevage. On retient que la période allant du sevrage à six mois doit être une période de croissance intense, et permettre d'atteindre un poids de 200 kg à six mois. La période prépubertaire doit être associée à un ralentissement de la croissance, ce qui permet un développement optimal de la mamelle.

## **B/ Affections les plus fréquentes du veau de moins de six mois**

### **1) Individuellement**

#### ***a- Mortalité périnatale et dystocie***

La mortalité des veaux constitue un des problèmes majeurs en élevage bovin et peut avoir des répercussions économiques importantes. Plus de 60% des éleveurs interrogés dans l'étude de Spicer affirment que la plus grande partie des pertes de veaux se déroulent à la naissance (Spicer et al. 1994). La mortalité périnatale, définie comme une mort intervenant dans les 48h suivant le vêlage, apparaît alors comme un élément majeur dans la compréhension de la mortalité globale des veaux en élevage. Les principales causes de mortalité périnatale sont représentées par les troubles électrolytiques (acidose respiratoire et métabolique) et les traumatismes au vêlage, mais on retrouve aussi les anomalies et infections congénitales et les omphalophlébites. Etant donné que les troubles métaboliques et les traumatismes au vêlage sont des conséquences directes du vêlage, il apparaît que la mortalité périnatale est souvent reliée au mauvais déroulement de celui-ci. En effet, plus de 46% des cas de mortalité périnatale concernent les veaux nés des suites d'une dystocie (Azzam et al. 1993). L'étude d'Azzam établit aussi que les veaux nés suite à une dystocie ont 5 fois plus de risques de décéder dans les 48h. Les dystocies peuvent impacter la santé des veaux, notamment en favorisant l'anoxie et l'hypoglycémie post-partum, aboutissant alors à une acidose métabolique et respiratoire plus marquée et à une difficulté à lutter contre l'hypothermie. Ceci peut entraîner un démarrage plus difficile du veau. On retient souvent le « syndrome du veau mou » comme une conséquence possible d'une dystocie. Ce syndrome correspond à un veau faible, non ambulateur, anorexique ou dysorexique, dont l'état s'aggrave progressivement et mène le plus souvent à sa mort.

Hormis cette mortalité périnatale, le veau peut être amené à faire face à de nombreuses affections. On établit l'importance d'une maladie en fonction de son taux de mortalité, son taux de morbidité et de sa fréquence. Avant l'âge de 30 jours, les diarrhées constituent le principal problème de santé des veaux, alors qu'après 30 jours, il s'agit des affections respiratoires. Nous aborderons ces deux problèmes de façon plus détaillée puis nous évoquerons les autres affections courantes.

### ***b- Gastro-entérites néonatales***

Les gastro-entérites néonatales (GENN) sont le principal problème de santé rencontré pendant la période néo-natale, aussi bien dans les élevages bovins laitiers qu'allaitants. Leurs prévalence et incidence ont récemment été évaluées à respectivement 19,1 et 21,2% (Windeyer et al. 2014), Bartels et al., 2010). L'impact économique de ces affections est majeur, à cause de la mortalité entraînée mais aussi à cause des retards de croissance, du coût des traitements et du temps passé à prendre soin des veaux malades.

Les GENN entraînent une diarrhée d'aspect variable. La diarrhée est caractérisée par une émission de selles plus fréquente et/ou plus molles. C'est un signe clinique facile à remarquer mais qui reste cependant non spécifique. Cette diarrhée entraîne une perte en fluides importantes, pouvant aller jusqu'à 13% du poids du corps en 24h (B. Ravary-Plumioën 2009). Il faut conserver une démarche diagnostique la plus complète possible, avec un recueil de l'anamnèse et des commémoratifs rigoureux et la réalisation d'un examen clinique exhaustif. La température rectale, les signes de déshydratation, de désordres métaboliques (acidose métabolique, hyperkaliémie, hypoglycémie) ou de septicémie sont particulièrement importants à surveiller. Des examens paracliniques peuvent être effectués au chevet du veau afin d'orienter le diagnostic et le pronostic, comme par exemple la mesure de la glycémie ou la mesure du pH urinaire. Il est important de retenir la présentation originale des gastro-entérites paralysantes, pour lesquelles les signes d'acidose métabolique constituent le motif d'appel.

Les GENN surviennent le plus souvent avant l'âge de 4 semaines, mais peuvent se déclarer jusqu'à l'âge de quatre mois (Millemann 2009). Au sein d'un élevage, les GENN peuvent s'exprimer sous deux formes épidémiologiques. La première, la plus courante, correspond à une forme enzootique sévissant le plus souvent durant la saison hivernale, du fait de la forte densité d'animaux dans les bâtiments d'élevage. De même, on note une augmentation de la fréquence et de la gravité des cas au cours de l'hiver, notamment à cause d'une augmentation de la pression infectieuse environnementale (Millemann 2009). La seconde

forme, plus rare, est épizootique où un groupe de veaux en contact est atteint sur une courte période, quelle que soit la saison.

Malgré une présentation clinique assez simple, les GENN sont une entité complexe du point de vue de leur étiologie. Celle-ci est le plus souvent la résultante d'une combinaison de facteurs, aussi bien infectieux que non infectieux. On peut résumer ceci avec la figure 7, qui récapitule les principaux facteurs de risque des GENN.

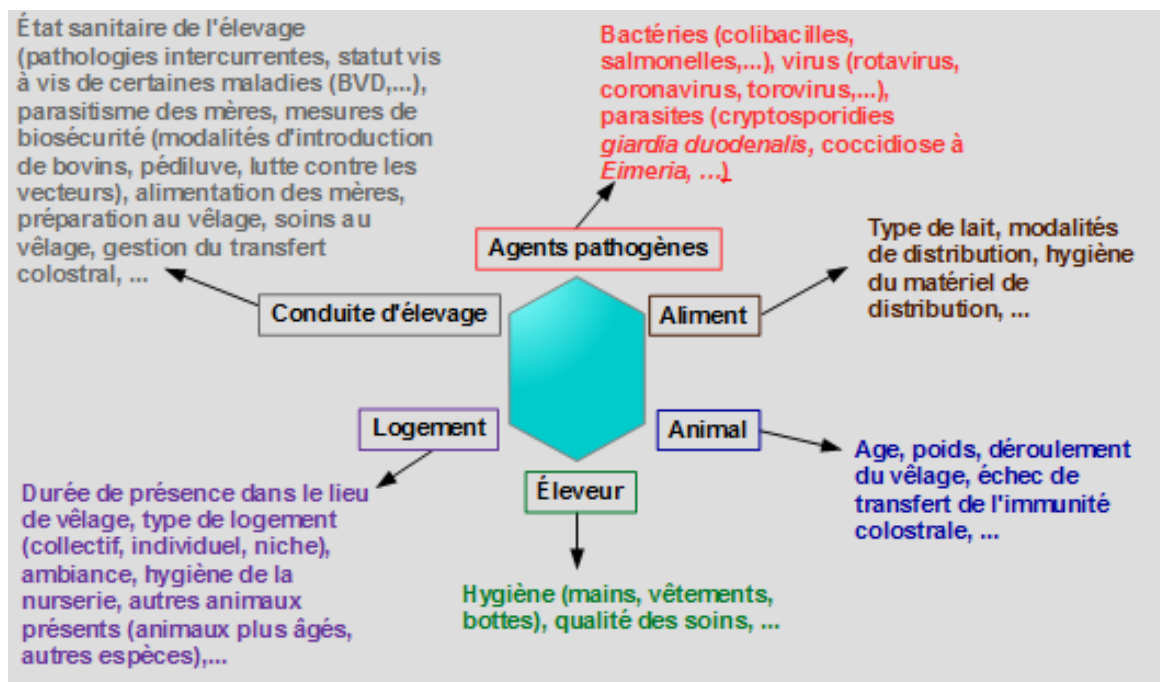


Figure 7 : Principaux facteurs de risque des GENN (inspiré de Michel 2009)

Concernant les agents infectieux, on peut retenir que les plus fréquemment rencontrés sont ceux représentés en gras dans le tableau 7 ci dessous.



**Tableau 7 : Principaux agents responsables de diarrhée chez le veau (d'après Millemann 2009)**

Bactéries	Virus	Parasites
<b>Colibacilles</b> ( ETEC, EPEC, EHEC) (2,6 à 45,1%)	<b>Rotavirus</b> (17,7 à 79,9%)	<b>Cryptosporidies</b> (27,8 à 58,5%)
<b>Salmonella</b>	<b>Coronavirus</b> (3,7 à 21,6%)	Giardies
<b>Clostridium</b>	Virus BVD-MD	Coccidies (animaux de plus de 3 semaines)
<b>Campylobacter</b>	Torovirus (Breda)	<i>Candida</i>
	Calicivirus (norovirus)	<i>Toxocara</i>
	Autres	<i>Strongyloïdes</i>

En gras figurent les agents pathogènes les plus souvent rencontrés.  
 Entre parenthèses sont reportées les prévalences estimées des agents pathogènes chez des veaux diarrhéiques (analyses réalisés sur des prélèvements fécaux), d'après Meganck.  
 BVD-MD: diarrhée virale bovine – maladie des muqueuses

Il est possible de suspecter tel ou tel agent pathogène en fonction de l'anamnèse et de l'examen clinique. Par exemple, les diarrhées dues à *Escherichia coli* entérotoxique (E.coli F5) ne sont rencontrées que chez de très jeunes veaux (1 à 3 jours) et entraînent en général une déshydratation rapide et importante par le biais d'une diarrhée liquidienne profuse (Millemann 2009).

En pratique, quand le taux de morbidité ou la sévérité des signes cliniques augmente, on cherche à confirmer le diagnostic à l'aide d'examens complémentaires (coproscopie, tests rapides ELISA ou autres méthodes de laboratoire plus longues). L'identification du (ou des) agent(s) pathogène(s) incriminé(s) permet une adaptation du plan thérapeutique et surtout des mesures préventives mises en place.

Le plan thérapeutique doit être mis en place le plus précocement possible et doit être adapté à la sévérité de chaque cas (Guin [sans date]). Il se divise en deux volets : le nursing et le traitement médicamenteux. Le nursing joue un rôle fondamental dans la gestion des cas de gastro-entérite. Il consiste à placer le veau dans les meilleures conditions pour lutter contre la maladie. Il faut donc l'isoler, le mettre au calme dans un endroit propre, sec et chaud. De plus, il faut adapter sa prise alimentaire : il faut lui distribuer du lait en plus faible

quantité mais plus souvent. Le traitement médicamenteux repose avant tout sur une thérapeutique liquidienne afin de lutter contre la déshydratation et les troubles électrolytiques. En fonction de la sévérité du cas, il peut s'agir de réhydratants oraux ou de fluidothérapie intraveineuse. La mise en place d'un traitement antibiotique est justifiée dans les cas présentant un risque de bactériémie élevé et sera le plus souvent axé contre le bactéries Gram - (B. Ravary-Plumioën 2009). Il peut être réalisé par forme orale, bien que cette voie soit déconseillée, ou parentérale. Il est nécessaire de raisonner l'utilisation des antibiotiques en veillant notamment à réaliser le traitement au moins trois jours et à bien adapter les posologies à l'animal. Un traitement anti-inflammatoire est nécessaire, le plus souvent en utilisant des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), afin de diminuer l'inflammation du tractus digestif, diminuer la douleur mais aussi protéger l'organisme des effets d'une éventuelle endotoxémie. Dans les cas de veaux cachectiques ou anorexiques, des anti-inflammatoires stéroïdiens peuvent être préférés pour leur pouvoir orexigène et stimulant du métabolisme (Guin). L'utilisation préventive d'halofuginone est recommandée dans les élevages où des cas de cryptosporidiose ont été avérés. Des mesures thérapeutiques adjuvantes peuvent être prises selon la présentation clinique : dans les cas de diarrhée par malabsorption- maldigestion, des protecteurs de la muqueuse intestinale peuvent être associés; des spasmolytiques peuvent être utilisés en cas de coliques; des oligo-éléments et vitamines (Vitamines C et E, Sélénium) peuvent être ajoutés pour leur pouvoir antioxydant.

### ***c- Affections respiratoires***

Les affections respiratoires constituent la deuxième affection la plus fréquente chez le veau de moins de 6 mois, juste derrière les gastro-entérites. Plus particulièrement, il s'agit du principal problème de santé touchant les veaux de plus de 30 jours. Leur coût se réfléchit en termes de pertes de production, de coût des traitements mais aussi des moyens de prévention. On estime qu'elles sont responsables de 46,5% des décès des veaux en post-sevrage en 2006 aux USA (Gorden, Plummer 2010) , et représentent un coût de 15\$/veau/an (McGuirk 2008). On rassemble communément ces affections sous l'intitulé « broncho-pneumonies infectieuses » (BPI).

D'un point de vue épidémiologique, les BPI sont majoritairement rencontrées pendant la période automno-hivernale. Les formes cliniques sont le plus souvent rencontrées chez les jeunes animaux lors d'une primo-infection.

L'étiologie des BPI est multifactorielle et fait intervenir d'une part, des agents pathogènes, et d'autre part, des facteurs liés à l'animal, à l'environnement et à la conduite d'élevage. Les principaux agents infectieux sont énumérés dans le tableau 8. Les virus peuvent jouer le rôle d'initiateur de la maladie et ainsi favoriser une infection bactérienne secondaire ou peuvent avoir un pouvoir pathogène propre, comme le VRS (Meyer et al. 2011).

**Tableau 8 : Principaux agents responsables de BPI chez le veau (d'après Meyer et al. 2011)**

Bactéries	Virus
Pasteurelles: <b><i>Mannheimia haemolytica</i></b> , <b><i>Pasteurella multocida et Histophilus somni</i></b>	<b>Virus syncytial respiratoire bovin (VRS)</b> <b>Virus parainfluenza de type 3 (Pi3)</b>
<i>Mycoplasma bovis</i>	Herpèsvirus bovin de type 1 (BoHV 1)
<b>Entérobactéries</b>	Virus BVD-MD Coronavirus bovin (BcoV)
En gras figurent les agents pathogènes les plus souvent rencontrés.	
BVD-MD: diarrhée virale bovine – maladie des muqueuses	

Hormis les agents pathogènes, il convient de prendre en compte les facteurs de risque non infectieux. La conduite d'élevage influence fortement le développement et la circulation des BPI. On s'intéressera particulièrement au mélange des classes d'âge, à la densité et à la gestion des événements stressants comme le sevrage ou les réallotements. De même, les paramètres d'ambiance tels que la température, la ventilation et l'hygrométrie interviennent.

La maladie est rarement prise en charge de façon précoce puisque les éleveurs laitiers ont des difficultés à observer les signes cliniques (sensibilité de détection à 56% selon l'étude de (Sivula, Ames, Marsh 1996)). Les signes généraux à rechercher sont un abattement et une perte d'appétit associés à une hyperthermie, variable selon la durée d'évolution. Les signes de détresse respiratoire sont généralement visibles plus tardivement. On recherche alors de la toux, du jetage ou des signes de dyspnée. Les signes cliniques en eux-mêmes sont peu spécifiques d'une étiologie en particulier.

Le diagnostic différentiel doit permettre d'exclure une broncho-pneumonie par aspiration ou une broncho-pneumonie d'origine parasitaire, notamment lors d'une autopsie ou grâce à une coproscopie.

Le recours à des méthodes de diagnostic de laboratoire est indispensable au diagnostic étiologique et se fait couramment dès lors que plusieurs cas sont décrits dans un même élevage. Il est nécessaire à la mise en œuvre de mesures de maîtrise efficace. Les prélèvements sont le plus souvent nécropsiques (poumon récolté à l'autopsie) mais peuvent aussi se faire sur animal vivant (écouvillon nasal profond, aspiration transtrachéale ou lavage broncho-alvéolaire). Le diagnostic se fait le plus souvent par des méthodes directes: recherche de protéines virales (ELISA, IFI,...), du génome viral ou bactérien (RT-PCR et PCR), bactériologie (Gorden, Plummer 2010).

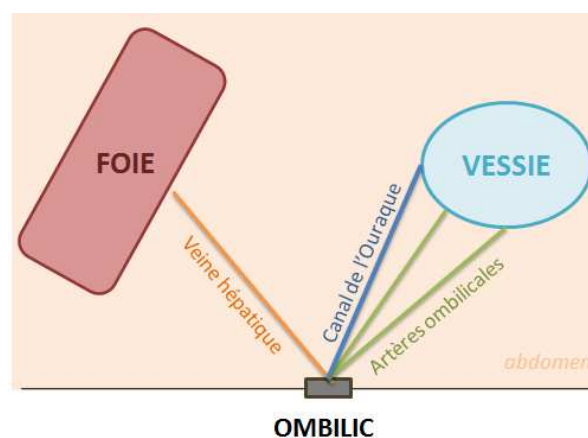
Le traitement des BPI repose avant tout sur des mesures de nursing et sur la mise en place précoce d'un plan thérapeutique adapté. Les veaux malades doivent être isolés et placés dans des conditions idéales à leur rétablissement: zone sans courant d'air, confort thermique, peu de variations de la température. Concernant le plan thérapeutique, il repose sur l'emploi d'antibiotiques et d'anti-inflammatoires. Le diagnostic étiologique permet une meilleure adaptation du traitement antibiotique (bactériologie + antibiogramme). A défaut, le choix de l'antibiotique doit être raisonné en fonction de critères scientifiques (spectre d'activité, données de pharmacocinétique et d'antibiorésistance) et des critères pratiques tels que l'observance et le coût du traitement. La mise en place d'un traitement anti-inflammatoire est nécessaire. L'utilisation des AINS est à recommander en routine, principalement pour leur vertu antipyrétique. Les AIS peuvent être préférés puisqu'ils contribuent à lutter contre le bronchospasme et ont un effet orexigène. Leur usage n'est recommandé que dans les cas sévères où une détresse respiratoire majeure est mise en évidence. Des thérapeutiques adjuvantes comme les diurétiques, les bronchodilatateurs, les modificateurs de sécrétions bronchiques ou l'homéopathie peuvent être mises en place au cas par cas. Des suppléments en vitamines et minéraux peuvent aider au rétablissement par leur effet antioxydant et stimulateur de l'immunité.

Le maître mot des BPI est la prévention. La vaccination est une possibilité, toujours en association avec la maîtrise des facteurs de risque environnementaux. L'objectif de la

vaccination est la protection clinique des animaux vaccinés ainsi que la réduction de l'excrétion. La réponse immunitaire induite par la vaccination est assez faible et ne permet pas une immunité durable (durée de l'immunité variant autour de 2 mois). Il convient alors de cibler la période à risque, à savoir l'hiver, quitte à réaliser plusieurs rappels dans la saison. On distingue deux modalités de vaccination des veaux: les vaccins injectables et les vaccins intra- nasaux (IN). Les vaccins injectables nécessitent une primovaccination en deux injections à un mois d'intervalle. Les vaccins IN sont souvent préférés dans les cas où une protection rapide est nécessaire. Leur efficacité repose sur la mise en place d'une immunité muqueuse se basant sur production d'immunoglobulines A en surface des muqueuses nasales qui vont neutraliser les agents pathogènes avant même qu'ils n'aient infecté l'organisme.

#### ***d- Omphalites***

De nombreuses autres affections peuvent affecter le veau pendant ses six premiers mois de vie. On peut par exemple citer les omphalites, les arthrites, les malformations, les arcures/bouletures,... Nous ne les détaillerons pas toutes. Nous allons seulement nous intéresser au problème des omphalites, qui sont la troisième maladie la plus fréquente chez le veau. Leur importance médicale est non négligeable puisqu'elles peuvent entraîner des retards de croissance, des péritonites, des abcès hépatiques. Le terme "omphalite" est assez général et regroupe plusieurs affections. Elles sont classées en fonction de la structure anatomique touchée. On peut se rapporter à la figure 8 qui rappelle les structures anatomiques ombilicales internes.



**Figure 8 : Schématisation des structures ombilicales internes**

Il faut garder à l'esprit que les structures ombilicales régressent normalement après la naissance et aboutissent à la formation de structures ligamentaires telles que le ligament falciforme du foie ou les ligaments latéraux de la vessie. Parmi les omphalites, on distingue alors les omphalo-artérites, impliquant une ou les deux artères ombilicales, les omphalo-phlébites, impliquant la veine hépatique, les ouraquites, touchant le canal de l'ouraque et les abcès et phlegmons externes. Les germes impliqués sont peu spécifiques et dépendent avant tout du microbisme ambiant de l'élevage. On retrouve en premier lieu *Arcanobacterium pyogenes* mais aussi *E.coli*, *Proteus spp*, *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp* et *Enterococcus spp*.

D'un point de vue épidémiologique, on les rencontre dans les élevages ayant des défauts d'hygiène ou des problèmes d'échec du transfert de l'immunité passive.

Les signes d'appel des omphalites sont assez variés. Il peut s'agir de la présence d'une masse ombilicale, de signes de douleur abdominale, d'une perte d'appétit ou d'un retard de croissance. Il est important de bien différencier les omphalites des hernies ombilicales. La distinction se fait facilement, notamment par la mise en évidence d'un anneau herniaire. Dans les cas des omphalites, lors d'un examen minutieux, l'ombilic est souvent de taille augmentée, chaud et douloureux à la palpation. Une palpation abdominale soignée peut parfois permettre de distinguer les différents types d'omphalites. Un cordon ombilical ne séchant pas au bout d'une semaine et présentant un écoulement d'urine signe en général une persistance du canal de l'ouraque associé à une ouraquite.

L'échographie est un examen complémentaire facile à mettre en oeuvre et permettant de distinguer de façon certaine les différentes affections ombilicales. De plus, elle permet de préciser le pronostic et d'orienter la prise en charge. En pré-opératoire, elle permet de prévoir le type de chirurgie à effectuer et ainsi d'être préparé au mieux (matériel adapté, temps de chirurgie prévu suffisant, ...).

