



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahleb-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Qualité du colostrum des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou

Présenté par
MOKHTARI ALDJIA & HANOUTI FATIMA

Devant le jury :

Président(e) :	Hezil .N	M.A.A	ISV.BLIDA
Examineur :	Salhi .O	M.A.A	ISV.BLIDA
Promoteur :	Gharbi.S	M.C.B	ISV.BLIDA

Année universitaire : 2017-2018

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nos sincères remerciements à notre promoteur Monsieur GHARBI S, Maitre de conférence à l'institut des sciences vétérinaires de Blida qui nous a fait l'honneur de nous encadrer et qui a accepté de nous accompagner et de nous guider dans la réalisation de ce travail, veuillez monsieur trouver en son aboutissement l'expression de toute notre reconnaissance.

Nous remercions chaleureusement tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger ce travail :

- Mme Hezil. N : Maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de Blida.
- Mr Salhi. O : Maitre-assistant à l'institut des sciences vétérinaires de Blida.

Enfin, nos remerciements s'adressent à l'ensemble des éleveurs qui ont accepté de coopérer et à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

Dédicaces

*Je dédie ce travail aux personnes auxquelles je tiens le plus au monde, **mes parents**, pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements à terminer mes études.*

*Un immense merci pour vous **maman** et **papa** que Dieu vous protège et vous garde en bonne santé.*

*A mon frère **SEDDIK** à qui je dois beaucoup durant mon cursus et qui a été toujours derrière moi en cas de besoin, un grand merci à toi grand frère.*

*A mes deux sœurs **FARIZA** et **SILYA** pour leur encouragements leur soutien et qui ont toujours été là pour moi et à qui je présente toutes mon affection et mon amour.*

*Aux nouveaux membres de ma chère famille : mon beau-frère **RAFIK** et ma belle-sœur **Yamina** sur qui je peux compter et sans qui ces dédicaces ne seront complètes.*

*Un grand merci pour vous mes amies, consœurs : **ALDJIA**, **OABURDIA** et **SONIA** pour ces cinq ans de bonheur de fraternité et de partage et à qui je souhaite une bonne continuation professionnelle.*

*Une pensée particulière pour ma grand-mère **KHOUKHA** et ma tante **OABURDIA**
""que Dieu aie vos âmes dans son vaste paradis ""*

Et à tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin durant mes études.

HANOUTI FATIMA

Dédicaces

*Je dédie ce travail aux personnes auxquelles je tiens le plus au monde, **mes parents**, pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements à terminer mes études.*

*Un immense merci pour vous **maman** et **papa** que Dieu vous protège et vous garde en bonne santé*

*A mes frères **DJAMEL** et **AREZKI** à qui je dois beaucoup durant mon cursus et qui ont été toujours derrière moi en cas de besoin, un grand merci à mes frères.*

*A mes sœurs **TASSADIT**, **SARAH**, **KHALOUDJA**, **NAIMA** et **DJAOUIDA** pour leur encouragements leur soutien et qui ont toujours été là pour moi et à qui je présente toutes mon affection et mon amour.*

*Aux nouveaux membres de ma chère famille : mes beaux-frères **MAHDI** et **MOHAMMED** sur qui je peux compter et sans qui ces dédicaces ne seront complètes.*

*Un grand merci pour vous mes amies, consœurs : **FATIMA**, **OUARDIA** et **SONIA** pour ces cinq ans de bonheur de fraternité et de partage. je vous souhaite une bonne continuation professionnelle.*

*Une pensée particulière pour ma grand-mère **TAOUS** ""que Dieu aie ton âme dans son vaste paradis ""*

Et à tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin durant mes études.

MOKHTARI ALDJLA

RESUME

Le veau naît agammaglobulinémique et doit impérativement ingérer du colostrum pour acquérir une immunité contre les principaux pathogènes responsables des maladies néonatales. Notre étude avait comme objectifs d'évaluer la qualité du colostrum et de déterminer les facteurs influençant cette dernière chez les vaches laitières.

L'étude a été réalisée dans quatre élevages de bovins laitier situés dans la wilaya de Tizi Ouzou durant les saisons d'hivers et printemps (2017-2018). A chaque visite d'élevage des informations relatives aux vaches prélevées et veaux ont été enregistrées sur des fiches de renseignements. Vingt-cinq (25) échantillons de colostrum de mélange des quatre quartiers ont été prélevés lors de la première ou de la deuxième traite. Avant de mesurer la concentration en immunoglobulines avec un pèse colostrum, une prise de température a été effectuée.

