

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

# Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

en

Médecine vétérinaire

**THEME**

**Evaluation de la qualité immunologique du colostrum par réfractométrie et colostrométrie chez la vache laitière dans une exploitation de la Wilaya de Tipaza**

Présenté par :

Melle AYAD Lina

Melle BENNICHE Thinhinane

Soutenu publiquement, le Samedi 10 Septembre 2022 devant le jury :

Présidente	Mme DJELLOUT Baya	MAA (ENSV)
Examinatrice	Mme BAAZIZI Ratiba	MCA (ENSV)
Promoteur	Mr ABDELAZIZ Abdelhafid	MAA (ENSV)

2021-2022

## Déclaration sur l'honneur

Nous, soussignons AYAD Lina et BENNICHE Thinhinane, déclarons être pleinement conscientes que le plagiat de documents ou d'une partie de document publiés sous toute forme de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, nous nous engageons à citer toutes les sources que nous avons utilisé pour écrire ce mémoire de fin d'étude.

## REMERCIEMENTS

Avant tout je remercie **ALLAH**, tout puissant pour m'avoir donné la volonté, le Courage et la patience pour mener à terme ce travail.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur **ABDELAZIZ Abdelhafid** pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche, pour ses conseils et échanges riches et précieux et ainsi pour sa rigueur scientifique.

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer mon travail : **Madame DJELLOUT Baya et Madame BAAZIZI.**

Je tiens à remercier également **Monsieur SOUAMES** pour son aide.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance à tous les médecins vétérinaires de la ferme qui ont contribué dans la réalisation de ce projet

Ma gratitude va plus particulièrement à mes **chers parents** pour leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser mes études et par conséquent ce mémoire.

Je tiens à remercier mes grandes sœurs **Ines et Nora** qui m'ont toujours aidé, encouragé ainsi que mes petites sœurs **Lysa, Maya et Aya.**

**Lina**

## REMERCIEMENTS

Avant tout je remercie **ALLAH**, tout puissant pour m'avoir donné la volonté, le Courage et la patience pour mener à terme ce travail.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur **ABDELAZIZ Abdelhafid** pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche, pour ses conseils et échanges riches et précieux et ainsi pour sa rigueur scientifique.

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer mon travail : **Madame DJELLOUT Baya et Madame BAAZIZI.**

Je tiens à remercier également **Monsieur SOUAMES** pour son aide.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance à tous les médecins vétérinaires de la ferme qui ont contribué dans la réalisation de ce projet.

Je souhaite adresser mes plus sincères remerciements à l'ensemble des personnes qui m'ont soutenues et accompagnées tout au long du processus d'élaboration de ce travail.

Tout d'abord, je remercie vivement mes parents, qui ont toujours cru en moi et qui m'ont soutenue tout au long de mes études. Je suis fière d'avoir grandi dans un foyer rempli d'amour, merci d'avoir fait de tous mes rêves une réalité, merci du fond du cœur.

A mes grands sœurs **Lycia et Wissem**, qui ont toujours été là pour moi et pour leur encouragement, ainsi mes frères **Nourddine et Wassim.**

A mes amies **Ouiam, Hania, Sara, Ferial**, pour votre soutien et tous ces bons moments passés ensemble que je n'oublierai pas.

**Thinhinane**

## DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

A ma maman et mon papa qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes très chères amies : **Sabrina et Malika** qui étaient toujours là pour moi et qui n'ont jamais cessées de me soutenir.

C'est un moment de plaisir de dédier cet œuvre à mes amis du groupe 1 qui ont fait de cette dernière année de mon cursus le plus beau souvenir, je suis ravie de rencontrer chaque'un d'entre vous

**Rania, Assia, Yasmine, Nadjat, Abdelouahab, Amir, Fethellah, zaki et Rayane.**

Sans oublier mon binôme pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Une énorme dédicace à **Dr Abdelaziz**

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

**Lina**

## DEDICACES

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents pour leurs amours, leurs patiences, leurs encouragements et leurs aides

A mes grandes sœurs et mes petits frères que j'aime trop

A ma famille, mes oncles et tantes, mes cousines et cousins et mes grands-parents.

A Lina chère amie avant d'être binôme.

A mes chères amis **Ouiam, Sara, Hania, Ferial, Syrine, Lyna, Zineb, Dounia, Rayan, Imad, Tatif**, je ne peux pas trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection, En souvenir des moments heureux passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

**THINHINANE**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

Ac: Anticorps

Ag: Antigène

BTC : bétacellulines

BVD : Bovine Viral Diarrhea

CMH-1 : Complexe Majeur d'Histocompatibilité de classe 1

DSL : disialyllactose

ELISA : Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

Fc : Fragment cristallisable

FcRn : Récepteur Néonatal Fc

FGF-I: Fibroblast Growth Factor I

FGF-II: Fibroblast Growth Factor II),

GH : Growth Hormone

IDR : Immunodiffusion Radiale

Ig: Immunoglobulines

IgA : Immunoglobulines de type A

IgE : Immunoglobulines de type E

IGF 1: Insulin Growth Factor 1

IGF 2: Insulin Growth Factor 2

IGF: Insulin-like growth factors

IgG: Immunoglobulines de type G

IgG1 : Immunoglobulines G de type 1

IgG2 : Immunoglobulines G de type 2

IgM: Immunoglobulines de type M

KDA: Kilodalton

NGF: Nerve Growth Factor

NK: Natural killer

nm: nanomètre

PDGF: Plateled Derived Growth Factor

pH: potential Hydrogene

plgR: polymeric immunoglobulin receptor

PRL : Prolactine

R2 : coefficient de détermination linéaire de Pearson

Rbrix : Réfractomètre de Brix

T3 : Tri-iodothyronine

T4: Thyroxine

TGF-P: transforming growth factor-beta (TGF-P).

TIP : Transfert d'immunité passive

UI : unité internationale

6'SL6': Sialyllactose

6'SLN:6' sialylactosamine

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution des Ig colostrales et lactées durant la première semaine postpartum.....	6
Figure 2 : Structure d'une cellule épithéliale mammaire et mécanismes de sécrétion des constituants du colostrum chez la truie .....	9
Figure 3 : Jonctions serrées (flèches) présentes au sein du tissu mammaire en microscopie électronique.....	10
Figure 4 : Schéma du transfert sélectif des immunoglobulines G.....	11
Figure 5 : Structure de l'alvéole mammaire.....	12
Figure 6: Rupture des équilibres hormonaux autour du vêlage d'après.....	13
Figure 7 : Effets de l'augmentation du rapport œstrogènes /progestérone avant le vêlage sur la sécrétion antéhypophysaire de la prolactine et sur la multiplication de ses récepteurs mammaires .	15
Figure 8 : Profils hormonaux chez la vache autour de la mise bas .....	16
Figure 9 : Evolution de la concentration en IgG du colostrum en fonction du délai par rapport au vêlage .....	18
Figure 10 : Influence de l'âge et du nombre de lactations sur la concentration en immunoglobulines. De gauche à droite, chaque point représente un numéro de lactation (première, seconde, troisième, quatrième, cinquième et plus) .....	19
Figure 11 : modification de concentrations en IgG1 (ronds noirs) et IgG2 (ronds blancs) dans le sérum et sécrétions mammaires chez les vaches traites en continu ou tarées .....	20
Figure 12: Répartition de la densité moyenne du colostrum et de la température en fonction du mois du vêlage .....	24
Figure 13 : Courbe d'étalonnage permettant de déterminer la concentration en immunoglobulines d'un colostrum par la méthode de l'IDR.....	28
Figure 14 : Colostromètre en verre permettant de mesurer la qualité du colostrum.....	30
Figure 15 : réfractomètre portable « Brix ».....	32
Figure 16 : Réfractomètre de Brix digital .....	33
Figure 17 : Localisation de la ferme enquêtée en région Est de Tipaza.....	36
Figure 18 : Conservation des échantillons du colostrum .....	38
Figure 19 : Dosage du colostrum à l'aide du pèse colostrum .....	40
Figure 20: lecture du dosage du colostrum au réfractomètre numérique.....	41
Figure 21 : répartition des concentrations du colostrum de vache d'après la mesure de leur densité au pèse-colostrum. ....	42
Figure 22: Répartition des vaches en fonction de leur rang de lactation. ....	44
Figure 23 : Répartition des vaches en fonction de leur rang de lactation. ....	44
Figure 24 : Répartition des échantillons de colostrum en fonction de la race des vaches. ....	45
Figure 25: Répartition des échantillons de colostrum en fonction du sexe du veau. ....	46

Figure 26 : Distribution de la qualité du colostrum selon la concentration moyenne en IgG .....	48
Figure 27: Répartition des échantillons du colostrum selon les valeurs Brix. ....	48
Figure 28 : Evolution des concentrations moyennes en IgG du pèse colostrum en fonction de la parité des vaches.....	49
Figure 29: Répartition des % Brix des colostrums en fonction du rang de lactation. ....	50
Figure 30 :Répartition des concentrations moyennes en IgG du colostrum en fonction des races....	51
Figure 31: Répartition des valeurs % Brix des colostrums selon les race.....	51
Figure 32 : Distribution des valeurs de la qualité du colostrum en fonction du sexe des veaux. ....	52

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Composition du colostrum et du lait .....	3
Tableau 2: La concentration des principales fractions protéiques du colostrum et du lait .....	5
Tableau 3: Répartition des immunoglobulines (en mg/ml) dans le colostrum et le lait des bovins et expression en % des immunoglobulines totales. ....	5
Tableau 4 : Composition du colostrum et du lait en minéraux, vitamines et oligo-éléments .....	7
Tableau 5 : Répartition des colostrums selon leur % Brix. ....	43
Tableau 6 : Répartition de la concentration en immunoglobulines G dosé par colostromètre. ....	47
Tableau 7 : Concentration en IgG en fonction de la parité des vaches. ....	49
Tableau 8 : La distribution des moyennes mesurée par colostromètre et réfractomètre du colostrum pour chaque race.....	50
Tableau 9 : La distribution des moyennes en fonction de l'état sanitaire de la vache. ....	52

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Le colostrum .....2

I.1. Définition du colostrum.....2

I.1.1. Légale : .....2

I.1.2. Biologique et immunologique .....2

I.2.Composition de colostrum .....2

I.2.1. Composition de base .....3

I.2.1.1. Les glucides.....3

I.2.1.1.1. Le lactose .....3

I.2.1.1.2. Les oligosaccharides .....4

I.2.1.2. Les lipides .....4

I.2.1.3. Les protéines.....4

I.2.1.3.1. Les immunoglobulines.....5

I.2.1.3.2. La caséine .....6

I.2.1.3.3. L'albumine .....6

I.2.1.4. Composition minérale et vitaminique .....6

I.2.1.5. Hormones et facteurs de croissance .....7

I.2.1.6. Cellules immunitaires .....8

I.2.1.7. Facteurs antimicrobiens non spécifiques.....8

I.3. La colostrogénèse .....8

I.3.1. Mécanisme de la colostrogénèse : .....8

I.3.1.1. Transsudation et translocation des IgG.....10

I.3.1.2. La synthèse locale des immunoglobulines .....11

I.3.2. Contrôle hormonal de la colostrogénèse.....11

I.3.2.1. L'apparition de la structure lobulo-alvéolaire.....11

I.3.2.2. Sécrétion du colostrum.....13

I.3.2.2.1. Progestérone .....14

I.3.2.2.2. Œstrogènes .....14

I.3.2.2.3. Prolactine.....14

I.3.2.2.4. Corticoïdes.....15

I.4. Les facteurs de variation de la qualité du colostrum.....17

I.4.1. La race .....17

I.4.1.1. Variation inter raciale .....17

I.4.2. Le temps depuis le vêlage .....17

I.4.3. L'âge et La parité (rang de lactation) .....	18
I.4.4. La gémellité .....	19
I.4.5. La durée du tarissement.....	19
I.4.6. Influence de l'alimentation .....	21
I.4.7. Etat sanitaire de la mère .....	22
I.4.8. Rôle de la vaccination des mères .....	23
I.4.9. La saison de vêlage.....	23
I.4.10. Conditions du vêlage.....	24
I.5. Les rôles du colostrum pour le nouveau-né.....	24
I.5.1. Rôles dans le métabolisme du nouveau-né .....	24
I.5.1.1. Rôle énergétique.....	24
I.5.1.2. Rôle dans la régulation du métabolisme .....	25
I.5.2. Rôle dans les défenses du nouveau-né.....	25
I.5.2.1. A l'échelle locale au niveau de la muqueuse intestinale .....	25
I.5.2.1.1. L'immunité humorale .....	25
I.5.2.1.2. L'immunité cellulaire .....	25
I.5.2.1.3. L'immunité non spécifique .....	26
I.5.2.2. A l'échelle systémique.....	26
I.5.2.2.1. L'immunité humorale .....	26
I.5.2.2.2. L'immunité cellulaire .....	26
I.5.3. Effet laxatif .....	26
I.6. Évaluation de la qualité du colostrum .....	27
I.6.1. Méthodes directes : .....	27
I.6.1.1. L'immunodiffusion radiale (IDR) .....	27
I.6.1.1.1. Avantages et Inconvénients.....	28
I.6.1.2. Electrophorèse des protéines .....	29
I.6.1.2.1. Avantage et inconvénients.....	29
I.6.1.3. Test ELISA .....	29
I.6.1.3.1. Avantages et Inconvénients.....	29
I.6.2. Méthodes indirectes .....	30
I.6.2.1. Pèse colostrum ou colostromètre .....	30
I.6.2.1.1. Avantages et Inconvénients.....	31
I.6.2.2. Le réfractomètre de Brix.....	32
I.6.2.2.1. Colotest ou réfractomètre optique .....	32
I.6.2.2.2. Le Réfractomètre numérique .....	32
I.6.2.2.3. Avantages et inconvénients .....	33
<b>PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
I. Objectif de l'étude.....	35
II. Matériel et méthode .....	36
II.1. Lieu d'expérimentation .....	36
II.2. Bovins concernés .....	37

<b>II.3. Prélèvements et informations recueillies.....</b>	<b>37</b>
<b>II.3.1. Récolte de différentes données liées au vêlage .....</b>	<b>37</b>
<b>II.3.2. Prise d'échantillon de colostrum.....</b>	<b>38</b>
<b>II.4. Analyse de la qualité du colostrum.....</b>	<b>39</b>
<b>II.4.1. Evaluation de la densité du colostrum avec le colostromètre .....</b>	<b>39</b>
<b>II.4.2. Evaluation des protéines totales avec le réfractomètre numérique.....</b>	<b>40</b>
<b>III. RESULTATS .....</b>	<b>42</b>
<b>III.1. Concentration en immunoglobulines G du colostrum .....</b>	<b>42</b>
<b>III.1.1. Colostromètre.....</b>	<b>42</b>
<b>III.1.2. Réfractomètre .....</b>	<b>42</b>
<b>III.2. Rang moyen de lactation des vaches .....</b>	<b>43</b>
<b>III.3. Répartition des vaches selon la race .....</b>	<b>45</b>
<b>III.4. Le sexe des veaux .....</b>	<b>45</b>
<b>IV. ANALYSES DES RESULTATS .....</b>	<b>47</b>
<b>IV.1. Concentration en immunoglobulines du colostrum.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.1.1. Analyse des résultats du pèse colostrum.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.1.2. Analyse des résultats du réfractomètre numérique.....</b>	<b>48</b>
<b>IV.2. Facteurs influençant la qualité du colostrum.....</b>	<b>49</b>
<b>IV.2.1. Répartition des concentrations des Ig selon la parité des vaches .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.2.1.1. Colostromètre.....</b>	<b>49</b>
<b>IV.2.1.2. Réfractomètre.....</b>	<b>50</b>
<b>IV.2.2. Influence de la race sur la qualité du colostrum .....</b>	<b>50</b>
<b>IV.2.2.1. Pèse colostrum.....</b>	<b>50</b>
<b>IV.2.2.2. Réfractomètre.....</b>	<b>51</b>
<b>IV.2.3. Etat de santé des vaches .....</b>	<b>52</b>
<b>IV.2.4. Influence du sexe du veau sur la qualité du colostrum .....</b>	<b>52</b>
<b>V. DISCUSSION .....</b>	<b>54</b>
<b>V.1. Principaux résultats sur la qualité du colostrum .....</b>	<b>54</b>
<b>V.1.1. Résultats du Pèse colostrum .....</b>	<b>54</b>
<b>V.1.2. Résultats du réfractomètre numérique .....</b>	<b>54</b>
<b>V.2. Facteurs de variation de la qualité du colostrum .....</b>	<b>55</b>
<b>V.2.1. Effet de la parité (rang de lactation) de la vache sur la qualité du colostrum.....</b>	<b>55</b>
<b>V.2.2. Effet de la race sur la qualité immune de colostrum.....</b>	<b>56</b>
<b>V.2.3. Effet de l'état sanitaire de la vache sur la qualité du colostrum.....</b>	<b>56</b>
<b>V.2.4. Effet du sexe du veau sur la concentration en immunoglobulines G du colostrum .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>58</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>ANNEXE</b>	
<b>RESUME</b>	





# **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION

Un geste très important au tout début de la vie du veau peut faire une grande différence. Cette étape, parfois banalisée, assure une protection au veau dans les premières semaines de sa vie, et ainsi, diminue les chances que l'animal contracte des maladies qui l'affecteront plus tard. Le colostrum, étant le premier repas consommé lors des premières heures de vie, est le plus important puisque le veau naît avec un système immunitaire immature et que le colostrum est composé, entre autres, d'anticorps qui le protège contre des maladies présentes dans l'environnement.

L'importance est d'autant plus marquée que le placenta de la vache ne permette pas le passage des anticorps, donc le transfert immunitaire se fait exclusivement par le colostrum.

L'ingestion d'une quantité adéquate d'immunoglobulines colostrales durant les vingt-quatre premières heures de vie réduit le risque de morbidité et de mortalité chez les veaux nouveau-nés. La masse d'immunoglobulines ingérée doit être suffisante pour protéger le veau des maladies pendant ses premiers mois de vie.

La qualité du colostrum peut être déterminée de façon pratique par les éleveurs ou les vétérinaires grâce à deux types d'appareils mesurant de manière indirecte la concentration en immunoglobulines G du colostrum : un colostromètre ou un réfractomètre. Cependant, la précision de ces deux méthodes simples et peu onéreuses reste à déterminer. De plus, plusieurs facteurs peuvent entraîner une variation de la concentration en immunoglobulines du colostrum. La connaissance de l'influence de ces différents facteurs peut permettre une meilleure gestion du colostrum. Pour cela, une étude a été menée sur des colostrums prélevés dans une exploitation laitière. Dans cette étude, la qualité du colostrum a été évaluée à l'aide d'un colostromètre et d'un réfractomètre numérique. Enfin les données bibliographiques tendent à montrer que certains facteurs décrits sont susceptibles d'influer sur la concentration en immunoglobulines colostrales.

Nous aborderons tout d'abord dans une revue bibliographique la définition et la composition du colostrum bovin, le mécanisme de sa production, son rôle ainsi que ses facteurs de variations. Nous nous intéresserons également à ses différentes méthodes d'évaluation.

Une deuxième partie portera sur l'étude expérimentale que nous avons menée sur des vaches laitières afin de juger la qualité immunologique de leur colostrum ainsi que ses différents facteurs de variations. Nous verrons les résultats obtenus ainsi que les analyses statistiques associées.

Enfin, une dernière partie portera sur une discussion des résultats obtenus concernant la qualité de ces colostrums et les différents facteurs susceptibles d'influer sa qualité.

## **I. Le colostrum**

### **I.1. Définition du colostrum**

#### **I.1.1. Légale :**

D'après la réglementation française, l'article 2 du décret du 25 mars 1924 modifié et complété par le décret du 7 janvier 1971 :

Le colostrum est défini comme le produit de la traite des 6 jours qui suivent la mise bas. Cet article stipule en effet : « ...sera considéré comme lait impropre à la consommation humaine : ... le lait provenant d'une traite opérée moins de 7 jours après le part et, d'une manière générale, le lait contenant du colostrum » (**Jacques, 2012**).

Cette réglementation répond à des préoccupations d'ordre technologique pour la transformation fromagère. En effet, la composition biologique du colostrum étant différente du lait habituellement utilisé : le colostrum est très riche en protéines sanguines (notamment en immunoglobulines), non coagulables par la présure, plus hydrophiles et moins stables à la chaleur que les caséines. Ce lait présente alors une aptitude moindre à l'acidification, à la coagulation et à l'égouttage. Cela entraîne des pertes économiques, des différences de conservation et d'utilisation (**Cornille, 2015; Mangin, 2002**).

#### **I.1.2. Biologique et immunologique**

D'une manière générale, le colostrum est le mélange de sécrétions lactées et de constituants du sérum sanguin qui s'accumulent dans la glande mammaire pendant la période sèche et qui peut être récolté immédiatement avant ou après la parturition (**Foley et Otterby, 1978**). Le colostrum normal est un liquide jaune soutenu, de consistance crémeuse et visqueuse (**Seriesys, 1993**).

D'un point de vue purement immunologique, le colostrum est un liquide contenant les éléments de l'immunité passive du jeune ruminant. C'est la sécrétion de la glande mammaire durant les 48 premières heures suivant la mise-bas, qu'elle soit tétée ou traite (**Amalric, 2011**). La composition et la nature de la production mammaire évolue ensuite dans le temps pour se rapprocher de plus en plus de celle du lait (**Foley, 1978**). Les avis divergent cependant sur la durée de transition de colostrum au lait.

### **I.2. Composition de colostrum**

Le colostrum se distingue généralement du lait par son aspect et ses propriétés. Pourtant, la composition moyenne et ordinaire demeure une notion discutable car les variations interindividuelles sont très importantes (**Amalric, 2011**).

### I.2.1. Composition de base

Le colostrum de vache se caractérise par un extrait sec et une densité plus élevés que le lait, Ceci est en rapport avec sa forte concentration en protéines. La matière grasse et les minéraux se trouvent également en concentration plus élevée que dans le lait, à l'inverse du lactose (tableau 1). Au fur et à mesure des traites, le taux de lactose augmente alors que les taux de protéines et de tous les autres constituants du colostrum diminuent jusqu'à atteindre la composition du lait (**Foley et Otterby, 1978**).

Tableau 1 : Composition du colostrum et du lait d'après **Foley et Otterby (1978)**.

Constituant	Colostrum	Lait
Densité	1.056	1,032
Matière sèche totale (%)	23,9	12,9
Lipides (%)	6,7	4,0
Protéines (%)	14,0	3,1
Lactose (%)	2,7	5.0
Cendres brutes (%)	1,11	0,74

#### I.2.1.1. Les glucides

##### I.2.1.1.1. Le lactose

Le lactose est l'hydrate de carbone le plus représentatif dans le colostrum, mais sa concentration est faible par rapport celle du lait. Il évolue de manière inverse aux autres constituants tels que les graisses, les protéines et les cendres (**Parrish et al., 1950; Kehoe et al., 2007**). C'est à dire que la teneur du premier colostrum en lactose est faible mais elle augmente peu à peu par la suite, jusqu'à atteindre sa valeur normale vers le 7eme jour post partum (**McGrath et al., 2016**).

Ce sucre est responsable de la pression oncotique du lait, sa production entraîne le déplacement de l'eau du cytoplasme des cellules épithéliales mammaires vers les vésicules sécrétoires, puis vers le lait. Cet afflux d'eau dans le lait régule le volume de lait produit et la concentration de caséine dans le lait (**Jenness et Holt, 1987**) et puis un faible niveau de lactose entraîne la production d'un lait qui est extrêmement visqueux et contenant peu d'eau en raison de l'absence de pouvoir osmorégulateur du lactose (**Bleck et al., 2009**).

### **I.2.1.1.2. Les oligosaccharides**

Jusqu'à 40 oligosaccharides ont été identifiés dans le colostrum bovin. La variété d'oligosaccharides présents est influencée par la génétique de la vache. Les oligosaccharides prédominants sont le 3'-Sialyllactose, qui compte pour 70% des oligosaccharides présents dans le colostrum puis le 6'-Sialyllactose (6'SL), le 6' sialylactosamine (6'SLN) et le disialyllactose (DSL) (**McGrath et al., 2016**). La concentration du colostrum en oligosaccharides est maximale au vêlage puis décroît rapidement dans les 48 heures post-partum (**Gauthray, 2019**).

### **I.2.1.2. Les lipides**

Les lipides que l'on trouve dans le colostrum sont majoritairement des lipides à longue chaîne carbonée (C14/C16/C18) (**McGrath et al., 2016**) comme l'acide palmitique, car au moment de la parturition, les vaches présentent un bilan énergétique négatif, ce qui entraîne la mobilisation des acides gras du tissu adipeux qui sont incorporés dans la graisse du lait (**Belyea et Adams, 1990**).

Le colostrum est relativement plus riche que le lait en oméga 3 et en oméga 6 (**Stenger et al., 2016**).

A l'inverse le colostrum contient peu d'acides gras à chaîne courte, peu d'acide oléique et peu d'acide stéarique. Leur concentration est minimale dans le colostrum mais augmente à partir du septième jour post-partum pour atteindre leur concentration maximale à la huitième semaine de lactation, lorsque la balance énergétique de la mère devient positive (**Gauthray, 2019**).