La prise en charge thérapeutique des omphalites repose sur un traitement en deux volets. Le premier volet est le traitement médical, souvent mis en place en première intention. Il s'agit d'un traitement à base d'antibiotiques pendant 5 à 10 jours associé ou non à des anti-

inflammatoires, le plus souvent des AINS. Si au terme du traitement l'affection persiste, on préconise la chirurgie. Ainsi, le second volet, la chirurgie, est souvent réalisée en seconde intention. Elle consiste en une laparotomie avec un abord par la ligne blanche et permet l'identification formelle des structures atteintes et les éventuelles complications associées (abcès hépatiques, atteinte de la vessie, péritonite, adhérences). Elle permet de préciser le pronostic et de traiter l'affection. Le plus souvent, elle consiste en l'exérèse du tissu infecté associée à une omphalectomie. Dans des cas plus complexes, elle peut nécessiter une cystectomie partielle ou une marsupialisation de la veine hépatique.

En prévention, le trempage du cordon les premiers jours est recommandé et permettrait selon Sockett de diminuer le pourcentage de veaux traités pour BPI de 19 à 5% (Gorden, Plummer 2010).

## **2) Problèmes les plus fréquents à l'échelle du groupe des veaux de moins de six mois**

En plus de traiter l'individu, chaque événement de santé doit être envisagé d'un point de vue global et doit mener à une réflexion sur la conduite d'élevage. En effet, il faut prendre en compte l'aspect de groupe dans la pathologie du pré-troupeau. Pour cela, monitorer les niveaux de morbidité et de mortalité peut permettre de détecter un problème à l'échelle du troupeau et de réagir plus rapidement. Par exemple, dans le cas des GENN, les seuils d'alertes sont 15% de morbidité et/ou 5% de mortalité. On retient que lorsque la prévalence ou la sévérité des cas augmente, il faut réaliser un audit afin d'identifier les facteurs de risque. Le plus souvent, cet audit en cas de maladies de groupe révèle un problème de conduite d'élevage.

Afin de comprendre les facteurs de risque de l'apparition d'une pathologie de groupe chez les jeunes, on peut raisonner à partir de la figure 9, présentée ci-dessous.

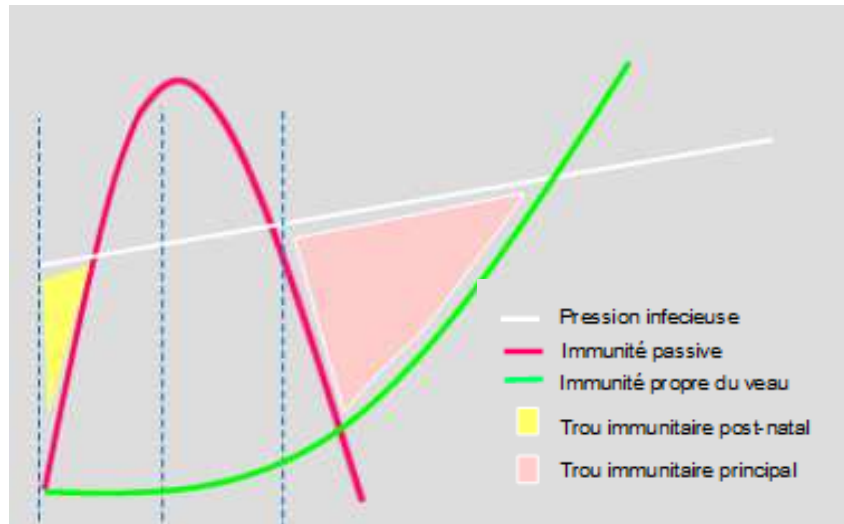


Figure 9 : Schématisation des trous immunitaires chez le veau

Il s'agit d'une représentation assez simple permettant d'évaluer l'importance des trous immunitaires rencontrés par le veau en fonction de trois principaux facteurs: la pression infectieuse environnementale, l'immunité passive apportée par la prise colostrale et l'immunité propre du veau. Plus les trous immunitaires apparaissent importants sur la figure, plus l'individu risque de développer une maladie. Or, la pression infectieuse et le transfert de l'immunité passive sont des facteurs très dépendants de la conduite d'élevage. Ainsi, à l'échelle du pré-troupeau, on peut considérer que ces facteurs conditionnent le risque de développement de problèmes de groupe dans l'élevage. Le développement de l'immunité propre du veau a déjà été abordé précédemment dans la partie I- A/ 3) a. Nous allons donc tout d'abord prendre en considération l'influence de la pression sanitaire puis celle d'un défaut de transfert de l'immunité passive (DTIP).

a- Influence de la pression infectieuse environnementale sur les pathologies de groupe

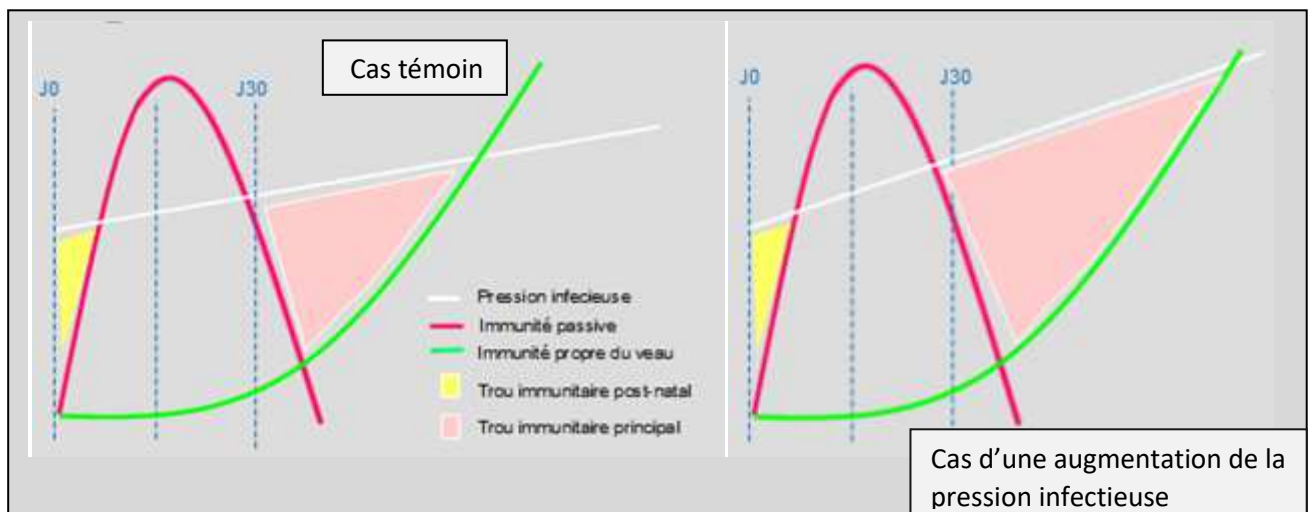


Figure 10 : Schématisation d'une augmentation de la pression infectieuse au sein d'un élevage et de ses conséquences



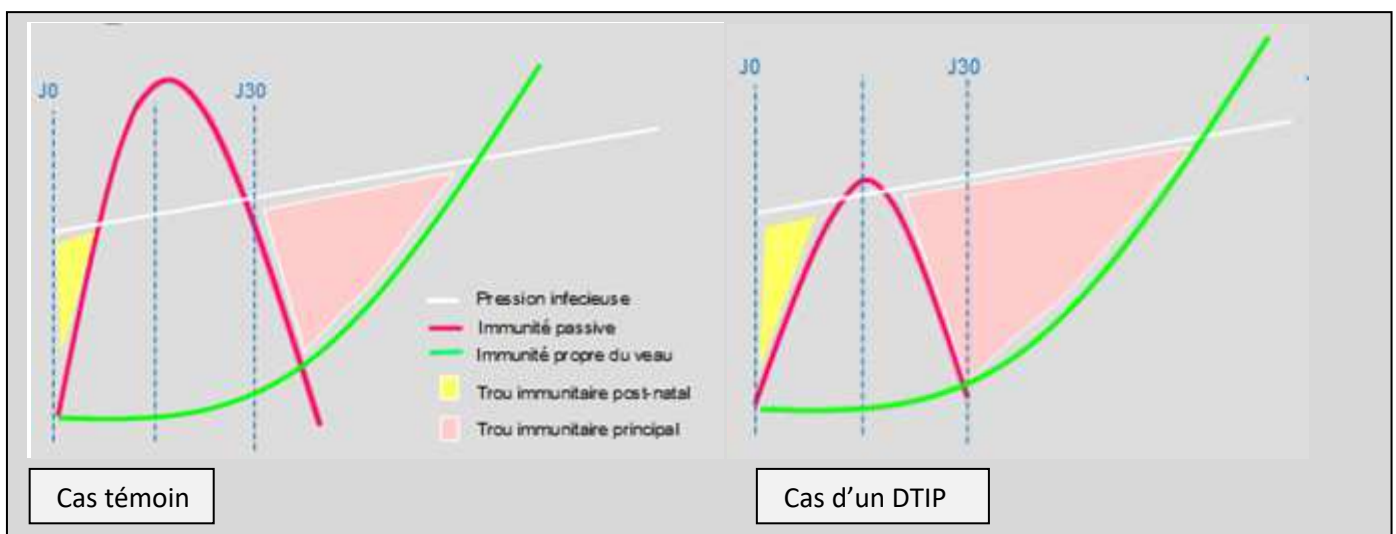
La pression infectieuse reflète la charge microbienne de l'élevage. Cette dernière a tendance à augmenter avec le temps. En effet, plus le temps passe, plus un grand nombre d'animaux est malade. Ceci résulte en une augmentation de l'excrétion des microbes. La contamination de l'élevage est donc plus importante. Une pression infectieuse trop importante peut alors être mise en relation avec des conditions d'élevage non adaptées et/ou un manque d'hygiène. On retrouve alors les facteurs de risque des affections vues précédemment (figure 7) et récapitulés dans le tableau suivant ( tableau 9).

La figure 10 ci dessus nous montre l'influence d'une modification de la pression infectieuse dans un élevage sans modification de l'immunité du veau. On voit alors que la période de sensibilité du veau aux infections est accrue.

**Tableau 9 : Exemple de facteurs influençant la pression infectieuse d'un élevage**

Logement	Conception, hygiène, ambiance
Nutrition	Température de distribution du lait, transitions alimentaires, qualité de l'aliment
Gestion sanitaire troupeau	Gestion parasitisme, vaccinations, suivi sanitaire
Gestion zootechnique	Densité, mélange des classes d'âge, non isolement des animaux malades, introduction d'animaux

**b- Influence du défaut de transfert d'immunité à l'échelle du troupeau**



**Figure 11 : Schématisation d'un DTIP et de ses conséquences**

Le DTIP touche 25 à 60% des veaux en France selon Maillard (Maillard 2006b). D'autres données concordent, avec un taux de DTIP de 40% en Belgique et allant de 20 à 80% aux Etats Unis (Pardon et al. 2015). Bien que conscients de l'importance du colostrum, les éleveurs ne font pas le lien entre acquisition de l'immunité passive et résistance aux maladies et se focalisent sur la présence d'agents pathogènes (Allix 2014).

Cependant, il est démontré qu'un DTIP augmente la sensibilité du veau aux infections et conduit à l'échelle du troupeau à une augmentation des taux de mortalité et de morbidité (Heinrichs, Elizondo-Salazar, others 2009). On peut voir sur la figure 13 un allongement des périodes de sensibilité accrue aux infections (figure 11). Donovan et al. (Donovan et al. 1998) estiment que les veaux avec un DTIP (évalué par taux PT<50 G/L vs PT>60 G/L) présentent 3 à 6 fois plus de risques de décéder dans les six premiers mois de vie par rapport à ceux ayant eu un transfert convenable. Vitarla et al. montrent qu'un faible taux d'Ig sérique d'origine colostrale constitue un facteur de risque pour le développement de pneumonie chez le veau (Virtala et al. 1999). De même, ces veaux sont plus susceptibles de développer un retard de croissance (Heinrichs, Elizondo-Salazar, others 2009). De plus, les mesures de vaccination des mères dans le but de protéger les veaux sont inefficaces lors de DTIP.

#### **i. Mettre en évidence un DTIP**

Pour mettre en évidence un DTIP, il faut évaluer le transfert d'immunité passive chez les veaux. L'objectif est d'obtenir au minimum une concentration d'Ig G de 10 à 15 g/L selon les auteurs (Maillard 2006), l'idéal étant une concentration > 25g/L. En dessous de 10g/L, on considère qu'il y a un DTIP (Swan et al. 2007). Les méthodes d'évaluation du transfert de l'immunité sont nombreuses. Une prise de sang doit être réalisées sur plusieurs veaux (minimum 6) âgés de plus de 48h et moins de 7 jours Les techniques directes sont plus précises et permettent de déterminer de façon quantitative ou semi quantitative la quantité d'Ig G sériques. Le gold standard est la technique d'immunodiffusion radiale (IDR), qui permet de quantifier chaque classe d'Ig. Cependant, elle se fait en laboratoire, les délais de réponse dépassent les 72h et est plus couteuse. Un kit rapide semi-quantitatif avec un seuil à 10g/L est disponible en France (Colostrum Bovine IgG Midland Quick Test Kit) et peut être réalisé par le vétérinaire. Une estimation du transfert colostrale peut être obtenue à l'aide de la mesure du taux de protéines totales. Un taux de PT supérieur au seuil de 55g/L présage en

temps normal d'un transfert d'immunité colostrale satisfaisant. Ce test est peu coûteux et facilement réalisable par le vétérinaire.

#### ii. Causes possibles d'un DTIP

Une fois le diagnostic de DTIP établi, il convient d'en trouver la cause. Ceci passe par l'examen des différents facteurs de risque, touchant d'une part à la quantité d'Ig ingérée et d'autre part à leur absorption au niveau intestinal. On s'intéresse alors aux problèmes de qualité du colostrum puis de quantité ingérée et enfin au délai et à la méthode de distribution du colostrum.

- Qualité du colostrum

On estime la qualité du colostrum en évaluant sa teneur en Ig G. La mesure peut se réaliser de façon directe en ayant recours à l'IDR. D'autres méthodes de mesures indirectes sont assez fiables et peuvent permettre d'évaluer la qualité d'un colostrum (Godden 2008). Le colostromètre, ou pèse-colostrum, est un appareil mesurant la densité du colostrum. Celle-ci est reliée à la concentration en Ig G. Ces appareils ont tendance à surestimer la quantité d'IgG par rapport à l'IDR. De plus, la température optimale de réalisation des mesures est 20°C, il convient donc de corriger la valeur obtenue en fonction de la température (valeur réelle = valeur lue – 13,2+0,8x, où x est la température en °C). On peut simplement utiliser un réfractomètre clinique ou un Colotest<sup>®</sup>, qui est un appareil de lecture directe qui a été mis au point pour les chevaux.

On considère qu'un colostrum est de bonne qualité à partir du moment où son taux d'immunoglobulines dépasse 50g/L. Dans une étude récente portant sur des vaches de race Holstein, la teneur en IgG moyenne était de 76g/L, mais les résultats variaient de 9 à 186 g/L (Swan et al. 2007).

Il existe de nombreux facteurs influant sur la qualité du colostrum (Pritchett et al. 1991). On retiendra la race, la parité, la nutrition de la mère, la saison, la santé de la mère (mammite, infestations parasitaires, affections concomitantes), la vaccination pré-partum.

- Volume de colostrum ingéré

La quantité d'immunoglobulines ingérée dépend évidemment de la qualité du colostrum, mais aussi du volume ingéré. Le volume nécessaire varie donc en fonction de la qualité du colostrum. Considérons un veau Holstein moyen de 43kg. Pour atteindre un taux d'Ig G sériques de 10 g/L, il faut qu'il dispose de 30g d'Ig G circulantes (même méthode que dans (Maillard, Guin 2013). Si l'on suppose un taux d'absorption de 30%, le veau doit ingérer 'au moins 100 g d'IgG au premier repas. Avec un colostrum de bonne qualité, à savoir qui contient 50 g d'IgG /L, il devra boire 2 L de colostrum alors qu'avec un colostrum de mauvaise qualité (25 g/L), il devra en ingérer 4 L. Besser a calculé dans son échantillon que la distribution de 3,78 L de colostrum au premier repas aurait suffi dans 85% des cas à assurer un apport d'au moins 100 g d'IgG, contre seulement 36% pour un volume de 1,89 L (Besser, Gay, Pritchett 1991). Une autre étude menée par Faber chez des veaux de race Swiss Brown montre que les veaux nourris avec 3,78 L de colostrum (vs 1,89 L) au premier repas montrent de meilleures performances. En effet, leur GMQ moyen est significativement plus élevé, de même que leur production laitière en première et deuxième lactation (Faber et al. 2005).

D'autres études suggèrent que l'administration de 2 L à la naissance et 2 L à 12 h serait plus efficace que celle de 4 L à la naissance. Cette conclusion n'est valable que pour les colostrums de bonne qualité (Jaster 2005). En routine, il est rare que la qualité de chaque colostrum soit évaluée. On retient donc en général qu'il faut distribuer 10 à 12% du poids vif lors du premier repas (Godden 2008).

- Délai entre la naissance et l'absorption du colostrum

L'absorption intestinale des Ig dépend principalement du temps entre la naissance et la distribution du colostrum. Comme nous l'avons vu dans la partie I- A/2)b-, l'absorption intestinale des Ig décroît très rapidement avec le temps. Ainsi, plus la distribution du colostrum est précoce, plus l'absorption sera efficace. On recommande d'administrer le premier repas de colostrum dans les deux heures suivant la naissance, avec un grand maximum de 6h. En fonction du volume administré, un deuxième repas de colostrum peut être recommandé avant 6h.

- Méthode de distribution du colostrum

Dans une étude visant à comparer trois modes de distribution, Besser et ses collègues ont montré que la proportion de veau avec un DTIP était de 60% quand le veau et la mère étaient laissés seuls, 19% avec une distribution au seau et 10% par sondage œsophagien (Besser, Gay, Pritchett 1991). La distribution au biberon est d'efficacité similaire au sondage œsophagien. On comprend alors l'influence de la méthode de distribution du colostrum sur la qualité du transfert immunitaire. On retient donc que le transfert d'immunité s'améliore en partant de la tétée spontanée, puis de la tétée assistée, puis de la distribution au seau pour aller au biberonnage ou au sondage œsophagien.

D'autres facteurs tels que le froid ou la contamination bactérienne du colostrum peuvent intervenir dans le transfert colostrale et en diminuer l'efficacité. La présence de la mère améliorerait l'absorption intestinale des Ig.

### **iii. Moyens de lutte contre le DTIP**

Les moyens de lutte découlent des recommandations faites dans la partie précédente. Il faut adapter le plan de prévention à chaque élevage en ciblant les pratiques non adaptées. L'amélioration de la qualité du colostrum des mères passe principalement par la maîtrise de leur état de santé et de leur alimentation. La mise en place de traitement douvicide, de traitement antibiotique au tarissement et des compléments minéraux peut être recommandée. Pour pallier un manque de colostrum, il existe principalement deux solutions: une banque de colostrum ou l'utilisation de substituts de colostrum. Tout d'abord, la constitution d'une colostrothèque (banque de colostrum) permet de disposer de colostrum de bonne qualité à tout moment. C'est une solution économique à privilégier, mais qui nécessite une bonne organisation. Il faut pour cela sélectionner les colostrums de bonne qualité, les conditionner en bouteilles et les congeler. La durée de conservation maximale est d'un an. Pour être utilisé, le colostrum doit être réchauffé au bain marie à 38°C. D'autre part, des substituts de colostrum faciles d'utilisation existent sur le marché. On distingue colostro-suppléments et colostro-remplaceurs. Les premiers ont pour but de compléter l'apport colostrale maternel et les seconds de le remplacer. Ils peuvent être utiles en l'absence de banque de colostrum, mais ne seront jamais équivalents à un colostrum de bonne qualité. Il faut garder à l'esprit que les immunoglobulines apportées par ce type de

produit ne ciblent en aucun cas les agents pathogènes de l'élevage, contrairement au colostrum maternel ou à celui issu de la banque de colostrum. De plus, ils constituent le plus souvent un apport insuffisant en énergie. Enfin, leur coût peut être limitant de leur utilisation fréquente (Mestdagh 2008).

## **C/ Enjeu à long terme des six premiers mois de vie**

### **1) Origines de la performance, part de la génétique et de l'environnement**

Lorsqu'on pense performance de la vache laitière, on s'attarde souvent sur la sélection génétique des individus, de plus en plus développée aujourd'hui. Cette sélection, se faisant traditionnellement sur l'évaluation phénotypique de la descendance, a permis une augmentation moyenne de la production laitière de 50 à 100kg de lait par lactation en une trentaine d'années. Avant les années 1990, les critères retenus étaient avant tout des objectifs de production. Cependant, cette sélection entraînait apparemment une dégradation des caractères fonctionnels, c'est-à-dire des caractères permettant l'adaptation de l'individu à l'environnement. Depuis lors, les objectifs de sélection génétique ont évolué et laissent plus de place à ces critères fonctionnels. L'utilisation de plus en plus importante de la génomique permet d'espérer des progrès plus rapides concernant tous les critères peu héréditaires ou difficilement évaluables par la méthode classique (Boichart et al. 2010). En plus des critères de production, de reproduction ou de morphologie, on voit apparaître des nouveaux critères de sélection sur la qualité du lait ou la résistance aux mammites. Deux de ces nouveaux critères nous intéressent particulièrement dans l'optique de notre étude : il s'agit de la vitalité à la naissance et d'un critère de survie jusqu'au sevrage qui devraient bientôt être mis en place chez les bovins laitiers (Guerrier et al. 2015). Ainsi, la sélection génétique, par le biais de la génomique et par les voies plus classiques de la sélection phénotypique, permet une amélioration des critères de production et de morphologie mais s'intéresse désormais aussi aux critères de résistance aux maladies.