Les résultats obtenus montrent que la qualité du colostrum varie de bon à excellent. Les taux des colostrums de bonne qualité dans les élevages 1, 2, 3 et 4, ont été élevés (87.5%, 60%, 66.66% et 66.66% respectivement), par rapport à ceux d'excellente qualité (12.5%, 40%, 33.33% et 33.33%, respectivement). Nous avons constaté une influence des facteurs âge, rang de lactation, race et sexe du veau sur les concentrations en Immunoglobulines G. la concentration moyenne en immunoglobulines du colostrum a été significativement supérieure chez les vaches de race montbéliarde par rapport à celles des Holsteins ($125.46 \pm 19,71$ vs $99.98 \pm 26,54$, $p= 0.04$) et croisées ($125.46 \pm 19,71$ vs $90.38 \pm 20,61$, $p= 0.002$). De plus, la concentration moyenne en IgG tend à être significativement faible chez les vaches ayant un âge <60 mois par rapport à celles avec un âge ≥ 60 mois (94.74 vs 113.85 , $p=0.06$).

Le colostromètre est une méthode pratique, peu onéreuse, permettant d'avoir une réponse immédiate quant à la composition en immunoglobulines contenues dans le colostrum.

Mots clés : Colostrum, pèse colostrum, qualité, vaches laitières, Tizi-Ouzou.

ABSTRACT

The calf is born agammaglobulinemic and must ingest colostrum to gain immunity against the main pathogens responsible for neonatal diseases. The purpose of our study was to evaluate the quality of colostrum and to determine the factors influencing it in dairy cows.

The study was conducted in four dairy cattle farms located in the wilaya of Tizi-Ouzou during the winter and spring seasons (2017-2018). At each farm visit, information on the cows and calves was recorded on information sheets. Twenty-five (25) mixed colostrum samples from the four quarters were collected during the first or second milking. Before measuring the immunoglobulin concentration with a colostrum scale, a temperature measurement was made.

The results showed that the quality of colostrum varied from good to excellent. The rates of good quality colostrums in farms 1, 2,3 and 4 were high (87.5%, 60%, 66,66% and 66,66%, respectively), compared to those of excellent quality (12.5%, 40%, 33,33% and 33,33%, respectively). Age, lactation, breed, and sex status of calves were found to influence immunoglobulin G concentration. Mean concentration of colostrum immunoglobulins was significantly higher in montbeliarde cows compared with Holsteins (125.46 ± 19.71 vs 99.98 ± 26.54 , $p=0.04$) and crossed (125.46 ± 19.71 vs 90.38 ± 20.61 , $p=0.002$). In addition, the average IgG concentration tends to be significantly lower in cows <60 months of age compared to those ≥ 60 months (94.74 vs 113.85 , $p=0.06$).

The colostrometer is a practical, inexpensive method for an immediate response to the composition of immunoglobulins in colostrum.

Key words : Colostrum, colostrum scale, quality, dairy cows, Tizi-Ouzou.

ملخص

عند ولادة , يكون عجل غير محصن بـ غلوبولينات مناعية و يجب حتما أن يتلقى لباً تطويع مناعية ضد مسببات الأمراض مسؤولة عن أمراض حديثي ولادة . وذلك كان هدف دراستنا تقييم نوعية لباً و تحديد عوامل مؤثرة فيه عند الأبقار .

اجريت هذه دراسة في أربع مزارع بولاية تيزي وزو لـلال موسمي شتاء و ربيع (2018 / 2017) .

في كل زيارة لمزرعة تم تسجيل معلومات عن الأبقار و عجول على أوراق معلومات .

أذت مسة و عشرون (25) عينة من لباً , مزيج من أربعة مناطق , من أثناء بقر أثناء حلبه الأولى أو ثانية . قبل قياس تركيز مناعي في لباً تم اجراء قياس درجة حرارة .

تظهر نتائج تي تم حصول عليها أن نوعية لباً تختلف من جيد إلى ممتاز , و كانت معدلات لباً ذو نوعية جيدة في مزارع 1, 2, 3 و 4 عالية (87,5% , 60% , 66,66% و 66,66% على التوالي) مقارنة بممتاز (12,5% , 40% , 33,33% و 33,33% على التوالي) . وجدنا تأثير عوامل سن و رتبة رضاعة و عرق و نوع جنس عجل على تركيز متوسط الـايمينو غلوبولين .