Les stéroïdes sont très minoritaires et représentent 0.3% (**McGrath et al., 2016**) des lipides totaux contenus dans le colostrum. Le cholestérol représente environ 95 % des stéroïdes (**MacGibbon et Taylor, 2006**).

### **I.2.1.3. Les protéines**

La concentration en protéines du colostrum est très élevée. Lors du 1er jour post-partum, elle est deux fois supérieure à celle du lait (**Foley, 1978**). Cette richesse en protéines fait baisser le pH jusqu'à 6,4 et confère ainsi au colostrum un pouvoir tampon élevé. Toutefois, un pH bas n'altère pas l'absorption des Ig colostrales par le nouveau-né (**Quigley Iii et al., 2002**).

Le colostrum contient 160 g/kg de matière azotée dont 140 g/kg de protéines, parmi lesquelles on retrouve 6% d'albumine, 34% de caséine et 45% d'immunoglobulines (**Foley et al., 1978**).

La concentration des principales fractions protéiques du colostrum et du lait sont présentées dans le (tableau 2).

Tableau 2: La concentration des principales fractions protéiques du colostrum et du lait d'après **Foley et Otterby (1978)**.

	Colostrum	Lait
<b>Caséines (%)</b>	4,8	2,5
<b>Albumine (%)</b>	0,9	0,5
<b>Immunoglobulines (%)</b>	6	0,09

### I.2.1.3.1. Les immunoglobulines

Les immunoglobulines (Ig) sont des protéines importantes du colostrum et on les retrouve en concentration variable de 30 à 200 g/L (**McGrath et al., 2016**). Au sein de ces immunoglobulines se retrouvent 3 principales classes dans les proportions suivantes : 5 % d'immunoglobulines A (IgA), 7 % d'immunoglobulines M (IgM) et 85 à 90 % d'immunoglobulines G (IgG) (**B. L. Larson et al., 1980**). De plus, les IgG sont divisées en deux sous-classes : les IgG<sub>1</sub> et les IgG<sub>2</sub>.

Les IgG<sub>1</sub> représentent 75-90 % des immunoglobulines colostrales chez les bovins, comparativement au colostrum humain où les IgA sont majoritaires (**Larson et al., 1980; Butler, 1983**).

Ces immunoglobulines sont également identifiables dans le lait entier, mais à des concentrations beaucoup plus faibles (tableau 3).

Tableau 3: Répartition des immunoglobulines (en mg/ml) dans le colostrum et le lait des bovins et expression en % des immunoglobulines totales (d'après **Butler, 1973**).

Immunoglobulines	Concentration en mg/ml		% des immunoglobulines totales	
	Colostrum	lait	Colostrum	Lait
<b>IgG1</b>	47,60	0,59	81,2	73,7
<b>IgG2</b>	2,90	0,02	4,9	2,5
<b>IgA</b>	3,90	0,14	6,7	17,5
<b>IgM</b>	4,20	0,05	7,1	6,2

Les IgG<sub>1</sub> persistent à une concentration plus élevée que les autres isotopes durant la lactation (0,4 mg d'IgG par ml de lait contre 0,05 mg d'IgA) ce qui leur permet d'assurer la protection passive des muqueuses du jeune ruminant jusqu'à son sevrage (**Salmon, 1999**). La quantité d'IgG colostrale

décroît rapidement après la première traite ou tétée. A 48h du vêlage, on ne retrouve qu'environ 10% des concentrations initiales (figure 1).

On considère qu'un bon colostrum doit contenir plus de 50mg/L d'IgG. Le colostrum semble apporter une protection optimale lorsque toutes les classes d'Ig y sont présentes. En effet, l'administration d'une classe unique d'Ig purifiée ne protège pas le veau de façon aussi importante qu'un colostrum de bonne qualité (Mech et al., 2011).

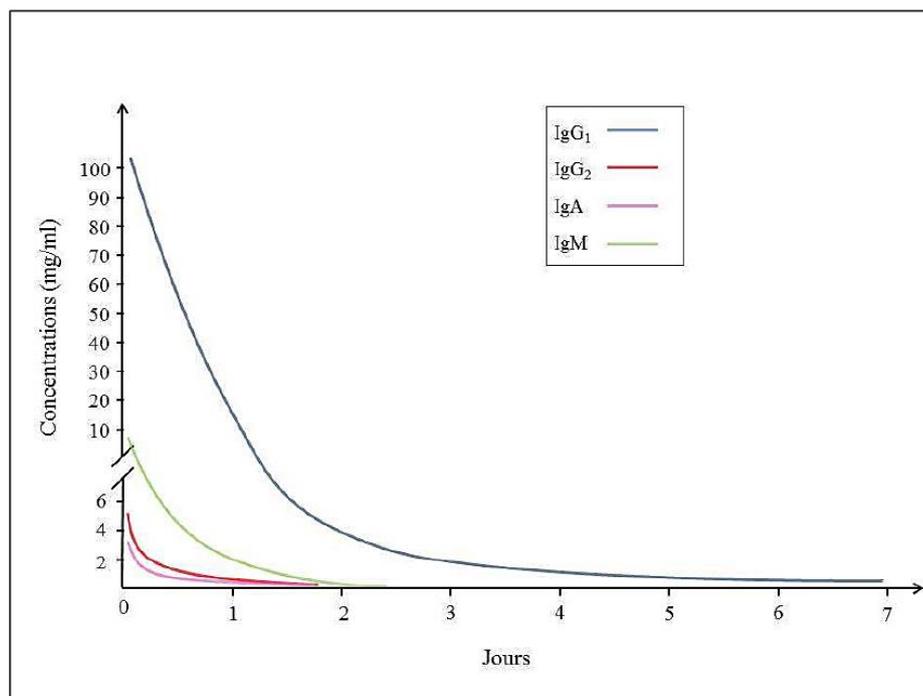


Figure 1 : Evolution des Ig colostrales et lactées durant la première semaine postpartum (adapté de Levieux et Ollier, 1999 et Elfstrand et al., 2002).

#### I.2.1.3.2. La caséine

Le colostrum contient 48 g/kg de caséine, il s'agit d'une protéine qui est à l'origine de la formation du caillé dans la caillette du veau. Cette protéine est indispensable à la bonne digestion lactée. La teneur en caséine du colostrum est maximale immédiatement après le part et diminue au fur et à mesure des traites ou tétées.

#### I.2.1.3.3. L'albumine

On retrouve l'albumine à raison de 9g/Kg dans le colostrum. Sa concentration décroît rapidement au cours des premières 24 heures post-partum.

#### I.2.1.4. Composition minérale et vitaminique

La composition du colostrum en minéraux, oligo-éléments et vitamines dépendent des apports alimentaires pendant la période de tarissement (Jacques, 2012).

L'apport colostrale est d'autant plus important que l' $\alpha$ -tocophérol, les vitamines A et D ne traversent pas la barrière placentaire dans des proportions suffisantes. Le veau nouveau-né est ainsi dépendant de la prise colostrale pour l'acquisition de ces vitamines après le part (Quigley et al., 1998).

En effet, les teneurs en minéraux, oligo-éléments et vitamines du colostrum sont 2 à 10 fois plus élevées que celles du lait sauf pour le potassium et le chlore (tableau 4).

Tableau 4 : composition du colostrum et du lait en minéraux, vitamines et oligo-éléments (Allemand, 2008).

Minéraux, Vitamines	Colostrum	Lait entier
Calcium (g/kg)	2,6	1,3
Phosphore (g/kg)	1,8	1,0
Potassium (g/kg)	1,4	1,5
Magnésium (g/kg)	0,40	0,12
Sodium (g/kg)	0,70	0,45
Chlore (g/kg)	1,2	1,0
Zinc ( $\mu$ g/kg)	12000	3600
Mn ( $\mu$ g/kg)	100	50
Fe ( $\mu$ g/kg)	1000	500
Cu ( $\mu$ g/kg)	300	120
Co ( $\mu$ g/kg)	75	1,0
Si ( $\mu$ g/kg)	20000	2600
Al ( $\mu$ g/kg)	1200	600
Se ( $\mu$ g/kg)	50	20
Vitamine A (U/L)	10000	1000
Vitamine D3 ( $\mu$ g/L)	10	5
Vitamine E ( $\mu$ g/L)	10000	1000
Vitamine B1 ( $\mu$ g/L)	800	450
Vitamine B2 ( $\mu$ g/L)	6000	1500
Vitamine B12 ( $\mu$ g/L)	6	3
Vitamine C ( $\mu$ g/L)	4	2
Acide folique ( $\mu$ g/L)	8	2

#### I.2.1.5. Hormones et facteurs de croissance

Le colostrum est riche en prolactine, progestérone et œstrogènes mais également cortisol et thyroxine. Le cortisol permet la maturation des enzymes du tractus gastro-intestinal et interviendrait dans le phénomène d'arrêt de l'absorption intestinale des macromolécules chez le nouveau-né (Maillard, 2006).

Le colostrum contient aussi plusieurs facteurs de croissance qui stimulent la croissance et la différenciation des cellules des mammifères. Les principaux facteurs de croissance du colostrum sont

les insulin-like growth factors (IGF) et les transforming growth factor-beta (TGF- $\beta$ ). D'autres facteurs de croissance sont aussi présents mais en moindre quantité (**Pakkanen et Aalto, 1997**), comme des PDGF (Platelet Derived Growth Factor), des FGF-I et II (Fibroblast Growth Factor), des NGF (Nerve Growth Factor), qui ont un effet trophique sur le système nerveux sympathique, ainsi que des bétacellulines (BTC).

#### **I.2.1.6. Cellules immunitaires**

Le colostrum de vache contient des cellules somatiques, de l'ordre de  $10^6$  par millilitre en absence d'infection mammaire. En effet on retrouve environ 1 479 000 cellules/ml de colostrum contre 274 000 cellules/ml de lait (**McGrath et al., 2016**), donc le colostrum contient plus de cellules somatiques que le lait. Outre des cellules épithéliales, on y trouve des leucocytes répartis d'après les dernières études en 40 à 50% de macrophages, 22 à 25% de neutrophiles et 22 à 25% de lymphocytes. Les lymphocytes sont principalement des cellules T (88-89%), NK (5-15%) et des cellules B (2,5-3,5%) (**Raboisson et al., 2008**).

Cette forte concentration cellulaire s'expliquerait par le passage de cellules maternelles à travers les jonctions serrées de l'épithélium mammaires, plus permissives lors de la colostrogénèse (**Gauthray, 2019**).

#### **I.2.1.7. Facteurs antimicrobiens non spécifiques**

Toute une gamme de protéines ayant des activités antibactériennes non spécifiques est présente dans le colostrum. On peut citer des enzymes comme le lysozyme et les protéines du complément, la lactoferrine, le système lactopéroxydase-thiocyanate-péroxyde d'hydrogène.

Certains facteurs sont sécrétés par des cellules spécialisées mais d'autres sont directement sécrétés par les cellules épithéliales mammaires (**Stelwagen et al., 2009**). Les facteurs antimicrobiens non spécifiques contribuent à la protection locale du veau nouveau-né contre les pathogènes, notamment digestifs (**Sérieys, 1993**).

### **I.3. La colostrogénèse**

Le développement de la glande mammaire comprend différentes étapes, à savoir la mammogénèse, la colostrogénèse, la lactogénèse, la galactopoïèse et l'involution mammaire (**Dembinski and Shiu, 1987**). La colostrogénèse est définie comme le transfert pré-partum d'immunoglobulines de la circulation maternelle aux sécrétions mammaires et c'est une étape discrète et finie (**G. M. Barrington et al., 2001**).

#### **I.3.1. Mécanisme de la colostrogénèse :**

La formation du colostrum dans la glande mammaire se produit au niveau des cellules épithéliales des acini et se scinde en deux phases, suivant des mécanismes différents (figure 2).

D'une part les composants sériques sont prélevés et transférés pour s'accumuler dans la glande mammaire et d'autre par une phase sécrétoire permet l'augmentation du volume produit et la dilution des constituants sériques (**Larson et al., 1980 ; Stelwagen et al., 2009**).

En fin de gestation les composants du colostrum sont sécrétés dans la lumière alvéolaire à partir de quatre voies principales :

- Exocytose : Les protéines et le lactose sont synthétisés dans le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi de la cellule épithéliale mammaire (**Delouis et al. 2001**), ainsi que des électrolytes monovalents (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), sont contenus dans des vésicules de sécrétion qui cheminent jusqu'au pôle apical des cellules et fusionnent avec la membrane plasmique, libérant ainsi, par exocytose, leur contenu dans la lumière des alvéoles (**Klopfenstein et al., 2002**).
- Les gouttelettes lipidiques proviennent des mitochondries et sont libérées dans la lumière alvéolaire après enrobage par la membrane cellulaire, formant les globules lipidiques (**Keenan, 2001**).
- Le passage Trans-cellulaire, permet aux immunoglobulines (Ig) plasmatiques et à plusieurs autres facteurs de croissance et hormones de traverser par exocytose la membrane cellulaire apicale des cellules pour aboutir dans la lumière alvéolaire (**Klopfenstein et al., 2002**).
- Le passage para-cellulaire : le passage des cellules immunitaires, d'immunoglobulines plasmatiques et d'électrolytes vers la lumière alvéolaire entre les cellules épithéliales (**Klopfenstein et al., 2002**) à travers les jonctions serrées qui sont ouvertes en fin de gestation et qui à l'origine assure l'étanchéité de l'épithélium mammaire (figure 3).

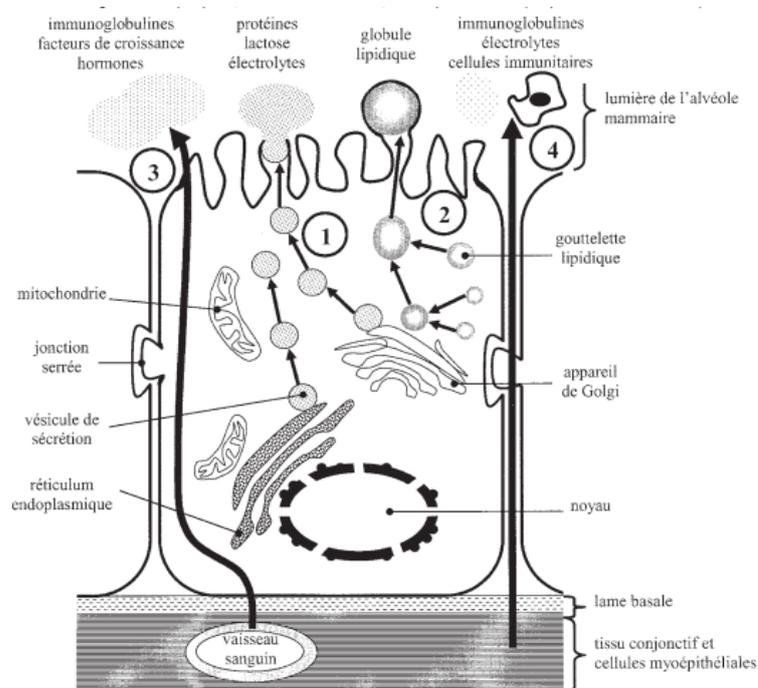


Figure 2 : Structure d'une cellule épithéliale mammaire et mécanismes de sécrétion des constituants du colostrum chez la truie (**Devillers et al., 2006**).

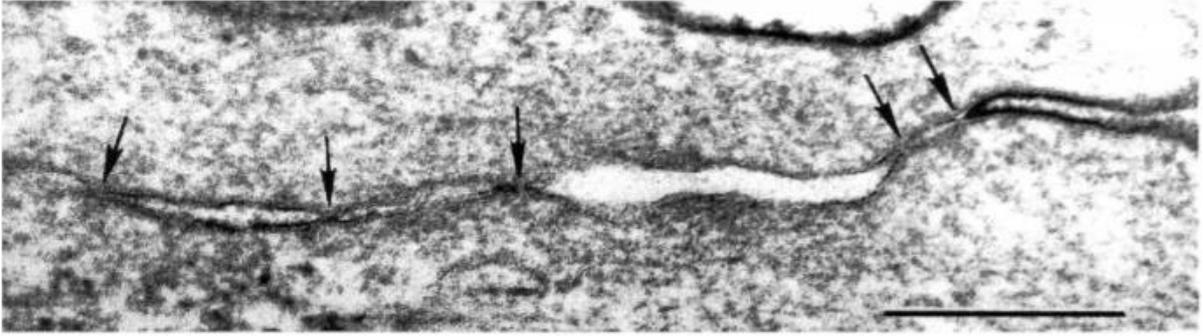


Figure 3 : Jonctions serrées (flèches) présentes au sein du tissu mammaire en microscopie électronique (Nguyen and Neville, 1998).

### I.3.1.1. Transsudation et translocation des IgG

Chez la vache, Le processus global de transport des immunoglobulines se déroule à partir de 5 semaines avant la mise bas, atteint son point culminant 1 à 3 jours avant la parturition et cesse brutalement 2 jours post-partum (Sasaki et al., 1976).

La classe IgG est la principale immunoglobuline transférée par le colostrum (85-90%). Cependant, les IgG<sub>1</sub> représentent 80 à 90 % des IgG totales (Butler, 1974; Sasaki et al., 1976; Larson et al., 1980).

Des concentrations élevées d'IgG dans les sécrétions de la glande mammaire sont maintenant considérées comme indicatives de la production de colostrum. Tandis que les molécules d'IgG<sub>2</sub> passent dans la mamelle suivant un mode de transport passif, les IgG<sub>1</sub> transitent de manière sélective, ce qui permet leur maintien dans le colostrum à des concentrations supérieures à celles du sérum dont elles sont issues. On retrouve ainsi dans les sécrétions mammaires une quantité d'IgG<sub>1</sub> bien supérieure à celles des IgG<sub>2</sub>.

Ce transfert d'IgG<sub>1</sub> requiert un processus actif et spécifique médié par un récepteur appelé le récepteur Fc néonatal (FcRn) (figure 4).

Des études ont confirmé que le FcRn est localisé de manière homogène dans les cellules acineuses de la glande mammaire avant la parturition. La présence du FcRn dans les cellules épithéliales acineuses de la glande mammaire et le changement évident de la distribution avant et après la parturition indiquent que le FcRn joue un rôle important dans le transport des IgG pendant la formation du colostrum chez les ruminants (Mayer et al., 2005).

La formation du complexe IgG-Récepteur est suivie de la formation d'une vésicule grâce à un phénomène de transcytose (Hammer et Mossmann, 1978). Cette vésicule de transport traverse le cytoplasme pour déverser son contenu dans la lumière des acini mammaires (Sérieys, 1993).

Ce mécanisme s'accélère dans les jours qui précèdent le part, permet le transfert de quantités considérables d'IgG<sub>1</sub> du sang vers la mamelle (Brandon et Lascelles, 1975).

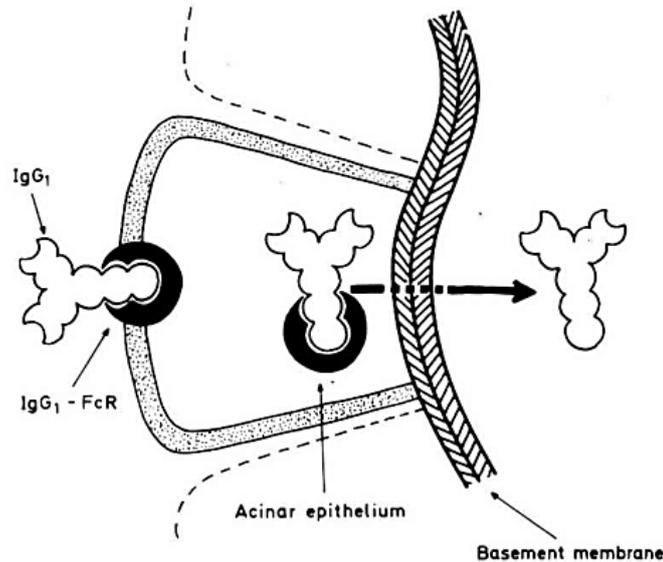


Figure 4 : Schéma du transfert sélectif des immunoglobulines G  
(Hammer et Mossman, 1978).

### I.3.1.2. La synthèse locale des immunoglobulines

Certains composants immunitaires sont synthétisés au sein de la mamelle.

A la différence des IgG, les IgA et IgM qui sont sécrétées in situ par des plasmocytes intra-mammaires (Godden, 2008; Péliissier et Ribadeau-Dumas, 1986).

Chez les ruminants c'est lors de l'involution de la mamelle que les plasmocytes sont les plus abondants, les IgA sont transférées via le récepteur plgR et les IgM sont produites par les cellules du plasma.

### I.3.2. Contrôle hormonal de la colostrogénèse

La colostrogénèse est initiée hormonalement vers la fin de la gestation et se déroule en deux étapes qui peuvent être caractérisées par des changements morphologiques et biochimiques.

La première étape comprend la période pré-partum pendant laquelle le parenchyme mammaire subit des modifications.

La deuxième étape commence immédiatement avant la mise bas et se caractérise par l'apparition d'une sécrétion colostrale abondante.

#### I.3.2.1. L'apparition de la structure lobulo-alvéolaire

La croissance et le développement de la glande mammaire sont essentiels dans la sécrétion du colostrum puis du lait. Durant la seconde moitié de la gestation (au 150e jour) les cellules épithéliales mammaires sont soumises à une prolifération massive et vont se multiplier et s'organiser en acini (Cowie, 1970) (figure 5).

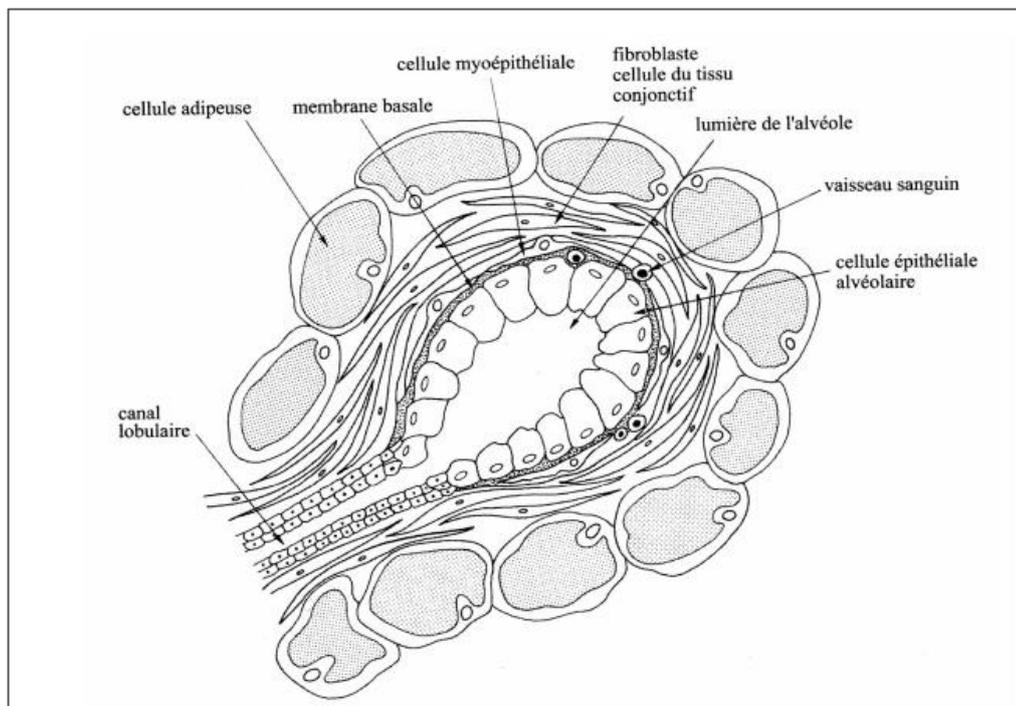


Figure 5 : structure de l'alvéole mammaire d'après Delouis et al. (2001).

Un réseau lobulo-alvéolaire dense se met alors en place, dépend intimement des séquences hormonales comprenant, dans l'ordre, des hormones d'origine ovarienne et foeto-placentaire (œstrogène et progestérone), puis des hormones d'origine antéhypophysaire (prolactine) et surrénalienne (corticoïdes) (Delouis, 1978).

Les œstrogènes sont essentiels à la morphogenèse canalaire, tandis que la progestérone sécrétée abondamment par l'unité foeto-placentaire est essentielle au développement lobulo-alvéolaire. En outre, ces deux hormones interagissent et se renforcent mutuellement de manière synergique. En effet, l'administration d'oestradiol-17 $\beta$  et de progestérone à des génisses provoque la formation de structures lobulo-alvéolaires dans la glande mammaire (Delouis et al., 1980). Cependant, les œstrogènes stimulent également la sécrétion d'IGF-I (facteur de croissance analogue à l'insuline) par les cellules stromales de la mamelle et provoquent ainsi la croissance des cellules épithéliales.

Les hormones hypophysaires (prolactine et GH) sont nécessaires à la croissance normale de la glande mammaire, en présence des stéroïdes ovariens (Forsyth, 1983). L'hypophysectomie de jeunes femelles provoque une atrophie de la glande mammaire, son développement normal est restauré par l'injection de prolactine ou d'hormone de croissance.