Il convient néanmoins de distinguer dans la performance d'un individu donné la part de la génétique et la part environnementale. L'épigénétique ne doit pas être négligée : en effet, deux individus au potentiel génétique égal élevés dans des conditions différentes n'atteindront au final pas le même niveau de performances. Les facteurs environnementaux

jouent un rôle non négligeable, notamment pendant la période que nous étudions, à savoir les six premiers mois de vie. Il faut en effet garder à l'esprit qu'aucun mécanisme compensatoire n'est possible lors de cette période (Maillard 2006b). Nous allons donc nous intéresser à l'enjeu que représente une bonne croissance avant 6 mois.

## **2) Facteurs influençant la croissance avant 6 mois**

Nous avons précédemment détaillé les modalités de la croissance et les objectifs fixés pendant la période des six premiers mois de vie. Voyons désormais différents facteurs pouvant influencer sur la croissance.

### ***a- Sevrage tardif, coût et effets sur la croissance***

Le sevrage est un période clé dans l'élevage de la génisse laitière. Il s'agit en effet d'un stress majeur. Nous avons déjà parlé du sevrage dans la partie I-A/3). Nous chercherons ici à savoir si l'âge au sevrage peut avoir un impact sur le coût d'élevage de la génisse et sur ses performances.

Une étude menée sur la campagne 2011-2012 dans la ferme expérimentale de la Trinottières a cherché à répondre à ces questions (Plouzin et al. 2016). Un lot de 20 veaux est nourri avec du lait non consommable (LNC) fermenté à raison de 6 repas de 3 à 4 L selon l'âge à partir de la 2<sup>e</sup> semaine (lot 1) et un lot de 19 veaux est nourri avec du lait entier à raison de 14 repas par semaine jusqu'à la 8<sup>e</sup> semaine puis 7 repas par semaine jusqu'au sevrage (lot 2). Le lot 1 est sevré à 8 semaines tandis que le lot 2 est sevré à 16 semaines. Les résultats de croissance à 6 mois sont comparables avec un poids vif à 6 mois de 205 kg pour le lot 1 et 212 kg pour le lot 2. Cependant, chaque génisse du lot 2 a nécessité deux heures de temps de travail de plus. De plus, le coût d'élevage est plus important pour le lot 2, avec un surcoût de 87 euros par tête. En effet, bien que la consommation de concentrés soit plus faible, celle de lait et de fourrages est plus importante dans le lot 2 et conduit à une augmentation du coût alimentaire. Ainsi, le sevrage tardif ne paraît pas avoir d'avantage face à un sevrage traditionnel.

L'étude de De Passillé vise à étudier l'effet de l'âge au sevrage sur la consommation alimentaire et le poids du veau (de Passillé, Borderas, Rushen 2011). Le groupe de veaux

sevrés précocement (47 j à 12 L de lait/j) subit un stress plus important au sevrage et voit sa consommation alimentaire chuter, et une baisse rapide de son rythme de croissance. Le groupe "sevrage tardif" (89 j à 12 L de lait /j) voit sa consommation alimentaire moins impactée par le sevrage, et son GMQ conservé. Cependant, il semble qu'un mécanisme de croissance compensatoire se mette en place puisque le GMQ des veaux sevrés précocement devient plus important en fin d'expérimentation et les différences de poids ont tendance à s'effacer.

Ainsi, le sevrage tardif ne permet pas d'amélioration à moyen terme des performances mais est plus coûteux, aussi bien en main d'œuvre que financièrement. Il n'y a donc pas d'intérêt d'opter pour un sevrage tardif.

#### ***b- Rôle des maladies dans le retard de croissance***

Un veau malade constitue un coût pour l'exploitation. On se focalise habituellement sur les coûts vétérinaires, la mortalité, le temps perdu par l'éleveur en soins mais il convient de considérer aussi le manque à gagner en terme de production. En effet, une maladie entraîne un retard de croissance de plus ou moins grande envergure. La consommation de nutriments par le système immunitaire augmente fortement dans le cas d'un challenge microbien, ce qui ralentit la croissance. Une élévation de la température corporelle de 1°C correspond à une augmentation du métabolisme de 10 à 13% (Carroll, Forsberg 2007). Des études réalisées sur les situations de sepsis en médecine humaine ont montré qu'en cas de sepsis, le métabolisme basal est augmenté de 25 à 55% par rapport à la normale (Lochmiller, Deerenberg 2000). De plus, le veau malade ne s'alimente en général pas correctement. Une situation de déficit énergétique se crée alors. Lochmiller et ses collaborateurs ont montré que la néoglucogénèse augmente entre 150 et 200% lors d'une infection modérée. Cela justifie une perte d'état corporel ou un retard de croissance. Celui-ci peut impacter les performances futures du jeune veau, notamment en terme de performances de reproduction.

#### ***c- Additifs nutritifs et amélioration de la croissance***

L'industrie alimentaire animale regorge de compléments alimentaires sensés révolutionner les performances. Malheureusement, un tel additif "miracle" n'existe pas. Cependant, on



peut espérer en utilisant ces additifs une amélioration de la croissance et de la santé des veaux. Le problème est que la différence observée est souvent assez faible et les effectifs utilisés dans les études ne permettent pas de conclure statistiquement parlant (Drackley 2008).

#### **i. Aliments médicamenteux**

En France, la réglementation encadre l'usage des aliments médicamenteux. Ils ne doivent pas être utilisés comme des facteurs de croissance mais bien comme des médicaments vétérinaires à part entière, utilisables en métaphylaxie le plus souvent. Ils sont soumis à une obligation de prescription par un vétérinaire après qu'il ait établi un diagnostic ou assurant la surveillance sanitaire du troupeau et lui dispensant des soins réguliers (*Code de la santé publique - Article L5143-5 2007*).

Ils peuvent être à base d'antibiotiques ou d'autres molécules. Par exemple, il peut s'agir de coccidiostatiques à base de décoquinate. En effet, dans certains élevages, la coccidiose est une cause non négligeable de maladie, de retard de croissance et donc de perte économique non négligeable. L'utilisation d'un tel aliment médicamenteux va permettre d'améliorer le GMQ et de diminuer l'impact des coccidioses.

L'usage des antibiotiques en tant que facteur de croissance est de plus en plus décrié. Ils sont classiquement incorporés dans des poudres de lait « médicalisées », en utilisant le plus souvent de l'oxytétracycline et de la néomycine, et permettent une amélioration nette de la croissance et de la santé, surtout dans des élevages dont la gestion n'est pas optimale.

#### **ii. Probiotiques**

Les probiotiques sont des cultures bactériennes vivantes administrées dans le but de coloniser le tube digestif avec des espèces choisies et favorables. Diverses compositions ont été étudiées. Qu'il s'agisse d'un mélange multiespèce dérivé de l'homme ou de cultures plus spécifiques au veau, l'usage de probiotiques en pré-sevrage a permis de diminuer l'incidence et/ou la gravité des maladies mais aussi d'augmenter le GMQ (Timmerman et al. 2005).

### iii. Prébiotiques

Les prébiotiques sont des composants non digestibles par le système enzymatique propre de l'animal mais utilisable par sa flore digestive. Il s'agit donc d'un substrat pour la croissance bactérienne d'espèces bénéfiques. Peu d'études ont été menées sur les veaux mais elles laissent entrevoir une efficacité des prébiotiques. L'usage de carbohydrates complexes tels que l'oligofructose ou le mannaoligosaccharide a permis de diminuer les problèmes de santé, surtout de diarrhée et d'augmenter le GMQ (Webb et al. 1992).

### iv. Phytothérapie et aromathérapie

Les mélanges à base de plantes ou d'huiles essentielles sont très à la mode en ce moment. Plusieurs études ont montré une amélioration de l'efficacité alimentaire et une augmentation du GMQ suite à l'utilisation d'extraits de plantes incorporés dans la poudre de lait ou l'aliment démarrage (Hill et al. 2007).

### v. Autres additifs

D'autres compléments alimentaires sont disponibles sur le marché. Il en existe à base de fluide ruminal frais ou autoclavé ou encore à base de sérum.

## **3) Impact de la période pré-productive sur les performances**

### *a- Cout d'élevage de la génisse laitière*

Les génisses représentent l'avenir de l'exploitation laitière mais elles sont trop souvent délaissées. Pourtant, bien élever ses génisses permet de réduire les couts de l'élevage. En effet, l'investissement réalisé pendant la période non productive de la génisse est sensé être amorti sur la marge brute générée par sa production ultérieure. Plusieurs leviers d'action sont possibles, comme la durée d'élevage de la génisse, le taux de renouvellement du troupeau, la quantité de lait produite par vache et la valorisation des réformes. Plusieurs études ont permis d'estimer le coût d'une génisse de renouvellement à 40 euros par mois en moyenne. On comprend alors aisément qu'un levier d'action des plus efficaces est la diminution de l'âge au premier vêlage (tableau 10).

**Tableau 10 : Impact de l'âge au vêlage sur le coût de production de la génisse (Source COGEDIS sur 1200 élevages mars 2006)**

Age au vêlage (mois)	Coût de revient de la génisse (euros)
< 27	1023
27 - 29	1043
29 - 32	1120
> 32	1242

L'objectif à retenir est donc un vêlage précoce, qui permet une réduction de la taille du troupeau de renouvellement en conservant un taux de renouvellement équivalent et une meilleure rentabilité. Pour l'élevage utilisé comme base pour l'étude de Tozer et Heinrichs, comprenant 100 vaches laitières en production, une réduction de l'âge au premier vêlage d'un mois entraînerait une diminution du coût total du programme de remplacement de 1400\$ (Tozer, Heinrichs 2001).

### ***c- Monitorer la croissance***

#### ***i. Pratiques des éleveurs, état des lieux***

Le suivi de la croissance des génisses apparaît indispensable au bon fonctionnement du programme de remplacement. Une étude menée en 2012 par la Chambre d'agriculture de Bretagne auprès de 133 éleveurs laitiers bretons interrogés à propos des pratiques en termes de suivi de la croissance des génisses (Trou, François 2013). Malgré un objectif de premier vêlage précoce (24-26 mois) retenu pour la plupart des éleveurs interrogés (59%), seulement 39% des éleveurs interrogés utilisent des outils de suivi de croissance (pesées pour 14% et mesures de tour de poitrine pour 21%, les deux pour 2%). Parmi les autres, 40% des éleveurs ne savent pas pourquoi ils n'utilisent pas ces outils. Ainsi, les pratiques de maîtrise de la croissance ne sont pas ancrées dans l'élevage français bien qu'un objectif de premier vêlage précoce soit commun.

## ii. Maitriser la croissance pour un développement mammaire optimal

Le bon développement mammaire est indispensable pour une bonne production laitière. Le développement de la mamelle se fait en plusieurs phases (Lohakare 2012). Des phases de croissance isométrique sont classiquement observées entre la naissance et l'âge de 3 mois mais aussi entre 10 - 12 mois et le 3<sup>e</sup> mois de gestation. Cela signifie que pendant ces périodes la mamelle croît au même rythme que le reste du corps. Entre 3 et 10 mois et après le 3<sup>e</sup> mois de gestation, la mamelle suit un rythme de développement plus important que le reste du corps, et plus particulièrement pendant la phase prépubertaire. On comprend alors que des modifications du rythme de croissance pendant cette phase puissent impacter le développement mammaire.

Deux pistes sont suivies quant à l'impact d'un rythme de croissance important sur la mammogénèse (tableau 11). En premier lieu, certains auteurs estiment qu'un rythme de croissance prépubertaire important limite les ressources énergétiques disponibles pour la croissance de la mamelle mais aussi limitent la durée de cette période de développement privilégiée puisque la puberté est plus rapidement atteinte. Ensuite, certains auteurs estiment que lors de cette phase une croissance trop importante peut mener à un dépôt graisseux trop important dans la mamelle, au détriment du développement du parenchyme mammaire, ce qu'on peut appeler le "syndrome de la mamelle grasse"(Brunschwig 2007). La part du tissu adipeux dans la mamelle se trouve augmentée au détriment du tissu sécréteur. Ainsi, le potentiel de production laitière est impacté. Brunschwig estime que des génisses de haut potentiel génétique conduites avec un GMQ de 950g/j en période prépubertaire risquent de produire 5% de lait en moins que des génisses semblables conduites avec un GMQ moyen de 750g/j.

**Tableau 11 : Impact du rationnement en pré-puberté sur les performances de la génisse, la mamelle et la production laitière (d'après Lohakare 2012)**

Effet d'un GMQ pré-pubertaire sur le développement mammaire et/ou les performances laitières	Auteurs
Effet négatif	Petitclerc et al. (1984)
	Johnsson (1988)
	Capuco et al. (1995)
	Lammers et al. (1999);
	Radcliff et al. (2000);
	Sejrsen et al. (2000)
	Meyer et al. (2006a)
	Davis Rincker et al. (2008)
	Hohenboken et al. (1995)
	Abeni et al. (2000)
Pas d'effet	Moallem et al. (2004a)
Effet positif	Meyer et al. (2006b)
	Choi et al. (1997)

Van Amburgh et al. (1998) ont suggéré qu'un rythme de croissance trop faible (< 400g/j) avant la puberté impactait aussi négativement les performances laitières (Lohakare 2012).

Bien que les avis soient partagés (tableau 11), il convient de tenir compte d'autres facteurs que la croissance, tel le développement mammaire afin d'obtenir une génisse avec un potentiel laitier important.

### iii. Influence du l'âge au vêlage sur les performances

Une enquête réalisée en 2011 par le contrôle laitier de Haute Normandie sur près de 65000 génisses de race prim'holstein et normande a permis de mettre en lumière les avantages d'un premier vêlage précoce (Cosson 2012).

L'état des lieux en race prim'holstein est que seulement 43% des premiers vêlages se déroulent avant 32 mois, âge considéré normal dans cette race. De nombreux facteurs peuvent être associés à un premier vêlage précoce, à savoir la production de lait par jour de vie, le nombre de lactation, le lait total sur la carrière, la durée de vie productive. La durée de vie productive est nettement plus importante pour les génisses ayant vêlé jeunes, avec un écart de 6 mois entre les extrêmes. De même, la production laitière par jour de vie et la production laitière totale sont augmentées.

Une bonne gestion de la reproduction est donc nécessaire pour atteindre un objectif de vêlage précoce. Il est aussi nécessaire de bien maîtriser la croissance des génisses afin d'obtenir des génisses pouvant être mises à la reproduction dès l'âge de 15 mois.

### iv. Influence du GMQ sur les performances

Certaines études ont cherché à relier les performances de croissance (GMQ) pendant le jeune âge aux performances futures, que ce soit en terme de production laitière, de performances de reproduction ou même de longévité dans le troupeau. Par exemple, Soberon et ses collaborateurs estiment que 22% de la variation de production en première lactation peut être reliée au GMQ pré sevrage (Soberon et al. 2012).

D'autres études prédisent une meilleure carrière laitière dans le cas où le GMQ entre 0 et 6 mois est plus élevé (tableau 12).

**Tableau 12 : Impact de la croissance sur les performances (Piroelle 2010)**

GMQ 0 – 6 mois	> 800 g	> 700 g
Poids vif après 3 <sup>ème</sup> vêlage (kg)	610	580
% d'animaux à 3 lactations	71	53
Veaux / génisse	4,2	3,3
Lait / jour de vie	+ 10%	-

## ***b- Effets des maladies de la jeune génisse laitière sur ses performances futures***

### **i. Survie**

Plusieurs études ont été menées sur les effets à long terme d'une maladie apparue lors du jeune âge des génisses.

Britney et al. montrent dans leur étude de cohorte portant sur 490 veaux que seuls les veaux ayant développé une omphalite et/ou une arthrite sont présent significativement moins longtemps dans le troupeau (245 j vs 1198j en moyenne pour les autres groupes) (Britney et al. 1984).

### **ii. Age au vêlage**

Selon l'étude de Correa (1988) portant sur 948 génisses laitières issues de troupeaux aux alentours de l'université de Cornell, l'incidence de problèmes de santé avant 90 jours peut être à relier avec des performances parfois dégradées. Les génisses n'ayant pas présenté de problèmes respiratoires avant 90 jours ont deux fois plus de chance d'arriver au vêlage et vêlent en moyenne 6 mois plus tôt. De la même façon, les génisses n'ayant pas montré de signe de « syndrome du veau mou » ont 1,6 fois plus de chance de vêler et vêlent en moyenne deux mois plus tôt que les autres (Correa 1988).

Bien que ces données ne soient pas très récentes, il paraît logique que certaines affections des jeunes génisses laitières puissent impacter leurs performances futures. Il faut envisager les complications possibles des maladies et les séquelles qu'elles peuvent laisser.

D'autre part, le retard de croissance parfois associé aux maladies peut à lui seul expliquer un premier vêlage plus tardif. En effet, si aucun phénomène de croissance compensatrice n'est observé, le poids pour atteindre la puberté sera atteint plus tard.





## II- ESSAI TERRAIN

### A/ Matériel et méthode

L'essai mené par l'entreprise HYPRED est réalisé en partenariat avec des exploitations membres du réseau European Dairy Farm. L'objectif de l'étude est de démontrer l'efficacité du protocole HY-Diet Starter Program versus un placebo pour améliorer le gain de poids (GMQ) d'une part, et réduire la morbidité et la mortalité d'autre part, chez des génisses laitières jusqu'à leur 6 mois.

#### 1) Produits utilisés dans le programme HY-Diet Starter

Le protocole se base sur l'utilisation de trois produits (Enerfeed, Colofeed et Vigofeed) commercialisés sous forme de seringues (figure 12).

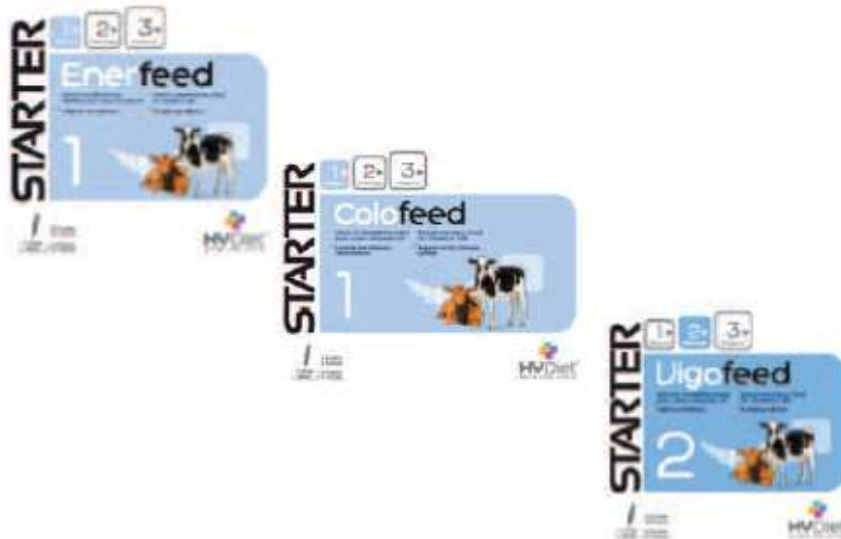


Figure 12 : *Produits du programme HY-Diet Starter*

Leur composition est présentée en annexe (annexes 1, 2 et 3). Leurs objectifs sont différents : retenons qu'Enerfeed a pour but un apport d'énergie, que Colofeed est un colostro-supplément et que Vigofeed est une source d'éléments trace.

Le protocole initial prévoit l'administration d'Enerfeed et de ColoFeed le plus tôt possible après la naissance et l'administration de Vigofeed à l'âge de 8 jours (figure 13).

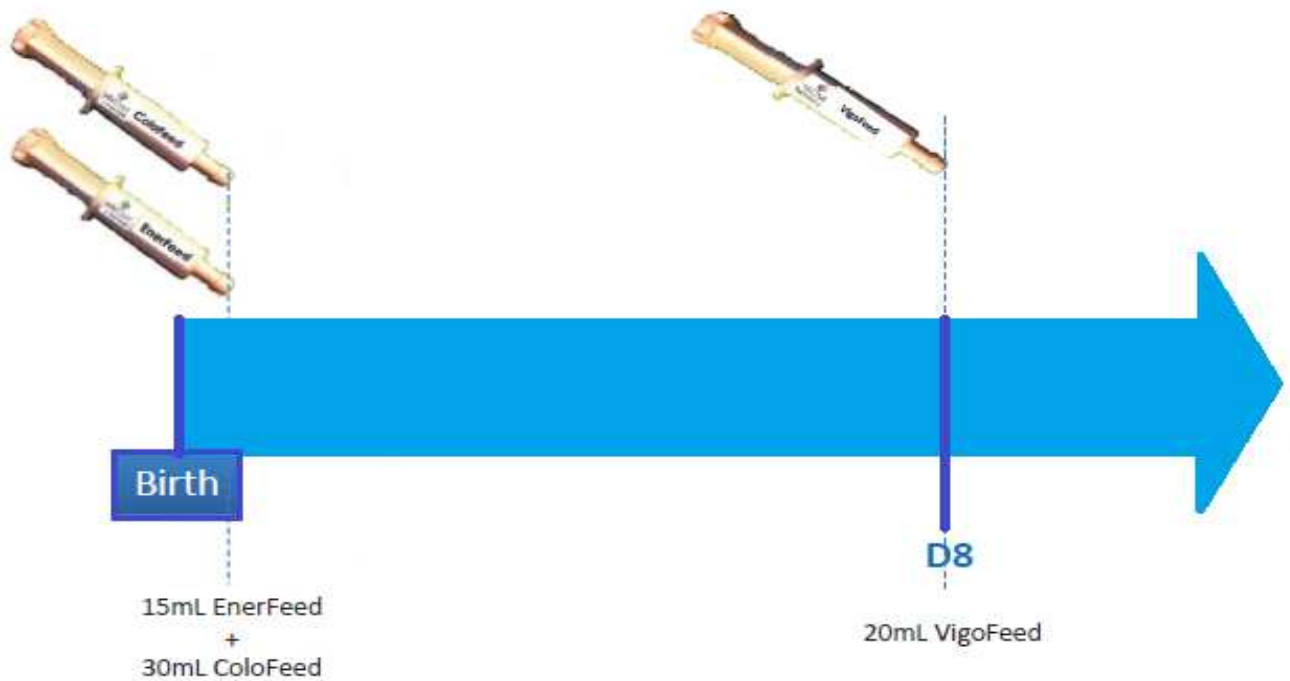


Figure 13 : *Protocole du programme HY-Diet Starter*

## 2) Déroulement de l'essai

Dix exploitations bovines laitières réparties en Europe ont été incluses dans l'étude (tableau 13), acceptant ainsi de suivre le protocole défini et de remplir consciencieusement les différents formulaires.