متوسط تركيز صناعة في لباً كان أعلى بكثير عند الأبقار مونبيليارد مقارنة بالأبقار بريم هوستين ($19,71 \pm 125,46$ مقابل $26,54 \pm 99,98$, $0,04 = ع$) و بـ هجينة ($19,71 \pm 125,46$ مقابل $20,61 \pm 90,38$, $0,002 = ع$) . و بالإضافة إلى ذلك , فإن متوسط الـايمينو غلوبولين يميل إلى أن يكون أقل بكثير عند الأبقار > 60 شهرا مقارنة مع أولئك الذين لديهم سن ≤ 60 شهرا ($94,74$ مقابل $113,85$, $0,06 = ع$) .

جهاز كلوسترومتر طريقة عملية , غير مكلفة , تسمح بالحصول على نتيجة فورية حول تركيز الـايمينو غلوبولين في لباً .

كلمات بحث : لباً , كلوسترومتر , نوعية , أبقار الألبان , تيزي وزو .

SOMMAIRE

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Résumés.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des tableaux.....	X
Liste des figures.....	XI
Liste des abréviations.....	XII
Introduction générale	01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE COLOSTRUM

I.Colostrum.....	02
I.1.Introduction.....	02
I.2.Définition.....	03
I.3.Composition.....	03
I.3.1.Nutriments.....	03
I.3.1.1.Matières sèches.....	03
I.3.1.2.Protéine, matières grasses et glucides (lactose).....	03
I.3.1.2.1.Protéines.....	03
I.3.1.2.2.Matières grasses.....	04
I.3.1.2.3.Glucides.....	04
I.3.1.3.Vitamines, minéraux et oligoéléments.....	05
I.3.1.3.1.Minéraux.....	05
I.3.1.3.2.Oligoéléments.....	05
I.3.1.3.3.Vitamines.....	05
I.3.2.Composants à rôle immunologique.....	06
I.3.2.1.Immunoglobulines.....	06
I.4.Evolution de la composition.....	06

I.5.Role du colostrum chez le nouveau-né.....	07
I.5.1.Fourniture de substrats énergétiques (rôle majeur).....	07
I.5.2.Role dans la régulation du métabolisme.....	07
I.5.3.Role dans les défenses du nouveau-né.....	08
I.5.3.1.Les immunoglobulines.....	08
I.5.3.2.Les cellules.....	09
I.5.3.3.Les facteurs antimicrobiens non spécifiques du colostrum.....	09
I.5.4.Role laxatif.....	10
CHAPITRE II : FACTEURS INFLUANCANTS LA QUALITE DU COLOSTRUM ET TRANSFERT DE L'IMMUNITE PASSIVE CHEZ LE VEAU	
I. Définition de la qualité du colostrum.....	11
II. Facteurs influençant la concentration en immunoglobulines G du colostrum.....	11
II.1.Effet individuel.....	11
II.2.Race de la mère.....	12
II.3.Rang de lactation/Age de la vache.....	13
II.4.Tarissement.....	13
II.5.Gemméité et mise bas avant terme.....	13
II.6.Vaccination.....	14
II.7.Etat sanitaire des mères.....	14
II.8.L'alimentation.....	14
II.9.Saison du vêlage.....	15
II.10.Les conditions du vêlage.....	15
III. Transfert de l'immunité passive.....	15
III.1.Définition.....	15
III.2.Facteurs influençant la qualité de transfert d'immunité passive.....	16
III.2.1.Facteurs liés au veau.....	17
III.2.1.1.La race.....	17
III.2.1.2.Le sexe.....	17
III.2.1.3.Poids à la naissance.....	17
III.2.1.4.Condition de naissance.....	17

III.2.2.Facteurs liés à la mère.....	18
III.2.2.1.Type et race.....	18
III.2.2.2.Concentration en Ig du colostrum.....	18
III.2.2.3.Etat sanitaire de la mère a la mise bas.....	18
III.2.2.4.Qualité sanitaire de colostrum.....	18
III.2.2.5.Présence de la mère et maternage.....	19
III.2.2.6.Conformation de la mamelle et des trayons.....	19
III.2.3.Les facteurs liés à l'environnement.....	19
III.2.3.1.Température et humidité.....	19
III.2.4.Facteurs liés à la conduite d'élevage.....	19
III.2.4.1.Délai de la prise colostrale post-partum.....	19
III.2.4.2.Volume de la prise colostarle.....	20
III.2.4.3.Masse d'immunoglobulines g de la prise colostrale.....	20
III.2.4.4.Modalité de la prise colostrale.....	20
III.2.4.5.Collection, conservation et traitement du colostrum.....	21
CHAPITRE III : CONSEQUENCE D'UN DEFAUT DE TRANSFERT D'IMMUNITE PASSIVE ET METHODES D'EVALUATION DE LA QUALITE COLOSTRALE	
I. Conséquence d'un défaut de transfert d'immunité passive.....	22
I.1.Morbidité et mortalité des veaux.....	22
I.1.1.Mortalité néonatale.....	22
I.1.2.Morbidité néonatale.....	22
I.1.2.1.Pathologies digestives et respiratoires.....	22
I.2.Effet sur la production à long terme.....	23
II. Méthodes d'évaluation de la qualité colostrale.....	24
II.1.Méthodes directes.....	24
II.1.1.Immunodiffusion radiale.....	24
II.1.2.Eléctrophorèse des protéines.....	25
II.1.3.Test E.L.I.S.A.....	25
II.2.Méthodes indirectes.....	26
II.2.1.Hydromètre ou colostromètre.....	26