Les hormones du métabolisme général (insuline et thyroxine) jouent également un rôle dans le développement de la glande mammaire. Ces hormones possèdent des récepteurs dans le tissu mammaire (Delouis et al., 1980).

### I.3.2.2. Sécrétion du colostrum

Le début de la lactation (sécrétion du colostrum) est l'étape ultime de la différenciation mammaire, il est précédé et accompagné de changements considérables de la glande elle-même.

Le début de la colostrogénèse qui est marquée par la transcytose des IgG<sub>1</sub> sériques vers la lumière alvéolaire, cette dernière coïncide avec des modifications endocrines dont fait partie un complexe hormonal, ainsi selon (Tucker, 1985).

- Environ 1 mois avant la mise bas, la concentration d'œstrogènes augmente.
- Environ 1 semaine avant la mise bas, les concentrations de corticostéroïdes, GH (Growth Hormone) et de prolactine (PRL) augmentent.
- 1 à 2 jours avant la mise bas, la concentration de progestérone chute.

La fin de la gestation se caractérise par une évolution de l'équilibre des stéroïdes d'origine ovarienne et foetoplacentaire. Le taux d'œstrogènes augmente lentement puis très vivement dans les jours qui précèdent le vêlage. Inversement le taux de progestérone diminue très rapidement avant la mise bas (Derivaux et al., 1976).

L'équilibre œstrogène progestérone se déplace alors en faveur des œstrogènes qui sont brutale avant la mise bas (figure 6).

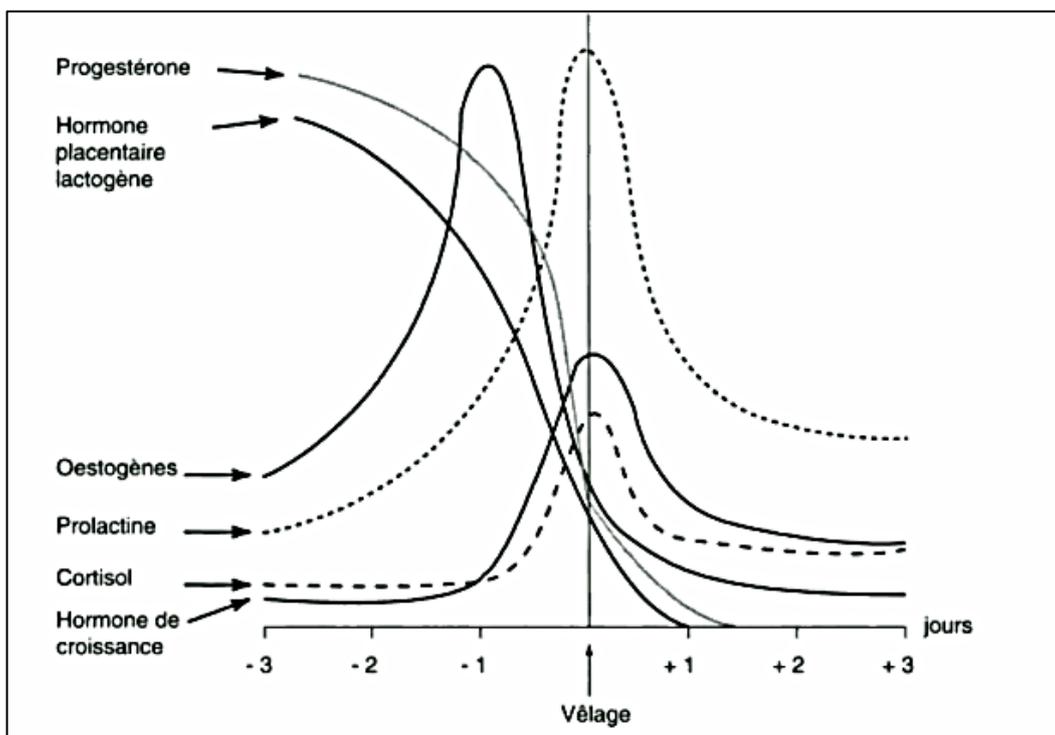


Figure 6: Rupture des équilibres hormonaux autour du vêlage d'après Delouis, (1983).

### **I.3.2.2.1. Progestérone**

Chez les bovins, la concentration de progestérone diminue progressivement avant la mise bas et chute brutalement 2-5 jours avant le vêlage pour atteindre une concentration inférieure à 1 ng/ml (**Convey, 1974; Kuhn, 1969**).

Ces variations de concentration de progestérone coïncident avec le transfert des IgG<sub>1</sub> vers la mamelle et avec l'apparition des FcRn à la surface des cellules épithéliales (**Hammer et al., 1969**).

Des études expérimentales sur des vaches utilisant un régime d'œstrogènes et de progestérone ont été réalisées pour induire artificiellement la lactation, ont montré qu'avant le début de la lactation, les concentrations d'IgG<sub>1</sub> dans les sécrétions mammaires augmentaient régulièrement pour ressembler à celles du colostrum (**Smith et Schanbacher, 1973; Winger et al., 1995**).

### **I.3.2.2.2. Œstrogènes**

Les œstrogènes ont un rôle essentiel dans la mise en place de nouvelles cellules épithéliales mammaires, qui posséderont ultérieurement des récepteurs aux IgG<sub>1</sub>.

D'après **Erb et al. (1968)** et **Hunter et al. (1970)** l'augmentation de la concentration urinaire d'œstrogènes chez la vache en gestation coïncide avec la capacité des cellules épithéliales mammaires à transférer les IgG<sub>1</sub>.

### **I.3.2.2.3. Prolactine**

La progestérone inhibe la synthèse des constituants du colostrum et du lait (figure 7).

L'inhibition progestéronique sur la sécrétion de prolactine est levée après expulsion du fœtus et de ses enveloppes, provoquant une décharge de prolactine. La concentration de la PRL augmente brusquement (chez la vache, de 70 à 220 ng/ml) pour être maximale au moment de la parturition.

La prolactine est indispensable à la mise en place de la lactation, elle a un rôle clé dans la lactogénèse (**Akers et al., 1981**) car elle stimule la synthèse et la libération de l'alpha-lactalbumine, sous unité régulant la lactose synthétase (**Goodman et al., 1983**).

Le suivi de l'alpha-lactalbumine, associé à celui de l'expression des récepteurs IgG<sub>1</sub> par immunohistochimie ont permis de montrer que la prolactine, aussi bien in vitro (**Barrington et al., 1997**) qu'in vivo (**Barrington et al., 1999**), en plus de stimuler la lactogénèse elle réduit l'expression des FcRn à la surface des cellules épithéliales mammaires.

Les récepteurs de la prolactine comme les FcRn, sont situés sur la membrane basale des cellules épithéliales. L'augmentation du nombre de récepteurs à la prolactine pourrait réduire l'expression des FcRn.

Elle peut également stimuler la formation des jonctions serrées chez la vache (**G.M. Barrington et al., 2001; Nguyen et al., 2001**) contribuant ainsi à limiter le passage des IgG vers la mamelle.

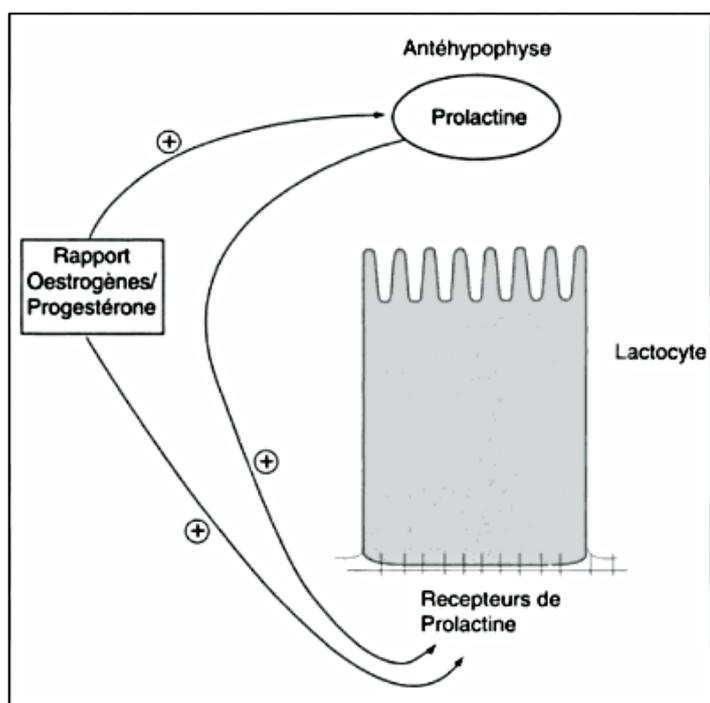


Figure 7 : Effets de l'augmentation du rapport œstrogènes /progestérone avant le vêlage sur la sécrétion antéhypophysaire de la prolactine et sur la multiplication de ses récepteurs mammaires (**Sérieys, 1997**).

#### I.3.2.2.4. Corticoïdes

Les taux plasmatiques de corticoïdes augmentent lors de la parturition chez la vache. En tant que déclencheur lactogène avec la prolactine (**Convey, 1974; Djiane et al., 1975; Collier et al., 1977**), les corticoïdes augmentent le déclenchement d'une sécrétion abondante et limitent ensuite la possibilité de maintien de la sécrétion de colostrum.

Administrés pendant la gestation, ils induisent la lactation chez la vache (**Tucker et Meites, 1965**) et la brebis (**Delouis et Denamur, 1967**).

Les corticoïdes semblent contrecarrer l'effet inhibiteur de la progestérone sur la lactogénèse. En effet, les corticoïdes augmentent la quantité de récepteurs à la prolactine dans la glande mammaire (**Delouis et al., 1980; Tucker, 1981**) et potentialisent son action sur les cellules épithéliales mammaires (**Delouis et al., 1980; Houdebine et al., 1985**). Les corticoïdes ont eux aussi une action stimulant la formation des jonctions serrées dans la glande mammaire chez la vache (**Stelwagen et al., 1994, 1998, 2000**) ce qui pourrait accentuer leur rôle dans la diminution du transfert des IgG. Les Profils hormonaux chez la vache autour de la mise bas sont reportés dans la figure 8.

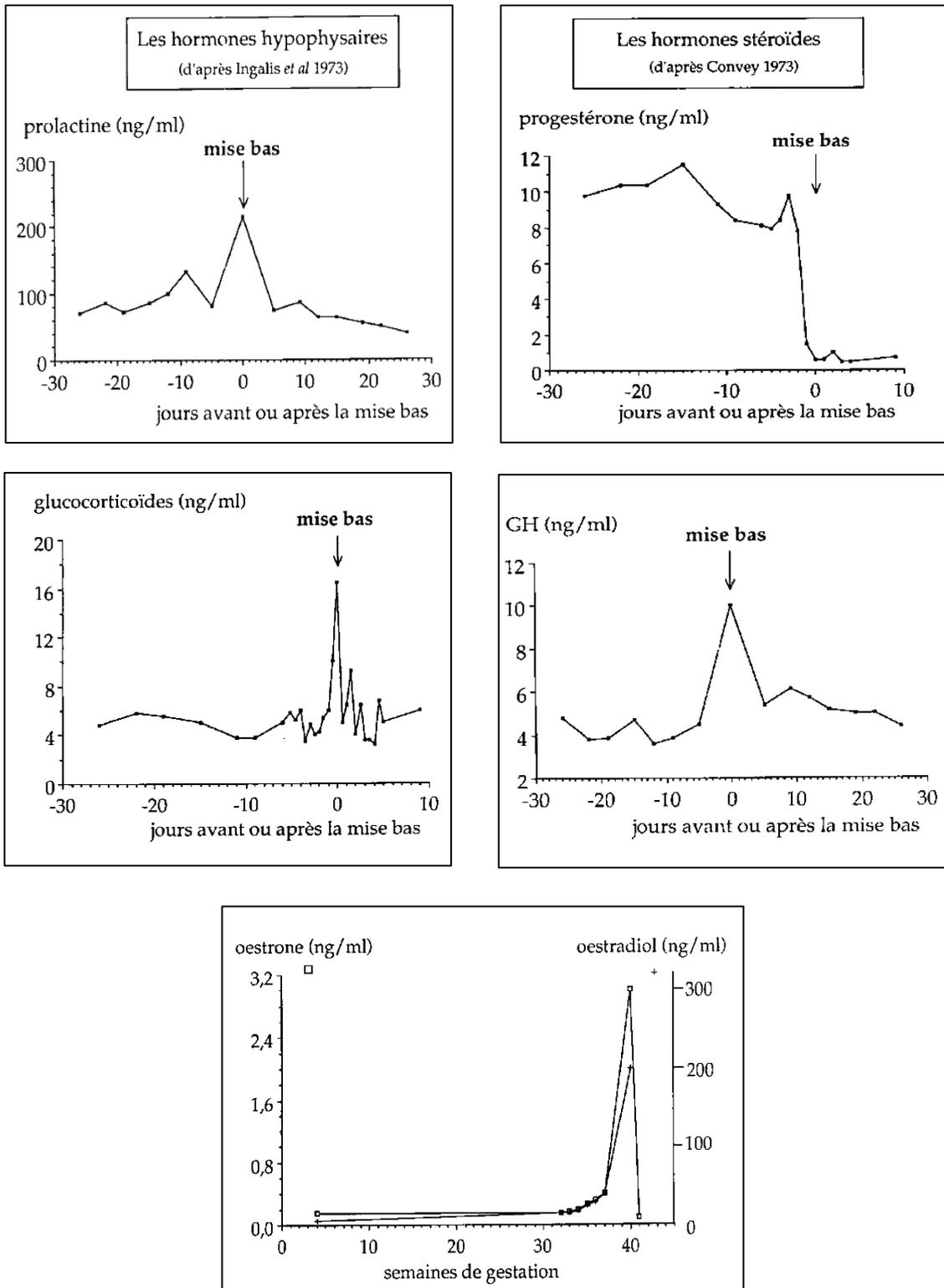


Figure 8 : Profils hormonaux chez la vache autour de la mise bas (**Jammes and Djiane, 1988**).

#### **I.4. Les facteurs de variation de la qualité du colostrum**

La concentration en Ig du colostrum varie de moins de 5 g/L à plus de 200 g/L, sous l'influence de nombreux facteurs. Cette variabilité revêt une importance particulière, étant donné que la concentration en IgG du colostrum est un des paramètres dont dépend l'efficacité du transfert de l'immunité passive chez le veau nouveau-né.

Il convient de s'intéresser aux différents facteurs susceptibles d'influencer la qualité du colostrum en modifiant la valeur en immunoglobulines en particulier en immunoglobulines G.

##### **I.4.1. La race**

Elle peut affecter la qualité du colostrum et, traditionnellement, on pense que les Holstein ont des concentrations d'Ig colostrales inférieures à celles des autres races laitières.

De nombreuses études traitent des concentrations en immunoglobulines dans le colostrum dans les différentes races bovines, de manière générale les immunoglobulines sont plus concentrées dans le colostrum produit par des vaches de races à viande que dans celui produit par des vaches de races laitières, en relation inverse avec le volume produit (**Besser et al., 1991**).

Chez les races laitières, la quantité de colostrum produit est négativement corrélée à la concentration en IgG<sub>1</sub>, phénomène vraisemblablement dû à un effet dilution chez les races hautes productrices.

Au cours d'une étude menée dans les années 1990, la concentration moyenne en IgG<sub>1</sub> était de 43 g/L pour des vaches de race Holstein et de 113 g/L pour des Charolaises et des croisées Hereford (**M.A. Guy et al., 1994**).

##### **I.4.1.1. Variation inter raciale**

**Tyler et al. (1999)** ont comparé du colostrum provenant de vaches de race Holstein (laitière) à du colostrum provenant de vaches de race Guernesey (laitière). Pour ces différents colostrums, ils ont déterminé la concentration en immunoglobulines G. Les vaches de race Guernesey tous nombres de lactations confondus ont en moyenne une concentration en immunoglobulines G d'environ 130 g/l alors que les vaches de race Holstein n'ont une concentration moyenne que de 79 g/l.

##### **I.4.2. Le temps depuis le vêlage**

La concentration en Ig colostrales décroît très rapidement après la mise bas. Elle baisse de moitié à la seconde traite et atteint son niveau minimal ; correspondant au niveau mesuré par la suite tout au long de la lactation, dès la cinquième traite (figure9). Si la vache a eu des pertes de lait avant le vêlage, la teneur en Ig est diminuée lors de la mise bas (**Bienvenu et al. 2002**).

Selon Morin et al.(2010) La concentration en IgG dans le colostrum diminue de 3.7% chaque heure suivant la mise bas (**Morin et al., 2010**). Et selon une étude menée par Moore, les colostrums collectés à 6h, 10h et 14h après la parturition avaient des concentrations en IgG significativement plus faible que ceux prélevés à 2h post-partum (**Moore et al., 2005**).

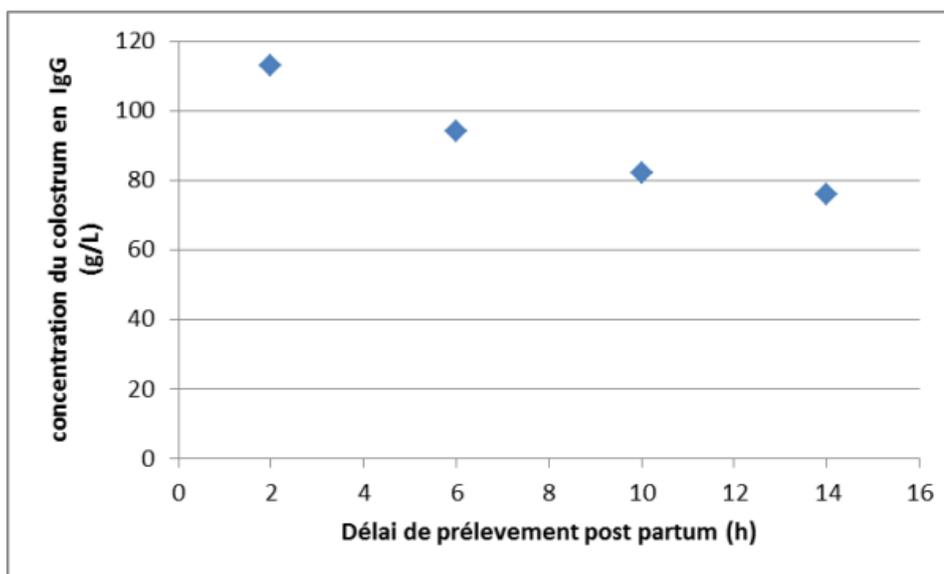


Figure 9 : Evolution de la concentration en IgG du colostrum en fonction du délai par rapport au vêlage adapté de **Moore et al. (2005)**.

#### **I.4.3. L'âge et La parité (rang de lactation)**

Il est considéré que les vaches de parité supérieures ont un colostrum de meilleure qualité. Des études ont mesuré une relation entre la parité de la vache et la qualité immunologique de son colostrum.

Plusieurs chercheurs ont constaté cette tendance à l'augmentation de la concentration colostrale en Ig avec l'augmentation de la parité de la mère (**Devery-Pocius et Larson, 1983; Moore et al., 2005; Shearer et al., 1992**).

Le colostrum de vaches de parité supérieure (surtout à partir de leur troisième lactation) sont plus susceptibles d'avoir une plus grande diversité d'immunoglobulines, puisqu'elles ont été exposées à une plus grande variété d'agents pathogènes (**Larson et al., 1980**).

Les génisses de premier vêlage ont une teneur colostrale en IgG considérablement inférieure à celle des vaches de troisième parité ou plus (figure10). Cela suggère un développement mammaire plus faible et il pourrait y avoir également un transport potentiellement réduit des immunoglobulines du sang à la mamelle. En effet, les immunoglobulines sont transportées à partir du sérum jusqu'à la mamelle par transport spécifique (transport intra cellulaire). La mamelle étant moins développée chez les jeunes, ce transport cellulaire est moins important (**B.L. Larson et al., 1980**).

De plus Chez les primipares, le système immunitaire n'a pas encore été au contact d'une grande variété d'antigène.

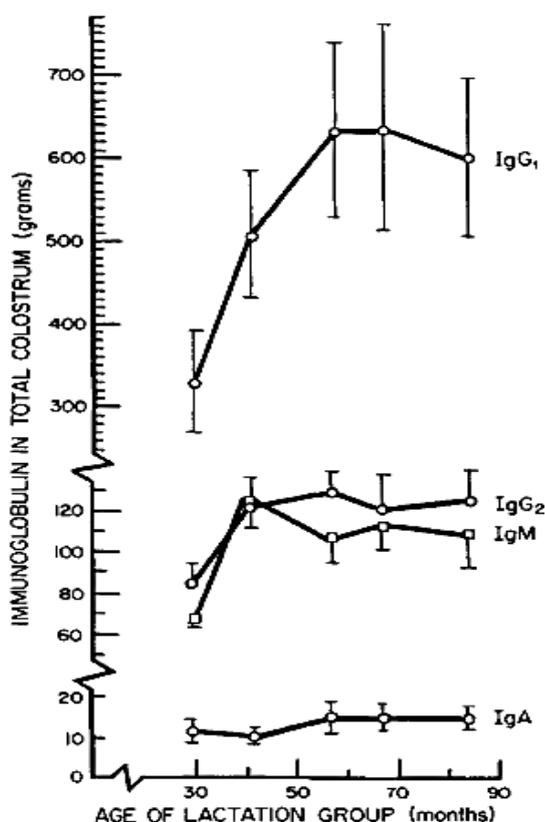


Figure 10 : Influence de l'âge et du nombre de lactations sur la concentration en immunoglobulines. De gauche à droite, chaque point représente un numéro de lactation (première, seconde, troisième, quatrième, cinquième et plus) (Devery-Pocius, 1983).

#### I.4.4. La gémellité

Les mères de jumeaux ont tendance à produire un colostrum significativement moins concentré que les mères ne portant qu'un fœtus (Dardillat et al., 1978).

#### I.4.5. La durée du tarissement

La concentration des immunoglobulines dans le colostrum est un phénomène tardif, qui intervient au cours du dernier mois de gestation (Oudar et al., 1976).

Chez la vache, une durée minimale de 25 jours de tarissement est donc nécessaire pour permettre le renouvellement des cellules de l'épithélium mammaire, indispensable pour le transfert sélectif et l'accumulation des IgG<sub>1</sub> dans la mamelle (Sérieys, 1993). Au-delà de cette durée minimale d'environ un mois, les auteurs divergent quant à l'impact sur la concentration du colostrum en IgG<sub>1</sub>.

Pour Pritchett et al. (1991) et Sérieys (1993), la durée de tarissement a peu d'influence sur la concentration du colostrum en IgG<sub>1</sub>. Une lactation prolongée, de même que la traite des vaches avant le vêlage, appauvrissent le colostrum en Ig (Oudar et al., 1976). La traite continue des vaches avant

la parturition (l'absence totale de tarissement) maintient la production de lait par la glande mammaire mais réduit le transfert massif d'IgG<sub>1</sub> : l'augmentation du taux d'IgG<sub>1</sub> est absente ou très réduite en intensité et en durée (**Brandon et Lascelles, 1975**). A l'approche du vêlage, les sécrétions mammaires présentent un pic de concentration en IgG<sub>1</sub>, ce qui est très réduit voire inexistant si la vache est traitée continuellement deux fois par jour (**Brandon et Lascelles, 1975**).

Dans les conditions physiologiques (période sèche respectée), le transfert des IgG<sub>1</sub> du sérum de la vache vers la glande mammaire commence entre 21 et 14 jours avant la parturition (figure 11) (**Brandon et Lascelles, 1975**).

De plus, un intervalle augmenté entre le vêlage et la première traite entraîne une chute significative du pourcentage d'Ig dans le colostrum. La perte de colostrum avant la traite augmente la probabilité d'avoir un colostrum avec un moins bon pourcentage d'Ig, ce qui diminue les chances d'avoir un transfert de l'immunité colostrale optimal (**Kruse, 1970**).

Il est important d'avoir une durée de tarissement suffisamment longue pour avoir un colostrum de bonne qualité.

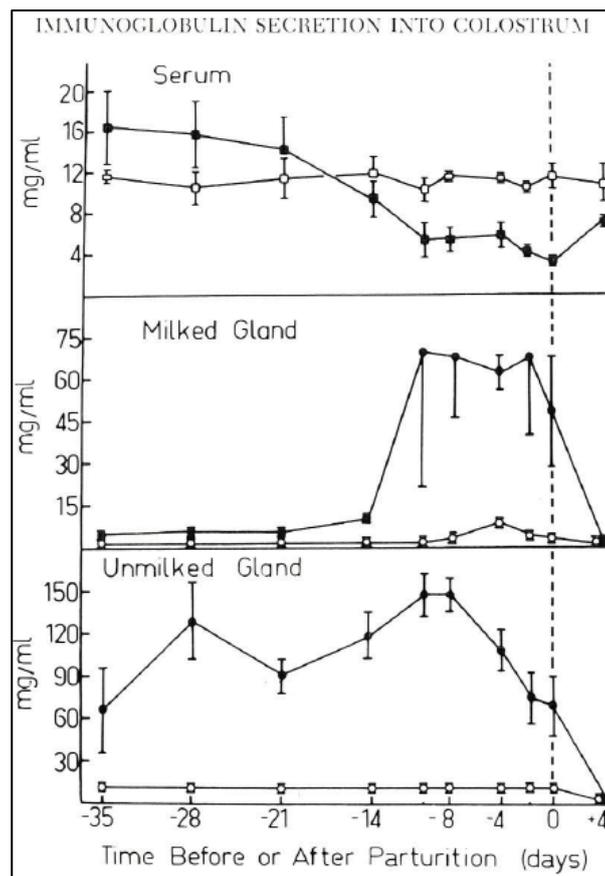


Figure 11 : modification de concentrations en IgG<sub>1</sub> (ronds noirs) et IgG<sub>2</sub> (ronds blancs) dans le sérum et sécrétions mammaires chez les vaches traitées en continu ou tarées (**Brandon et Lascelles, 1975**).