**Tableau 13 : Elevages inclus dans l'étude**

NUMERO ELEVAGE	NOM	PAYS	VEAUX INCLUS
1	ETYEK	Hongrie	50
2	SUTER	Suisse	27
3	DYSON	UK	58
4	CARENSAC	France	19
5	DARWINKEL	France	30
6	AGROPRODUKT	Hongrie	73
7	RAFAY	Slovaquie	49
8	RYCHTARECH	Slovaquie	96
9	OP'T ROODT	Belgique	40
10	MACCHIORLATTI	Italie	39

TOTAL	481
-------	-----

La récolte des données s'est étalée sur la période allant de février 2015 à mai 2016. L'étude porte donc sur les génisses nées entre février et octobre 2015. Finalement, l'essai inclut 481 veaux femelles (247 veaux du groupe A, 231 veaux du groupe B).

L'étude est réalisée en double aveugle. Tous les éleveurs participants reçoivent un carton dans lequel sont disposés aléatoirement des kits A ou B. Pour information, le groupe A est le groupe test et le groupe B le groupe témoin. Chaque kit contient 3 seringues, à savoir 1 seringue de 15 mL nommée 1, 1 seringue de 60 mL nommée 2 et 1 seringue de 30 mL nommée 3. Les kits B correspondent au placebo (composition: bicarbonate de sodium, chlorure de sodium, additif E320 BHA 0,012%) et les kits A aux produits de la gamme HY Diet Starter (Enerfeed = 1, Colofeed = 2, Vigofeed = 3).

A chaque naissance d'une femelle, le veau est aléatoirement rangé dans la catégorie A ou B. L'éleveur administre par voie orale le contenu des seringues 1 et 2 au plus tôt après la naissance, puis la seringue 3 à 8 jours. Il s'engage à récolter un certain nombre de données concernant à la fois l'élevage, le déroulement du vêlage et le veau. Chaque veau se voit attribuer un formulaire (annexe 4) dans lequel doivent être collectées des informations relatives à la vie du veau. Il est demandé de renseigner le poids à la naissance, à 1, 3 et 6 mois pour évaluer la croissance. Cette mesure peut se faire par pesée directe ou par l'utilisation d'un ruban de pesée fourni aux éleveurs (ruban Grimaud et Gelard, réf B7333704 2,5m). De plus, des données relatives à l'état de santé du veau doivent être consignées,

comme le type de maladie exprimée, la durée, le traitement entrepris, le coût. Enfin, des renseignements généraux sur la conduite d'élevage et le vêlage sont demandés. On peut citer par exemple la parité de la mère, la production de la mère, le déroulement du vêlage, les modalités de distribution du colostrum. Un réfractomètre Milwaukee (modèle MA871) est fourni à chaque éleveur pour évaluer la qualité de chaque colostrum.

## B/ Résultats

Nous allons décomposer le rendu des résultats en trois parties. La première s'intéressera à l'étude de la croissance des génisses, la seconde à leur santé et la troisième aux données générales collectées sur l'ensemble des veaux.

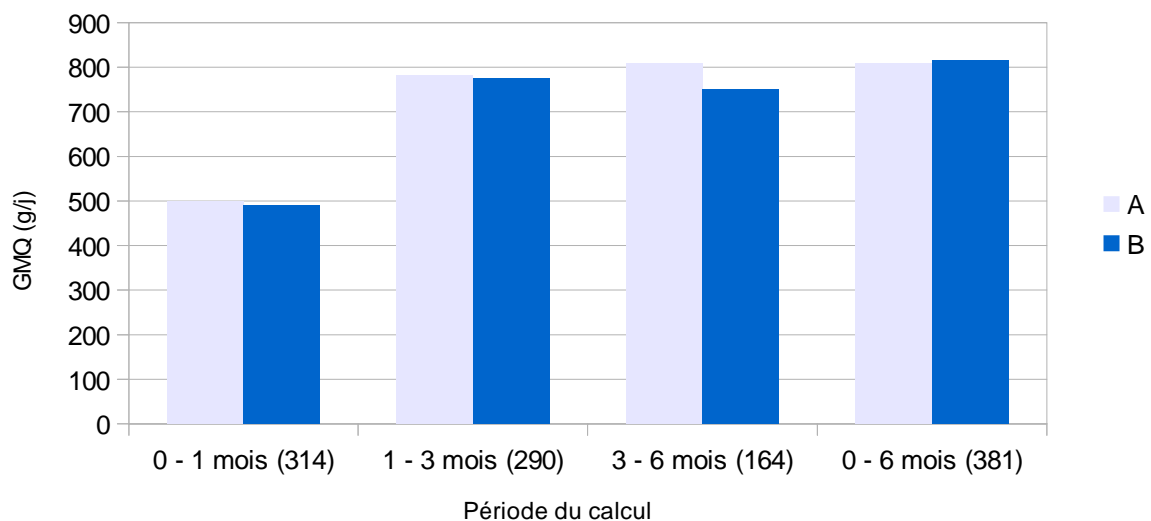
### 1) Etude de la croissance

Les données collectées ont permis de calculer les gains moyens quotidiens (GMQ) sur différentes périodes : 0 à 1 mois, 1 à 3 mois, 3 à 6 mois et la période globale 0 à 6 mois. Les données ne sont pas complètes et l'effectif de calcul n'est donc pas le même pour chaque période.

#### *α- Résultats généraux*

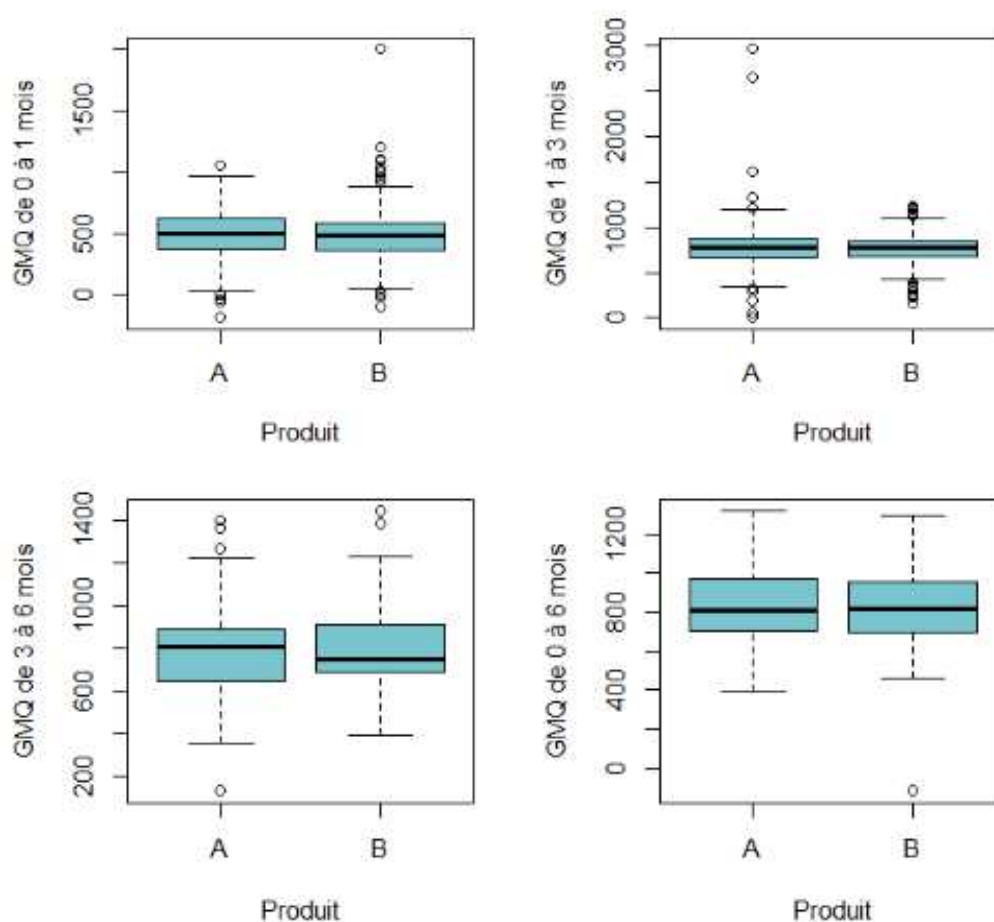
##### **i. Résultats**

Les résultats de croissance peuvent être appréhendés sous la forme suivante (figure 14). Entre parenthèses sont précisés les effectifs de calcul.



**Figure 14 : Résultats globaux de croissance**

L'examen de la distribution se fait par celui des diagrammes en boîte ci dessous (figure 15).



**Figure 15 : Distribution des GMQ selon la période de calcul**

L'appréciation graphique des diagrammes en boîte ci-dessus nous laisse suspecter une absence de différence significative entre les groupes A et B, puisque les valeurs clés des diagrammes en boîte (médiane, premier et troisième quartiles) sont très similaires.

#### ii. Approximation à la loi normale

On vérifie que les jeux de données puissent faire l'objet d'une approximation par la loi normale. Pour cela, on fait appel à une vérification visuelle (boxplots, QQ-plot) mais aussi à des tests statistiques. Tous les graphiques obtenus ne sont pas rapportés ci dessous. Nous avons sélectionné quelques graphiques qui nous permettent d'expliquer le raisonnement.

Ici, on s'intéresse au diagramme QQ-plot pour la période allant de 0 à 1 mois (figure 16). On note la bonne superposition de la courbe théorique avec la courbe réelle sur la partie centrale des graphiques.

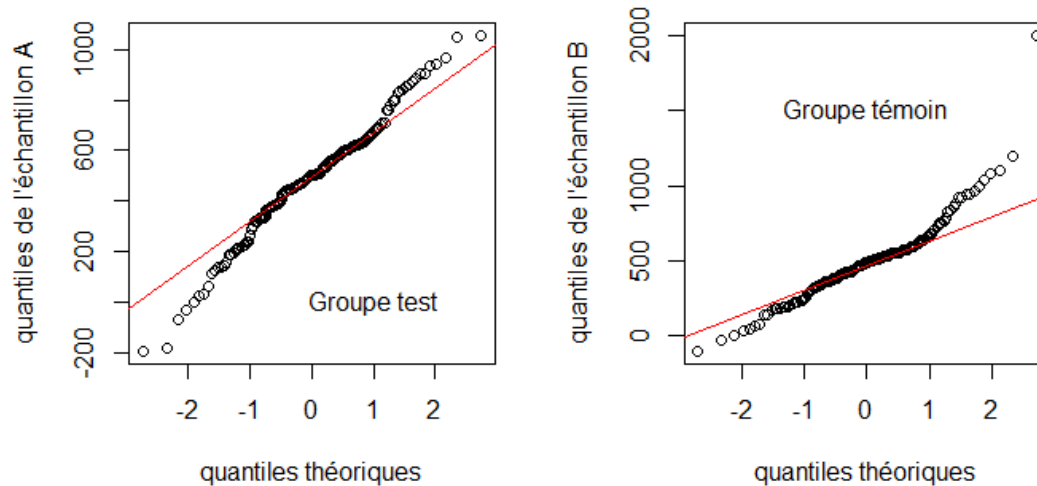


Figure 16 : Diagramme Q-Q plot des GMQ mesurés entre 0 à 1 mois

Suite à une vérification graphique faisant appel aux diagrammes en boîte (figure 15) et aux diagrammes QQ norm (figure 16), on suppose applicable le théorème de l'approximation normale. Graphiquement, il en va de même pour les quatre périodes testées. Un test de normalité de Shapiro-Wilk est réalisé en complément (tableau 14).

Tableau 14 : Résultats du test de normalité de Shapiro-wilk

Période de calcul du GMQ	p-value du groupe Test (A)	p-value du groupe Témoin (B)
0 à 1 mois	0.03504	3.612e-08
1 à 3 mois	8.397e-15	0.0002823
3 à 6 mois	0.1654	0.004024
0 à 6 mois	0.03346	2.012e-06

Seule la valeur obtenue pour le GMQ sur la période de 3 à 6 mois (encadrée en rouge) dans le groupe A peut remettre en doute cette approximation. Cependant, l'examen du diagramme Q-Qplot correspondant nous rassure (figure 17). Nous faisons donc l'approximation de la loi normale pour toutes nos données de croissance (différents GMQ).

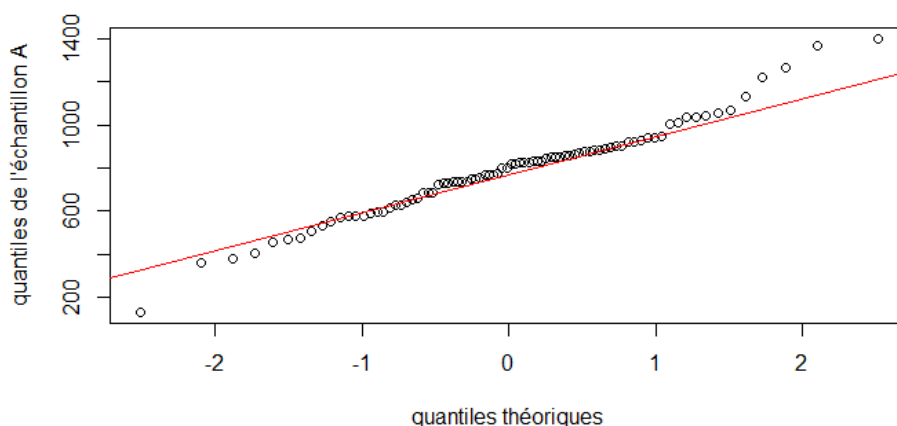


Figure 17 : Diagramme *QQ plot* pour le GMQ de 3 à 6 mois du groupe A

### iii. Test paramétrique de Welch

Pour comparer les GMQ obtenus, on utilise un test paramétrique de Welch. Les résultats du test obtenus pour les différentes périodes sont détaillés dans le tableau 15 ci-dessous.

Tableau 15 : Résultats du test de Welch sur la totalité des veaux

Période de calcul du GMQ	p-value
0 à 1 mois	0.8765
1 à 3 mois	0.2621
3 à 6 mois	0.8334
0 à 6 mois	0.8505

Les mesures de croissance réalisées sur les groupes A et B ne permettent pas de mettre en avant une différence significative, toutes les p-value obtenues sont supérieures à 0,05.

### *b- Résultats par élevage*

Les données de croissance ont été analysées de la même façon en raisonnant par élevage, c'est-à-dire qu'on a cherché à mettre en évidence une différence significative de croissance au sein de chaque élevage. Les graphiques ci dessous (figure 18 à 21) récapitulent les résultats de croissance selon les élevages. On observe une grande disparité entre les élevages. On rappelle que les données ne sont pas complètes. Les effectifs de calcul au sein d'un élevage peuvent donc varier selon la période de calcul. Il ne faut donc pas comparer les

graphiques entre eux mais seulement raisonner au sein d'un graphique. Pour la figure 19, l'élevage 9 ne présente qu'une seule donnée pour le groupe B, ce qui explique la grande disparité.

Les analyses statistiques ne permettent pas de mettre en évidence de différence significative. En effet, soit nous ne disposons pas d'assez de données, soit la démarche statistique menée précédemment ne permet pas d'aboutir à une différence significative.

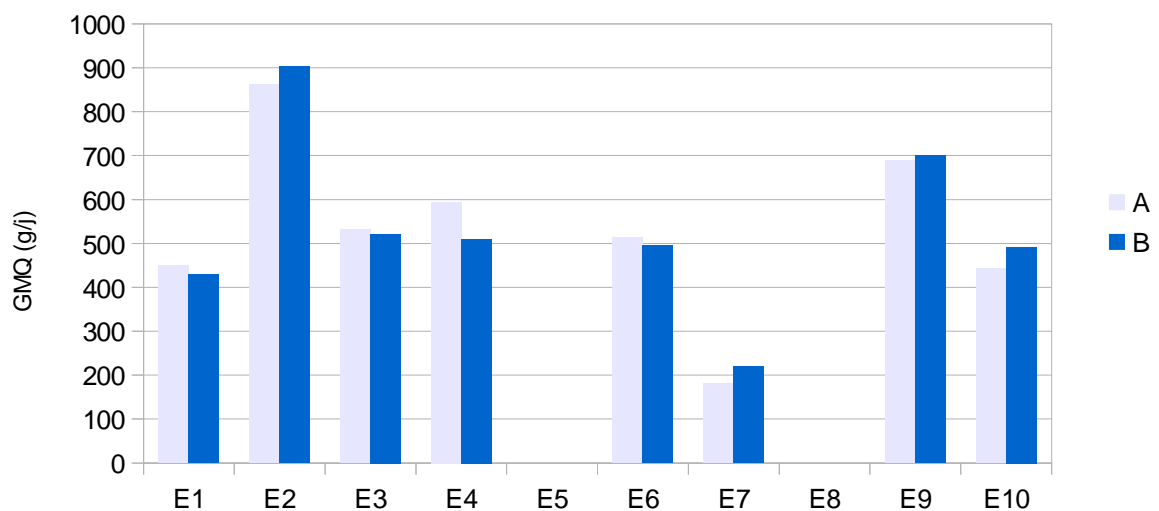


Figure 18 : GMQ entre 0 et 1 mois selon l'élevage et le groupe

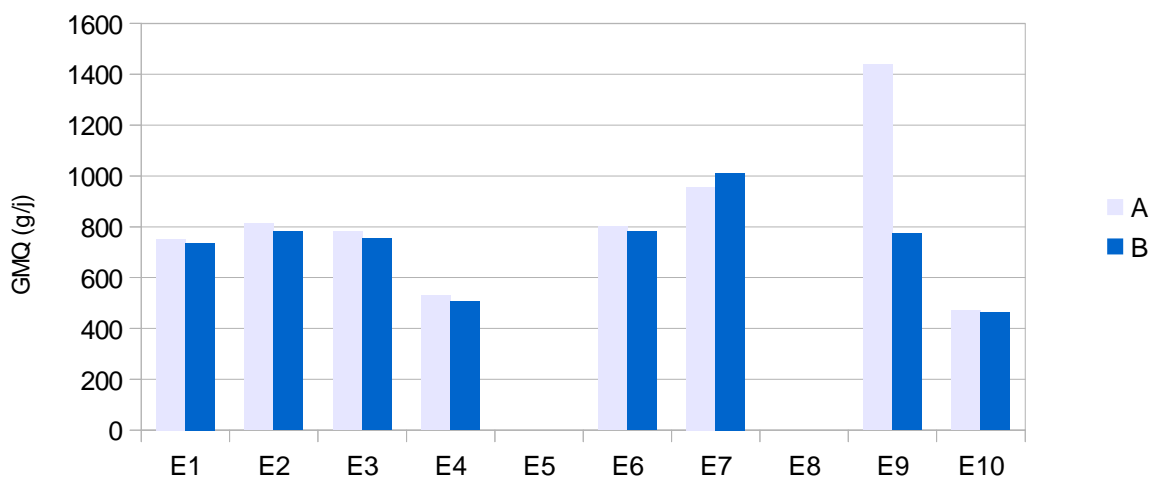
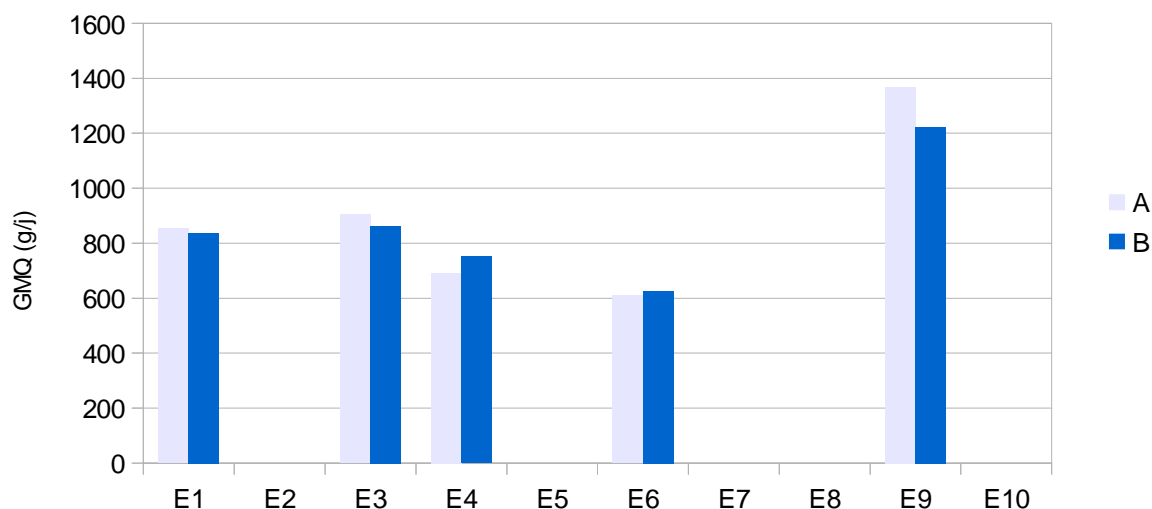
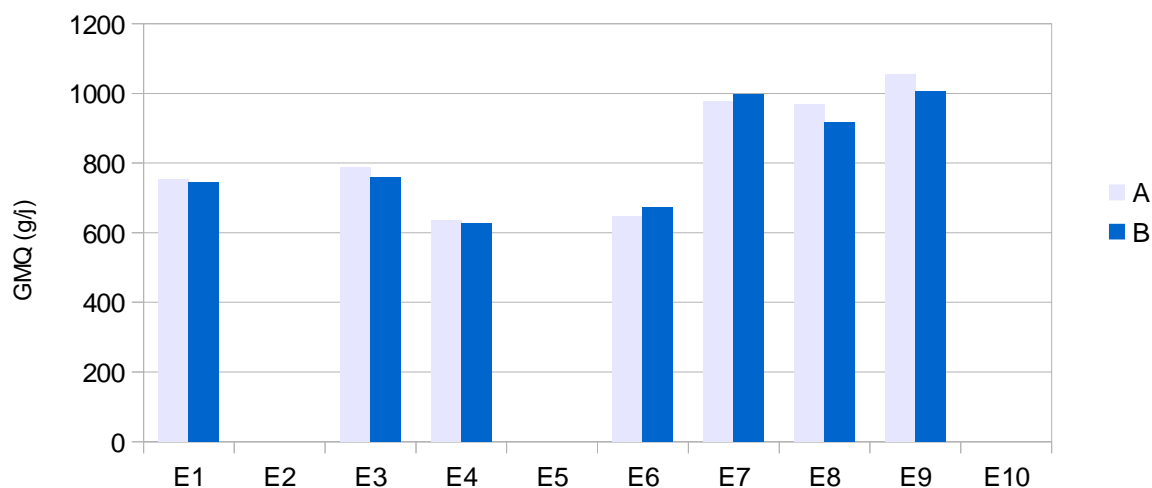