II.2.2.Réfractomètre.....	27
II.3.Comparaison des deux types de méthodes.....	28
II.3.1.Avantages et inconvénients des méthodes directes.....	28
II.3.1.1.Avantages.....	28
II.3.1.2.Inconvénients.....	29
II.3.2.Avantages et inconvénients des méthodes indirectes.....	28
II.3.2.1.Avantages.....	28
II.3.2.2.Inconvénients.....	29

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériel et méthodes.....	30
I.1.Objectif.....	30
I.2.Période et lieu de l'étude.....	30
I.3.Matériels et méthodes.....	31
I.3.1.Matériel.....	31
I.3.1.1.Animaux.....	31
I.3.1.2.Instruments et petit matériel.....	31
I.3.2.Méthodes.....	31
I.3.2.1.Recueil des commémoratifs.....	31
I.3.2.2.Echantillonnage et évaluation de la qualité de colostrum.....	32
I.4.Analyse des données.....	33
II. Résultats.....	34
II.1.Concentration en immunoglobulines du colostrum des élevages.....	34
II.2.Les facteurs influençant la qualité du colostrum.....	40
III. Discussion.....	43
IV. Conclusion.....	46
V. Recommandations.....	47
Références bibliographiques.....	48
Annexes.....	54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Répartition des vaches prélevées par élevage.....	31
Tableau 02 : concentration en immunoglobulines de l'élevage 1.....	34
Tableau 03 : concentration en immunoglobulines de l'élevage 2.....	35
Tableau 04 : concentration en immunoglobulines de l'élevage 3.....	37
Tableau 05 : concentration en immunoglobulines de l'élevage 4.....	38
Tableau 06 : concentration en immunoglobulines en fonction de la race.....	40
Tableau 07 : concentration en immunoglobulines en fonction de l'âge.....	41
Tableau 08 : concentration en immunoglobulines en fonction du sexe du veau.....	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La concentration en IgG dans le colostrum des vaches laitière.....	11
Figure 2 : Facteurs influençant la qualité du transfert de l'immunité passive chez le veau....	16
Figure 3 : Méthode de dosage des immunoglobulines par immunodiffusion radiale.....	25
Figure 4 : Pèse-colostrum.....	26
Figure 5 : Réfractomètre.....	28
Figure 6 : carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou avec précision de l'emplacement des élevages étudiés.....	30
Figure 7 : Méthode de prélèvement du colostrum.....	32
Figure 8 : Evaluation de la concentration en immunoglobulines sur le pèse colostrum.....	33
Figure 09 : distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 1.....	35
Figure 10 : distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 2.....	36
Figure 11 : distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 3.....	38
Figure 12 : distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 4.....	49
Figure 13 : distribution des concentrations moyennes en IgG du colostrum (valeur corrigée) en fonction de l'âge et de la parité des vaches.....	41

LISTE DES ABREVIATIONS

Ig : immunoglobuline

IgG : immunoglobuline G

IgM : immunoglobuline M

TIP : transfert de l'immunité passive

AEA : efficacité apparente d'absorption

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Le colostrum, premier produit de sécrétion de la mamelle, est un élément vital chez les mammifères. Il constitue chez les bovins un moyen de transmission de facteurs de l'immunité lui permettant de lutter contre les agents pathogènes présents dans son nouvel environnement. Les premières heures, où l'ingestion colostrale est capitale, sont cruciales dans la vie d'un veau. Un défaut de transfert passif d'immunité augmente considérablement le risque de développement d'infections néonatales responsables de plus de 50% de la mortalité avant sevrage chez le veau (Molto-Puigmarti et *al.*, 2011) Cette mortalité à l'échelle collective est responsable d'un bilan économique désastreux.