#### **I.4.6. Influence de l'alimentation**

L'influence de l'alimentation sur la concentration en immunoglobulines du colostrum n'est pas unanime pour tous les auteurs.

**Hough et al. (1990)** ont cherché à étudier l'influence d'une restriction nutritionnelle en fin de gestation (durant les 90 derniers jours de gestation) sur la qualité du colostrum produit sur des vaches à viande. La quantité d'immunoglobulines G des colostrums a été déterminée par la technique d'immunodiffusion radiale. Il apparaît dans les résultats qu'il n'y a pas de différence dans la concentration en immunoglobulines G chez les vaches restreintes par rapport aux vaches ayant une alimentation normale. La restriction alimentaire ne semble pas affecter significativement la concentration en immunoglobulines colostrales. Cette concentration semblerait peut-être même être plus élevée dans le groupe où les vaches ont subi une restriction alimentaire.

Alors qu'Odde a observé une diminution de la production de colostrum compensée, grâce à l'effet dilution, par une augmentation des concentrations colostrales en IgM et IgG<sub>1</sub> lors d'une restriction protéique importante durant la même période (-45% de l'apport quotidien recommandé en protéine) (**Odde, 1988**).

Chez les races allaitantes, il semble que les déficits énergétiques et protéiques puissent induire des taux sanguins d'immunoglobulines anormalement bas et donc un colostrum de qualité médiocre. (**Carraud, 1995**).

Même si une ration carencée en protéines et en énergie ne semble pas avoir d'impact sur la qualité du colostrum, elle en réduit le volume produit (**Logan, 1977; Petrie et al., 1984**) et la capacité d'absorption des Ig par le veau (**Hough et al., 1990**).

L'alimentation jouerait plus un rôle sur la quantité et la composition minérale et vitaminique du colostrum que sur sa teneur en Ig (**Maillard, 2006; Becker et Commun, 2013**).

Il est toutefois préconisé de couvrir les besoins en énergie et en protéines chez les femelles gestantes, ainsi que de les supplémenter en vitamines A, D, E et en oligoéléments (Se, Cu, Co, Zn). Un excès d'énergie par rapport à la protéine aura tendance à pénaliser la production d'anticorps à destination du colostrum.

De plus, le sélénium intervient dans la synthèse de production d'IgG. Si les vaches sont carencées en vitamine E et Sélénium elles auront tendance à produire moins de colostrum mais les concentrations en IgG ne sont pas impactées par les carences (**Godden, 2008**).

#### **I.4.7. Etat sanitaire de la mère**

L'état de santé de la vache en période de tarissement et au moment du vêlage influence la qualité du colostrum (**Dardillat et al., 1978**).

##### **• Influence de la présence de mammite**

Dans une étude faite en 1998 par **Maunsell et collaborateurs** ont cherché à connaître l'impact d'une mammite pendant la période de tarissement et le début de la production colostrale sur la quantité d'immunoglobulines G. Pour cela, ils ont examiné les sécrétions de la glande mammaire entre 14 et 07 jours avant le vêlage puis trois heures après le vêlage. Les immunoglobulines G du colostrum ont ensuite été dosées par immunodiffusion radiale. Le volume du colostrum produit par les glandes mammaires infectées de manière persistante est significativement plus faible que celui produit par des glandes saines. Cependant, on ne note aucune différence dans la concentration en immunoglobuline G produit. Ainsi les vaches présentant une mammite auront une quantité d'IgG colostrale plus faible que les vaches ayant une mamelle saine car le volume de colostrum produit sera plus faible (**Maunsell et al., 1998**).

Lors d'une mammite clinique, le processus inflammatoire associé entraîne une perturbation de la barrière entre le sang et le colostrum : le transfert sélectif des IgG<sub>1</sub> est rapidement inhibé tandis que le transfert passif des IgG<sub>2</sub> et des éléments sanguins (sang, protéines, etc.) augmente du fait de l'augmentation de la perméabilité de cette barrière. Les IgG<sub>1</sub> étant présentes en quantité beaucoup moins importante que les IgG<sub>2</sub>, la concentration colostrale en immunoglobulines diminue lors d'une mammite au vêlage (**B.L. Larson et al., 1980; Serieys et al., 1987**).

Outre les maladies, le parasitisme, en particulier la fasciolose semble avoir un impact négatif sur la qualité du colostrum par perturbation de la synthèse protéique (**Sérieys, 1993**).

Dans ces cas-là, il a en outre été observé que le colostrum pourrait permettre le transfert passif d'anticorps allergisants de la classe des IgE, pouvant provoquer des réactions anaphylactiques chez le veau (**Carraud, 1995**).

#### **I.4.8. Rôle de la vaccination des mères**

La vaccination des mères 3 à 6 semaines avant le vêlage c'est-à-dire avant ou durant la colostrogénèse peut entraîner une augmentation de la quantité d'anticorps dans le colostrum contre ces antigènes spécifiques (**Snodgrass et al., 1980**).

Les vaccins pour lesquels cette méthode s'est avérée la plus efficace sont ceux dirigés contre les agents qui provoquent des diarrhées du veau, notamment :

- Coronavirus*
- Rotavirus*
- E. Coli*
- Salmonella typhimurium*

#### **I.4.9. La saison de vêlage**

Le mois du vêlage a eu une influence marquée sur la densité du colostrum. Les vaches vêlant en été présentaient les valeurs les plus basses, tandis que celles qui vêlaient en automne avaient les valeurs les plus élevées (figure 12).

D'après l'analyse de 1085 colostrums provenant de 608 vaches sur 5 ans, (**D.E. Morin et al., 2001**) constatent que le mois de naissance a une influence significative sur la densité du colostrum, elle-même reliée à la concentration en protéines de celui-ci.

En effet, l'automne est la saison de vêlage où le colostrum est le plus riche en protéines (193 +/- 26g/L) tandis qu'en été les concentrations en protéines sont en moyenne les plus faibles (168 +/- 39g/L).

De la même façon, les valeurs moyennes de la densité du colostrum sur la population étudiée se sont révélées être sensiblement différentes au fil des années (**Morin, et al., 2001**).

À noter que la saison de vêlage n'influence pas la teneur en IgG du colostrum (**Pritchett et al., 1991**).

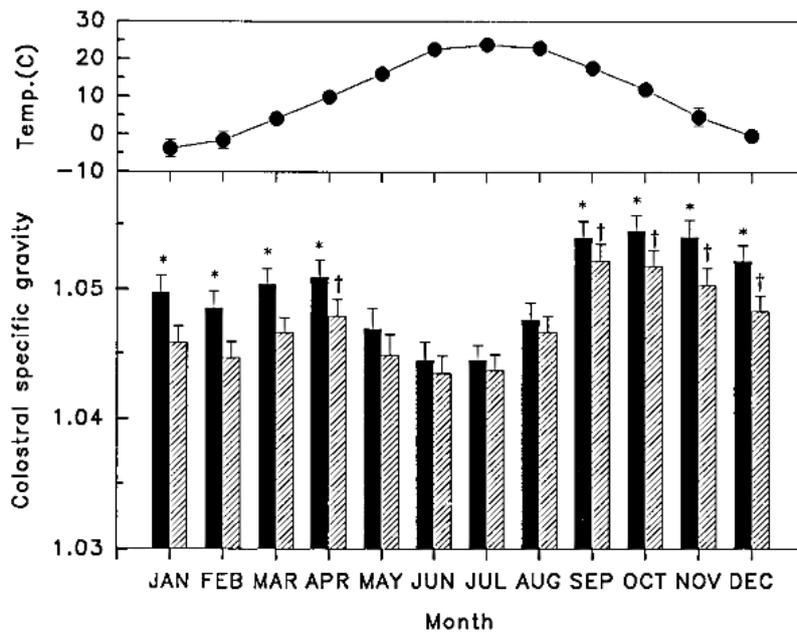


Figure 12: Répartition de la densité moyenne du colostrum et de la température en fonction du mois de vêlage, après une correction en fonction de la température (barres hachurées) ou non (barres noires), d'après **Morin et al, 2001**.

#### I.4.10. Conditions du vêlage

Les vaches ayant mis bas par césarienne ne produisent que très peu de colostrum comparé aux vaches ayant eu une mise bas eutocique (**Mangin, 2002**).

### I.5. Les rôles du colostrum pour le nouveau-né

Le colostrum est un aliment indispensable à la survie du veau nouveau-né. Son rôle de transfert d'immunité passive au veau est bien connu mais le colostrum contient également d'autres fonctions essentielles au bon développement du veau.

#### I.5.1. Rôles dans le métabolisme du nouveau-né

##### I.5.1.1. Rôle énergétique

Très riche en matière sèche (environ 25% contre 13% pour le lait), le colostrum est deux fois plus énergétique que le lait. Il est également plus digeste (sa digestibilité est supérieure à 90%), plus riche en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments. Il apporte donc au veau une importante quantité de substrats énergétiques qui lui permettra notamment d'assurer sa thermorégulation lors de sa naissance dans un environnement froid. Environ 1 L/j de colostrum suffit à combler l'apport énergétique du veau (**Hadorn et al., 1997**).

### **I.5.1.2. Rôle dans la régulation du métabolisme**

Outre les rôles nutritifs et immunitaires du colostrum, d'autres fonctions sont rapportées dans la littérature (**Maillard, 2006**):

- le métabolisme lipidique : régulation de la concentration plasmatique post-partum en acides gras non estérifiés, en leptine, régulation du métabolisme des triglycérides, des phospholipides et du cholestérol (**Rauprich et al., 2000 ; Hadorn et al., 1997**).
- le métabolisme glucidique : : régulation de la glycémie, de la néoglucogenèse hépatique, de l'insulinémie, de la concentration des IGF 1 et 2 et de leurs récepteurs dans l'intestin (**Hadorn et al., 1997 ; Rauprich et al., 2000; Hammon et al., 2003 ; Hammon et Blum, 2002**).
- le métabolisme protidique : régulation du catabolisme protéique, de l'albuminémie et de la concentration plasmatique en protéines totales (**Rauprich et al., 2000; Hadorn et al., 1997**).
- Le métabolisme hormonal : Participation à la synthèse d'hormones thyroïdiennes T3 et T4 à la naissance. Ces hormones sont nécessaires au développement de l'épithélium et à la maturation de l'intestin grêle, ainsi qu'aux enzymes qui y sont produites (**Hadorn et al., 1997 ; Gronget et al., 1985; Blättler et al., 2001**).
- Atténuation des effets des glucocorticoïdes endogènes (secrétés lors de situation de stress) ou exogènes après le part sur les cellules de l'immunité (**Norrman et al., 2003**).

### **I.5.2. Rôle dans les défenses du nouveau-né**

#### **I.5.2.1. A l'échelle locale au niveau de la muqueuse intestinale**

Le colostrum transite dans la lumière du tube digestif, au contact de la muqueuse intestinale. Des études ont montré que l'administration de colostrum à des veaux de plus d'une semaine, dont l'intestin est donc « fermé », est à l'origine d'une diminution de la sévérité des troubles gastro-intestinaux, suggérant ainsi une protection locale (**Allemand, 2008**).

##### **I.5.2.1.1. L'immunité humorale**

Les anticorps colostraux vont tapisser la muqueuse empêchant ainsi la fixation des agents pathogènes. De plus, IgM et IgA ont un pouvoir agglutinant. La fixation des anticorps aux pathogènes présents dans la lumière digestive permet leur élimination fécale sous forme de congglomérats de germes (**Gauthray, 2019**).

##### **I.5.2.1.2. L'immunité cellulaire**

Les cellules maternelles contenues dans le colostrum assurent aussi cette protection locale par leur pouvoir de phagocytose (**Gauthray, 2019**).

### **I.5.2.1.3. L'immunité non spécifique**

La lactoferrine chélate le Fer le rendant moins disponible pour la multiplication bactérienne. La lactoperoxydase génère des molécules à activité anti-microbienne comme l'eau oxygénée. Enfin les oligosaccharides entrent en compétition avec les germes entéro-adhérents au niveau de la muqueuse intestinale (**Gauthray, 2019**).

### **I.5.2.2. A l'échelle systémique**

Les premiers anticorps synthétisés par le veau ne sont mesurables dans le sérum qu'après au moins une semaine de vie (**Maillard, 2006**). Pendant ce temps, à la faveur d'une bonne absorption, l'immunité systémique passive est assurée par les immunoglobulines colostrales qui ont franchi la barrière digestive (**Allemand, 2008**).

#### **I.5.2.2.1. L'immunité humorale**

Selon les auteurs, les IgG absorbées par le veau ont une demi-vie plasmatique de 11.5 à 32 jours (**Barrington et Parish, 2001**) .

Les IgM ont une demi-vie plus courte de 4 jours et les IgA ont la demi-vie plasmatique la plus courte avec une moyenne de 2 jours (**Mangin, 2002**).

#### **I.5.2.2.2. L'immunité cellulaire**

Cette immunité cellulaire conférée par le colostrum n'est possible que si le veau ingère le colostrum non pasteurisé et non congelé de sa propre mère. Les leucocytes maternels présents dans le colostrum survivent dans le tractus gastro-intestinal du veau, sont absorbés et se retrouvent dans la circulation sanguine pendant environ 48h (**Godden, 2008**).

Les leucocytes maternels permettent d'augmenter l'expression du CMH de classe 1 des lymphocytes du veau (**Reber et al., 2008**) augmentant ainsi la capacité de présentation des antigènes. La réponse immunitaire du veau face à un pathogène est donc plus précoce, plus efficace et plus durable. Plusieurs études mettent en évidence le rôle « protecteurs » des leucocytes colostraux comme celle menée par Donovan qui compare la réponse au virus de la BVD chez des veaux nourris avec du colostrum dépourvu de cellules maternelles avec celle de veaux nourris avec du colostrum entier (**Donovan et al., 2007**).

### **I.5.3. Effet laxatif**

Le colostrum a un important effet sur la Régulation du transit, et cela grâce en particulier aux minéraux qu'il contient en forte quantité (**Colin, 2013**). Donc le colostrum a des propriétés laxatives et stimulantes du péristaltisme intestinal. Il stimule donc l'évacuation du méconium et prévient la fixation des bactéries sur les microvillosités de l'intestin (**Allix et al., 2013**).

## **I.6. Évaluation de la qualité du colostrum**

Bien que le colostrum contienne de nombreux facteurs immunitaires, la richesse en immunoglobulines du colostrum est un des principaux paramètres retenus pour évaluer sa qualité. Cette évaluation est importante surtout dans les élevages laitiers où la concentration colostrale en immunoglobulines peut être un facteur limitant la qualité du transfert de l'immunité passive (**M. A. Guy et al., 1994**).

Les seuils permettant de distinguer un « bon » d'un « mauvais » colostrum sont assez variables selon les études. Les études de **Pritchett et al. (1994)** et **Quigley et al. (2013)** ont choisis arbitrairement un seuil de détection par immunodiffusion radiale à 40 g/L. Le seuil de 50 g/L est plus fréquemment choisis (**Chigerwe et al., 2008 ; Biemann et al., 2010**).

Le colostrum sera donc considéré comme « mauvais » pour des concentrations sériques en IgG inférieures à 50 g/L, « moyen à bon » entre 50 et 100 g/L, et « excellent » si la concentration en IgG1 est supérieure à 100 g/L (**Cornille, 2015**).

En effet, les apports en IgG classiquement recommandés chez le veau nouveau-né sont de 150 à 200 g et en élevage laitier, ces quantités peuvent être atteintes en faisant ingérer au veau 3 à 4 L de colostrum, en se basant sur une concentration en IgG du colostrum d'environ 50 g/L (**Quigley et al., 2002**).

Il existe des techniques de laboratoire permettant de chiffrer exactement cette concentration. D'autres techniques, moins précises, permettent néanmoins d'estimer la qualité du colostrum, de façon indirecte, avec l'avantage de pouvoir être mises en œuvre en exploitation agricole (**Stenger, 2016**).

### **I.6.1. Méthodes directes :**

#### **I.6.1.1. L'immunodiffusion radiale (IDR)**

L'immunodiffusion radiale (IDR), technique développée par Mancini (**Mancini et al., 1965**) est actuellement considérée comme la méthode quantitative de référence (ou méthode gold standard). Le principe de l'IDR est basé sur une réaction de précipitation entre les antigènes (Ag), représentés par les Ig à doser, et les anticorps (Ac) polyclonaux spécifiques. La précipitation résulte de la formation d'un réseau moléculaire suite à la formation de complexes Ag-Ac lorsque leurs concentrations sont équivalentes.

Le colostrum à tester est placé à l'intérieur de puits préalablement formés dans un gel d'agarose et chargés en anticorps anti-IgG<sub>1</sub>. Peu à peu, les immunoglobulines diffusent dans la gélose. Il se forme alors des complexes anti-IgG<sub>1</sub>-IgG<sub>1</sub> dessinant un anneau de précipitation, dont le diamètre au carré est proportionnel à la concentration en IgG<sub>1</sub> du colostrum testé. La concentration en IgG des échantillons à doser est finalement obtenue, grâce à une courbe d'étalonnage (Figure 13), en

comparant le diamètre des anneaux de précipitation obtenus par rapport au diamètre des solutions standards, dont la concentration en IgG est connue (Cornille, 2015; Vandeputte, 2019)

La mise en œuvre de cette technique nécessite un délai de minimum de 24 à 48 heures avant l'obtention des résultats (Gershwin, 2008).

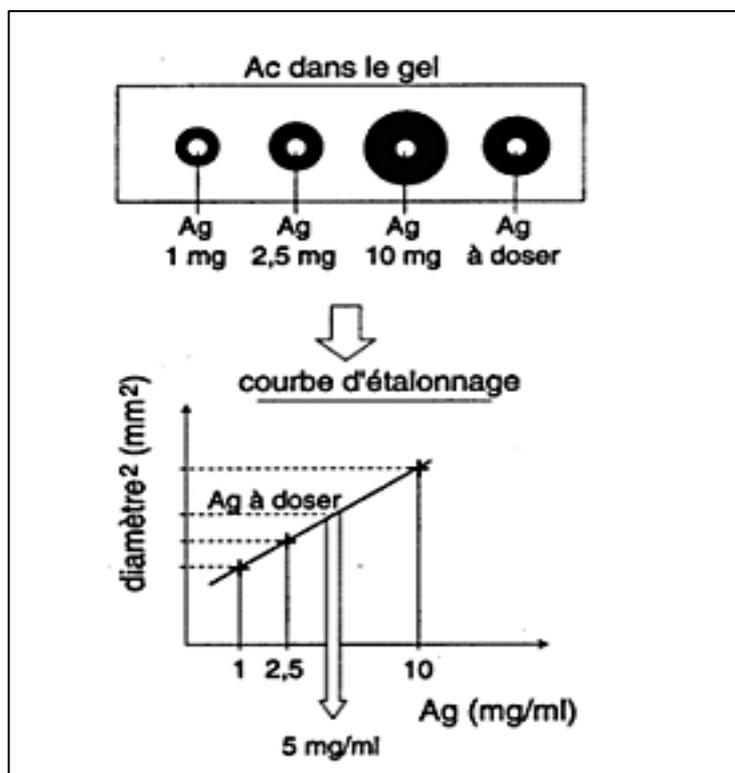


Figure 13 : Courbe d'étalonnage permettant de déterminer la concentration en immunoglobulines d'un colostrum par la méthode de l'IDR (Imbert, 2005).

#### I.6.1.1.1. Avantages et Inconvénients

Cette technique présente l'avantage d'être fiable et précise, mais aussi d'être spécifique de classe d'immunoglobulines. En utilisant des anticorps dans la gélose dirigés uniquement contre les IgG<sub>1</sub>, seuls ces derniers sont dosés (Jacques, 2012).

Cependant, elle présente plusieurs inconvénients. La migration des immunoglobulines colostrales peut être gênée par les autres constituants du colostrum, en particulier les matières grasses (Quigley 2008). Fleenor et Stott (1981) recommandent tout de même de ne pas séparer les matières grasses pour faire l'analyse, en raison de surestimations de la qualité du colostrum ainsi occasionnées (Stenger et al., 2016).

L'IDR est une analyse complexe qui doit être faite dans un laboratoire, car elle nécessite une expertise et du matériel spécifique : incubateur à 37°C, micropipettes de 50 à 1000 µL avec embouts jetables, en plus la migration est longue et dure environ 24 heures, ce qui la rend pratiquement inutilisable à la ferme (Pfeiffer et al., 1977).

### **I.6.1.2. Electrophorèse des protéines**

L'électrophorèse est une méthode de séparation de protéines, basée sur leurs propriétés physiques comme la taille et la charge nette (**Gapper et al., 2007**). La migration des protéines se fait sur un gel (agarose, polyacrylamide) soumis à un champ électrique continu. L'électrophorèse unidimensionnelle fait en présence d'un agent réducteur comme le bêta-mercaptoéthanol qui coupe les ponts disulfures par exemple et du sodium dodécyl sulfate permet de charger négativement toutes les protéines contenues dans un échantillon. Il est ainsi possible de séparer des protéines comme les immunoglobulines selon leur poids moléculaire. Les protéines migrent vers le pôle positif et ce d'autant plus vite qu'elles sont petites. Par la suite, il est possible de transférer les molécules sur une membrane de nitrocellulose pour procéder à la détection des différentes immunoglobulines grâce à la fixation d'anticorps spécifiques anti-immunoglobulines. Ces anticorps peuvent être couplés à une enzyme appelée peroxydase permettant de déterminer la concentration des différentes immunoglobulines au sein du colostrum à partir d'une gamme standard (immunoglobulines purifiées dont on connaît déjà la concentration) ayant migré en parallèle sur le gel (**Vandeputte, 2019**).

#### **I.6.1.2.1. Avantage et inconvénients**

Cette méthode semi-quantitative est peu utilisée pour le dosage des IgG car elle est coûteuse et relativement imprécise. Certaines améliorations techniques comme l'électrophorèse en deux dimensions ou l'électrophorèse capillaire ont néanmoins permis d'augmenter la sensibilité de cette méthode (**Vandeputte et al., 2018**).

### **I.6.1.3. Test ELISA**

Le test ELISA (Enzyme-linked ImmunoSorbent Assay) permet le dosage quantitatif des immunoglobulines colostrales, en particulier des immunoglobulines G. Ce test est également basé sur le principe de la réaction antigène-anticorps.

Le type d'ELISA le plus utilisé est la méthode dite « ELISA sandwich ». Elle consiste à la fixation des IgG avec un anticorps anti-immunoglobulines bovines sur une surface solide, l'ensemble est ensuite incubé une heure à 37° C puis rincés. À ces complexes nouvellement formés sont rajoutés des anticorps marqués par une enzyme et dirigés contre les immunoglobulines à tester puis rinçages, Ensuite l'ajout d'un substrat chromogène (colorant) de l'enzyme crée une réaction de coloration mesurable par spectrophotométrie (**Jacques 2012; Morin 2019**).

#### **I.6.1.3.1. Avantages et Inconvénients**

Cette technique est très sensible et relativement facile et rapide à utiliser (**Jacques, 2012**), cependant elle nécessite du matériel de laboratoire, de l'expertise et est coûteuse (**Hogan et al., 2015**).

## I.6.2. Méthodes indirectes

### I.6.2.1. Pèse colostrum ou colostromètre

Le pèse-colostrum est un instrument utilisé à la fois en filières bovine, équine et de petits ruminants. Il permet d'estimer la richesse en immunoglobulines dans le colostrum par la mesure de sa densité. En effet, la densité du colostrum est assez bien corrélée à la concentration en IgG ( $r^2=0,69$ ) (**Fleenor et Stott, 1980**).

Le pèse-colostrum est constitué d'une tige plombée dont la hauteur de la ligne de flottaison est liée à la concentration en immunoglobulines G du colostrum (figure 14). Il faut donc plonger le pèse-colostrum dans un récipient contenant le colostrum à évaluer (**Jacques, 2012**).