Figure 19 : GMQ entre 1 et 3 mois selon l'élevage et le groupe





**Figure 20 : GMQ entre 3 et 6 mois selon l'élevage et le groupe**



**Figure 21 : Données de croissance entre la naissance et 6 mois**

**c- Etude de l'influence des facteurs de risque**

L'analyse des résultats globaux et par élevage ne menant à aucune conclusion, nous avons essayé de nous focaliser sur l'étude d'une sous-population à risque de retard de croissance parmi les veaux de cette étude. Les veaux retenus sont ceux présentant au moins un des facteurs de risque suivants : premier repas de colostrum dans un délai supérieur à 6 heures, veaux nés jumeaux, vêlage dystocique ou césarienne ou génisse, poids de naissance inférieur à 38,5kg (premier quartile des poids de naissance dans notre étude), veaux ayant eu au moins un problème de santé. Cela représente un total de 347 veaux sur 481 au total. Les résultats sont exposés sur la figure 22. Peu de différences sont visibles sur ce diagramme

en bâton. On utilise alors des box plots pour pouvoir comparer plus précisément la distribution des GMQ des deux groupes (figures 23).

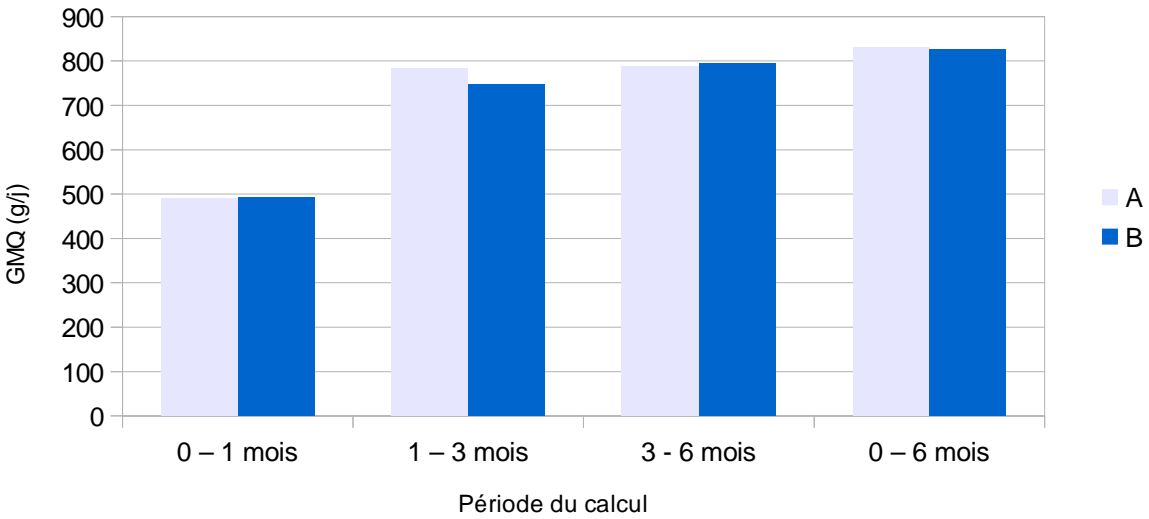
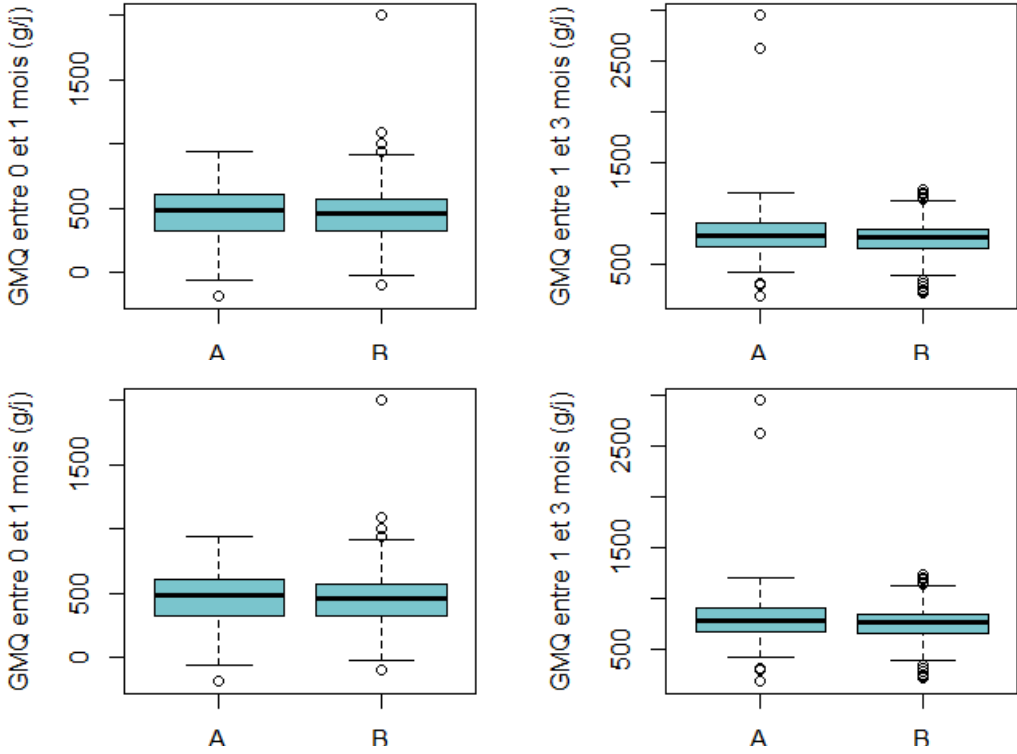
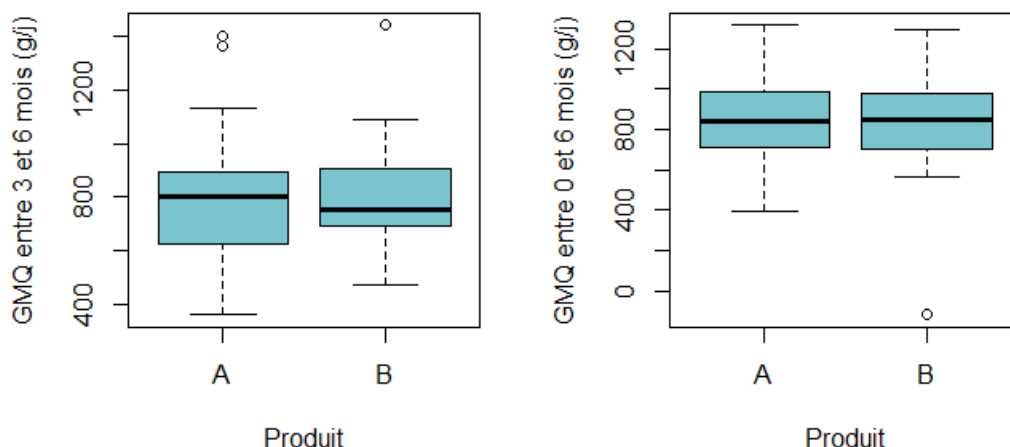


Figure 22 : Données de croissance dans une population à risque





**Figure 23 : Distribution des GMQ selon la période de calcul**

L'examen des distributions nous permet d'appliquer le théorème de l'approximation normale.

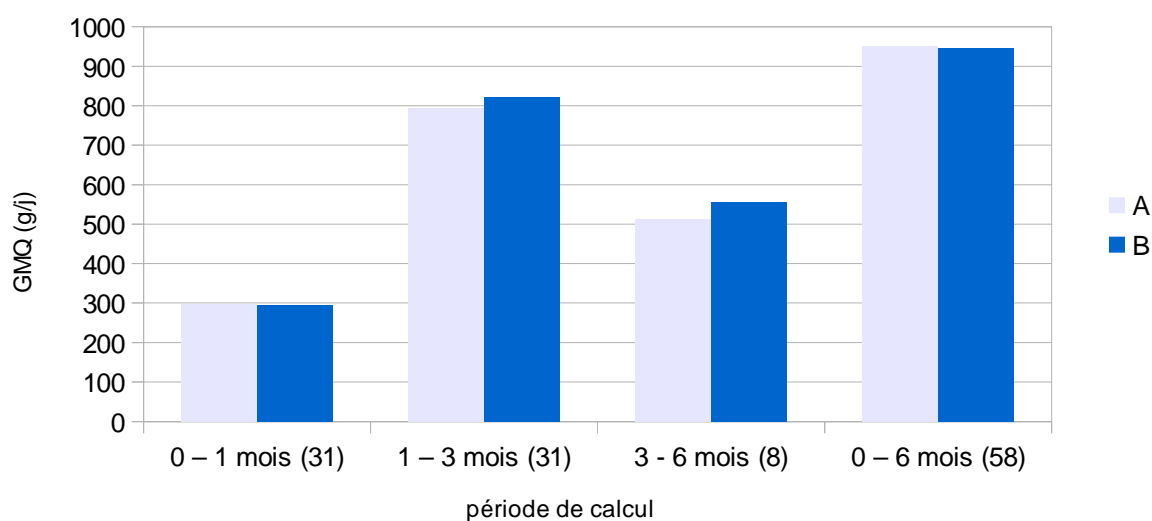
Un test de Welch est alors réalisé et ne permet pas de mettre en évidence de différence significative (tableau 16).

**Tableau 16 : Résultats du test de Welch pour les veaux cumulant au moins un facteur de risque**

Période de calcul du GMQ	p - value
0 à 1 mois	0,7448
1 à 3 mois	0,1222
3 à 6 mois	0,9011
0 à 6 mois	0,9761

**d- Etude des veaux à problème de santé**

On considère désormais les veaux ayant été malades au moins deux fois, tout type d'affection confondu. On étudie donc une sous catégorie des veaux à risque présentés dans le c-. L'étude des animaux les plus touchés par la maladie nous permet d'établir la figure ci dessous (figure 24). Cela représente 13,7% des génisses (66/481). Entre parenthèses est précisé l'effectif sur lequel le calcul a été réalisé.



**Figure 24 : Croissance des veaux ayant été malade au moins deux fois**

Les données de 3 à 6 mois ne sont pas interprétables puisque l'effectif est trop petit. Pour les autres, un test de Welch est réalisé après avoir vérifié l'application possible du théorème de l'approximation normale. Aucune différence significative n'est mise en évidence (tableau 17).

**Tableau 17 : Résultats du test de Welch pour les veaux ayant été malade au moins deux fois**

Période de calcul du GMQ	p - value
0 à 1 mois (31)	0,9803
1 à 3 mois (31)	0,7139
0 à 6 mois (58)	0,8298

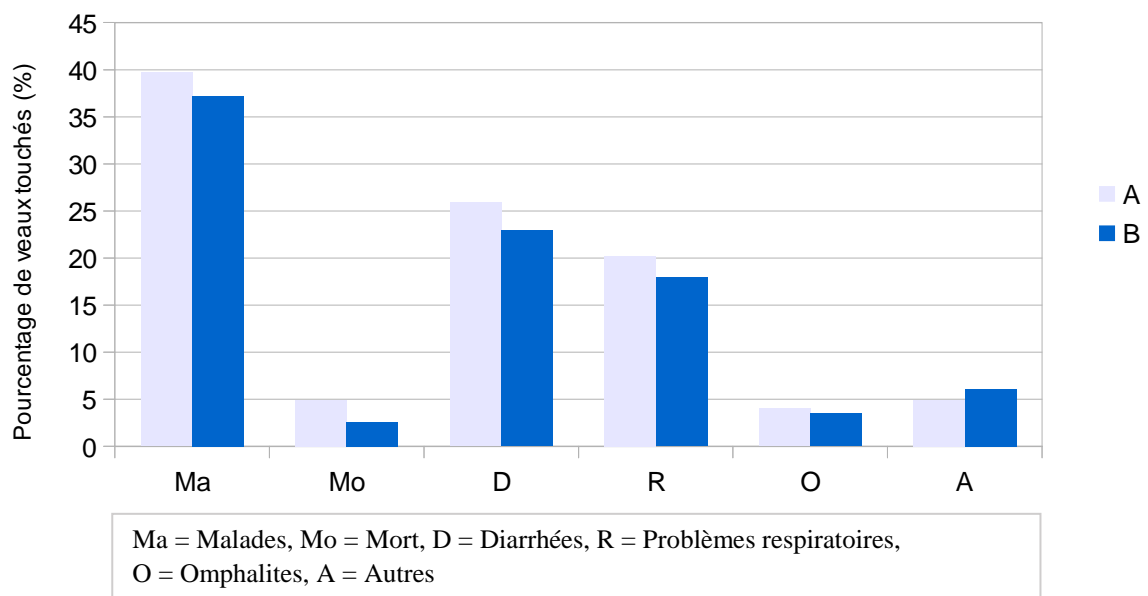
## **2) Etude des paramètres de la santé**

### ***a- Résultats généraux***

Les informations collectées à propos de la santé des génisses permettent une étude détaillée des événements de santé. Les maladies ont été classées en quatre catégories : les diarrhées, les problèmes respiratoires, les omphalites et les autres problèmes. Les trois premières correspondent en effet aux affections les plus fréquentes chez le veau de moins de six mois.

Les données collectées permettent surtout un raisonnement en terme d'incidence, puisque très peu de résultats sur les traitements et leur coût, la gravité et la durée de l'affection ont pu être collectés.

La figure ci dessous (figure 25) expose les résultats des différents événements de santé en terme de fréquence. La morbidité y atteint 39,7% (98/247) dans le groupe A et 37,2% (86/231) dans le groupe B. La mortalité s'élève à 4,9% (12/247) dans le groupe A et 2,6% (6/231) dans le groupe B.



**Figure 25 : Données de santé générales**

La différence observée est étudiée d'un point de vue statistique à l'aide d'un test de khi deux et ne permet pas de mettre en évidence une différence significative ( $p = 0,65$  pour la morbidité et  $p = 0,29$  pour la mortalité). Si l'on étudie chaque type d'affection, on aboutit à la même conclusion avec des  $p > 0,05$ .

Si l'on s'intéresse aux problèmes de santé en raisonnant par élevage, nos tests perdent en puissance statistique puisque nos effectifs sont nettement diminués.

## ***b- Etude des données de santé de sous-groupes***

### **i. Taux de récurrence**

On a considéré les veaux ayant été touchés par la même affection deux fois au moins. Cela représente 5,2% des génisses (25/481). On retrouve parmi eux 60% de veaux du groupe A (15/25) et 40% du groupe B (10/25). Un test de khi deux est réalisé et conclut à la non significativité de la différence observée ( $p = 0,57$ ).

### **ii. Taux de diarrhée ayant nécessité l'utilisation d'antibiotiques**

Les diarrhées constituent la première affection touchant les veaux de moins de 6 mois. Leur traitement fait avant tout appel à une réhydratation parentérale ou orale. Certains cas nécessitent la mise en place d'un traitement antibiotique. Le coût du traitement est alors considérablement augmenté. Nous cherchons à voir s'il existe une différence significative entre les groupes A et B pour le pourcentage de diarrhées nécessitant un traitement antibiotique. 21,2% des veaux ont présenté une diarrhée pendant l'étude (102/481). Parmi eux, 28,4% (29/102) ont nécessité la mise en place d'un traitement antibiotique, dont 18 du groupe A (62%) et 11 du groupe B (38%). Cette différence est non significative (test du khi deux;  $p = 0,2854$ ).

Ainsi, quelles que soient les données testées, que ce soit en terme de croissance ou de santé, aucune différence n'est mise en évidence entre les groupes A et B. On va alors s'intéresser à d'autres paramètres sur l'ensemble des génisses incluses dans l'étude afin de comparer les données de cet échantillon avec la littérature existante.

## **3) Etude des données générales**

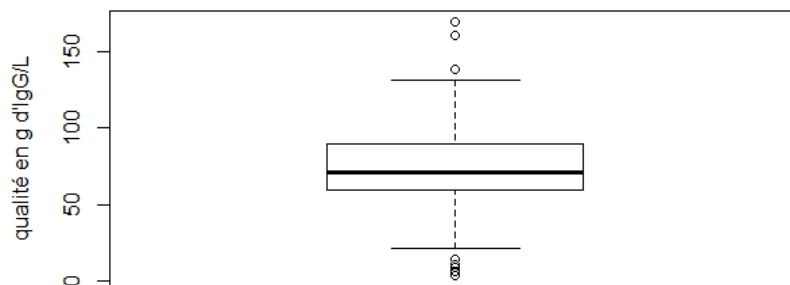
Le questionnaire utilisé nous permet d'avoir accès à des données variées. On peut alors s'intéresser à différents paramètres de façon globale de manière à les comparer à la littérature existante. Ainsi, on va s'intéresser aux données relatives au colostrum, puis aux données sur la santé et enfin aux données sur la croissance.

### *a- Gestion de la première buvée de colostrum*

Les données récoltées nous permettent d'étudier les aspects fondamentaux de la première prise colostrale, à savoir la qualité du colostrum, le délai entre la naissance et la première buvée et la quantité de colostrum administrée.

#### **i. Qualité du colostrum**

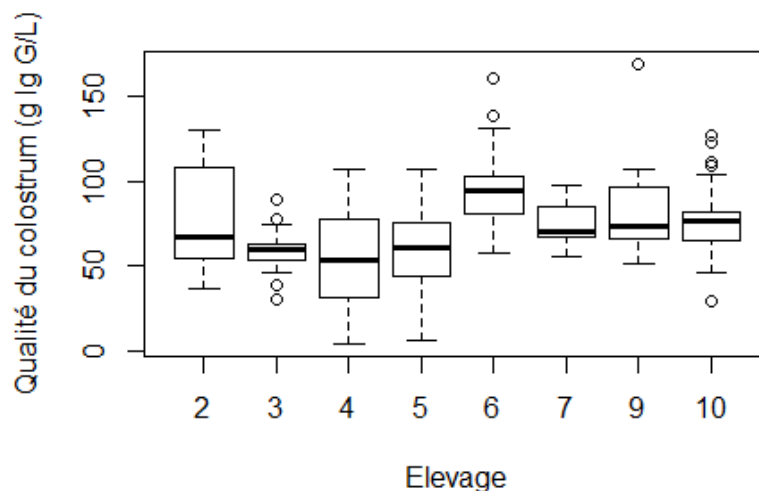
La qualité du colostrum de première traite a été évaluée à l'aide d'un refractomètre. Les résultats obtenus en Brix sont convertis en grammes d'immunoglobulines G par litre. On obtient sur l'échantillon global une médiane de 71,5g d'Ig G/L. Les valeurs sont comprises entre 3,9 et 169,4g Ig G/L. La répartition des valeurs est exposée sur la figure 26 ci dessous.



**Figure 26 : Qualité du colostrum sur l'échantillon global**

( données récoltées sur 287 vaches)

Un raisonnement sur la qualité du colostrum de première traite par élevage permet l'obtention de la figure 27.



**Figure 27 : Qualité du colostrum par élevage**

Quelques disparités peuvent être observées entre les élevages. Les élevages 1 et 2 sortent du lot. Malgré des médianes de qualité du colostrum similaires aux autres élevages, la répartition semble différente dans ces élevages, avec notamment une grande disparité des valeurs. On compte 8 colostrums (/27, élevage 1) et 7 colostrums (/18, élevage 2) d'une qualité inférieure à 50g Ig G/L alors qu'il n'y a sur l'échantillon global que 26 colostrums dans ce cas. De même, les valeurs minimales sont atteintes dans ces deux élevages avec un colostrum de piètre qualité estimé à 3,9g d'Ig G par litre de colostrum.