Le colostrum a suscité beaucoup d'intérêt en raison de sa concentration en immunoglobulines et de son rôle dans le transfert de l'immunité passive. C'est ainsi que les facteurs les plus susceptibles de contribuer à maximiser le transfert de l'immunité passive ont été étudiés (Roy, 1990). Ce sont le délai entre la naissance et le premier repas, la quantité de colostrum ingéré et la qualité du colostrum. Ces trois facteurs sont généralement considérés comme étant déterminants dans le transfert de l'immunité passive (Gilles, 2002).

Il est indispensable que les éleveurs aient les moyens de lutter contre le défaut de transfert de l'immunité passive. Les facteurs de risques et les mesures zootechniques correctrices et préventives à mettre en place sont aujourd'hui bien connus, le principal facteur limitant étant la qualité du colostrum fourni par les vaches (Molto-Puigmarti et *al.*, 2011).

De nombreux outils permettent d'évaluer la qualité du colostrum ou la qualité du transfert d'immunité passive du veau. Les techniques de référence, évaluant de manière directe la concentration en immunoglobulines sériques ou du colostrum, nécessitent le recours au laboratoire et sont d'un coût relativement élevé. Dans ce contexte, leur utilisation dans le cadre du dépistage et de la maîtrise, à l'échelle individuelle ou collective, des défauts de transfert de l'immunité passive est difficilement possible sur le terrain et est rarement mise en œuvre par les praticiens vétérinaires ou les éleveurs. D'autres approches de mesure, indirectes, utilisables au pied de l'animal et de moindre coût, sont cependant possibles et ont largement été décrites dans la littérature (Cornille, 2015). Dans cette optique, les objectifs de la présente étude sont, d'une part, l'évaluation de la qualité immunologique du colostrum des vaches laitières et d'autre part, la caractérisation des facteurs qui peuvent l'influencer.



**CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LE
COLOSTRUM**

I. Le COLOSTRUM :

1. INTRODUCTION :

À la naissance, la survie des mammifères est favorisée par l'ingestion du colostrum maternel (Allemand, 2008). Celui-ci apporte les nutriments et les anticorps nécessaires à une protection transitoire contre les agressions extérieures physiques et biologiques ainsi que des effecteurs physiologiques tels que des facteurs de croissance et des hormones (Boudry *et al.*, 2008).

Le colostrum est le premier lait après le part (Allemand, 2008). Il s'en distingue non seulement du point de vue physique il est jaunâtre, plus dense, plus épais et plus visqueux que le lait (Serieys, 1993), mais également par ses caractéristiques chimiques (Ahmad *et al.*, 2000). Son aspect physicochimique diffère également selon les espèces : par exemple, le colostrum de la brebis est plus visqueux que celui de la vache (Abdou, 2010).

La progression de l'état du colostrum vers celle du lait s'effectue en fonction du temps. Les avis divergent cependant sur la durée du passage du premier au second. Selon plusieurs auteurs, il peut être extrait pendant les 12 à 48 heures après le part par la tétée du nouveau-né ou par traites (Foley et Otterby, 1978 ; Larson *et al.*, 1980 ; Devillers *et al.*, 2006 ; Maillard, 2006). Mais Gartioux (2003) définit le colostrum comme étant le produit de la traite des six premiers jours suivant le part.

Il est primordial pour le jeune ruminant, de consommer le colostrum dans les premières heures de vie. Le colostrum permet d'acquérir des anticorps, dont le nouveau-né est dépourvu à la naissance. Ce passage d'effecteurs de l'immunité de la mère à son veau par l'intermédiaire du colostrum est nommé transfert d'immunité passive. (Raboison, 2016).

En cas d'échec de ce transfert d'immunité passive, le risque de morbidité et de mortalité du veau nouveau-né est augmenté (Wittum *et al.*, 1995). Pourtant sur le terrain la prise colostrale demeure souvent négligée et un défaut de TIP est souvent observé, jusqu'à 25 à 60% des veaux (Maillard, 2000).

2. DEFINITION :

Le colostrum est le produit de la mamelle des 6 premiers jours après vêlage. Sans anomalie, c'est un liquide jaunâtre épais et visqueux (Maillard et *al.*, 2006). D'un point de vue biologique il s'agit d'un mélange de sécrétions lactées et de constituants de sérum sanguin qui s'accumulent dans la mamelle pendant les trois dernières semaines de tarissement (Allemand, 2008). Il peut être récolté juste avant ou juste après la parturition lors de la première traite (Maillard et *al.*, 2006).