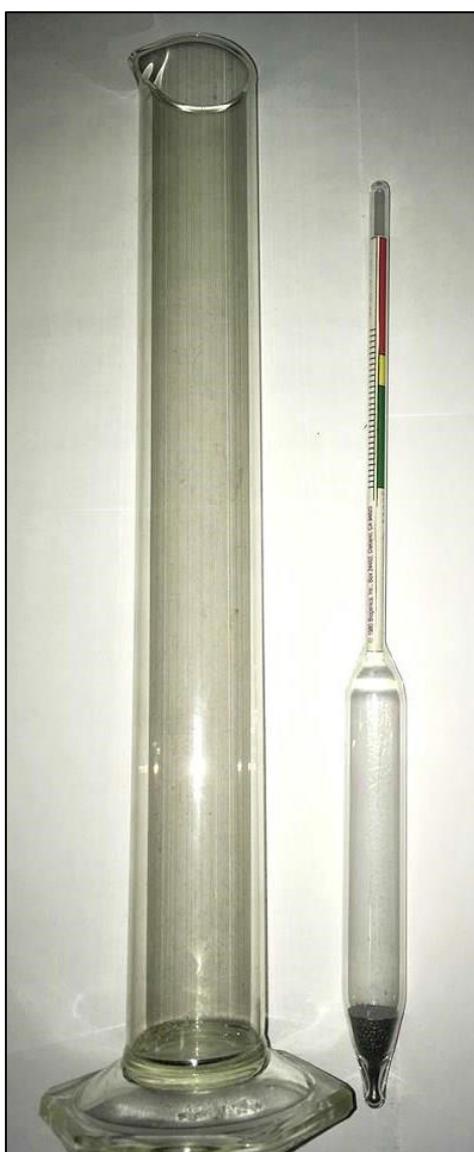


Figure 14 : Colostromètre en verre permettant de mesurer la qualité du colostrum (**Jacques,2012**).

La lecture, effectuée généralement sur du colostrum à une température de 25-30°C, est directe et se fait au niveau de la limite de flottaison. De manière générale, on différencie trois niveaux de qualité du colostrum (**D. E. Morin et al., 2001**).

- 50 g/L d'immunoglobulines (zone orange ou rouge selon les modèles) : colostrum de mauvaise qualité.
- Entre 50 et 100 g/L d'immunoglobulines (zone jaune) : colostrum de qualité moyenne à bonne.
- Plus de 100 g/L d'immunoglobulines (zone verte) : colostrum d'excellente qualité.

Toutefois, la densité du colostrum peut être fortement influencée par d'autres facteurs, tels que la race, le numéro de lactation, la saison (**Morin et al., 2001**).

La température du colostrum modifie également sa densité (**Mechor et al., 1992 ; Morin et al., 2001**). **Mechor et al.(1992)** proposent une équation permettant de calculer la concentration colostrale en IgG à partir de sa densité et en tenant compte de sa température. L'équation suggérée pour un colostrum ayant une température ambiante de 20°C est la suivante :

$$[\text{IgG}] \text{ (g/L)} = 958 \times \text{densité} - 969$$

Pour un colostrum à une température différente, l'équation est la suivante :

$$[\text{IgG}] \text{ (g/L)} = 853 \times \text{densité} + 0.4 \times T \text{ (}^\circ\text{C)} - 866$$

La densité est surestimée à faible température et sous-estimée à forte température (**Mechor et al., 1992**). Un même colostrum peut donc être de bonne qualité en sortant du réfrigérateur, et de mauvaise qualité juste après la traite de la vache.

#### **I.6.2.1.1. Avantages et Inconvénients**

Il s'agit d'une technique simple, dont la lecture est directe et rapide. Le pèse-colostrum est un outil peu encombrant, léger (600 à 700 g), mobile, assez peu coûteux. Il peut donc être utilisé en routine par l'éleveur.

Cependant, la forte sensibilité de la densité du colostrum à la température extérieure lors de l'utilisation (**Mechor et al., 1992**) diminue les performances de cet outil. Son utilisation nécessite une quantité assez importante de colostrum : 250 à 500 ml au minimum. Donc cette méthode est nettement moins précise que les méthodes de laboratoire citées auparavant et ses performances sont médiocres (**Jacques 2012 ; Morin 2019**).

### **I.6.2.2. Le réfractomètre de Brix**

Le réfractomètre de Brix (RBrix) optique (à lecture manuelle) ou numérique évalue la concentration totale en protéines d'une solution et donc à la concentration en immunoglobulines (principalement aux IgG<sub>1</sub>) par la mesure de son indice de réfraction (**Cornille, 2015**).

#### **I.6.2.2.1. Colotest ou réfractomètre optique**

Le réfractomètre se présente comme une petite lunette d'observation (figure 15). Le principe est de déposer l'échantillon à analyser sur le prisme, le couvercle est alors refermé et l'instrument est dirigé vers la lumière. Il suffit alors de faire une lecture directe au niveau de l'interligne séparant la zone claire de la zone sombre. L'instrument doit être préalablement étalonné avec deux gouttes d'eau distillée ou d'eau sucrée en fonction des modèles, déposées sur le prisme en réglant la mesure sur zéro (**Cornille, 2015**).



Figure 15 : réfractomètre portable « Brix » (**Imbert, 2005**).

#### **I.6.2.2.2. Le réfractomètre numérique**

Pour le Réfractomètre numérique son principe est similaire au colotest mais le résultat sur l'échelle Brix est fourni numériquement (figure16), avec moins d'erreurs possibles lors de la lecture des résultats sur l'échelle de graduations.

L'ajout acide caprylique peut améliorer le coefficient de corrélation ( $r$  0.93 au lieu de 0.90) mais seulement sur des échantillons de colostrum frais (**Morrill et al. 2012**).



Figure 16 : Réfractomètre de Brix digital (Morin, 2018).

La limite basse définissant un colostrum de qualité acceptable a été fixée à 22 % (Bielmann et al., 2010). Cette valeur n'est pas influencée par le caractère congelé ou frais du colostrum, ni par la température du colostrum au moment de l'analyse.

Concernant le type de réfractomètre ; Les coefficients de corrélation reliant les valeurs issues de ces deux types de réfractomètres sont élevés à très élevés, entre 0.89 et 0.98 (Bielmann et al., 2010 ; Cornille, 2015). Ceci indique que pour un même échantillon de colostrum, les valeurs de % Brix obtenues avec un réfractomètre numérique ou optique sont similaires.

#### **I.6.2.2.3. Avantages et inconvénients**

La réfractométrie s'avère être une technique simple et rapide permettant de différencier un colostrum de mauvaise ou de bonne qualité immunitaire. Qu'il soit digital ou optique le réfractomètre est peu coûteux, relativement robuste, facilement calibrable. Le coût des analyses est donc faible. Ce type de méthode offre une nouvelle voie pour l'analyse du colostrum au chevet de la vache. L'analyse peut être réalisée sur un colostrum frais ou décongelé, en effet la congélation n'a aucun impact sur le résultat de l'analyse (taux de corrélation de 0.97) (Bielmann et al., 2010). Parmi les 2 réfractomètres

il faut souligner que le refractomètre digital semble plus précis car l'affichage numérique de la valeur évite les biais de lecture (**Gauthray, 2019**).

Le seul inconvénient de cette technique est le fait qu'il faille diluer le colostrum à fin d'analyse. Cela rend un peu plus difficile l'utilisation sur le terrain (**Imbert, 2005**).

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **I. Objectif de l'étude**

L'évaluation de la qualité du colostrum est une étape essentielle dans le management de la prise colostrale. L'ingestion d'un colostrum de qualité durant les premières heures de vie est essentielle pour la santé et les performances zootechniques ultérieures du veau. La qualité d'un colostrum dépend en partie de sa concentration en IgG.

Le vétérinaire tout comme l'éleveur, peuvent être amenés, dans certaines situations, à avoir besoin de déterminer la qualité d'un colostrum.

A l'issue de l'analyse de la littérature, seuls deux outils sont utilisables sur le terrain : le pèse colostrum et le réfractomètre numérique ou optique de type Brix.

Ces méthodes d'évaluation de la qualité du colostrum sont utilisables en élevage, simples et rapides, ne nécessitant qu'une très petite quantité de colostrum. En termes de coût, le réfractomètre est plus onéreux que le pèse colostrum. Cette considération est susceptible d'amener les éleveurs et les vétérinaires à privilégier le moins onéreux.

La présente étude porte sur :

- L'analyse de la concentration en immunoglobulines G du colostrum de bovins par deux méthodes de mesure (mesure par colostromètre et réfractomètre).
- L'influence de différents facteurs sur la concentration colostrale sera également étudiée (influence de l'âge et du nombre de lactations, influence du sexe du veau, influence de la saison, ...).

## II. Matériel et méthode

### II.1. Lieu d'expérimentation

Cette étude a été effectuée sur des prélèvements de colostrum pour des naissances de veaux ayant eu lieu entre Mars et Août 2022 dans une exploitation laitière dans la région de Tipaza. Cette ferme a été choisie en raison de sa volonté à collaborer et du fait qu'elle participe à un suivi de troupeau sur une base régulière.

Cette ferme expérimentale est située dans la région Est de Tipaza, daïra de Hamer El Ain commune de Sidi Rached (figure 17).



Figure 17 : Localisation de la ferme enquêtée en région Est de Tipaza (Google Maps).

#### Description de la ferme

Cette ferme est un complexe de production laitière qui regroupe plusieurs projets, la production fourragère (ensilage de sorgho, paille, foin d'avoine...), une ferme moderne d'élevage bovin laitiers (environ 160 têtes), une unité de transformation du lait et dérivés.

Nous avons observé au cours de notre visite les caractéristiques suivantes :

- Le type d'élevage : intensif
- Les races élevées : Holstein, Montbéliarde et Fleckvieh.
- Bovins en stabulation libre en logette
- L'identification des veaux dès la naissance par deux boucles en plastiques agrées, une boucle à chaque oreille, portant le même numéro national d'identification.

- Présence d'une salle de traite mécanique.
- Un niveau d'hygiène assez important
- La ration est composée de fourrage et du concentré distribuée selon les besoins de chaque vache.
- La reproduction se fait par insémination artificielle.
- Des séances de vaccination (contre la fièvre aphteuse, la pasteurellose)
- Des déparasitages sont faits de manière systématique.

Cette ferme a été choisie en raison de sa volonté à collaborer et du fait qu'elle participe à un suivi de troupeau sur une base régulière, aussi l'effectif de cette exploitation et assez importante.

## **II.2. Bovins concernés**

La population de notre étude est composée de vaches qui ont mis bas et de 4 races différentes. Le colostrum a été prélevé par les vétérinaires praticiens au moment de la première traite, au total 53 vaches ont été incluses dans l'étude.

## **II.3. Prélèvements et informations recueillies**

### **II.3.1. Récolte de différentes données liées au vêlage**

Comme décrit dans la première partie de cette thèse, à l'échelle d'un troupeau conduit de la même façon, la composition du colostrum varie suivant :

- L'individu (paramètre qu'il sera impossible d'estimer)
- Le rang de lactation de la mère
- Le délai entre la mise bas et le prélèvement
- Les conditions de vêlage

Ainsi, il a fallu recueillir l'ensemble de ces données. Pour ce faire, les vétérinaires ont reçu une fiche qu'ils devaient remplir à chaque vêlage. Cette fiche avait permis de récolter plusieurs informations regroupées autour de deux sections :

- VACHE (numéro d'identification, race, rang de lactation, circonstances de mise-bas, alimentation, état sanitaire, antécédents pathologiques)
- SEXE DU VEAU (mâle ou femelle)

### II.3.2. Prise d'échantillon de colostrum

Des flacons de prélèvements stériles ont été remis. Le vétérinaire prélevait lui-même le colostrum au moment du vêlage ou après celui-ci.

Les échantillons correspondant à un colostrum de mélange des quatre quartiers, ont été prélevés à la main lors de la première traite de la manière suivante :

- Lavage et désinfection des mains
- Nettoyage, désinfection et séchage de la mamelle
- Prélèvement de 4 à 5 jets de colostrum de chaque trayon après élimination des premiers jets.

Une fois prélevé, le colostrum était identifié. La moitié des échantillons a été congelée dans les plus brefs délais (figure 18), en effet d'après **Bielmann et al, (2010)** la congélation ne modifie en rien le résultat de l'analyse du % Brix du colostrum. L'autre moitié a servi à effectuer les mesures par les vétérinaires de la ferme.



Figure 18 : Conservation des échantillons du colostrum (Photo personnelle, 2022).

## **II.4. Analyse de la qualité du colostrum**

Des analyses sur la concentration colostrale en immunoglobulines G ont été effectuées selon deux méthodes :

- Mesure par un pèse colostrum
- Mesure par un réfractomètre numérique de type Brix

### **II.4.1. Evaluation de la densité du colostrum avec le colostromètre**

Tous les échantillons de colostrum ont été analysés par le pèse colostrum juste après leur récolte à température entre 20°C et 23°C, ensuite on plonge le colostromètre dans le colostrum. Entre chaque mesure, le pèse colostrum était rincé deux fois à l'eau de robinet. Par ailleurs, sur le modèle du colostromètre utilisé, les graduations varient de 25 g/L à 125 g/L. La lecture se fait grâce à des codes couleur (figure 19), donc la qualité du colostrum est déterminée par la lecture de la couleur présente au niveau de la ligne de flottaison :

- Rouge [25-50g/L] : mauvais colostrum soit moins de 50g d'IgG/L
- Jaune [50-100g/L] : bon à moyen soit de 50 à 100g d'IgG/L
- Vert [100-125g/L] : très bon soit au moins 100g d'IgG/L



Figure 19 : Dosage du colostrum à l'aide du pèse colostrum (**Photo personnelle, 2022**).

#### **II.4.2. Evaluation des protéines totales avec le réfractomètre numérique**

L'évaluation des protéines totales (corrélée aux immunoglobulines et plus particulièrement aux IgG) a été réalisée à l'aide du réfractomètre numérique (modèle OBIONE CALF, 0 à 50% Brix, 0 à 80°C) par les vétérinaires praticiens. Toutes les mesures ont été réalisées à la ferme.

Contrairement au dosage effectué avec le colostromètre, la température du colostrum n'a pas été mesurée dans le cas du réfractomètre. On a utilisé cette méthode aussi bien pour du colostrum frais et congelé.

Avant l'analyse du colostrum, les échantillons congelés à -20°C ont été réchauffés dans un bain marie, dont la température ne dépasse pas 30°C jusqu'à décongélation et homogénéisés par retournements.

Mode d'utilisation :

Une à deux gouttes de colostrum est déposée sur le prisme à l'aide d'une pipette jetable puis on appuie sur READ et la valeur s'affiche et entre chaque mesure, le réfractomètre était réétalonné avec de l'eau distillée (figure 20).



Figure 20: lecture du dosage du colostrum au réfractomètre numérique (**photo personnelle, 2022**).

- Les variables (dépendantes et indépendantes) étudiées sont les suivantes :
  - Concentration en immunoglobulines G en g/L du colostrum déterminé à l'aide du Réfractomètre Brix.
  - Concentration en immunoglobulines G en g/L à partir de la valeur lue sur le colostromètre.
- Les covariables étudiées sont les suivantes :
  - Etude de l'effet de la race
  - Etude de l'effet de la parité
  - Etude de l'effet du sexe du veau
  - Etude de l'effet de l'état de santé de la vache

### III. Résultats

#### III.1. Concentration en immunoglobulines G du colostrum

##### III.1.1. Colostromètre

La densité des échantillons de colostrum a été mesurée à l'aide d'un pèse-colostrum et traduite directement en concentration en IgG (seules indications disponibles sur l'appareil).

Les résultats de cette conversion sont présentés dans la figure 21. Les concentrations minimum, maximum étaient respectivement de 25g/L et 150g/L et une concentration moyenne de 105 g/l.

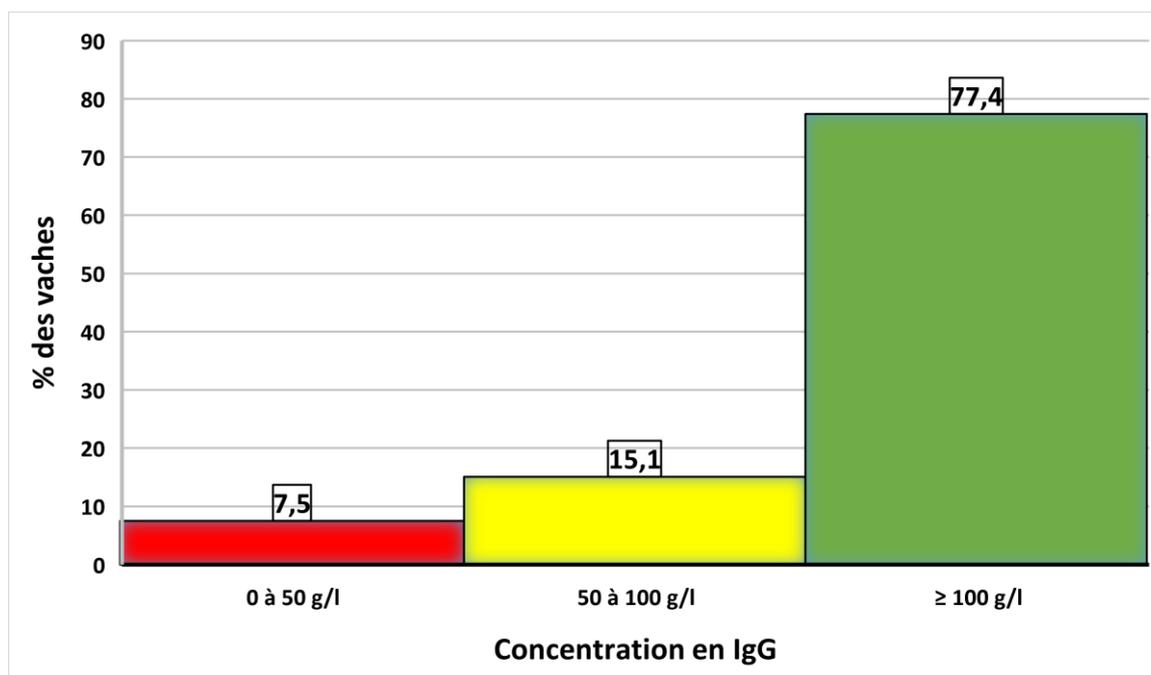


Figure 21 : répartition des concentrations du colostrum de vache d'après la mesure de leur densité au pèse-colostrum.

Si on classe le colostrum selon sa teneur en IgG :

- La classe dont la concentration en immunoglobulines G est comprise entre 0 à 50 g regroupe 4 valeurs, soit 7,5%.
- La classe de 50 à 100 g/L regroupe 8 valeurs, soit 15,1%.
- La classe  $\geq 100$  g/L regroupe 41 valeurs, soit 77,4%.

##### III.1.2. Réfractomètre

53 colostrums ont été dosés au réfractomètre numérique, la valeur moyenne en Brix est de 23,9 %, la valeur minimale est de 9,1% et la valeur maximale est de 33,2%.

On peut ordonner les différentes valeurs obtenues selon leur pourcentage Brix lues sur le réfractomètre en 03 classes (tableau 5).

Tableau 5 : Répartition des colostrums selon leur % Brix.

<b>Valeur Brix</b>	<b>Nombre d'échantillons</b>	<b>Pourcentage</b>
< 22%	15	28,3%
[22-30]	31	58,5%
> 30%	7	13,2%

### **III.2. Rang moyen de lactation des vaches**

Pour chaque colostrum de vache qui a été analysé, la parité a été indiquée (à l'exception d'une vache la parité n'a pas été indiquée). La répartition des vaches en fonction de leur rang de lactation est représentée dans les figures 22 et 23.

Parmi 52 vaches laitières :

- 7 sont des primipares, soit 13,5%
- 16 sont en 2<sup>ème</sup> lactation, soit 30,1%
- 6 vaches en 3<sup>ème</sup> lactation, soit 11,5%
- 8 sont en 4<sup>ème</sup> lactation, soit 15,3%
- 7 sont en 5<sup>ème</sup> lactation, soit 13,5%
- 6 sont en 6<sup>ème</sup> lactation, soit 11,5%
- Une seule est en 7<sup>ème</sup> lactation, soit 1,9%
- Une seule est en 8<sup>ème</sup> lactation, soit 1,9%

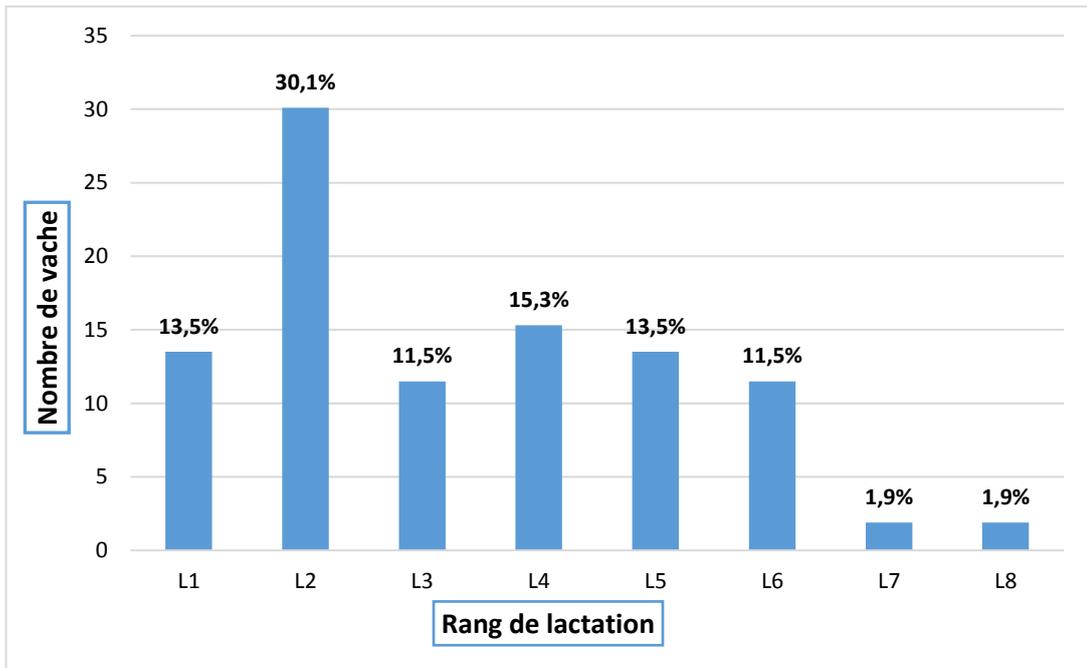


Figure 23 : Répartition des vaches en fonction de leur rang de lactation.

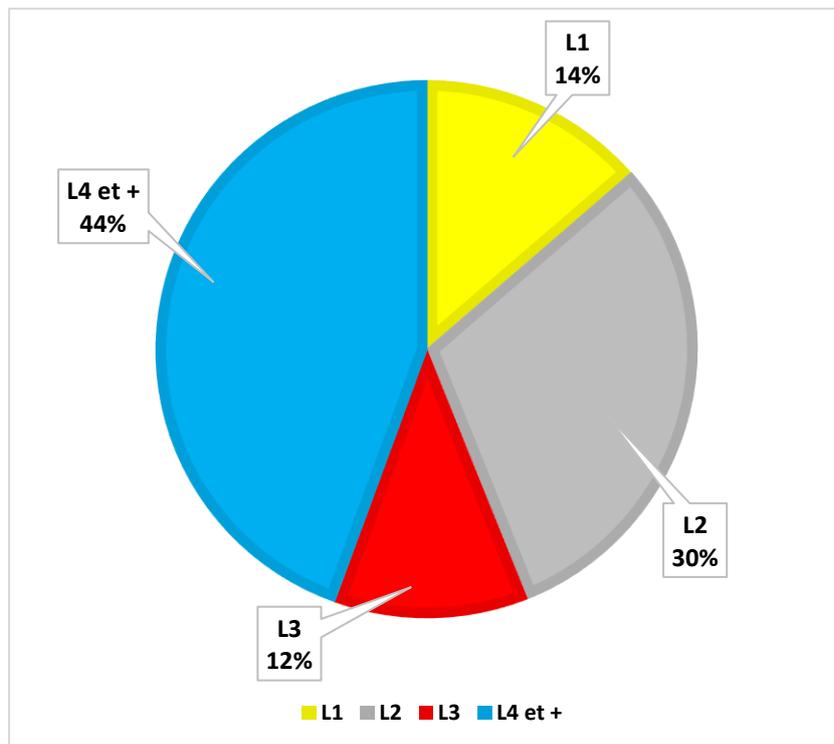


Figure 22: Répartition des vaches en fonction de leur rang de lactation.

Nous pouvons remarquer la prédominance de vaches en 2ème lactation.

### III.3. Répartition des vaches selon la race

Notre étude a concerné trois races de vaches laitières. La répartition de la population étudiée selon la race montre par ordre d'importance 62,3 % de Holstein, 26,4 % de Fleckvieh, 11,3 % de Montbéliarde (figure 24).