## ii. Délai de distribution

Le délai de distribution est un facteur fondamental du transfert colostrale. On peut voir que globalement ce délai est assez faible (figure 28). En moyenne sur la totalité des génisses incluses dans l'étude, ce délai est de 2,5 heures. La médiane du délai se trouve à 1,3 heures. 70,6% des génisses ont reçu leur première buvée de colostrum dans les deux premières heures, 17,8% entre 2 et 6 heures et 11,6% après six heures.

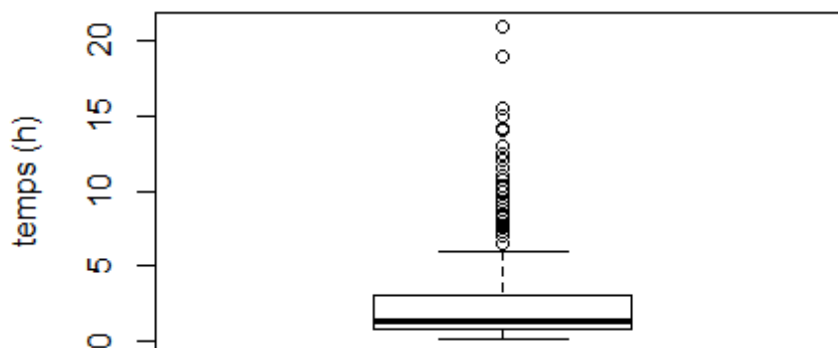
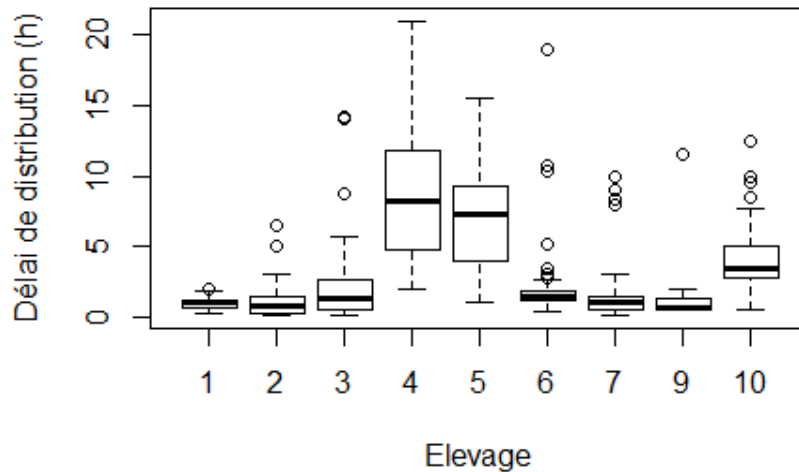


Figure 28 : Délai avant la première buvée de colostrum sur l'échantillon global

Si on raisonne par élevage, on obtient la figure 29.





**Figure 29 : Délai avant la première buvée de colostrum sur selon l'élevage**

De la même façon que pour la qualité du colostrum, on voit que les élevages 1 et 2 se démarquent des autres élevages avec un temps avant la première buvée médian de respectivement 7,2 h et 8,2 h. Les autres élevages présentent tous un délai inférieur à deux heures sauf le 4 avec une médiane de 3,5 h. Il faut cependant garder à l'esprit que les élevages 1 et 2 comptent respectivement 14 et 19 génisses incluses, les données obtenues peuvent donc manquer de significativité.

### iii. Quantité administrée

Concernant les quantités de colostrum administrées lors de la première buvée, les pratiques sont assez variables (figure 30). Seulement 43 veaux (10,7%) ont reçu 4 L à la première buvée. Cependant, la majorité des veaux (309/402, soit 76,9%) a bu au moins deux litres de colostrum. 96 génisses, soit près de 23,9% des génisses ont ingéré moins de 2 L de colostrum.

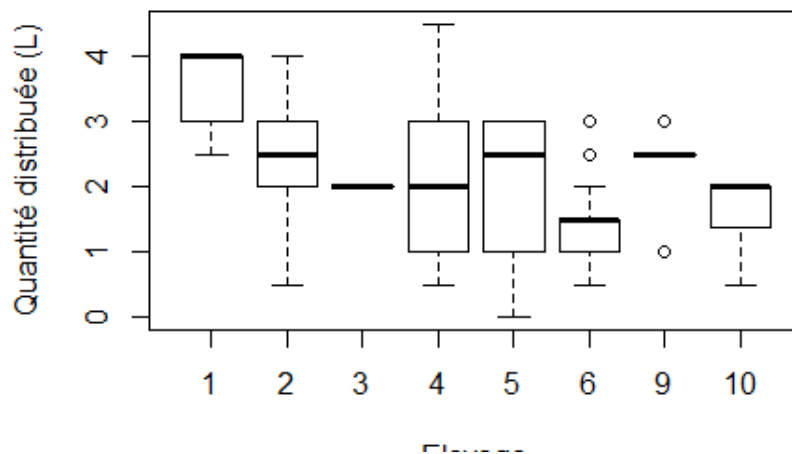


Figure 30 : Quantité de colostrum administrée lors de la première buvée par élevage

### ***b- Données générales de santé***

#### ***i. Mortalité***

Sur l'échantillon global, on a compté 18 décès parmi les 481 génisses incluses dans l'étude, soit 3,7% de mortalité sur la période globale allant de 0 à 6 mois. La plupart des décès ont été notés avant l'âge d'un mois (13/18, soit 72,2%).

#### ***ii. Morbidité***

Les données concernant la santé des génisses ont été à priori complétées par tous les éleveurs, bien qu'elles soient parfois imprécises. Il existe tout de même un risque de sous estimer la survenue des problèmes de santé. Sur l'échantillon global, on a compté 184 génisses malades sur les 481 au total, soit 38,2% de morbidité sur la période allant de 0 à 6 mois.

On a dénombré 102 génisses atteintes de diarrhée (21,2%), dont 15/102 ont présenté une récurrence (14,7%).

74 génisses ont présenté des troubles respiratoires (15,4%) dont 10 ont récidivé (13,5%).

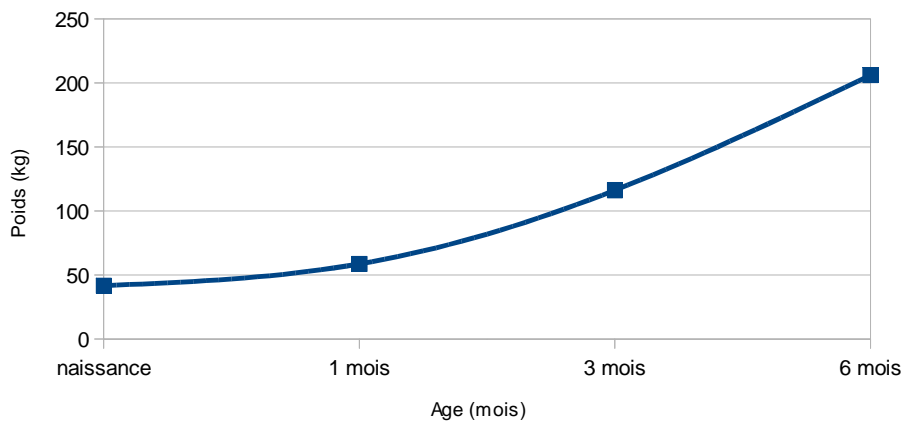
Dans 6,4% (31/481) des cas, des troubles respiratoires ont été associés à de la diarrhée.

Des problèmes de type omphalite ont été rapportés pour 18 génisses (3,7%). Ces problèmes ont été associés à des troubles respiratoires dans 1 cas et à de la diarrhée dans 3 cas.

D'autres troubles ont été constatés dans 25 cas (soit 5,2%).

### *c- Données générales de croissance*

L'obtention des poids à la naissance et à 1, 3 et 6 mois nous permet de réaliser une courbe de croissance moyenne sur la totalité de l'échantillon (figure 31). Le GMQ moyen sur toute la période de 0 à 6 mois est de 827,8 g/j, avec un écart type de 174,8 (obtenu sur 319 génisses). Si on détaille par période, on obtient 492 g/j (+/- 242) entre 0 et 1 mois, 766,4 g/j (+/- 206,4) entre 1 et 3 mois et 792,2 g/j (+/- 206) entre 3 et 6 mois. Il est important de préciser que les effectifs de calcul sur chaque période sont différents.



**Figure 31 : Courbe de croissance sur l'échantillon global**

## **C/ Discussion**

### **1) Exploitation des données générales**

Le travail réalisé a permis la récolte d'un grand nombre de données sur un effectif conséquent, à savoir 481 génisses. On peut alors s'intéresser aux pratiques et performances des élevages inclus dans l'étude en les comparant aux données de la littérature.

#### ***a- Pratiques de gestion de la première buvée de colostrum***

Nous allons nous baser sur les données bibliographiques présentées dans la partie I-2)B/ii. explorant les causes possibles d'un DTIP. Des références en terme de quantité, qualité et délai de distribution du colostrum y sont exposées précisément.

En terme de qualité, les colostrums récoltés lors de l'étude sont proches des données trouvées dans la littérature. En effet, la teneur du colostrum en IgG est très variable d'une

vache à l'autre et peut osciller entre 9 et 186 g/L selon Swan ou de moins de 5 à plus de 200 g/l [9], ce qui concorde avec nos valeurs s'étalant de 3,9 à 169,4 g/L. Les valeurs moyennes rapportées dans les différentes études pour les races laitières varient généralement entre 30 à 50 g/l [6, 9, 13, 23] et peuvent aller jusqu'à 76 g/L selon les auteurs (Swan 2007). Nos données concordent avec celles de Swan puisqu'on obtient une valeur moyenne de 74,6 g/L. Les élevages inclus dans l'étude sont plutôt performants quant à la qualité du colostrum.

Concernant le délai de distribution, tous les auteurs s'accordent à recommander un premier repas de colostrum dans les deux heures suivant la naissance avec un maximum de six heures ((Godden, Haines, Hagman 2009); (Maillard 2006b); (Becker, Commun 2013). La majorité des génisses incluses dans l'étude répondent à ce critère (70,6% dans les deux premières heures, 17,8% entre 2 et 6 heures). Pour les 11,6% restant, elles ont reçu leur premier repas de colostrum après six heures et risquent donc de faire face à un DTIP.

La quantité de colostrum recommandée au premier repas est de 4 L, puisque cela permet d'assurer un transfert d'immunité suffisant dans environ 90% des cas mais permet aussi une amélioration des performances futures (GMQ, capacités laitières). Dans notre essai, seulement 10,7% des génisses sont dans ce cas. En accord avec la littérature, près de 24% des veaux étudiés font face à un risque de DTIP en recevant moins de 2 L de colostrum lors de leur première buvée. Cependant, avec un colostrum d'une qualité moyenne de 74,6 g/L dans notre étude, il suffit d'administrer 1,3 L pour atteindre un apport de 100 g d'Ig G, apport suffisant pour un veau de 43 kg.

Sur l'échantillon de 402 génisses de l'étude, aucune ne combine un délai de distribution de moins de 2 heures, une qualité de colostrum satisfaisante (>50 g/L) et une quantité d'au moins 4L. Si l'on abaisse à 2 litres le volume minimal reçu, 69 génisses répondent à ces critères (soit 17,2%). D'un autre côté, les colostrums étudiés sont de bonne qualité (64,9% avec plus de 50g/L d'Ig G) et le délai d'administration de la première buvée de deux heures est respecté dans la majorité des cas (70,6% des cas). Si l'on s'intéresse au nombre de veaux ayant reçu au moins 100g d'IgG dans les deux heures suivant sa naissance, on trouve 97 génisses dans ce cas, soit 24,1%, contre 138 (34,3%) dans les 6 heures. Ainsi, si l'on s'en tient à la littérature, on voit que les pratiques de gestion du transfert colostrale nécessitent une réelle amélioration. Cependant, on ne peut pas juger les pratiques de nos éleveurs sans

explorer les conséquences d'un éventuel DTIP dans les élevages étudiés. On va donc analyser les données de santé des élevages inclus dans l'étude.

### ***b- Données de santé***

#### **i. Mortalité**

En France, Raboisson a estimé le taux de mortalité entre 3 jours et 1 mois et entre 1 mois et 6 mois à respectivement 4,5 et 3,1% (Raboisson et al. 2014). Ainsi, on atteindrait un taux de mortalité de 7,6% sur la période entre 3 jours et 6 mois. Le taux de mortalité de 3,7% rencontré dans l'étude est donc faible en comparaison avec les données de Raboisson. De plus, seulement 5 génisses sont décédées après l'âge d'un mois. Le taux de mortalité de 1 à 6 mois s'élève donc à 1%, contre 3,1% pour Raboisson. D'autres études rapportent un taux de mortalité chez les génisses laitières de moins de 3 mois de 3,5%. Dans notre étude, 15 génisses (sur 481) sont décédées avant l'âge de 3 mois, soit un taux de mortalité avant 3 mois de 3,1% (Windeyer et al. 2014). Ainsi, la mortalité précoce (avant 3 mois) rencontrée dans notre étude est similaire aux données de la littérature mais on note moins de décès sur la période allant de 3 à 6 mois.

#### **ii. Morbidité**

On rapporte classiquement une incidence des GENN d'environ 19,1 et 21,2% ( Bartels et al., 2010; Windeyer et al. 2014) contre 21,2% dans notre étude; des BRD de 7,4 à 39% (Ames 1997) contre 15,4% dans notre étude; des omphalites de 2,6% (Lemaire 2014) contre 3,7% dans notre étude .

L'étude de Windeyer (2014) a ciblé plus particulièrement les veaux laitiers de moins de 3 mois. Les taux de récurrences sont estimés à 8,7% pour les GENN et 19,4% pour les BRD, contre 14,7% et 13,5% respectivement pour notre étude.

Ainsi, d'un point de vue sanitaire, les élevages inclus dans l'étude présentent des résultats concordants avec la littérature. Ils sont même plus performants pour les troubles respiratoires, et ce malgré des pratiques de gestion du colostrum non optimales.

### c- Données de croissance

Voyons enfin le niveau de performance de ces élevages, en étudiant les données de croissance. En pré sevrage, les GMQ attendus dans le cas d'élevages conventionnels ou intensifs sont de 0,5 à 0,6 kg/j et 0,6 à 0,8 kg/j respectivement (Akins 2016). Après sevrage, on recommande de maintenir un rythme de croissance plus important de 0,9 kg/j jusqu'à la puberté, ce qui permet d'atteindre la puberté plus rapidement (Le Cozler et al. 2008). Cependant, il faut garder à l'esprit que certains auteurs recommandent de freiner la croissance à un maximum de 0,8 kg/j pendant la période prépubertaire afin de limiter le risque de "syndrome de la mamelle grasse" (Lohakare 2012).

Dans notre étude sont inclus des élevages conventionnels et quelques élevages se rapprochant d'un mode de fonctionnement intensif. Pour se faire une idée rapidement, on peut regarder la figure 32, qui compare la courbe de croissance théorique et celle obtenue dans notre étude. Les GMQ à un mois sont en moyenne de 492 g/j (+/- 242). Nous ne disposons pas du GMQ au sevrage. Par la suite, entre 3 et 6 mois, le GMQ moyen est de 792,2 (+/- 206). Sur la période totale de l'étude, on obtient un GMQ moyen de 827,8 (+/- 174). Ces résultats sont proches des objectifs fixés par la littérature et nous assurent que les élevages inclus dans l'étude sont performants.

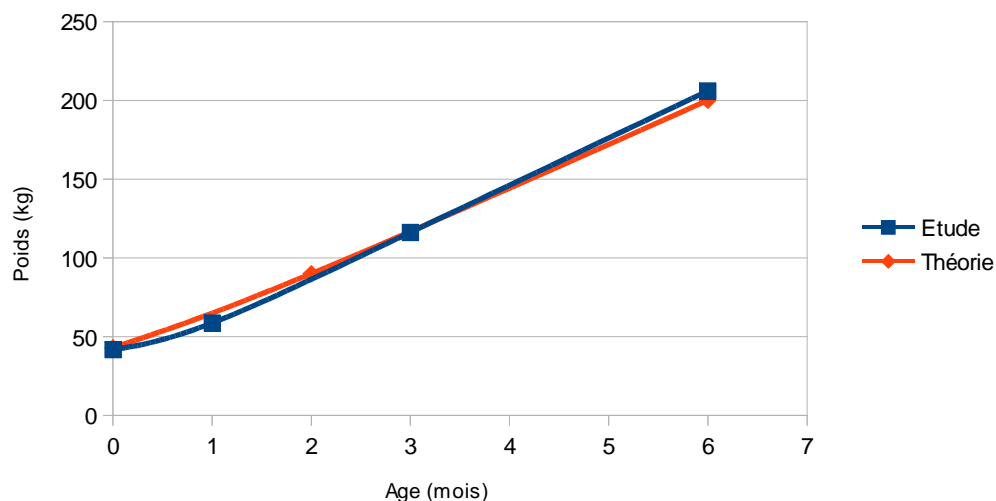


Figure 32 : Comparaison des courbes de croissance théorique et de l'étude

## 2) Effectifs et puissance statistique

Malgré un effectif important, on ne parvient pas à tirer de conclusion statistiquement significative quant à l'effet du pack. On peut alors s'interroger sur la puissance statistique de notre étude. Les données récoltées correspondaient assez peu à celles que l'on espérait récolter.

### *a- Etude prévisionnelle*

En effet, un certain nombre d'élevages initialement prévus se sont désistés. Au lieu des dix élevages finalement inclus dans l'étude, douze étaient initialement prévus (tableau 17). A l'aide des données fournies par chaque éleveur, on a estimé à 1295 le nombre de veaux à naître. On espérait donc la naissance de 647 génisses dans les élevages participant à l'essai. Compte tenu de la perte d'information inéluctable lors d'essais de ce type, que nous avons estimé à 10%, on s'attendait à récolter des données pour environ 580 génisses.

**Tableau 18 : Estimation prévisionnelle du nombre de veaux inclus dans l'étude**

NOM	PAYS	VELAGES PREVUS
DARWINKEL	France	75
CARENSAC	France	23
DYSON	UK	120
MACCHIORLATTI	Italie	100
OP'T ROODT	Belgique	100
COOPERATIVA AGRARIA PROVINCIAL	Espagne	52
GRANDERIA ARMUCELA SC	Espagne	82
RAFAY	Slovaquie	251
RYCHTARECH	Slovaquie	300
SUTER	Suisse	40
ETYEK	Hongrie	100
AGROPRODUKT	Hongrie	150

TOTAL VEAUX	1295
<b>TOTAL FEMELLES</b>	<b>647</b>

On a donc réalisé des calculs de puissance sur R afin d'estimer la portée statistique de notre essai (figure 33).

```
power.t.test
(n=290,delta=NULL,sd=200,sig.level=0.05,power=0.9)

Two-sample t test power calculation

      n = 290
delta = 53.92833
      sd = 200
sig.level = 0.05
      power = 0.9
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group
```

**Figure 33 : Test de puissance prévisionnel**

On cherche donc à savoir quelle différence on pourrait détecter dans 90% des cas entre les deux échantillons A et B constitués d'environ 290 veaux et avec un écart type estimé d'environ 200 g/j pour les GMQ. Ici, on obtient une différence de 50 g/j. Pour résumer, il faudrait détecter une différence de 50 g/j dans les différents GMQ pour pouvoir conclure dans 90% des cas à une différence significative entre les deux groupes. A l'échelle d'un veau, une différence de GMQ de 50 g/j représente une différence de poids de seulement 9 kg sur les six premiers mois de vie pour un poids total moyen à six mois de 206 kg dans notre étude.

#### ***b- Etude de puissance à posteriori***

Les données récoltées sont assez différentes de l'étude prévisionnelle. On a en effet récolté des données pour 481 veaux, dont 247 veaux A et 231 veaux B. Les écarts type observés se situent bien autour de 200g/j. Toutefois, les données sont incomplètes: les pesées n'ont pas été effectuées sur tout l'effectif, comme on peut le voir dans le tableau 19 ci dessous.



Tableau 19 : Description des données de croissance récoltées

Période de calcul du GMQ	Effectifs du calcul		Différence moyenne observée (g/j)	Ecart type observé (g/j) sur l'échantillon global pendant la période donnée
	A	B		
0 – 1 mois	163	151	5	242,1
1 – 3 mois	149	140	35,9	274,1
3 – 6 mois	84	81	6,8	206,5
0 – 6 mois	162	156	3,8	174,8

Les différences observées ne sont ainsi pas assez grandes pour mener à une étude statistique concluante, surtout compte tenu des effectifs utilisés pour les calculs. Par exemple, réalisons un test de puissance pour les GMQ moyens entre 1 et 3 mois (figure 34). L'écart type de ce jeu de données est de 274,1. Dans ce cas, on a moins de 20% de chances de détecter un différence significative. Pourtant, il s'agit du cas où la différence observée et l'effectif de calcul sont les plus importants.

```
power.t.test (n=140, delta=35.9, s
d=274.1, sig.level=0.05, power=NULL)
Two-sample t test power calculation

          n = 140
      delta = 35.9
         sd = 274.1
    sig.level = 0.05
  power = 0.1927139
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group
```

Figure 34 : Test de puissance à posteriori pour le GMQ entre 1 et 3 mois

Ainsi, on comprend bien que les données récoltées ne peuvent en aucun cas nous permettre de mettre en avant des différences significatives.

### *c – Perspectives pour l'essai*

Le questionnaire transmis aux éleveurs pourrait être amélioré afin de récolter des données plus complètes. En effet, il faut tenir compte du cadre de l'étude. Il s'agit d'une étude expérimentale en conditions réelles. Les éleveurs sont donc soumis à de nombreuses obligations et ne disposent pas forcément de beaucoup de temps. La participation à l'étude est très chronophage et demande de l'organisation. Un allègement du questionnaire (annexe 5) pourrait permettre de récolter davantage de données. En effet, un certain nombre de données ne sont pas du tout exploitées dans l'étude menée par Hypred. On peut citer par exemple les quantités/qualités du colostrum pour la deuxième et troisième buvée mais aussi des données sur la mère (production ou maladie intercurrente).