3. COMPOSITION :

Le colostrum est composé d'éléments synthétisés par la glande mammaire et de constituants prélevés dans la circulation maternelle et transférés dans la mamelle (Godden et *al.*, 2008). La composition du colostrum est sujette à de nombreuses variations individuelles (Levieux, 1999 ; Gopal, 2000).

3.1. Nutriments :

3.1.1. Matière sèche :

Le colostrum est hautement concentré en nutriments, essentiels pour couvrir les besoins énergétiques du veau nouveau-né (Morill, 2012). Cette richesse en nutriment est directement représentée par la matière sèche présente en grande quantité dans le colostrum : le taux de matière sèche moyen varie de 23,9 à 27,6% (Kehoe et *al.*, 2007 ; Morille, 2012). En effet, le colostrum est plus de 2 fois plus riche en matière sèche que le lait (Foley, 1978). Cependant, cette teneur est éminemment variable dans le colostrum selon les individus, avec des valeurs qui peuvent varier de 1.7 à 33.1% (Morill, 2012).

3.1.2. Protéines, matières grasses et glucides (lactose) :

Les principaux nutriments présents dans le colostrum sont les protéines, les matières grasses, ainsi que les glucides, essentiellement sous forme de lactose.

3.1.2.1. Protéines :

Le colostrum se distingue par sa grande richesse en protéines, avec un taux moyen variant de 12.7 et 16.6% (Kehoe et *al.*, 2007). La quantité de protéines dans le colostrum est environ 4 fois plus élevée que dans le lait. Les principales protéines que l'on retrouve dans le colostrum sont les globulines (gammaglobulines, bêtalactoglobulines), les caséines et l'albumine (essentiellement l'alphalactalbumine) dont les teneurs respectives sont de 6 à 25%, 4.8% et 0.9% (Maillard, 2006). Les globulines, et plus particulièrement les immunoglobulines,

représentent la majorité des protéines du colostrum. Certaines autres protéines solubles sont remarquables dans le colostrum. En effet, les bêtalactoglobulines, les alphalactalbumines et l'albumine sérique bovine sont présentes respectivement à hauteur de 14.3-18, 2.04-13.82 et 1.21 g/L (Levieux, 1999 ; Sobczuk-szul, 2013). La bêtalactoglobuline est présente en quantité importante dans le colostrum, bien plus que dans le lait. Concernant les caséines, l'alpha caséine est la plus concentrée, suivie des bêta, gamma et kappa caséines (Sobczuk-szul, 2013). Le taux de matière protéique subit de grandes variations individuelles avec des valeurs s'étalant de 2.6 à 20.5% (Morill, 2012).

3.1.2.2 Matières grasses :

La teneur moyenne en matières grasses (MG) du colostrum varie de 3.55 à 6.7% (Kehoe et al., 2007). Les lipides du colostrum se composent de triglycérides, association de trois acides gras et d'une molécule de glycérol, de phospholipides et de cholestérol (Contarini, 2014). La composition en acides gras du colostrum est différente de celle du lait. En effet, le colostrum contient moins d'acides gras saturés, en particulier d'acides gras saturés à chaînes courtes C4 à C12, au profit des acides gras à longues chaînes (>16C), et plus d'AG insaturés (Elfstrand, 2002 ; Contarini, 2014). Ceci s'expliquerait par la lipomobilisation prépartum du tissu adipeux et par l'altération de la microflore ruminale en péripartum (Elfstrand, 2002). Plus particulièrement, le colostrum est riche en acides gras oméga 6, dont l'acide linoléique, et en oméga 3 (Contarini, 2014). L'acide linoléique conjugué est moins concentré dans le colostrum que dans le lait (Contarini, 2014). D'autre part, le colostrum est riche en cholestérol et en phospholipides par rapport au lait (Contarini, 2014). La composition en acides gras du colostrum semble varier avec le rang de lactation (Contarini, 2014).

3.1.2.3. Glucides :

Contrairement aux protéines et aux lipides, les glucides sont moins concentrés dans le colostrum que dans le lait. En effet, on retrouve un taux de lactose entre 2.49 et 2.9% (Kehoe et al., 2007). Cette concentration faible est à mettre en relation avec la faible quantité de lactases que l'on retrouve chez le veau en post partum (Kehoe et al., 2007). Outre le lactose, les autres glucides du colostrum correspondent aux oligosaccharides et aux glycoconjugués (glycolipides et glycoprotéines) (Gopal, 2000). Ils sont présents en faible quantité dans le colostrum, mais néanmoins beaucoup plus concentrés que dans le lait, dans lequel certains oligosaccharides sont complètement absents (Gopal, 2000).