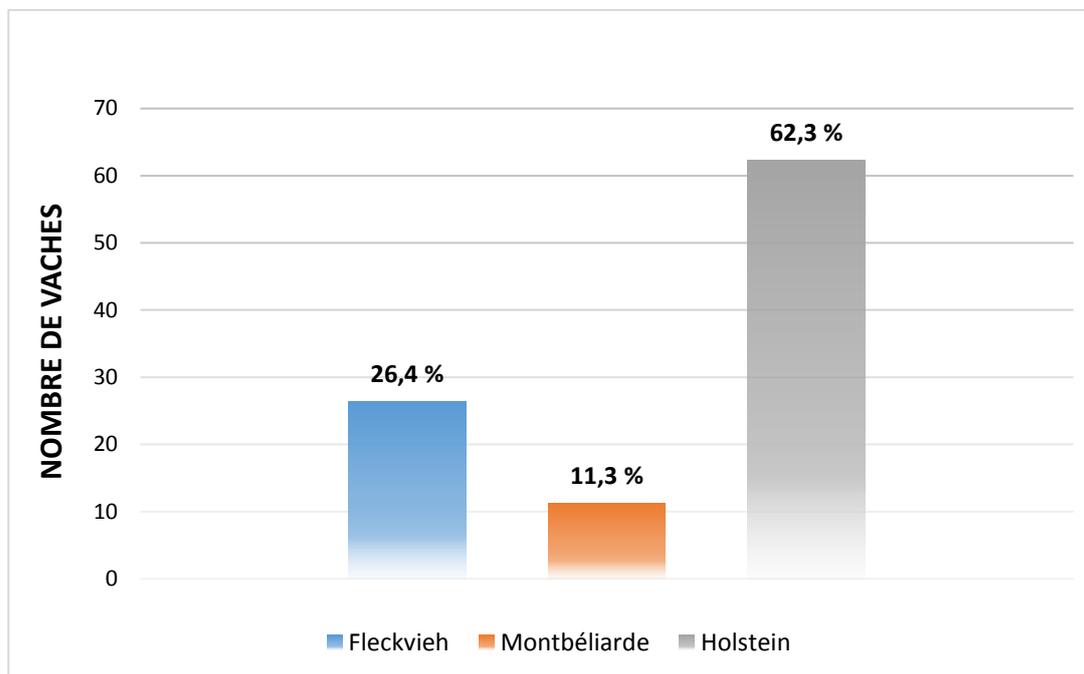


Figure 24 : Répartition des échantillons de colostrum en fonction de la race des vaches.

### III.4. Le sexe des veaux

Cette information est indiquée pour 46 vaches. Dix veaux non pas été inclus dans ce paramètre.

Pour chaque veau, il a été indiqué si c'était un mâle ou une femelle. On a donc 23 femelles soit 50% de l'échantillon de cette étude et 23 mâles soit 50% de la population étudiée.

Ces données sont représentées sur un histogramme (figure 25).

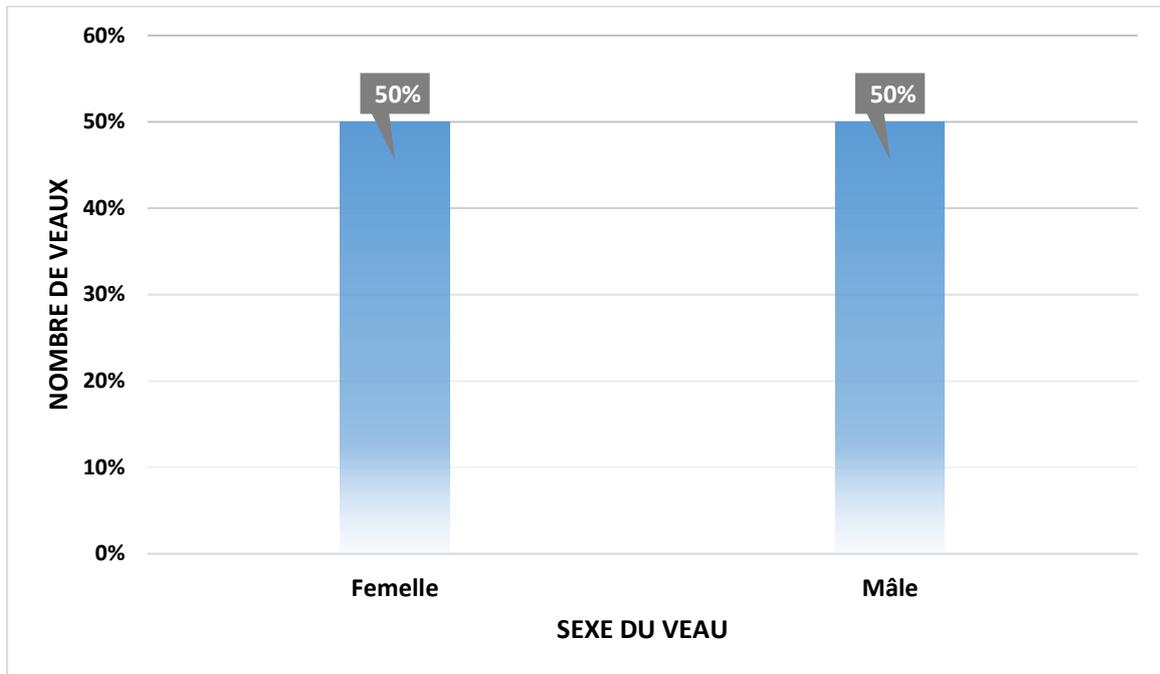


Figure 25: Répartition des échantillons de colostrum en fonction du sexe du veau.

#### IV. Analyse des résultats :

##### IV.1. Concentration en immunoglobulines du colostrum

##### IV.1.1. Analyse des résultats du pèse colostrum

Le nombre d'échantillons analysés au colostromètre était de 53. On peut ordonner les différentes valeurs obtenues en classe selon la concentration en immunoglobulines G du colostrum en 03 classes (tableau 6).

Tableau 6 : Répartition de la concentration en immunoglobulines G dosé par colostromètre.

Classe d'IgG	Nombre d'échantillons	Pourcentage
0 à 50 g/l	4	7,5%
50 à 100 g/l	8	15,1%
≥ 100 g/l	41	77,4 %

D'après la littérature, un colostrum est considéré de bonne qualité lorsque son taux en immunoglobulines G dépasse le seuil des 50g/l. Ainsi, dans cette étude, 92 % des colostrums sont considérés de bonne qualité avec une concentration moyenne en IgG de 116,4 g/l.

- La classe de 0 à 50 g/l représente le colostrum de mauvaise qualité dont la concentration moyenne en IgG est de 26,3 g/l.
- La classe de 50 à 100 g/l représente le colostrum de qualité moyenne avec une concentration moyenne en IgG est de 65g/l.
- La classe des échantillons dont la concentration est située au-dessus de 100 g/l représente le colostrum de bonne qualité avec une concentration moyenne en IgG de 121,5 g/l.

Ces données sont représentées sur un histogramme (Figure 26).

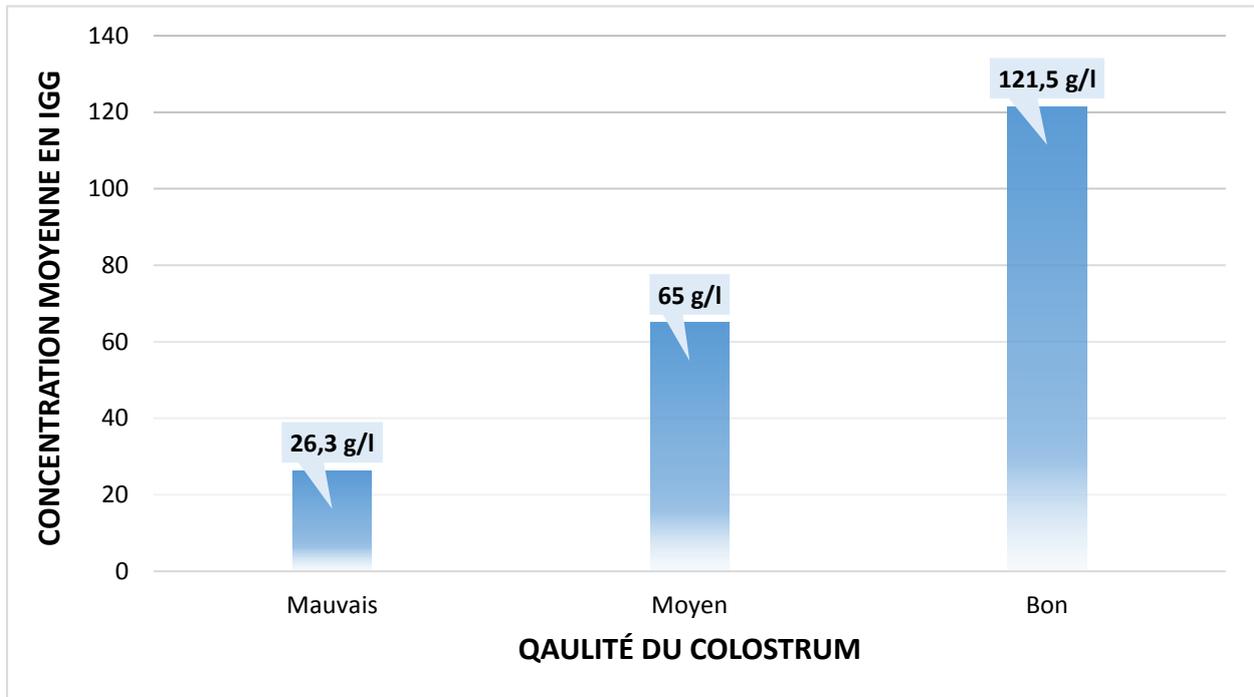


Figure 26 : Distribution de la qualité du colostrum selon la concentration moyenne en IgG .

#### IV.1.2. Analyse des résultats du réfractomètre numérique

Des colostrums de vaches sont de qualité sur le plan immunologique, lorsqu'on considère le seuil de 22% correspondant à de 50 g/L d'IgG. 28,3% des échantillons sont de mauvaise qualité, 58,5 % sont de qualité moyenne et seulement 13,2% des colostrums sont de très bonne qualité et peuvent être congelés pour la création d'une banque de colostrum.

Ces résultats sont représentés dans l'histogramme ci-dessous (figure 27).

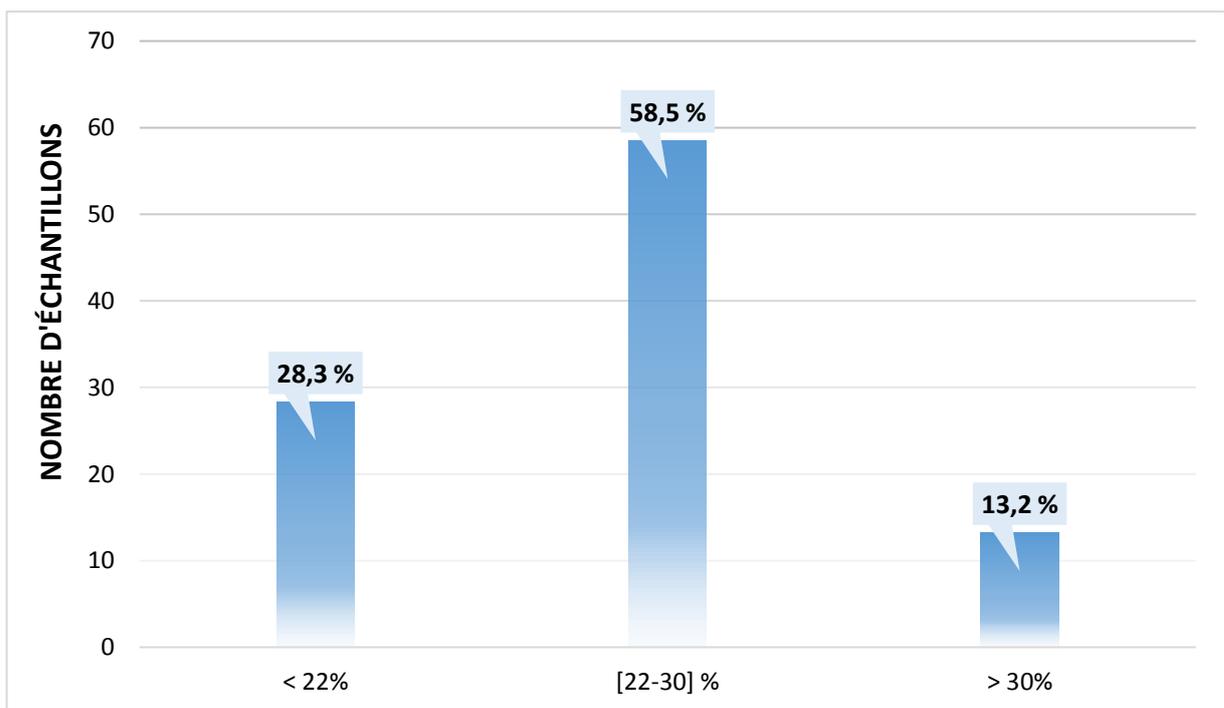


Figure 27: Répartition des échantillons du colostrum selon les valeurs Brix.

## IV.2. Facteurs influençant la qualité du colostrum

### IV.2.1. Répartition des concentrations des Ig selon la parité des vaches

#### IV.2.1.1. Colostromètre

La distribution et l'évolution des concentration en immunoglobulines du colostrum en fonction de la parité est reportée dans le tableau 7 et la figure 28.

Tableau 7 : Concentration en IgG en fonction de la parité des vaches.

Rang de lactation	Nombre de vaches	Pourcentage	Concentration moyenne en IgG
1	7	13,5%	99,3 g/l
2	16	30,1%	116 g/l
3	6	11,5%	111,7 g/l
4	8	15,3%	104,4 g/l
5	7	13,5%	93 g/l
6 et plus	8	15,3%	100 g/l

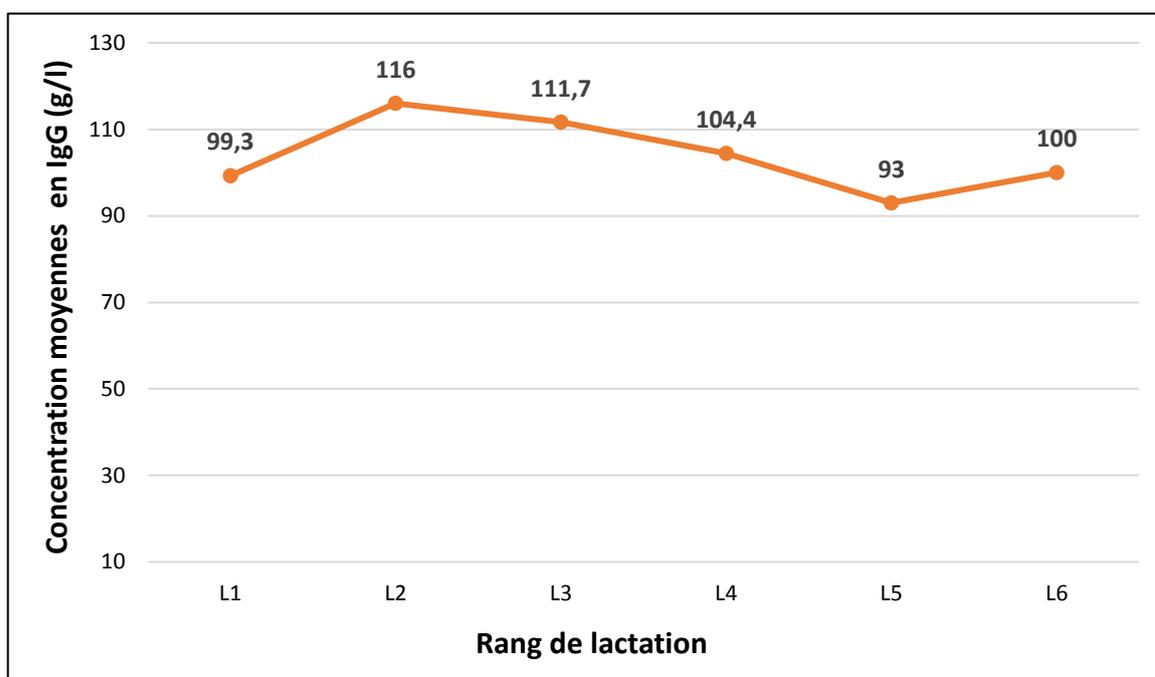


Figure 28 : Evolution des concentrations moyennes en IgG du pèse colostrum en fonction de la parité des vaches.

Nos résultats montrent que les concentrations moyennes en IgG du colostrum augmentent à partir de la deuxième lactation puis diminuent à la 5ème lactation.

#### IV.2.1.2. Réfractomètre

La Répartition des % Brix des colostrums en fonction du rang de lactation sont reportée dans la figure 29.

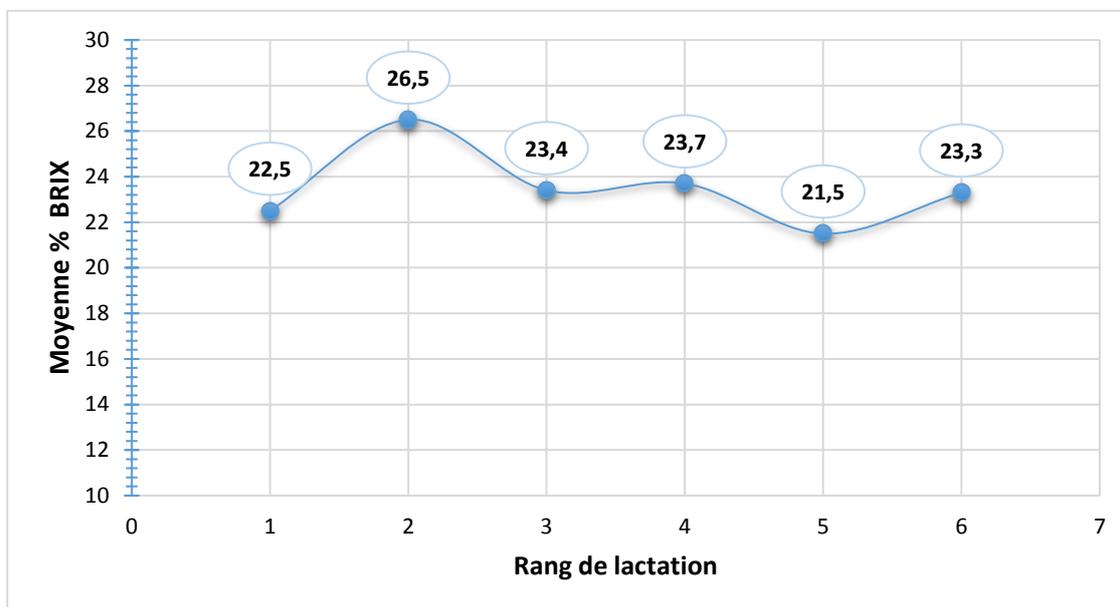


Figure 29: Répartition des % Brix des colostrums en fonction du rang de lactation.

On visualise sur ces graphiques que la qualité du colostrum est moindre lors de la première lactation avec une moyenne de 22,5%Brix. Elle augmente au cours de la lactation suivante pour atteindre une moyenne maximale de 26,5 % Brix puis diminue progressivement jusqu'à la 5ème lactation.

#### IV.2.2. Influence de la race sur la qualité du colostrum

##### IV.2.2.1. Pèse colostrum

La distribution des concentrations moyennes en immunoglobulines G en fonction des races obtenues par dosage du colostrum par le colostromètre est reportée dans le tableau 8.

Tableau 8 : La distribution des moyennes mesurée par colostromètre et réfractomètre du colostrum pour chaque race.

Race	Nombre de vaches	Pourcentage	Moyenne de la concentration en IgG
Fleckvieh	14	26,4%	76,8 g/l
Montbéliarde	6	11,3%	121,7 g/l
Holstein	33	62,3%	115,3 g/l

Le colostrum issu de vaches de race Montbéliarde apparaît être de teneur significativement plus élevée en immunoglobulines G que celui des races Holstein et Fleckvieh dans notre étude, avec des concentrations moyennes respectivement de 121,7 g/l, 115,3 g/l et 76,8 g/l (figure 30).

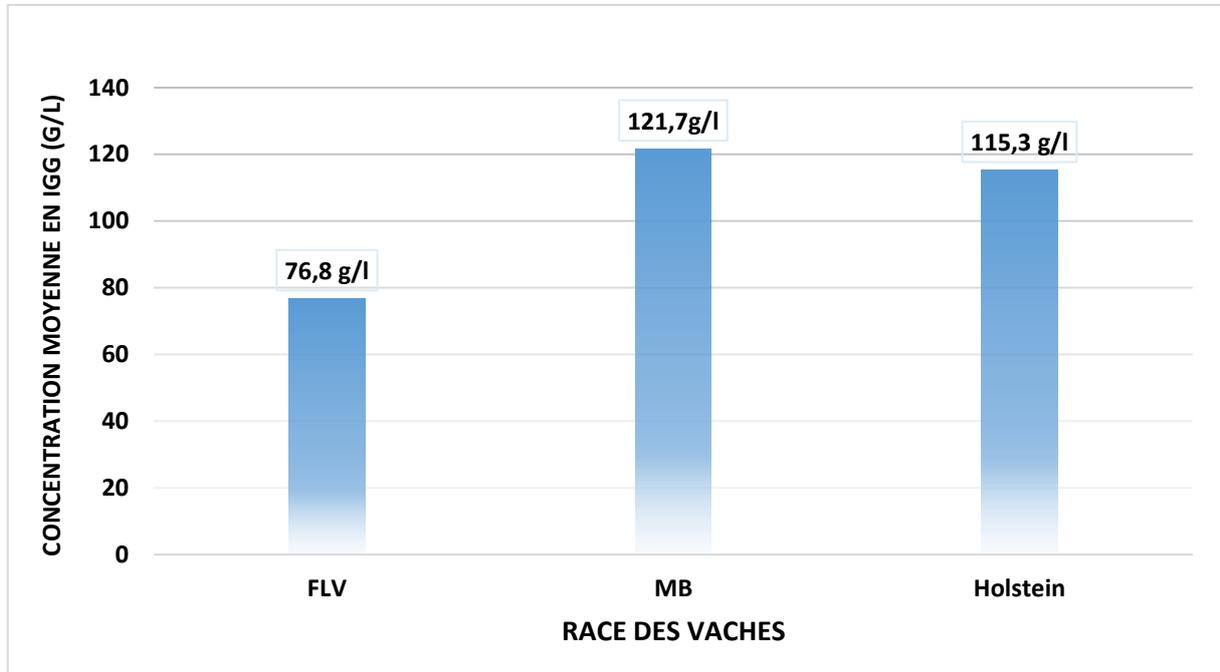


Figure 30 :Répartition des concentrations moyennes en IgG du colostrum en fonction des races.

#### IV.2.2.2. Réfractomètre

D'après les résultats, le colostrum issu des vaches de race Fleckvieh a une moyenne en valeur Brix plus faible que celui des races Holstein et Montbéliarde, avec des valeurs moyennes respectivement de 19.7%, 25.3%, 26,5% (figure 31).

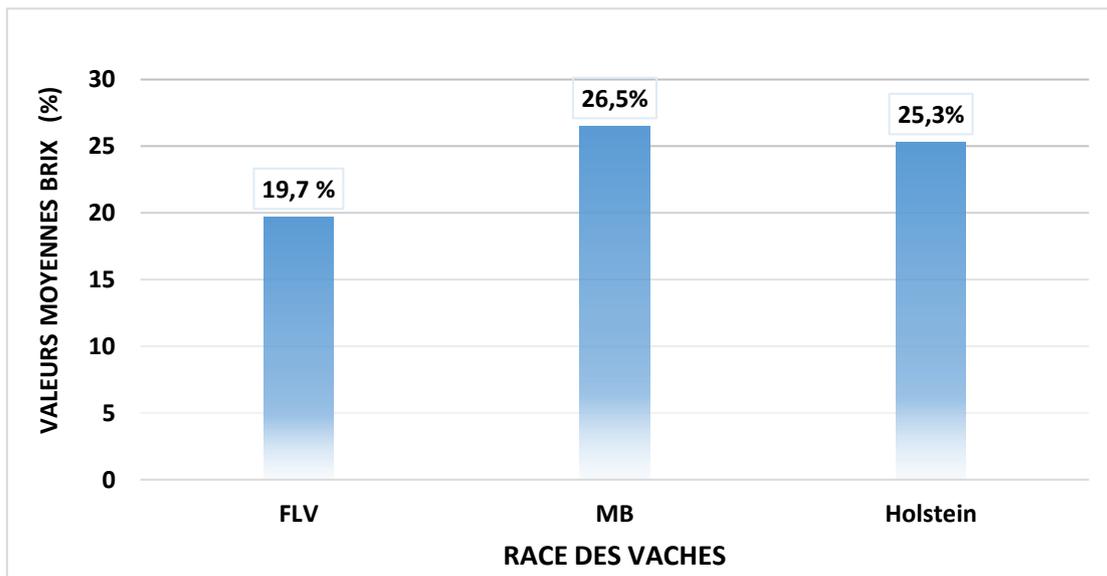


Figure 31: répartition des valeurs % Brix des colostrums selon les races.

### IV.2.3. Etat de santé des vaches

Quatre cas de mammite ont été diagnostiqués à l'aide d'un test CMT (California Mastitis Test).

L'analyse des colostrums de ces vaches a été faite par le réfractomètre numérique et pèse colostrum.

Le tableau suivant reporte les résultats obtenus par ces deux méthodes.

Tableau 9 : La distribution des moyennes en fonction de l'état sanitaire de la vache.

Etat sanitaire	Nombre des Vaches	Moyenne de la concentration en IgG (g/L)	Moyennes-en Valeur Brix (%)
Vache saine	49	107.6	24.4
Vache atteinte de mammite	4	60	18.7

Nos résultats montrent que les moyennes de la concentration du colostrum en g/l et en pourcentage Brix sont nettement basses chez les vaches qui étaient atteintes de mammite.