### **3) Intérêt des produits utilisés**

Ainsi, notre étude manque de puissance statistique pour expliquer les faibles différences observées. Il peut être intéressant de considérer le facteur élevage comme conditionnant la réponse biologique à nos produits. En effet, les élevages participants à l'étude sont assez performants et d'un bon niveau technique. Leur recrutement par le biais de l'association EDF conditionne le type d'élevage participant à l'étude. On peut alors se demander quel serait l'effet du pack nutritionnel dans des élevages moins performants qui font face à des problèmes de santé ou de retards de croissance. Nous allons donc exposer dans cette dernière partie l'intérêt des produits inclus dans le pack de HY Diet Starter Program.

Le rôle de chaque composant ne sera pas repris dans cette partie. Pour cela, on se référera notamment à la partie I-A/2)b- qui reprend le rôle des différents constituants du colostrum. On va ici s'appliquer à démontrer que l'apport des produits utilisés est intéressant d'un point de vue quantitatif.

#### *a- Colofeed*

Colofeed est un colostrosupplément. Il a pour objectif d'améliorer le transfert d'immunité au veau, d'apporter de l'énergie facilement métabolisable pour encourager la tétée et des oligo-éléments et vitamines pour soutenir au mieux le système immunitaire et le métabolisme du veau (annexe 2).

Par exemple, il contribue à lutter contre le déficit postnatal en fer. En effet, les besoins du veau en fer sont de l'ordre de 34 mg/kg de GMQ (Erni, Biemann 2010). Aussi, en supposant un GMQ moyen de 800 g/j, le veau a besoin de 27,2 mg de fer par jour. Le colostrum en apporte 5,3 mg/kg, ce qui suffit en considérant que le veau reçoit au moins 4 L de colostrum pendant sa première journée. Cependant, la teneur en fer du colostrum décroît rapidement pour atteindre 0,5 mg/kg dans le lait, teneur nettement insuffisante pour subvenir aux besoins journaliers du veau. L'administration d'une seringue de Colofeed apporte suffisamment de fer au veau pour subvenir à ses besoins pendant 23 jours.

Comparons les apports en différents composés nutritionnels d'une seringue avec la quantité de colostrum nécessaire pour un apport équivalent (tableau 19). La seringue Colofeed permet un apport non négligeable en oligo-éléments et vitamines. Son apport équivaut dans le cas du zinc à l'ingestion de 4,3 kg de colostrum jusqu'à 1254 kg de colostrum dans le cas du manganèse.

**Tableau 20 : Apports en oligo-éléments et vitamines d'une seringue Colofeed**

Composant	Apport d'une seringue	Seuil de toxicité(1) (mg/kg aliment)	Quantité équivalente de colostrum nécessaire pour un apport équivalent (2)
Vitamine C	247,5mg		9,9 L
Fer	633,6mg	1000	119 kg
Iode	7,92mg	8	
Cuivre	13,2mg	30	44
Manganèse	125,4mg	1000	1254
Zinc	165mg	250	4,3
Sélénium	0,33mg	5	6,6 L <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Source INRA (Agabriel 2007)

<sup>(2)</sup> Teneur du colostrum en oligo-éléments et vitamines selon (Becker, Commun 2013)

<sup>(3)</sup> Teneur du colostrum en sélénium de 0,05 mg/L selon (Enjalbert 2009)

Cependant, il n'est fait aucune mention de la quantité ou du type d'Ig sensées être présentes dans ce produit.

### ***b- Enerfeed***

Enerfeed a pour but un apport rapide d'énergie facilement métabolisable afin d'améliorer la vitalité du veau et ainsi encourager la tétée. Sa valeur énergétique repose avant tout sur sa richesse en lipides (annexe 1). On voit qu'Enerfeed est 3,6 fois plus concentré en énergie que le colostrum et 7 fois plus que le lait (tableau 21). Cependant, une seringue d'Enerfeed ne contient que 15g de produit. Ainsi, d'un point de vue quantitatif, 1 seringue d'Enerfeed équivaut sur le plan énergétique à 53,6g de colostrum de première traite et à 105,3 g de lait. Les besoins énergétiques journaliers d'un veau laitier nouveau né (faible GMQ) peuvent être estimés à 1,3 UFL/j selon les tables INRA (Agabriel 2007), ce qui correspond à 2210 Cal/j. Une seringue d'Enerfeed ne couvre alors que 3% des besoins énergétiques quotidiens du veau. L'intérêt d'Enerfeed peut donc être remis en cause. Le marketing d'Enerfeed met l'accent sur l'apport d'acides gras à chaîne moyenne, plus facilement transformés que les acides gras à chaîne longue présents en majorité dans le colostrum et le lait. Il constitue aussi un apport en fer et vitamine C notamment, de moindre ampleur que le produit Colofeed.

**Tableau 21 : Apport énergétique d'une seringue d'Enerfeed**

Apport énergétique <sup>(2)</sup>	
Enerfeed	68,1 Cal pour 15g soit 4540 Cal/kg
Colostrum <sup>(1)</sup>	1271 Cal/kg
Lait <sup>(1)</sup>	647 Cal/kg

<sup>(1)</sup>Composition du lait et du colostrum selon (Becker, Commun 2013).  
<sup>(2)</sup>Calcul de la valeur énergétique selon la formule :  
 $E \text{ (Cal)} = 4 \times \text{protéines (g)} + 4 \times \text{glucides (g)} + 9 \times \text{lipides (g)}$

### ***c- Vigofeed***

Vigofeed est un produit axé sur un apport minéral et vitaminique (annexe3). Le produit Vigofeed est administré à l'âge de 8 jours dans notre protocole. Il faut alors s'intéresser aux bénéfices apportés pour un veau de 8j dont l'alimentation est exclusivement lactée. Le lait de vache est carencé en zinc, sélénium, vitamine A et B1, et plus particulièrement en fer, manganèse et vitamine E puisqu'il ne couvre pas 20% des besoins en ces éléments (figure 35).

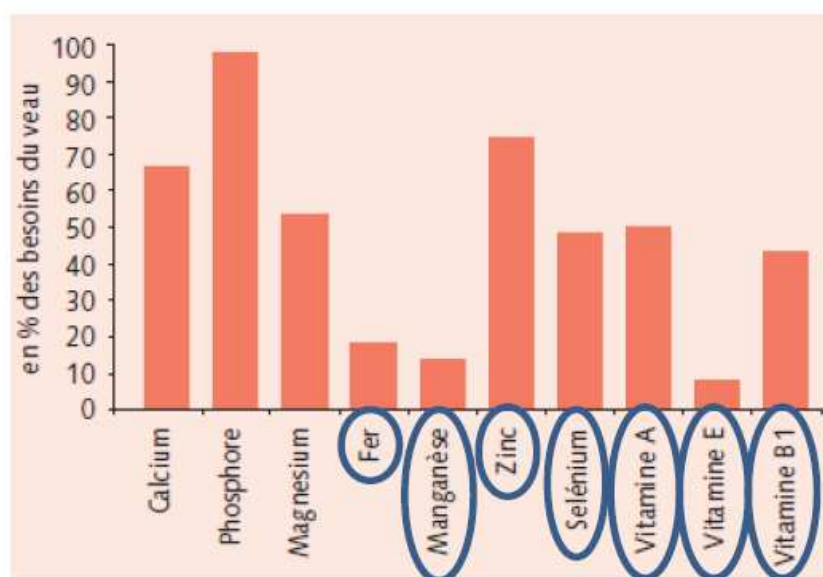


Figure 35 : Couverture des besoins du veau avec le lait de vache (Affentranger et Husmann 2007)

On va alors s'intéresser aux apports en vitamines et oligo-éléments d'une seringue de Vigofeed, notamment en les comparant à ceux du lait entier.

Tableau 22 : Apports en oligo-éléments et vitamines d'une seringue Vigofeed

Composant	Apport d'une seringue	Seuil de toxicité de la ration <sup>(1)</sup> (mg/kg)	Quantité de lait entier nécessaire pour un apport équivalent
Vitamine A	45200 UI		40 L
Vitamine C	84,8 mg		3,9 L
Fer	45,2 mg	1000	90 kg
Iode	21,7 mg	8	43,4 L
Manganèse	45,2 mg	1000	1130 kg
Zinc	142,4 mg	250	47,5 kg
Sélénium	1 mg	0,5 en chronique 10mg/kg PV en aigu <sup>(2)</sup>	400 kg

<sup>(1)</sup> Source INRA  
<sup>(2)</sup> Source Hugues Guillot, Liège  
<sup>(3)</sup> Apports en oligo-éléments du lait (Maillard, Guin 2013)

On voit alors que les apports d'une seule seringue de Vigofeed sont considérables, tout en restant en deçà des seuils de toxicité.

Vigofeed a aussi pour but un soutien de la flore digestive, par l'utilisation de prébiotiques (inuline de chicorée, hydrolysate de protéine et spiruline) favorisant le développement des lactobacilles notamment, de probiotiques (*Bacillus licheniformis* et *B.subtilis*) mais aussi de plantes aux vertus digestives (extrait de gentiane jaune).

Ainsi, les produits étudiés lors de cet essai terrain présentent un intérêt surtout en ce qui concerne la complémentation en minéraux et vitamines des jeunes veaux. L'administration par voie orale est aisée à cette période et non traumatique. Cependant, il serait intéressant d'étudier la biodisponibilité des différents composants de ces produits. De même, une étude permettant la validation de la quantité d'anticorps présents dans une seringue Colofeed paraît nécessaire. Un effet favorable n'est donc pas à exclure mais des recherches plus approfondies semblent nécessaires.

# CONCLUSION

Le monde de l'élevage est en pleine évolution à l'échelle européenne. L'opinion publique, tout comme les pouvoirs publics condamnent l'utilisation excessive des antibiotiques en santé animale, que ce soit en métaphylaxie ou comme facteur de croissance. Des solutions alternatives sont alors recherchées. Dans l'élevage bovin laitier, la période néonatale est particulièrement ciblée, puisque le déroulement du premier repas de colostrum conditionne en partie l'état de santé, la croissance et même les performances futures de la jeune génisse. Ainsi, la société Hypred a souhaité développer une gamme de produits permettant une amélioration des performances du veau, via un pack nutritionnel de trois produits (Colofeed, Enerfeed et Vigofeed). Un essai terrain en partenariat avec dix élevages européens a été mené afin d'évaluer l'effet de ce programme sur la croissance et la santé des génisses de renouvellement pendant leur six premiers mois de vie. L'analyse statistique des résultats obtenus n'a pas permis de mettre en évidence un bénéfice de ce protocole. Nous avons cependant pu exploiter les données récoltées sur les 481 génisses de l'étude afin de les confronter à la littérature. Malgré des pratiques de gestion de la première buvée colostrale pas toujours conformes aux recommandations, les performances en terme de santé et de croissance sont dans les normes, et parfois même plus élevées que la moyenne rapportée par la littérature. Il serait alors intéressant de tester l'effet du pack nutritionnel dans des élevages moins performants. Les produits utilisés présentent en effet un réel intérêt. A la naissance, Colofeed permet un apport supplémentaire d'immunoglobulines et un apport massif en oligoéléments et vitamines alors qu'Enerfeed apporte une énergie facilement métabolisable grâce à sa richesse en acides gras à chaînes moyennes. À 8 jours, Vigofeed vise à réduire les carences en oligoéléments et vitamines du veau mais aussi à promouvoir ses défenses immunitaires et son système digestif. L'utilisation de ces produits peut donc être recommandée dans les situations à risque. L'utilisation peut être individuelle dans le cas d'un veau n'ayant pas reçu de colostrum par exemple comme systématique au sein d'élevages à problèmes de santé récurrents (diarrhées néonatales par exemple).

Thèse de Mme Bouchez Romane

Le Professeur responsable  
VetAgro Sup campus vétérinaire

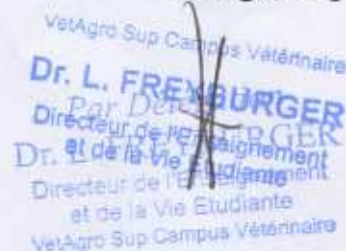


Le Président de la thèse



P. Cochat

Le Directeur général  
VetAgro Sup



VetAgro Sup Campus Vétérinaire  
Dr. L. FRENBURGER  
Par Décret  
Directeur de l'Enseignement  
et de la Vie Etudiante  
Directeur de l'Enseignement  
et de la Vie Etudiante  
VetAgro Sup Campus Vétérinaire

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le

26 OCT. 2016

Pour Le Président de l'Université,  
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales  
Professeur Pierre Cochat







## Bibliographie

- Ames, T.R. 1997. « Dairy calf pneumonia: the disease and its impact ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 13 (3): 379–391.
- Boichart, D., F. Guillaume, A. Baur, J.-J. Colleau, P. Croiseau, M.-Y. Boscher, V. Ducrocq, et S. Fritz. 2010. « Principes de l'évaluation génomique chez les bovins laitiers ». *Le Nouveau Praticien Vétérinaire: élevages et santé* 4 (16): 19-21.
- B. Ravary-Plumioën. 2009. « Resuscitation procedures and life support of the newborn calf ». *Revue de Médecine Vétérinaire* 160 (8-9): 410-19.
- Britney, J. B., S. W. Martin, J. B. Stone, et R. A. Curtis. 1984. « Analysis of early calthood health status and subsequent dairy herd survivorship and productivity ». *Preventive Veterinary Medicine* 3 (1): 45-52. doi:10.1016/0167-5877(84)90023-0.
- Brunschwig, P. 2007. « Puberté chez la génisse laitière, les conséquences d'une croissance excessive ». *Bulletin des G.T.V.*, n° 38: 87-90.
- Carroll, J.A. et N.E. Forsberg. 2007. « Influence of Stress and Nutrition on Cattle Immunity ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, Topics in Nutritional Management of the Beef Cow and Calf*, 23 (1): 105-49. doi:10.1016/j.cvfa.2007.01.003.
- Code de la santé publique - Article L5143-5*. 2007.
- Cortese, V.S. 2009. « Neonatal Immunology ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25 (1): 221-27. doi:10.1016/j.cvfa.2008.10.003.
- Cosson, J-L. 2012. « Effet de l'âge au premier vêlage sur la productivité laitière. Résultat d'une enquête en Haute Normandie ». présenté à Journées nationales des GTV, Nantes.
- Davis Rincker, L.E., M.J. VandeHaar, C.A. Wolf, J.S. Liesman, L.T. Chapin, et M.S. Weber Nielsen. 2011. « Effect of Intensified Feeding of Heifer Calves on Growth, Pubertal Age, Calving Age, Milk Yield, and Economics ». *Journal of Dairy Science* 94 (7): 3554-67. doi:10.3168/jds.2010-3923.
- Donovan, G.A., I.R. Dohoo, D.M. Montgomery, et F.L. Bennett. 1998. « Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA ». *Preventive veterinary medicine* 34 (1): 31–46.
- De Passillé, A. M., T. F. Borderas, et J. Rushen. 2011. « Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains ». *Journal of Dairy Science* 94 (3): 1401-8. doi:10.3168/jds.2010-3441.
- Drackley, J.K. 2008. « Calf Nutrition from Birth to Breeding ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1): 55-86. doi:10.1016/j.cvfa.2008.01.001.
- Eicher-Pruiett, S. D., J. L. Morrill, F. Blecha, J. J. Higgins, N. V. Anderson, et P. G. Reddy. 1992. « Neutrophil and Lymphocyte Response to Supplementation with Vitamins C and E in Young Calves<sup>1</sup> ». *Journal of Dairy Science* 75 (6): 1635-42. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)77920-X.

- Enjalbert, F. 2009. « The relationship between trace elements status and health in calves ». *Revue de Medecine Veerinaire-Toulouse* 160 (8-9): 429–435.
- Ennuyer, M., et G. Laumonnier. 2013. *Vade-mecum gestion de l'élevage bovin laitier*. Med'Com.
- Erni, A., et H. Biemann. 2010. « Couverture des besoins en fer ». *Revue UFA*, 64-65.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, et R. L. Ax. 2005. « Case study: effects of colostrum ingestion on lactational performance ». *The Professional Animal Scientist* 21 (5): 420–425.
- Foley, J. A., et D. E. Otterby. 1978. « Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review<sup>1,2</sup> ». *Journal of Dairy Science* 61 (8): 1033-60. doi:10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8.
- Gilles, A., P. Lebreton, et A. Troegeler-Meynadier. 2009. « Effets d'une supplémentation en iode et sélénium de la vache gestante sur les statuts en oligo-éléments et immunitaire du veau nouveau-né ». *Revue de Medecine Veterinaire* 160 (1): 10–17.
- Godden, S. 2008. « Colostrum Management for Dairy Calves ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1): 19-39. doi:10.1016/j.cvfa.2007.10.005.
- Godden, S.M., D.M. Haines, et D. Hagman. 2009. « Improving Passive Transfer of Immunoglobulins in Calves. I: Dose Effect of Feeding a Commercial Colostrum Replacer ». *Journal of Dairy Science* 92 (4): 1750-57. doi:10.3168/jds.2008-1846.
- Gorden, P.J., et P. Plummer. 2010. « Control, Management, and Prevention of Bovine Respiratory Disease in Dairy Calves and Cows ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 26 (2): 243-59. doi:10.1016/j.cvfa.2010.03.004.
- Guerrier, J., C. Danchin, P. Le Mézec, V. Clément, I. Palhière, F. Tortereau, H. Larroque, et A. Bouquet. 2015. « Index de sélection, génomique et performances ». *Bulletin des G.T.V.*, n° 77: 49-56.
- Guin, B. s. d. « Quand et pourquoi utiliser des antibiotiques pour traiter les gastro-entérites néonatales? »
- Hammon, H. M., G. Schiessler, A. Nussbaum, et J. W. Blum. 2002. « Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period ». *Journal of dairy science* 85 (12): 3352–3362.
- Heinrichs, A.J., J.A. Elizondo-Salazar, et others. 2009. « Reducing failure of passive immunoglobulin transfer in dairy calves ». *Revu. Medecine. Veterinaire* 160: 436–440.
- Heinrichs, A. J., B. S. Heinrichs, O. Harel, G. W. Rogers, et N. T. Place. 2005. « A Prospective Study of Calf Factors Affecting Age, Body Size, and Body Condition Score at First Calving of Holstein Dairy Heifers ». *Journal of Dairy Science* 88 (8): 2828-35. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72963-5.
- Hill, T. M., J. M. Aldrich, R. L. Schlotterbeck, et H. G. Bateman. 2007. « Apex plant botanicals for neonatal calf milk replacers and starters ». *The Professional Animal Scientist* 23 (5): 521–526.
- Jaster, E. H. 2005. « Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G 1 absorption in Jersey calves ». *Journal of dairy science* 88 (1): 296–302.

- Kamada, H., I. Nonaka, et Y. Ueda. 2007. « Selenium Addition to Colostrum Increases Immunoglobulin G Absorption by Newborn Calves ». Édité par M. Murai. *Journal of Dairy Science* 90 (12): 5665-70. doi:10.3168/jds.2007-0348.
- Leborgne, M.-C.. 2013. *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage - tome 2 : L'alimentation des monogastriques et des polygastriques (édition 2013)*. Educagri Editions.
- Le Cozler, Y., V. Lollivier, P. Lacasse, et C. Disenhaus. 2008. « Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review ». [http://journals.cambridge.org/abstract\\_S1751731108002498](http://journals.cambridge.org/abstract_S1751731108002498).
- Lochmiller, R.L., et C. Deerenberg. 2000. « Trade-offs in evolutionary immunology: just what is the cost of immunity? » *Oikos* 88 (1): 87–98.
- Lohakare, J. D. 2012. « Nutrition-Induced Changes of Growth from Birth to First Calving and Its Impact on Mammary Development and First-Lactation Milk Yield in Dairy Heifers: A Review ». *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25 (9): 1338-50. doi:10.5713/ajas.2012.12282.
- Maillard, R. 2006a. « Composition et rôle du colostrum chez les bovins ». *Point Vétérinaire* 37: 106–109.
- . 2006b. « Le transfert de l'immunité colostrale chez le veau ». *Point Vétérinaire* 37: 110–114.
- Maillard, R., et B. Guin. 2013. « Immunité colostrale chez les bovins ». *Bulletin des GTV (71)*, 17 25.
- McGuirk, S.M. 2008. « Disease Management of Dairy Calves and Heifers ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1): 139-53. doi:10.1016/j.cvfa.2007.10.003.
- Mee, J.F. 2008. « Newborn Dairy Calf Management ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1): 1-17. doi:10.1016/j.cvfa.2007.10.002.
- Meyer, G., R. Maillard, F. Corbière, F. Schelcher. 2011. « Données actuelles sur les viroses respiratoires des bovins ». *Le Point Vétérinaire*, 26-33.
- Michel, J.L. 2009. « Visite de conseil dans les élevages confrontés à des diarrhées de veaux. » *Bulletin des G.T.V.* 8 (No. Hors Serie): 129-36.
- Millemann, Y. 2009. « Diagnosis of neonatal calf diarrhoea ». *Revue de Medecine Veterinaire* 160 (8-9): 404-9.
- Noakes, D.E., T.J. Parkinson, G.C. W. England, G.H., Arthur. 2001. « Chapter 8 - General considerations ». In *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics (Eighth Edition)*, 205-17. Oxford: W.B. Saunders. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702025563500128>.
- Pardon, B., J. Alliët, R. Boone, S. Roelandt, B. Valgaeren, et P. Deprez. 2015. « Prediction of respiratory disease and diarrhea in veal calves based on immunoglobulin levels and the serostatus for respiratory pathogens measured at arrival ». *Preventive veterinary medicine* 120 (2): 169–176.
- Piroelle, H. 2010. « Guide d'élevage de la génisse », communication du groupe Lactalis.