3.1.3. Vitamines, minéraux et oligoéléments :

Le colostrum est riche en vitamines, minéraux et oligoéléments. Ces constituants ont de nombreux rôles, surtout de cofacteur enzymatique et de stimulant du système immunitaire du nouveau-né (Foley, 1978 ; Morill, 2012).

3.1.3.1. Minéraux :

Concernant les macroéléments (calcium, phosphore, magnésium, potassium, sodium, chlore), leur concentration est très élevée dans le colostrum, particulièrement le calcium et le phosphore, avec une teneur respective de 4.7 et 4.5 g/kg de sécrétions mammaires (Foley, 1978 ; Becker, 2013). Cette concentration élevée en calcium est liée à la forte concentration colostrale en caséine qui agit comme un transporteur (Tsioulpas, 2007). Les concentrations en calcium, phosphore et magnésium dans le colostrum lors du part diminuent avec le rang de lactation et se stabilisent après la 3^{ème} lactation (Kume, 1993). La distribution la plus précoce possible d'un colostrum prélevé directement après le part est essentielle pour combler les besoins en minéraux du veau nouveau-né, particulièrement pour les mères dont la parité est élevée. En effet, le rang de lactation est un facteur d'altération du statut minéral du colostrum et donc du veau (Tsioulpas, 2007).

3.1.3.2. Oligoélément :

La plupart des oligoéléments (cuivre, iode, sélénium, zinc, fer, manganèse, cobalt, molybdène) passent la barrière placentaire et certains sont stockés dans le foie du fœtus, en particulier le cuivre et le sélénium (Maillard, 2006 ; Enjalbert, 2009). Cependant, le statut en oligoéléments du veau dépend aussi du colostrum, du fait de sa concentration beaucoup plus importante en oligoéléments que le lait (Foley, 1978 ; Kehoe et *al.*, 2007 ; Enjalbert, 2009). Ainsi, l'apport adéquat en oligoéléments à la mère pendant la gestation, permet d'assurer les besoins du veau, que ce soit par le transfert transplacentaire ou par l'intermédiaire du colostrum (Enjalbert, 2009). De même que pour les macroéléments, les concentrations en zinc, cuivre et manganèse diminuent rapidement après le vêlage dans le colostrum (Kume, 1993). Les veaux laitiers sont moins sujets à des carences en oligoéléments que les veaux allaitants, du fait d'une meilleure complémentation des mères pendant la gestation (Enjalbert, 2009).

3.1.3.3 Vitamines :

Les vitamines liposolubles (A, D et E) passent très peu la barrière placentaire et les veaux en sont quasiment dépourvus à la naissance (Becker, 2013). Les veaux prenant la première buvée de colostrum tardivement (12-25h postpartum), ont une concentration plasmatique en bêta-carotène, rétinol et alpha tocophérol plus faible, pendant presque un mois, par rapport à des veaux ayant pris leur colostrum dans les 7 heures postpartum (Kehoe et *al.*, 2007). La concentration colostrale en vitamines liposolubles est significativement corrélée au taux de matière grasse (Kehoe et *al.*, 2007).

3.2 Composants à rôle immunologique :

3.2.1. Immunoglobulines (Ig) :

La concentration en Ig dans le colostrum est très importante. L'isotype G est dominant, et plus particulièrement les IgG1, qui représentent 97% des IgG et plus de 85% des Ig (Maillard, 2006 ; Maillard, 2013). Le colostrum est relativement pauvre en IgA et en IgM, qui représentent respectivement 5 et 7% des Ig. Des concentrations très faibles en IgE sont décrites par certains auteurs (Godden et *al.*, 2008).

Les concentrations en immunoglobulines et plus particulièrement en IgG présentent des variations individuelles très fortes (Godden et *al.*, 2008). En effet, différentes études sur les concentrations en IgG dans le colostrum bovin rapportent une plage de variation très importante pouvant s'étendre de 1.8 à 256 g/L chez la vache laitière (Godden et *al.*, 2008). Il en est de même pour les IgG1, dont la concentration varie de 9 à 166 g/L (Kehoe et *al.*, 2007 ; Baumrucker, 2010). Cependant, même si les teneurs sont moindres, les autres types d'Ig sont sujets aussi à des variations individuelles. En effet, les concentrations respectives en IgG2, IgA et IgM dans le colostrum des vaches laitières varient de 2.7 – 20.6, 0.5 – 4.4 et 1.1-21.0 g/L (Kehoe et *al.*, 2007). La faible teneur en IgA du colostrum explique l'incapacité fœtale à mettre en place une protection immunitaire muqueuse (Maillard, 2006).