### IV.2.4. Influence du sexe du veau sur la qualité du colostrum

La distribution des moyennes mesurées par colostromètre et réfractomètre du colostrum pour chaque sexe des veaux sont reportées dans la figure 32.

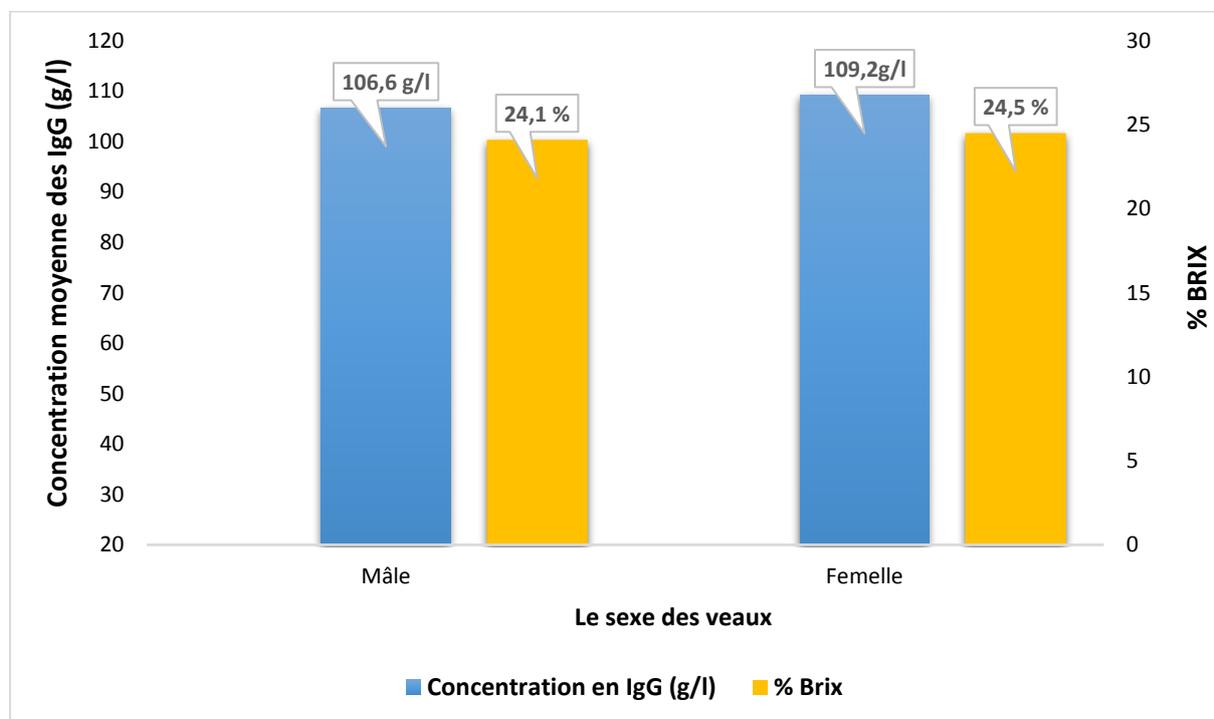


Figure 32 : distribution des valeurs de la qualité du colostrum en fonction du sexe des veaux.

La concentration moyenne en immunoglobulines G du colostrum des veaux du sexe mâle et femelle est respectivement de 106,6 g/L et 109,2 g/L. Le colostrum est considéré de bonne qualité (> 100 g/L).

Les résultats de l'analyse du colostrum montrent que la concentration moyenne en immunoglobulines G obtenue par le pèse colostrum et le pourcentage Brix du réfractomètre ne présentent pas de différence significative entre les vaches ayant mis bas d'un veau de sexe mâle ou femelle.

## **V. DISCUSSION**

### **V.1. Principaux résultats sur la qualité du colostrum**

La qualité du colostrum est étroitement liée à la teneur en immunoglobulines de ce dernier. En effet, bien que l'on sache que le colostrum contient un grand nombre de facteurs immunitaires et nutritifs ; comme la relation entre la concentration en IgG et la santé du veau est mieux comprise, et comme les IgG représentent plus de 85 % des immunoglobulines colostrales totales, la concentration des IgG colostrales est traditionnellement prise comme critère pour l'évaluation de la qualité du colostrum (Maes, 2010).

Les immunoglobulines G du colostrum peuvent être mesurées avec un colostromètre et un réfractomètre pour estimer la concentration totale d'Ig du colostrum à la ferme avec une précision suffisante pour séparer le colostrum de bonne qualité (> 50 g/L d'IgG) et le colostrum de mauvaise qualité (< 50 g/L d'IgG) (Heinrichs et Jones, 2011 ; Bartier et al., 2015 ; Løkke et al., 2016).

L'analyse de la qualité immune du colostrum de première traite obtenue dans cette étude est de 92 % et de 71 % des échantillons qui ont une teneur en IgG supérieure ou égale à 50 g/L et à 22% Brix respectivement pour la méthode du colostromètre et du réfractomètre numérique. Par conséquent, la majorité des échantillons de colostrum des vaches laitières étudiées est de bonne qualité immune. Ces colostrums peuvent donc permettre une bonne couverture immunitaire passive des veaux.

#### **V.1.1. Résultats du Pèse colostrum**

Un seuil de 50 g/L est généralement choisi pour différencier le colostrum de haute et de basse qualité (Godden, 2008 ; Gulliksen et al, 2008 ; Chigerwe et al, 2009 ; Kananub et al, 2013).

Les données de concentration d'IgG obtenues à partir du colostromètre dans notre étude, ont révélé que 7,5 % des échantillons ne présentaient pas de congruence avec les seuils d'IgG recommandés ( $\geq$  50 g/L), contre 92,5% qui sont supérieurs au seuil.

La concentration moyenne en IgG est de 105,8 g/L, valeur proche de celle rapportée par Cornille (2015) avec une concentration moyenne de 97 g/L et est bien inférieure à celle obtenue par Kadja et al. (2021) qui est de 119,47 g/L. En revanche, Pritchett (1994) et Imbert (2005) ont mesuré les concentrations moyennes en IgG dans le colostrum à 49 g/L et 80,10 g/L respectivement, valeurs inférieures à celle constatée dans cette étude.

#### **V.1.2. Résultats du réfractomètre numérique**

Le Brix est une mesure indirecte de la concentration en IgG du colostrum. Comme pour les mesures des IgG sériques, la mesure directe RID est considérée comme le test de référence pour la détermination des IgG du colostrum.

De nombreuses études montrent que le Brix est un test précis pour une mesure rapide, peu coûteuse et à la ferme de la qualité du colostrum (**Bartens et al., 2016 ; Buczinski et al., 2016 ; Elsohaby et al., 2016**).

La littérature fait état de diverses recommandations concernant le seuil Brix à utiliser comme indicateur d'une concentration acceptable d'IgG. **Quigley et al. (2017)** ont constaté 21 % Brix présentait la précision la plus élevée pour la détermination des IgG. **Bielmann et al. (2010)** recommandent un seuil de 22 % de Brix, tandis que **Bartier et al. (2015)** recommandent un seuil de 23 % de Brix.

Dans cette étude, 22 % de Brix a été utilisé, ce qui est généralement accepté comme représentant 50 g/l d'IgG tel que mesuré par le RID (**McGuirk et Collins, 2004 ; Godden et al., 2019**).

Comme indiqué, dans l'étude actuelle, le pourcentage moyen de Brix était de 23,9% (fourchette = 9-33) avec 29 % des échantillons étaient inférieurs au seuil de 22 % fixé pour un colostrum de bonne qualité.

Ce résultat est inférieur à celui de **Bielmann et al. (2010)** qui ont trouvé que seulement 37 % des échantillons tombaient sous le seuil de 22 % de Brix avec une moyenne de 26,3%. Contrairement aux résultats de **Haggerty, Alexandra (2022)** dont le pourcentage moyen de Brix était de 22% avec 44,1 % des échantillons étaient inférieurs au seuil de 22 %.

## **V.2. Facteurs de variation de la qualité du colostrum**

### **V.2.1. Effet de la parité (rang de lactation) de la vache sur la qualité du colostrum**

Dans notre étude, on observe que la grande majorité des vaches sont à leur 2<sup>ème</sup> lactation. Très peu de vaches sont de parité élevée.

D'après nos résultats, il ressort que les vaches primipares ont une concentration moyenne en IgG significativement inférieure à celle des vaches en 2<sup>ème</sup> lactation. Cette situation s'expliquerait par la faible maturité du système immunitaire des vaches primipares. En effet, selon **Larson et al. (1979)**, chez les primipares le système immunitaire n'a pas encore été au contact d'une grande variété d'antigène. Par contre, les pluripares ont un système immunitaire plus riche, car elles auront eu plus de contact avec des agents pathogènes potentiels, ce qui permet une augmentation de la quantité et de la variabilité d'immunoglobulines contenues dans leur sérum et donc dans leur colostrum (**Larson et al., 1979**). L'autre raison soutenue par **Devery-Pocius et Larson (1983)** est qu'il existe chez les primipares un moindre développement de la glande mammaire. Selon eux, le tissu mammaire étant moins bien développé chez les primipares que chez les multipares, il pourrait y avoir également une capacité moindre de transport des immunoglobulines du sang à la mamelle (**Larson et al., 1979 ; Devery-Pocius et Larson, 1983**).

Nos constatations sont similaires à celles de **Pritchett et al. (1991)** qui rapportent que la qualité du colostrum des vaches de race laitière, notamment en 1ère lactation est faible et est négativement corrélée avec la concentration en IgG. Ainsi que **Kara et al. (2021)** qui ont mesuré la concentration la plus faible du colostrum dans 1ère lactation par rapport aux lactations supérieures.

Par contre, **Gulliksen et al. (2008)** ont trouvé des résultats différents, car dans leur étude les vaches en 2ème lactation produisaient du colostrum de moins bonne qualité que celle en 1ère ou plus.

Selon **Levieux (1984)** et **Tyler et al. (1999)**, il n'existe pas de différence significative entre les vaches de 1ère et 2ème lactation et rapportent que la qualité du colostrum des deux premières lactations est plus basse que celle de lactations supérieures.

### **V.2.2. Effet de la race sur la qualité immune de colostrum**

Dans notre étude, on note un effet significatif de la race sur la concentration moyenne en immunoglobulines G.

Les résultats ont montré que les vaches des races Montbéliarde et Holstein présentaient des concentrations moyennes d'immunoglobulines significativement plus élevées que celles de la race Fleckvieh. Cette constatation est compatible à ce qui est décrit dans la littérature.

**Kessler et al. (2020)** ont analysé le contenu colostrale en IgG chez 13 races bovines différentes et ont observé des concentrations moyennes comparables à nos mesures dans le colostrum des 3 races .

Dans le même sens, une étude menée sur la race Holstien et Fleckvieh par **Staněk et al. (2019)**, ils ont constaté que la teneur en IgG est plus élevée dans le colostrum des vaches Holstein par rapport aux vaches Fleckvieh. Autres variations inter raciales ont été décrites, l'étude de **Muller et Ellinger (1981)** qui compare le pourcentage en Ig colostrales de 5 races laitières. Ils ont mesuré que les vaches de race Holstein (5,6 %) ont un pourcentage d'Ig significativement plus faible que les races Ayrshire (8,1 %) et Jersey (9,0 %) et qu'elles ont tendance à avoir un pourcentage d'Ig plus faible que celles de races Guernsey (6,3 %) et Suisses Brunes (6,6 %).

En résumé, cette variabilité inter raciale pourrait être attribuée à des différences génétiques et/ou à un effet de dilution du colostrum chez les vaches hautement productrices (**Godden, 2008**).

### **V.2.3. Effet de l'état sanitaire de la vache sur la qualité du colostrum**

Cette étude a montré également que la moyenne de la concentration en IgG du colostrum des vaches ayant une mammite clinique est significativement inférieure à celle des vaches ne présentant aucune pathologie. Ce résultat pourrait être lié à l'infection des glandes mammaires (mammite) en période de tarissement provoquant une diminution de la concentration en IgG du colostrum des vaches avant le vêlage. Selon **Maunsell et al. (1998)**, le volume du colostrum produit par les glandes mammaires

de vaches infectées (mammite) de manière persistante est significativement plus faible que celui produit par des glandes saines. Ainsi, la masse totale d'IgG produite sera inférieure pour les vaches présentant une mammite chronique, car le volume produit est inférieur. Par contre, il n'est noté aucune différence dans la concentration en IgG du colostrum (**Maunsell et al., 1998**).

#### **V.2.4. Effet du sexe du veau sur la concentration en immunoglobulines G du colostrum**

Nos résultats montrent que la concentration moyenne en IgG du colostrum ne présentent pas de différence significative entre les vaches ayant mis bas d'un veau de sexe mâle ou femelle. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par **Silper et al. (2012)** qui n'ont pas trouvé d'effet du sexe sur les Ig du colostrum des vaches croisées Holstein. Contrairement à **Angulo et al. (2015)**, la concentration en IgG était supérieure pour les vaches ayant mis bas d'un veau mâle par rapport à celles ayant vêlé d'un veau femelle.

Un effet de dilution aurait pu être possible par ce que les vaches ayant un veau femelle ont produit des quantités de colostrum plus élevées que les vaches avec un veau mâle, mais il n'y avait pas de différence dans la quantité totale d'Ig produite (rapport entre la concentration d'Ig et le volume de colostrum produit). Argumentant dans le même sens, **Kehoe et al. (2011)** qui avaient aussi constaté dans leur étude que la concentration d'IgG diminuait à mesure que le volume de colostrum augmentait chez des vaches primipares et multipares.

Cet effet de dilution du lait provient d'une cascade de mécanisme physiologique entre le veau et sa mère. En effet, **Angulo et al. (2015)** ont démontré qu'en milieu expérimental, les vaches avec un veau femelle produisaient près de 5% de lait en plus pendant la lactation que les vaches avec un veau mâle. **Hinde et al. (2014)** abondent dans le même sens et expliquent cette situation par le fait que chez les vaches Holstein, il existerait *in utero* un mécanisme physiologique par lequel le fœtus exerce des effets permettant une production programmée de lait. Selon ces auteurs, les hormones du fœtus et du placenta de la mère peuvent différer entre les mâles et les femelles fœtaux, qui pénètrent par la suite dans le sang maternel et affectent les cellules productrices de lait dans les glandes mammaires. De cette façon, les vaches Holstein auraient tendance à vêler plus de femelles que de mâles et produiraient plus de colostrum avec des concentrations de graisses plus élevées et plus de lait pendant la lactation (**Angulo et al., 2015**).

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Élément indispensable au veau, le colostrum permet d'apporter tous les éléments indispensables pour le développement de son immunité et ainsi sa survie.

De ce fait, la qualité du colostrum est d'une importance capitale pour la bonne gestion technique et économique des troupeaux.

L'objectif de cette étude était donc d'analyser la qualité immune du colostrum de vaches laitières à l'aide d'un colostromètre et d'un réfractomètre numérique au sein d'une exploitation laitière.

Les résultats que nous avons obtenus ont montré que 92% contre 71% des colostrums sont de bonne qualité respectivement pour la méthode du colostromètre et du réfractomètre.

Des deux méthodes indirectes d'analyse de la qualité immune du colostrum utilisées, celle basée sur l'utilisation du réfractomètre semble être meilleure et plus précise pour les éleveurs, car il y a moins de facteurs qui influent sur les valeurs de concentration obtenue avec cet appareil. Cependant, le coût élevé du réfractomètre limiterait son utilisation au profit du colostromètre. Ce dernier présente l'avantage d'être moins onéreux et facile d'utilisation mais nécessite par contre beaucoup de précautions lors de la manipulation, en y incluant la température du colostrum.

Les résultats de notre étude ont montré qu'en général la qualité immunologique du colostrum est influencée par différents facteurs tels que la parité de la vache (rang de lactation), les primipares ont un colostrum de moins bonne qualité que les multipares, l'état sanitaire de la vache, la mammite influençait négativement la qualité du colostrum, la race, les vaches de race Montbéliarde et Holstein ont un colostrum meilleur par rapport à celui des vaches Fleckvieh. Dans cette étude le sexe du veau n'avait pas d'effet significatif sur la qualité du colostrum.

De ce fait, le pèse colostrum et le réfractomètre permettent de lever la discrimination des colostrums de bonne ou de mauvaise qualité pour pouvoir fournir au veau une protection optimale dès sa naissance. Ainsi, si le transfert d'immunité passive s'effectue correctement, le veau sera moins sensible aux maladies.

Ils ont aussi un intérêt dans la constitution d'une banque de colostrum provenant des mères qui produisent des colostrums jugés excellents pour plus tard le servir aux veaux issus des mères dont les colostrums sont de mauvaise qualité.

D'une manière générale, les conclusions de toutes nos analyses correspondent avec les données de la littérature. La réalisation d'une étude à plus grande échelle, permettrait d'obtenir des valeurs plus représentatives de la qualité du colostrum. Par conséquent, il serait intéressant de pouvoir réévaluer la qualité colostrale sur un effectif plus important d'animaux dans différents élevages.

De même, cette étude permettrait d'investiguer les divers facteurs influençant la qualité et la quantité de colostrum produit. Ceux-ci pourraient ensuite être optimisés afin d'améliorer la production du colostrum. Ces facteurs de variations pourraient inclure l'alimentation, le tarissement, la saison de vêlage, la vaccination, la qualité hygiénique ou le degré de contamination bactérienne du colostrum.

Bien que le réfractomètre Brix et le colostromètre ont montré leurs utilités pour l'évaluation de la qualité du colostrum, la variabilité des valeurs obtenues dans notre étude confirme la nécessité de disposer d'une méthode quantitative, plus précise et réalisable sur plusieurs individus, pour évaluer la qualité du colostrum.

L'immunodiffusion radiale répond à ces besoins, même si elle n'est pas réalisable sur place au cours d'une simple consultation ou d'un audit de troupeau.

La création d'une banque de colostrum avec des colostrums de première traite de vaches testées (taux d'anticorps > 60 g/l) et issues de l'élevage, a un grand intérêt il permet d'obtenir à tout moment du colostrum de bonne qualité à disposition.



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Akers, M.R., Bauman, D.E., Goodman, G.T., Capuco, A.V., Tucker, H.A., 1981.** Prolactin regulation of cytological differentiation of mammary epithelial cells in periparturient cows. *Endocrinology* 109, 31–40.
2. **Allemand, H., 2008.** Évaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostral chez les bovins (PhD Thesis).
3. **Allix, J.-P., Guattéo, R., Douart, A., Oniris - Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation, 2013.** Description des perceptions et des pratiques des éleveurs et des vétérinaires sur le transfert de l'immunité et l'intérêt du sélénium et de la vitamine E.
4. **Amalric, S., 2011.** Variabilité de la concentration en immunoglobulines G du colostrum de brebis et conséquences sur la survie précoce de l'agneau (PhD Thesis).
5. **Barrington, G.M., Besser, T.E., Gay, C.C., Davis, W.C., Reeves, J.J., McFadden, T.B., 1997.** Effect of prolactin on in vitro expression of the bovine mammary immunoglobulin G1 receptor. *Journal of dairy science* 80, 94–100.
6. **Barrington, G.M., Besser, T.E., Gay, C.C., Davis, W.C., Reeves, J.J., McFadden, T.B., Akers, R.M., 1999.** Regulation of the immunoglobulin G~ 1 receptor: effect of prolactin on in vivo expression of the bovine mammary immunoglobulin G~ 1 receptor. *Journal of Endocrinology* 163, 25–32.
7. **Barrington, G.M., McFadden, T.B., Huyler, M.T., Besser, T.E., 2001.** Regulation of colostrogenesis in cattle. *Livestock Production Science* 70, 95–104.
8. **Barrington, G.M., Parish, S.M., 2001.** Bovine Neonatal Immunology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 17, 463–476.
9. **Becker, C., Commun, L., 2013.** Colostrum intake: a vital step for a good start for the calf. *Point Vétérinaire* 44, 8–14.
10. **Belyea, R.L., Adams, M.W., 1990.** Energy and nitrogen utilization of high versus low producing dairy cows. *Journal of dairy science* 73, 1023–1030.
11. **Besser, T.E., Gay, C.C., Pritchett, L., 1991.** Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198, 419–422.
12. **Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N.R., Skidmore, A.L., Godden, S., Leslie, K.E., 2010.** An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of dairy science* 93, 3713–3721.
13. **Blättler, U., Hammon, H.M., Morel, C., Philipona, C., Rauprich, A., Romé, V., Le Huërou-Luron, I., Guilloteau, P., Blum, J.W., 2001.** Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. *The Journal of nutrition* 131, 1256–1263.
14. **Bleck, G.T., Wheeler, M.B., Hansen, L.B., Chester-Jones, H., Miller, D.J., 2009.** Lactose Synthase Components in Milk: Concentrations of  $\alpha$ -Lactalbumin and  $\beta$ 1, 4-Galactosyltransferase in Milk of Cows from Several Breeds at Various Stages of Lactation. *Reproduction in domestic animals* 44, 241–247.
15. **Bonal, C., Moussa, A., 1993.** Les entérites néonatales virales de veau. *Le Point vétérinaire : revue d'enseignement post-universitaire et de formation permanente* 25, 33–38.

16. **Brandon, M., Lascelles, A., 1975.** The effect of pre-partum milking on the transfert of immunoglobulin into mammary secretion of cows. *Aust J Exp Biol Med* 53, 197–204.
17. **Butler, J.E., 1983.** Bovine immunoglobulins: an augmented review. *Veterinary immunology and immunopathology* 4, 43–152.
18. **Butler, J.E., 1974.** Immunoglobulins of the mammary secretions in: *Lactation a Comprehensive Treatise* Vol. III, Ed. Larsson, L. & Smith, V.
19. **Chigerwe, M., Tyler, J.W., Middleton, J.R., Spain, J.N., Dill, J.S., Steevens, B.J., 2008.** Comparison of four methods to assess colostral IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 233, 761–766.
20. **Colin, A., 2013.** La gestion du veau nouveau-né: de la mise-bas à ses 3 jours: approche pratique pour l'éleveur (PhD Thesis).
21. **Collier, R.J., Bauman, D.E., Hays, R.L., 1977.** Lactogenesis in explant cultures of mammary tissue from pregnant cows. *Endocrinology* 100, 1192–1200.
22. **Convey, E.M., 1974.** Serum Hormone Concentration in Ruminants during Mammary Growth, Lactogenesis, and Lactation: A Review<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science* 57, 905–917.
23. **Cornille, M., 2015.** Performances diagnostiques d'outils pratiques pour l'évaluation de la qualité du colostrum et du transfert d'immunité passive chez les bovins (PhD Thesis).
24. **Cowie, A.T., 1970.** Influence of hormones on mammary growth and milk secretion in lactation. *Lactation*. IR Falconer, ed. Butterworths, London.
25. **Dardillat, J., Trillat, G., Larvor, P., 1978.** Colostrum immunoglobulin concentration in cows: relationship with their calf mortality and with the colostrum quality of their female offspring. *Annales de Recherches Vétérinaires* 9, 375–384.
26. **Delouis, C., 1978.** Physiology of colostrum production. *Annales de Recherches Vétérinaires* 9, 193–203.
27. **Delouis, C., Denamur, R., 1967.** [Experimental induction of lactate secretion during gestation of the ewe]. *C R Acad Hebd Seances Acad Sci D* 264, 2493–2496.
28. **Delouis, C., Djiane, J., Houdebine, L.M., Terqui, M., 1980.** Relation Between Hormones and Mammary Gland Function. *Journal of Dairy Science* 63, 1492–1513.
29. **Delouis C. 1983.** Equilibre endocrinien et production laitière, *Bull. Tech CRVZ Theix,INRA*.
30. **Delouis C., Houdebine L.M., Richard P., 2001.** La lactation. In : Thibault C., Levasseur C. (Eds), *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. INRA Editions-Ellipses :580-610.
31. **Dembinski, T.C., Shiu, R.P., 1987.** Growth factors in mammary gland development and function, in: *The Mammary Gland, Development, Regulation and Function*. Plenum Press, New York, NY, p. 355.
32. **Derivaux, J., Ectors, F., Beckers, J.-F., 1976.** Données récentes en gynécologie animale, in: *Annales de Médecine Vétérinaire*. Université de Liege, Belgium.
33. **Devery-Pocius, J.E., Larson, B.L., 1983.** Age and Previous Lactations as Factors in the Amount of Bovine Colostral Immunoglobulins. *Journal of Dairy Science* 66, 221–226.
34. **Djiane, J., Delouis, C., Denamur, R., 1975.** Lactogenesis in organ cultures of heifer mammary tissue. *Journal of Endocrinology* 65, 453–454.