- Plouzin, D., L. Sellos, G. Trou, et G. Gain. 2016. « Le travail en élevage laitier ». Rennes. Biennales des stations expérimentales professionnelles laitières du grand ouest.
- Pritchett, L.C., C.C. Gay, T.E. Besser, et D.D. Hancock. 1991. « Management and production factors influencing immunoglobulin G 1 concentration in colostrum from Holstein cows ». *Journal of dairy science* 74 (7): 2336–2341.
- Raboisson, D., E. Maigne, P. Sans, G. Allaire, et E. Cahuzac. 2014. « Factors influencing dairy calf and replacement heifer mortality in France ». *Journal of dairy science* 97 (1): 202–211.
- Raboisson, D., F. Schelcher, et G. Foucras. 2008. « Les cellules du colostrum: quel rôle dans la défense du veau nouveau-né ». *Nouveau Praticien Vétérinaire* 13–17.
- Riedel-Caspari, G., et F. W. Schmidt. 1991a. « The influence of colostrum leukocytes on the immune system of the neonatal calf. I. Effects on lymphocyte responses. » *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 98 (3): 102–107.
- . 1991b. « The influence of colostrum leukocytes on the immune system of the neonatal calf. II. Effects on passive and active immunization. » *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 98 (5): 190–194.
- . 1991c. « The influence of colostrum leukocytes on the immune system of the neonatal calf. III. Effects on phagocytosis. » *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 98 (9): 330–334.
- Riedel-Caspari, G., F. W. Schmidt, et J. Marquardt. 1991. « The influence of colostrum leukocytes on the immune system of the neonatal calf. IV. Effects on bactericidal activity, complement and interferon; synovitis. » *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 98 (10): 395–398.
- Robelin, J. 1986. « Bases physiologiques de la production de viande: croissance et développement des bovins. » In *Production de viande bovine*, D. Micol (Ed), INRA publications, 35-60.
- Ruckebusch, Y. 1982. « Homéostasie foetale et autonomie néo-natale ». In *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme: exposés XIVe journée du Grenier de Theix*, 95-114.
- Sivula, NJ, TR Ames, et WE Marsh. 1996. « Descriptive epidemiology of morbidity and mortality in Minnesota dairy heifer calves ». *Preventive Veterinary Medicine*.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R.W. Everett, et M.E. Van Amburgh. 2012. « Prewaning Milk Replacer Intake and Effects on Long-Term Productivity of Dairy Calves ». *Journal of Dairy Science* 95 (2): 783-93. doi:10.3168/jds.2011-4391.
- Soberon, F., et M. E. Van Amburgh. 2013. « LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data ». *Journal of animal science* 91 (2): 706–712.
- Spicer, H. M., L. A. Goonewardene, A. O. McNeil, et W. L. Slack. 1994. « Alberta Dairy Farm Survey Response ». *Journal of Dairy Science* 77 (11): 3460-72. doi:10.3168/jds.S0022-0302(94)77289-1.
- Stull, C., et J. Reynolds. 2008. « Calf Welfare ». *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1): 191-203. doi:10.1016/j.cvfa.2007.12.001.

- Swan, H., S. Godden, R. Bey, S. Wells, J. Fetrow, et H. Chester-Jones. 2007. « Passive transfer of immunoglobulin G and preweaning health in Holstein calves fed a commercial colostrum replacer ». *Journal of dairy science* 90 (8): 3857–3866.
- Timmerman, H. M., L. Mulder, H. Everts, D. C. van Espen, E. van der Wal, G. Klaassen, S. M. G. Rouwers, R. Hartemink, F. M. Rombouts, et A. C. Beynen. 2005. « Health and Growth of Veal Calves Fed Milk Replacers With or Without Probiotics ». *Journal of Dairy Science* 88 (6): 2154-65. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72891-5.
- Timsit, E. 2008. « Soins, nursing et réanimation chez le veau nouveau-né ». *Le Nouveau Praticien Vétérinaire: élevages et santé* 99: 9-12.
- Tozer, P. R., et A. J. Heinrichs. 2001. « What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis<sup>1</sup> ». *Journal of Dairy Science* 84 (8): 1836-44. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1.
- Trou, G., et J. François. 2013. « Génisses laitières, de la naissance au vêlage - Dossier ». *Terra*.
- Van Saun, R. J., T. H. Herdt, et H. D. Stowe. 1989. « Maternal and Fetal Selenium Concentrations and Their Interrelationships in Dairy Cattle ». *The Journal of Nutrition* 119 (8): 1128-37.
- Vermorel, M., C. Dardillat, J. Vernet, Saido, et C. Demigne. 1982. « Thermorégulation de l'agneau et du veau nouveau-nés ». In *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme: exposés XIVe journée du Grenier de Theix*, 153-76.
- Virtala, A. -M. K., G. D. Mechor, Y. T. Gröhn, et H. N. Erb. 1996. « The Effect of Calthood Diseases on Growth of Female Dairy Calves During the First 3 Months of Life in New York State ». *Journal of Dairy Science* 79 (6): 1040-49. doi:10.3168/jds.S0022-0302(96)76457-3.
- Virtala, A.-MK, Y. T. Gröhn, G. D. Mechor, et H. N. Erb. 1999. « The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life ». *Preventive veterinary medicine* 39 (1): 25–37.
- Ware, J.V., S.T. Franklin, J. Jackson, A.J. McAllister, et B.G. Cassell. 2015. « Genetic and Environmental Effects on Early Growth and Performance in Purebred Holstein, Jersey, and Reciprocal Crossbred Calves ». *Journal of Dairy Science* 98 (2): 1255-60. doi:10.3168/jds.2014-8056.
- Wattiaux, M. A. 2006. *Heifer Raising Birth to Weaning 28 Importance Of Colostrum Feeding*.
- Webb, P. R., D. W. Kellogg, M. W. McGahee, et Z. B. Johnson. 1992. « Addition of fructooligosaccharide (FOS) and sodium diacetate (SD) plus decoquinat (D) to milk replacer and starter grain fed to Holstein calves ». *Journal of Dairy Science* 75 (Suppl 1): 300.
- Windeyer, M. C., K. E. Leslie, S. M. Godden, D. C. Hodgins, K. D. Lissemore, et S. J. LeBlanc. 2014. « Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age ». *Preventive veterinary medicine* 113 (2): 231–240.



# **ANNEXES**





# ANNEXE 1 : Dossier technique ENERFEED



## Dossier Technique

Aliment complémentaire diététique pour veau  
Gel oral

Compensation de la carence en fer postnatale  
Solution énergisante (riche en acérola, acides gras à chaînes moyennes et chélate de fer)

Ce produit est spécialement destiné au veau à la naissance. Une dose d'ENERFEED correspond à une seringue de 15 mL.

### Bénéfices Zootechniques :

- Compensation de la carence en fer postnatale
- Apport énergétique rapidement assimilable

### L'apport individuel et les avantages de la forme d'apport :

- **Avantages**
  - o Praticité d'utilisation
    - Possibilité d'administrer aux veaux faibles
    - Facile à transporter
  - o Facilité et rapidité d'utilisation
  - o Gel appétant
- Application **individuelle** : seringue monodose

# STARTER

Enerfeed

## Mode d'emploi :

Administrer 1 seringue (15 mL) par voie orale dès la naissance. En cas de carence en fer, Enerfeed® peut être utilisé jusqu'à 3 semaines après la naissance.

Il convient de demander l'avis d'un expert en alimentation (ou nutritionniste) ou d'un vétérinaire avant d'utiliser Enerfeed® ou de prolonger son utilisation.

## Composition :

### Matières premières :

Acides gras estérifiés au glycérol, Sirop de glucose

<u>Additifs :</u>		<u>Constituants analytiques :</u>	
Antioxygènes		Protéines brutes :	1 %
E320 BHA :	120 mg/kg	Cellulose brute :	2 %
E321 BHT :	20 mg/kg	Matière grasse brute :	30 %
Oligo-éléments		Cendres brutes :	1,2 %
E1 Fer (chélate ferreux de glycine, hydraté) :	6 300 mg/kg	Sodium :	<0,3 %
Vitamines		Humidité :	23,6 %
Vitamine C (extrait sec d'acérola) :	3 750 mg/kg		

## Consignes de conservation :

À conserver dans un endroit frais et sec.

Tenir hors de la portée des enfants.

Date d'expiration : voir sur l'emballage et les seringues.

Durée de conservation : 24 mois

Conditionnement : injecteur monodose de 15 mL

Poids net : 12 x 15 g = 0,18 kg

Fabriqué en France par HY-Nutrition (n°FR 35 093 001)

Distribué par HYPRED SAS, 55 Boulevard Jules Verger

B.P. 10180 – 35803 DINARD CEDEX

# ANNEXE 2 : Extrait du dossier technique COLOFEED



## Dossier Technique

Aliment complémentaire pour veau nouveau-né  
Gel oral

### Soutien des défenses immunitaires du nouveau-né, enrichi en colostrum

Ce produit est spécialement destiné aux veaux à la naissance. Une dose de Colofeed correspond à une seringue de 60 mL.

#### Bénéfices Zootechniques :

- A la **naissance**
  - o Soutien des fonctions immunitaires du jeune veau
  - o Complément nutritionnel du colostrum maternel
  - o Apport énergétique hautement assimilable
- Jusqu'à **7 jours**
  - o Soutien immunitaire local et lutte contre les agents pathogènes du tube digestif

#### L'apport individuel et les avantages de la forme d'apport :

- **Avantages**
  - o Praticité d'utilisation
    - Possibilité d'administrer aux veaux faibles
    - Facile à transporter
  - o Facilité et rapidité d'utilisation
  - o Gel appétant
- Application **individuelle** : seringue monodose

# STARTER

Colofeed

## Mode d'emploi :

Administrer 1 seringue (60 mL) par voie orale dès la naissance. Pour faciliter la déglutition du produit par le veau, administrer la dose en 3 fois. Une administration supplémentaire de 60 mL peut être réalisée au cours des 7 jours qui suivent la naissance.

Il convient de demander l'avis d'un expert en alimentation (ou nutritionniste) ou d'un vétérinaire avant d'utiliser Colofeed® ou de prolonger son utilisation.

## Composition :

Colostrum bovin IBR négatif, Ovoproduits séchés (poudre d'œuf), Acides gras estérifiés au glycérol, Composants de levures, Inuline de chicorée, Bicarbonate de sodium.

Cet aliment composé contient du colostrum traité par traitement ionisant.

Additifs :		Constituants analytiques :	
Antioxygènes		Protéines brutes :	18,90%
E320 BHA :	150 mg/kg	Cellulose brute :	2%
Oligo-éléments		Matière grasse brute :	12,50%
E1 Fer (chélate ferreux de glycine, hydraté) :	9 600 mg/kg	Cendres brutes :	5,60%
E2 Iode (iode de calcium anhydre) :	120 mg/kg	Sodium :	1%
E4 Cuivre (chélate cuivreux de glycine, hydraté) :	200 mg/kg	Humidité :	46,50%
E3 Manganèse (chélate de manganèse de glycine, hydraté) :	1 900 mg/kg		
E6 Zinc (chélate de zinc de glycine, hydraté) :	2 500 mg/kg		
E8 Sélénium (sélénite de sodium) :	5 mg/kg		
Vitamines			
Vitamine C (extrait sec d'acérole) :	3 750 mg/kg		

## Consignes de conservation :

À conserver dans un endroit frais et sec.

Tenir hors de la portée des enfants.

Date d'expiration : voir sur l'emballage et les injecteurs.

Durée de conservation : 24 mois

Conditionnement : Seringue graduée de 60 mL

Poids net : 6 x 66 g = 0,396 kg

Fabriqué en France par Hy-Nutrition (FR 35 093 001).

Distribué par HYPRED SAS, 57 Boulevard Jules Verger

B.P. 10180 – 35803 DINARD CEDEX

# ANNEXE 3 : Extrait du dossier technique VIGOFEEED



## Dossier Technique

Aliment complémentaire pour veau  
Gel oral

Solution fortifiante  
(Riche en oligo-éléments chélatés et vitamines)

Ce produit est spécialement destiné aux veaux dès l'âge de 8 jours. Une dose de VIGOFEEED® correspond à une seringue de 20 mL.

### Bénéfices Zootechniques :

- Apport complet d'oligo-éléments chélatés hautement assimilables
- Stimulation de la flore microbienne
- Apport énergétique et vitaminique hautement assimilables

### L'apport individuel et les avantages de la forme d'apport :

- **Avantages**
  - o Praticité d'utilisation
    - Possibilité d'administrer aux veaux faibles
    - Facile à transporter
  - o Facilité et rapidité d'utilisation
  - o Gel appétant
- Application **individuelle** : seringue monodose

# STARTER

## Mode d'emploi :

Administrer 1 seringue (20 mL) par voie orale vers l'âge de 8 jours.

Il convient de demander l'avis d'un expert en alimentation (ou nutritionniste) ou d'un vétérinaire avant d'utiliser Uigofeed® ou de prolonger son utilisation.

## Composition :

Levures et composants de levures, Spiruline (algues séchées), Inuline de chicorée, Sorbitol, Extrait sec de gentiane jaune

Additifs :		Constituants analytiques :	
<b>Vitamines</b>		Protéines brutes:	19%
E 672 Vitamine A :	2 000 000 UI/kg	Cellulose brute:	2%
E 671 Vitamine B :	250 000 UI/kg	Matière grasse brute:	0,9%
Vitamine C (extrait sec d'acérola) :	3 750 mg/kg	Cendres brutes:	4,6%
<b>Oligo-éléments</b>		Sodium:	1%
E1 Fer (chélate ferreux de glycine, hydraté):	2 000 mg/kg	Humidité:	36%
E2 Iode (iode de calcium anhydre):	960 mg/kg		
E5 Manganèse (chélate de manganèse de glycine, hydraté):	2 000 mg/kg		
E6 Zinc (chélate de zinc de glycine, hydraté):	6 300 mg/kg		
E8 Sélénium (sélénite de sodium):	45 mg/kg		
<b>Antioxygènes</b>			
E 320 BHA :	100 mg/kg		
E 321 BHT :	20 mg/kg		
<b>Micro-organismes</b>			
E 1700 Bacillus licheniformis - DSM 3749 :	2,24x10 <sup>11</sup> UFC/kg		
E 1700 Bacillus subtilis - DSM 3750 :	2,24x10 <sup>11</sup> UFC/kg		

## Consignes de conservation :

À conserver dans un endroit frais et sec.

Tenir hors de la portée des enfants.

Date d'expiration : voir sur l'emballage et les seringues.

Durée de conservation : 24 mois

Conditionnement : injecteur monodose de 20 mL

Poids net : 10 x 22,6 g = 0,226 kg

Fabriqué en France par Hy-Nutrillon (FR 35 093 001).

Distribué par HYPRED SA, 57 Boulevard Jules Verger

B.P. 10180 – 35803 DINARD CEDEX

# ANNEXE 4 : Formulaire utilisé lors de l'étude

STARTER



TRIAL ON FEMALE CALVES  
MONITORING FORM

BASELINE FORM (D0 to D8)

**Female calve identification:**

- Date of Birth: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20 \_\_\_\_

- Calving:       Normal     Dystocic     Caesarian

- Calf of heifer:    Yes       No

- Twin:             Yes       No

- Outside temperature: \_\_\_\_ °C

- Breed: \_\_\_\_\_

ID Number: \_\_\_\_\_

Hour: \_\_\_\_ h \_\_\_\_

Product

A or B

**Product Administration:**

	Date	Hour
Product 1 (15 mL) - At birth	____/____/20	____ h
Product 2 (60mL) - At birth	____/____/20	____ h
Product 3 (20 mL) - D8	____/____/20	____ h

HYPRED



HYDiet<sup>®</sup>  
NUTRITION FOR LIFE

# STARTER

## Mother identification:

ID Number: \_\_\_\_\_

- Parity:  1  2  3  4  5  >5

- Previous lactation production (or production level at calving): \_\_\_\_\_ L

- Concurrent Disease/Affection occurring between D-B and D+B around calving:

Mastitis  Hypocalcaemia  Ketosis  Other (precise): \_\_\_\_\_

## Heifer assessment at birth:

- Weight at Birth: \_\_\_\_\_ kg  Weighed  Estimated  
 \_\_\_\_\_ cm

- Temperature: \_\_\_\_\_ °C Suction reflex:  Yes  No

- Navel Status:  Normal  Swollen  Hot

- Malformations, if detected:

Cleft palate  Hernia  Anque  Bouleture  Other (precise): \_\_\_\_\_

## Colostrum:

	Quantity (l)	Date	Hour	Quality-Density	Route of administration (Suckling, tube feeding, nipple-bottle, bucket)
1 <sup>st</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		
2 <sup>nd</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		
3 <sup>rd</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		
4 <sup>th</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		
5 <sup>th</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		
6 <sup>th</sup> intake	L	___/___/20___	___h___		



# STARTER

## HEALTH EVENTS (1 form per event)

ID Number: \_\_\_\_\_

- Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

- Heifer's Temperature: \_\_\_\_\_ °C

Suction Reflex:  Yes  No

### Health Event:

Diarrhea:

- Dehydration rate: \_\_\_\_\_ % (of Dehydration rate evaluation form)

- Causal agent(s) (if available):  E. coli  Rotavirus  Coronavirus

Cryptosporidium sp.  Other (Precise): \_\_\_\_\_  Unknown

Respiratory Disease

Navel

Other (Please, specify): \_\_\_\_\_

### Treatments or Supportive products administered:

- Antibiotics: \_\_\_\_\_

- Anti-inflammatory: \_\_\_\_\_

- Oral rehydration: \_\_\_\_\_

- Drug / Product Costs: \_\_\_\_\_ €<sup>1</sup>      Veterinary Costs: \_\_\_\_\_ €<sup>1</sup> <sup>1</sup> Change the currency if necessary

- Vet intervention:  Yes  No

### Follow up:

- Evolution of the health event: \_\_\_\_\_

- Total duration of the health event: \_\_\_\_\_

### Death:

Reasons:

\_\_\_\_\_

**HYPRED**

  
**HYDiet**  
NUTRITION FOR ALL

# STARTER



## GROWTH AND REPRODUCTION PERFORMANCE

ID Number: \_\_\_\_\_

### Growth assessment

- Weight at 1 month: \_\_\_\_\_ kg/ \_\_\_\_\_ cm      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_
- Weight at 3 month: \_\_\_\_\_ kg/ \_\_\_\_\_ cm      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_
- Weight at 6 months: \_\_\_\_\_ kg/ \_\_\_\_\_ cm      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_
- Weight at 1 year: \_\_\_\_\_ kg/ \_\_\_\_\_ cm      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_
- Weight at insemination: \_\_\_\_\_ kg/ \_\_\_\_\_ cm      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

**BOUCHEZ Romane**

**ESSAI TERRAIN EN VUE DE L'ANALYSE DE L'EFFET D'UN PACK NUTRITIONNEL DE DEMARRAGE POUR LES VEAUX SUR LA CROISSANCE ET LA SANTE DU VEAU**

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, 18 novembre 2016

**RESUME :**

L'élevage bovin laitier néglige souvent son troupeau de renouvellement, pourtant élément clé du succès de l'élevage. Le début de vie de la génisse est pourtant déterminant et nécessite une attention particulière. Dans un premier temps, nous réaliserons une brève revue de la bibliographie concernant le veau et son environnement. En effet, il possède des caractéristiques physiologiques singulières en comparaison à une vache adulte. Il fonctionne à la naissance comme un monogastrique, immunitairement naïf et dépourvu d'immunoglobulines, très sensible au froid. Il est très dépendant des soins apportés par l'éleveur et/ou la mère mais va croître à un rythme rapide pour atteindre le plus rapidement le stade de génisse productive. De nombreux facteurs peuvent influencer sur ce rythme tels que les maladies ou encore le déroulement de la prise colostrale.

C'est pourquoi l'entreprise Hypred a formulé une gamme de produits destinés au veau ayant pour but une amélioration de sa santé et de sa croissance. Le protocole «HY Diet Starter Program» se compose de compléments alimentaires (Enerfeed, Colofeed, Vigofeed) axés sur la prévention. Un essai terrain mené par Hypred de février 2015 à mai 2016 en partenariat avec le réseau European Dairy Farm nous a permis de disposer de données variées sur un total 481 génisses laitières réparties dans 10 élevages à travers l'Europe.

Les données récoltées n'ont pas permis de mettre en évidence une amélioration significative de la croissance ou de la santé chez les génisses. Cependant, elles constituent une base de données assez complète permettant de les comparer à la littérature récente. Les élevages inclus dans l'étude présentent un niveau de performance concordant avec les données de la littérature en termes de croissance et de santé. Cependant, les pratiques de gestion du colostrum ne sont pas optimales et mériteraient d'être améliorées. Enfin, nous analyserons la constitution des produits Enerfeed, Colofeed et Vigofeed pour réfléchir sur un intérêt de ce produit malgré les résultats de l'étude réalisée.

**MOTS CLES :**

- Veaux
- Croissance
- Santé
- Alimentation

**JURY :**

- Président : Monsieur le Professeur Pierre Cochat
- 1er Assesseur : Madame le Docteur Claire Becker
- 2ème Assesseur : Madame le Professeur Emmanuelle Gilot – Fromont

**DATE DE SOUTENANCE :** 18 novembre 2016

**ADRESSE DE L'AUTEUR :** 4, route d'Autun,  
71190 Broye