35. **Devery-Pocius, J. E., & Larson, B. L. (1983).** Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *Journal of Dairy Science*, 66(2), 221-226.
36. **Donovan, D.C., Reber, A.J., Gabbard, J.D., Aceves-Avila, M., Galland, K.L., Holbert, K.A., Ely, L.O., Hurley, D.J., 2007.** Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. *American journal of veterinary research* 68, 778-782.
37. **Elfstrand, L., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., Nyberg, L., Åkesson, B., 2002.** Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *International Dairy Journal* 12, 879-887.
38. **Enright, F.M., Osborn, B.I., 1981.** Ontogeny of fetal ruminant inflammatory responses, in: *The Ruminant Immune System*. Plenum Press New York, p. 768.
39. **Erb, R.E., Randel, R.D., Mellin, T.N., Estergreen, V.L., 1968.** Urinary Estrogen Excretion Rates During Pregnancy in the Bovine. *Journal of Dairy Science* 51, 416-419.
40. **Fleener, W.A., Stott, G.H., 1981.** Single radial immunodiffusion analysis for quantitation of colostrum immunoglobulin concentration. *Journal of dairy science* 64, 740-747.
41. **Fleener, W.A., Stott, G.H., 1980.** Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science* 63, 973-977.
42. **Foley, J.A., Otterby, D.E., 1978.** Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *Journal of dairy science* 61, 1033-1060.
43. **Forsyth, I.A., 1983.** The endocrinology of lactation. *Biochemistry of lactation* 309-349.
44. **Gapper, L.W., Copestake, D.E., Otter, D.E., Indyk, H.E., 2007.** Analysis of bovine immunoglobulin G in milk, colostrum and dietary supplements: a review. *Analytical and bioanalytical chemistry* 389, 93-109.
45. **Gauthray, V., 2019.** Conditions d'élevage et santé des veaux en élevage allaitant de race Charolaise (PhD Thesis).
46. **Godden, S., 2008.** Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 24, 19-39.
47. **Goodman, G.T., Michael Akers, R., Friderici, K.H., Allen Tucker, H., 1983.** Hormonal regulation of  $\alpha$ -lactalbumin secretion from bovine mammary tissue cultured in vitro. *Endocrinology* 112, 1324-1330.
48. **Grongnet, J.-F., Grongnet-Pinchon, E., Witowski, A., Chevrel, D., Garnier, R., Lareynie, J., Lesage, M., 1985.** Neonatal levels of plasma thyroxine in male and female calves fed a colostrum or immunoglobulin diet or fasted for the first 28 hours of life. *Reproduction Nutrition Développement* 25, 537-543.
49. **Guy, M.A., McFadden, T.B., Cockrell, D.C., Besser, T.E., 1994.** Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 77, 3002-3007.
50. **Guy, M. A., McFadden, T.B., Cockrell, D.C., Besser, T.E., 1994.** Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *Journal of dairy science* 77, 3002-3007.
51. **Hadorn, U., Hammon, H., Bruckmaier, R.M., Blum, J.W., 1997.** Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. *The Journal of nutrition* 127, 2011-2023.

52. **Hammer, D.K., Kickhöfen, B., Malchow, H., 1969.** Preferential adsorption of a single bovine IgG type by isolated epithelial cells of the mammary gland, in: *Protides of the Biological Fluids*. Elsevier, pp. 663–668.
53. **Hammer, D.K., Mossmann, H., 1978.** The importance of membrane receptors in the transfer of immunoglobulins from plasma to the colostrum. *Annales de Recherches Vétérinaires* 9, 229–234.
54. **Hammon, H.M., Blum, J.W., 2002.** Feeding different amounts of colostrum or only milk replacer modify receptors of intestinal insulin-like growth factors and insulin in neonatal calves. *Domestic Animal Endocrinology* 22, 155–168.
55. **Hammon, H.M., Sauter, S.N., Reist, M., Zbinden, Y., Philipona, C., Morel, C., Blum, J.W., 2003.** Dexamethasone and colostrum feeding affect hepatic gluconeogenic enzymes differently in neonatal calves. *Journal of animal science* 81, 3095–3106.
56. **Hogan, I., Doherty, M., Fagan, J., Kennedy, E., Conneely, M., Brady, P., Ryan, C., Lorenz, I., 2015.** Comparison of rapid laboratory tests for failure of passive transfer in the bovine. *Irish veterinary journal* 68, 1–10.
57. **Houdebine, L.-M., Djiane, J., Dusanter-Fourt, I., Martel, P., Kelly, P.A., Devinoy, E., Servely, J.-L., 1985.** Hormonal action controlling mammary activity. *Journal of Dairy Science* 68, 489–500.
58. **Hough, R.L., McCarthy, F.D., Kent, H.D., Eversole, D.E., Wahlberg, M.L., 1990.** Influence of nutritional restriction during late gestation on production measures and passive immunity in beef cattle. *Journal of Animal Science* 68, 2622.
59. **Hunter, D.L., Erb, R.E., Randel, R.D., Garverick, H.A., Callahan, C.J., Harrington, R.B., 1970.** Reproductive steroids in the bovine. I. Relationships during late gestation. *Journal of animal science* 30, 47–59.
60. **Imbert, A., 2005.** Les immunoglobulines colostrales bovines, étude comparée de trois méthodes de dosage à partir de données expérimentales et influence des différents facteurs sur la concentration (Thèse d'exercice). École nationale vétérinaire d'Alfort, France.
61. **Jacques, S., 2012.** Succédanés du colostrum et transfert d'immunité passive chez le veau nouveau-né (PhD Thesis).
62. **Jammes, H., Djiane, J., 1988.** Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. *Productions animales* 1, 299–310.
63. **Jenness, R., Holt, C., 1987.** Casein and lactose concentrations in milk of 31 species are negatively correlated. *Experientia* 43, 1015–1018.
64. **Keenan, T.W., 2001.** Historical Perspective: Milk Lipid Globules and Their Surrounding Membrane: A Brief History and Perspectives for Future Research. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 6, 365–371.
65. **Kehoe, S.I., Jayarao, B.M., Heinrichs, A.J., 2007.** A Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms I. *Journal of Dairy Science* 90, 4108–4116.
66. **Klopfenstein, C., Couture, Y., MARTINEAU, G.-P., Bouchard, E., 2002.** Physiopathologie comparative de la lactation chez la truie et chez la vache. *Médecin vétérinaire du Québec* 32, 52–57.

67. **Kuhn, N.J., 1969.** Progesterone withdrawal as the lactogenic trigger in the rat. *J Endocrinol* 44, 39–54.
68. **Larson, B. L., Heary Jr, H.L., Devery, J.E., 1980.** Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science* 63, 665–671.
69. **Levieux, D., 1984.** Transmission de l'immunité colostrale chez le veau. *Le point. Vét* 16, 33–38.
70. **Levieux, D., Ollier, A., 1999.** Bovine immunoglobulin G,  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. *Journal of Dairy Research* 66, 421–430.
71. **Laurent Bienvenu, Fabien Corbiere, Celine Labadens, 2002.** Le colostrum à quoi sert le prélever, comment l'utiliser ? pathologie du bétail ENVT. *GTV* 37, 109–113.
72. **Maillard, R., 2006.** Composition et rôle du colostrum chez les bovins. *Point vét* 37, 106–109.
73. **Mancini, G., Carbonara, A. t, Heremans, J.F., 1965.** Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *immunochemistry* 2, 235-IN6.
74. **Mangin, S., 2002.** Transfert d'immunité colostrale chez le veau : étude bibliographique (PhD Thesis).
75. **Maunsell, F.P., Morin, D.E., Constable, P.D., Hurley, W.L., McCoy, G.C., Kakoma, I., Isaacson, R.E., 1998.** Effects of Mastitis on the Volume and Composition of Colostrum Produced by Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 81, 1291–1299.
76. **Mayer, B., Doleschall, M., Bender, B., Bartyik, J., Bosze, Z., Frenyó, L.V., Kacskovics, I., 2005.** Expression of the neonatal Fc receptor (FcRn) in the bovine mammary gland. *J Dairy Res* 72 Spec No, 107–112.
77. **McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Kelly, A.L., 2016.** Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci. & Technol.* 96, 133–158.
78. **Mech, A., Dhali, A., Baruah, K.K., Singh, R.K., Mondal, S.K., Rajkhowa, C., 2011.** Effect of method and time of first colostrum feeding on serum immunoglobulin concentration, health status and body weight gain in mithun (*Bos frontalis*) calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 95, 756–761.
79. **Mechor, G.D., Gröhn, Y.T., McDowell, L.R., Van Saun, R.J., 1992.** Specific gravity of bovine colostrum immunoglobulins as affected by temperature and colostrum components. *Journal of dairy science* 75, 3131–3135.
80. **Milon, A., 1986.** Ontogénèse du système immunitaire et immunité néonatale. *Bull GTV*.
81. **Moore, M., Tyler, J.W., Chigerwe, M., Dawes, M.E., Middleton, J.R., 2005.** Effect of delayed colostrum collection on colostrum IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226, 1375–1377.
82. **Morin, D. E., Constable, P.D., Maunsell, F.P., McCoy, G.C., 2001.** Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 937–943.
83. **Morin, D.E., Nelson, S.V., Reid, E.D., Nagy, D.W., Dahl, G.E., Constable, P.D., 2010.** Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 237,

84. **Morin, M.-P., 2019.** Évaluation de la variabilité du transfert d'immunité passive dans les troupeaux laitiers du Québec.
85. **Nguyen, D.A., Parlow, A.F., Neville, M.C., 2001.** Hormonal regulation of tight junction closure in the mouse mammary epithelium during the transition from pregnancy to lactation. *Journal of Endocrinology* 170, 347–356.
86. **Norrman, J., David, C.W., Sauter, S.N., Hammon, H.M., Blum, J.W., 2003.** Effects of dexamethasone on lymphoid tissue in the gut and thymus of neonatal calves fed with colostrum or milk replacer. *Journal of animal science* 81, 2322–2332.
87. **Odde, K.C., 1988.** Survival of the Neonatal Calf. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice* 4, 501–508.
88. **Oudar, J., P, L., J, D., Y, R., 1976.** L'immunité d'origine colostrale chez le veau.
89. **Pakkanen, R., Aalto, J., 1997.** Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *International Dairy Journal* 7, 285–297.
90. **Parrish, D.B., Wise, G.H., Hughes, J.S., Atkeson, F.W., 1950.** Properties of the Colostrum of the Dairy Cow. V. Yield, Specific Gravity and Concentrations of Total Solids and its Various Components of Colostrum and Early Milk. *Journal of Dairy Science* 33, 457–465.
91. **Pélissier, J.-P., Ribadeau-Dumas, B., 1986.** Synthèse des protéines du lait. *Reproduction Nutrition Développement* 26, 563–571.
92. **Pritchett, L.C., Gay, C.C., Besser, T.E., Hancock, D.D., 1991.** Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 74, 2336–2341.
93. **Pritchett, L.C., Gay, C.C., Hancock, D.D., Besser, T.E., 1994.** Evaluation of the hydrometer for testing immunoglobulin G1 concentrations in Holstein colostrum. *Journal of dairy science* 77, 1761–1767.
94. **Quigley III, J.D., Fike, D.L., Egerton, M.N., Drewry, J.J., Arthington, J.D., 1998.** Effects of a colostrum replacement product derived from serum on immunoglobulin G absorption by calves. *Journal of Dairy Science* 81, 1936–1939.
95. **Quigley Iii, J.D., Kost, C.J., Wolfe, T.M., 2002.** Absorption of protein and IgG in calves fed a colostrum supplement or replacer. *Journal of dairy science* 85, 1243–1248.
96. **Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J., 2013.** Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of dairy science* 96, 1148–1155.
97. **Raboison, D., Schelcher, F., Foucras, G., 2008.** Les cellules du colostrum : quel rôle dans la défense du veau nouveau-né. *Nouv. Prat. Vét* 13–17.
98. **Rauprich, A.B.E., Hammon, H.M., Blum, J.W., 2000.** Influence of feeding different amounts of first colostrum on metabolic, endocrine, and health status and on growth performance in neonatal calves. *Journal of Animal Science* 78, 896–908.
99. **Reber, A.J., Donovan, D.C., Gabbard, J., Galland, K., Aceves-Avila, M., Holbert, K.A., Marshall, L., Hurley, D.J., 2008.** Transfer of maternal colostrum leukocytes promotes development of the neonatal immune system: Part II. Effects on neonatal lymphocytes. *Veterinary immunology and immunopathology* 123, 305–313.

100. **Salmon, H., 1999.** Colostrum et immunité passive du jeune ruminant. Troubles digestifs du veau pré-ruminant, SFB 202–210.
101. **Sasaki, M., Davis, C.L., Larson, B.L., 1976.** Production and Turnover of IgG1 and IgG2 Immunoglobulins in the Bovine around Parturition. *Journal of Dairy Science* 59, 2046–2055.
102. **Sérieys, F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières : une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. France Agricole Editions.
103. **Sérieys, F., 1993.** Le Colostrum de vache : bien le connaître pour mieux l'utiliser.
104. **Sérieys, F., Auclair, J., Poutrel, B., 1987.** Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait.
105. **Shearer, J., Mohammed, H.O., Breneman, J.S., Tran, T.Q., 1992.** Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving. *Preventive Veterinary Medicine* 14, 143–154.
106. **Smith, K.L., Schanbacher, F.L., 1973.** Hormone induced lactation in the bovine. I. Lactational performance following injections of 17 $\beta$ -estradiol and progesterone. *Journal of Dairy Science* 56, 738–743.
107. **Snodgrass, D.R., Fahey, K.J., Wells, P.W., Campbell, I., Whitelaw, A., 1980.** Passive immunity in calf rotavirus infections : maternal vaccination increases and prolongs immunoglobulin G1 antibody secretion in milk. *Infect Immun* 28, 344–349.
108. **Stelwagen, K., Carpenter, E., Haigh, B., Hodgkinson, A., Wheeler, T.T., 2009.** Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of animal science* 87, 3–9.
109. **Stelwagen, K., Davis, S.R., Farr, V.C., Eichler, S.J., Politis, I., 1994.** Effect of once daily milking and concurrent somatotropin on mammary tight junction permeability and yield of cows. *Journal of Dairy Science* 77, 2994–3001.
110. **Stelwagen, K., Hopster, H., Van Der Werf, J.T.N., Blokhuis, H.J., 2000.** Effects of isolation stress on mammary tight junctions in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83, 48–51.
111. **Stelwagen, K., Van Espen, D.C., Verkerk, G.A., McFadden, H.A., Farr, V.C., 1998.** Elevated plasma cortisol reduces permeability of mammary tight junctions in the lactating bovine mammary epithelium. *Journal of Endocrinology* 159, 173–178.
112. **Stenger, A., 2016.** Contribution à l'étude de la qualité du colostrum chez la vache : utilisation d'un réfractomètre numérique et influence de l'alimentation pendant le tarissement (PhD Thesis).
113. **Thiry, E., Schynts, F., Lemaire, M., 2002.** Caractéristiques du système immunitaire du fœtus bovin et du veau nouveau-né, Implications dans la prévention et le diagnostic des infections d'origine virale. *Ann. Méd. Vét* 146, 225–232.
114. **Tizard, I. R. (1977).** An introduction to veterinary immunology. WB Saunders.
115. **Tucker, H.A., 1985.** Endocrine and neural control of the mammary gland. Iowa State University Press.
116. **Tucker, H.A., 1981.** Physiological control of mammary growth, lactogenesis, and lactation. *Journal of Dairy Science* 64, 1403–1421.
117. **Tucker, H.A., Meites, J., 1965.** Induction of lactation in pregnant heifers with 9-fluoroprednisolone acetate. *Journal of Dairy Science* 48, 403–405.

118. **Tyler, J.W., Steevens, B.J., Hostetler, D.E., Holle, J.M., Denbigh, J.L., 1999.** Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *Am J Vet Res* 60, 1136–1139.
119. **Vandeputte, M., Bentea, G., Tole, M., Mekkaoui, L., Miendje, Y., Jacquy, C., Dauby, N., 2018.** Myélome multiple révélé par deux infections invasives à *Streptococcus pneumoniae*: à propos d'un cas. *Rev Med Brux* 39, 454–7.
120. **Vandeputte, S., 2019.** Contributions à l'amélioration du diagnostic et de la gestion du transfert de l'immunité colostrale chez les veaux viandeux sur le terrain.
121. **Veterinary Immunology An Introduction 7th edition by Ian R. Tizard (z-lib.org).pdf, n.d.**
122. **Winger, K., Gay, C.C., Besser, T.E., 1995.** Immunoglobulin G1 Transfer into induced Mammary Secretions: The Effect of Dexamethasone. *Journal of Dairy Science* 78, 1306–1309.

**ANNEXE : Tableau de recueil des données expérimentales**

N° vache	Sexe	Age	N° de lactation	Condition du vêlage	N° veau	Sexe du veau	Etats sanitaire	colostromètre g/L	% Brix
142 (44)	FLV	6,2	4	N	2728	M	-	150	33,2
230 (45)	FLV	8	6	N	2729	F	Mammite	115	32
253 (39)	FLV	5,6	3	N	2734	M	-	115	25,6
77 (43)	FLV	9,7	7	N	2735	F	-	125	28,7
2025	FLV	2,7	1	N	3002	F	-	125	26,2
100	FLV	5,8	4	N	3003	F	Mammite	25	9,1
78	FLV	8,2	6	N	3004	F	-	50	10,9
102	FLV	5,7	3	N	3005	F	-	50	10,3
2028	FLV	2,4	1	D	3006	M	-	80	20,8
74	FLV	9,4	8	N	3007	M	-	60	18,1
98	FLV	5,9	4	N	3008	F	-	30	10,1
186 (44)	FLV	7,4	5	N	3009	F	-	50	16,9
84	FLV	6	5	N	3010	F	Mammite	75	21,7
77	FLV	8,2	5	N	3011	M	Mammite	25	12
46	FLV	4,5	2	D	2730	F	-	-	-
46	FLV	4,5	2	D	2731	M	-	-	-
2010	FLV	2,7	1	D	2732	M	-	-	-
2916	HPN	4	2	N	41216	M	-	115	26,4
2748	HPN	4	2	D	1217	M	-	75	20
2786	HPN	4	2	N	40217	F	-	115	26,4
3560	HPN	7	4	N	1417	M	-	150	30,7
7918	HPN	5	3	N	501116	F	-	125	26,3
7277	HPN	8	6	N	401116	F	-	150	29
447	HPR	3	1	N	1317	M	-	125	26,3
1121	MB	8	5	N	2417	M	-	125	24
3698	MB	4	2	N	301116	F	-	150	32,7
374	MB	3	1	N	31116	M	-	100	23,3
1698	MB	7	5	N	21216	M	-	100	24
84	MB	6	4	N	20117	F	-	105	26,3
352	MB	7	5	N	20317	F	-	150	29
8927	HPN	4	2	D	10117	F	-	80	22,9
1094	HPN	4	2	N	5117	M	-	125	26,3
3961	HPN	4	2	N	3417	M	-	150	26,3
2981	HPN	4	2	N	11216	M	-	125	24
3237	HPN	4	2	N	30217	F	-	100	26,3
20011	HPN	2	1	N	41116	M	-	115	23,6
4265	HPN	6	3	N	801116	F	-	115	18,8
5256	HPN	5	2	N	31216	M	-	150	27,8
3268	HPN	7	5	N	501216	F	-	125	23,1
4633	HPN	4	2	N	101016	F	-	100	26,3
4847	HPN	6	4	N	101116	F	-	125	26
9086	HPN	5	3	N	3916	M	-	150	33,1
7978	HPN	5	3	N	2916	M	-	115	26,3
2014	HPN	4	1	N	6916	M	-	125	29,2
2905	HPN	4	2	N	30916	F	-	100	26,4
2563	HPN	4	2	N	5916	M	-	125	32,7
2994	HPN	4	2	N	-	-	-	100	21
3096	HPN	4	2	N	-	-	-	100	29,2

7652	HPN	6	4	N	-	-	-	125	26,3
1115	HPN	4	2	N	-	-	-	150	30,2
2610	HPN	8	6	N	-	-	-	100	21,7
591	HPN	8	6	N	-	-	-	100	22,3
6182	HPN	8	6	N	-	-	-	100	24
66998	HPR	6	4	N	-	-	-	125	28,6
9417	HPN	4	1	N	-	-	-	30	11
4794	HPN	-	-	N	-	-	-	100	18,9

## RESUME

Les veaux naissent quasi agammaglobulinémies, avec un système immunitaire compétent mais immature, donc ils dépendent strictement de l'absorption d'immunoglobulines (Ig) provenant du colostrum pour acquérir une protection immunitaire. Ainsi, la connaissance de la qualité du colostrum à la ferme est donc essentielle pour une meilleure gestion de la santé. L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité immune du colostrum des vaches par le dosage des immunoglobulines G (IgG) en utilisant deux outils de mesure indirecte : le colostromètre et le réfractomètre. Ainsi, 53 échantillons de colostrum de première traite de vaches, de races différentes, ont été collectés dans la ferme. Les concentrations moyennes en IgG du colostrum ont été de 105,8 g/L avec le colostromètre et la valeur Brix moyenne est de 23,9 % avec le réfractomètre. En outre, la majorité des colostrums analysés, soit 92,5% et 77,7% respectivement avec le colostromètre et le réfractomètre était de bonne qualité (teneur en IgG  $\geq 50$  g/L).

Cependant, quelle que soit la méthode de dosage utilisée, la concentration en IgG du colostrum a été influencée par la race et la parité de la vache, l'état sanitaire de la vache. Par contre le sexe du veau n'a pas d'effet sur la teneur colostrale en IgG des vaches. Les concentrations maximales ont été observées chez les pluripares et chez les vaches de race montbéliardes

Des deux méthodes indirectes d'analyse de la qualité immune du colostrum utilisées, le réfractomètre est mieux indiqué pour les éleveurs, car la température n'influe pas les valeurs de concentration obtenues avec cet appareil, mais son coût élevé limiterait son utilisation au profit du colostromètre moins onéreux et d'utilisation plus facile.

Mots clés : Colostrum ; Qualité immune ; Colostromètre ; Réfractomètre.

## ABSTRACT

Calves are born nearly agammaglobulinemic, with a competent but immature immune system, so they are strictly dependent on the absorption of immunoglobulins (Ig) from colostrum to acquire immune protection. Thus, the knowledge of the quality of colostrum on the farm is therefore essential for a better health management. The objective of this study was to evaluate the immune quality of the colostrum of cows by the determination of immunoglobulin G (IgG) using two tools of indirect measurement: the colostrometer and the refractometer. Thus, 53 samples of colostrum from the first milking of cows, of different breeds, were collected on the farm. The average IgG concentrations of the colostrum were 105.8 g/L with the colostrometer and the average Brix value was 23.9 % with the refractometer. In addition, the majority of colostrums analyzed, 92.5% and 77.7% with the colostrometer and refractometer respectively were of good quality (IgG content  $\geq 50$  g/L).

However, regardless of the assay method used, the breed and parity of the cow, the health status of the cow influenced the IgG concentration of the colostrum. However, the sex of the calf had no effect on the colostrum IgG content of the cows. Maximum concentrations were observed in pluriparous cows and in Montbeliarde cows.

Of the two indirect methods of analysis of the immune quality of colostrum used, the refractometer is better indicated for the breeders, because the temperature does not influence the values of concentration obtained with this apparatus, but its high cost would limit its use to the benefit of the colostrometer less expensive and of easier use.

Key words: Colostrum; Immune quality; Colostrometer; Refractometer.

## ملخص

تولد العجول تقريبا من دون اجسام مضادة، بجهاز مناعي كفاء ولكنه غير ناضج، لذلك فهي تعتمد بشكل صارم على امتصاص الغلوبولين المناعي (الايمنوغلوبيولين ج) من اللبأ للحصول على الحماية المناعية. وبالتالي، فإن معرفة جودة اللبأ في المزرعة أمر ضروري لتحسين إدارة الصحة. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة المناعية لبأ البقر عن طريق قياس الغلوبولين المناعي (الايمنوغلوبيولين ج) باستخدام أداتين للقياس غير المباشر: مقياس الكولوسترومتر ومقياس الرفركتومتر. وهكذا، تم جمع 53 عينة من اللبأ الأول من أبقار من سلالات مختلفة في المزرعة. كان متوسط تراكيز اللبأ في الايمنوغلوبيولين ج يقدر ب 105.8 جم / لتر باستخدام مقياس الكولوسترومتر وكان متوسط قيمة بركس 23.9% باستخدام مقياس الرفركتومتر. بالإضافة إلى ذلك، فإن غالبية اللبأ الذي تم تحليله، أي 92.5% و 77.7% على التوالي باستخدام مقياس الكولوسترومتر ومقياس الرفركتومتر كانت ذات نوعية جيدة (محتوى الايمنوغلوبيولين ج أكبر من 50 جم/لتر).

مع ذلك، وبغض النظر عن طريقة القياس المستخدمة، فقد تأثر تركيز الايمنوغلوبيولين ج في اللبأ بسلالة البقر ورقم الرضاعة والحالة الصحية للبقر. من ناحية أخرى، ليس لجنس العجل أي تأثير على محتوى الايمنوغلوبيولين ج. لوحظت التركيزات القصوى عند الأبقار متعددة الإنجاب وفي أبقار سلالة مونتبليارد.

من بين طريقتين غير مباشرتين لتحليل جودة المناعة في اللبأ، يُفضل استخدام مقياس الرفركتومتر للمربين، لأن درجة الحرارة لا تؤثر على قيم التركيز التي يتم الحصول عليها باستخدام هذا الجهاز، ولكن تكلفته العالية ستحد من استخدامه لصالح جهاز قياس الكولوسترومتر، وهو أقل تكلفة وأسهل في الاستخدام.

الكلمات الرئيسية: اللبأ؛ جودة المناعة؛ مقياس الكولوسترومتر.