I.4. Evolution de la composition :

Au fur et à mesure du temps, les particularités biologiques du colostrum évoluent, de sorte qu'après 6 à 8 traites, la nature de la production mammaire est très proche de celle du lait. La densité passe progressivement de 1.060 à 1.032, et le pH remonte. De même la matière sèche passe de 25% à 13% répartis en 40g/Kg de matière grasse, 50g/Kg de lactose, 8g/Kg de sels minéraux et 35g/Kg de matière azotée. Parmi ces dernières, les protéines totales représentent

environ 31g/Kg. Alors que dans le colostrum la part de caséine parmi les protéines totales était de 34.2%, celle-ci est de 80.6% dans le lait malgré la chute de la teneur en caséine (de 48g/Kg à 25g/Kg) (Serieys, 1993). Ceci est dû à la forte chute de la concentration en protéines solubles, en particulier les immunoglobulines. En 48h, les concentrations initiales sont divisées par 10 par rapport au colostrum. En 5-6 jours les concentrations du lait sont atteintes, soit environ 1/100 de la concentration initiale pour chaque classe d'immunoglobuline (Serieys, 1993 ; Maillard, 2006).

I.5. Rôle du colostrum chez le nouveau-né :

L'importance du colostrum est double : il constitue un apport énergétique et un apport immédiat d'immunoglobulines fonctionnelles. La richesse du colostrum laisse supposer de nombreuses autres fonctions de ce produit pour l'adaptation du veau à son nouveau milieu. (Allemand, 2008).

5.1. Fourniture de substrats énergétiques (rôle majeur) :

Avec une teneur en matière sèche élevée (25%), et une digestibilité supérieure à 90%, le colostrum fournit des agents nutritifs en quantité importante. Cette énergie sert notamment à la thermorégulation du veau né dans un environnement froid. Le colostrum de 1ère traite apporte 2 fois plus d'énergie que le lait, malgré une concentration en lactose inférieure (Allemand, 2008).

Outre le rôle de substrat énergétique, les lipides du colostrum jouent un rôle structural et développemental chez le veau. Les Acides Gras (AG), les phospholipides et le cholestérol interviennent dans le développement de l'encéphale du nouveau-né, entrant notamment dans la constitution des membranes cellulaires. De plus, les AG soutiennent le développement de la rétine (Contarini, 2014).

5.2. Rôle dans la régulation du métabolisme :

Outre les rôles nutritifs et immunitaires du colostrum, d'autres fonctions sont rapportées dans la littérature (Allemand, 2008) :

- Régulation de la concentration plasmatique post-partum en acides gras non estérifiés, en leptine, régulation du métabolisme des triglycérides, des phospholipides et du cholestérol. (Hadorn, 1997 ; Rauprich, 2000).

- 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. (Hammon et *al.*, 2003).
- Régulation du catabolisme protéique, de l'albuminémie et de la concentration plasmatique en protéines totales. (Rauprich et *al.*, 2000).
- Participation à la synthèse des hormones thyroïdiennes (Blattler et *al.*, 2001).
- Atténuation des effets des glucocorticoïdes endogènes et exogènes post-partum (Blum et *al.*, 2005).

5.3. Rôles dans les défenses du nouveau-né :

5.3.1. Les immunoglobulines :

Le colostrum est le support du transfert de l'immunité passive de la mère au veau. Ce transfert passif est classiquement considéré comme étant un transfert humoral, c'est-à-dire d'immunoglobulines. Il est conditionné par les capacités de la mère à concentrer des immunoglobulines dans son colostrum et à celles du veau à les absorber au niveau intestinal. Ainsi, le veau qui naît agammaglobulinémique, peut se doter d'une immunité humorale par l'intermédiaire des anticorps maternels qui se retrouvent au niveau de sa circulation sanguine. Cette immunité étant passive, elle est dirigée uniquement contre les agents pathogènes contre lesquels la mère a été immunisée au préalable. Elle est constituée principalement d'IgG1, qui est l'isotype majoritaire dans le colostrum (Quigley, 2004).

Le colostrum permet donc l'acquisition d'une immunité humorale systémique chez le veau nouveau-né. Cependant, l'immunité locale n'est pas en reste. En effet, le colostrum permet la mise en place d'une immunité locale, surtout intestinale. Chez les adultes, l'immunité humorale des muqueuses est assurée par les IgAs. Cependant, elles ne sont présentes qu'en faible quantité dans le colostrum. Ce sont donc les IgG, plus particulièrement les IgG1, qui sont responsables de cette protection immunitaire (Quigley, 2004). Elle se met en place de deux façons :

- D'une part, les immunoglobulines ingérées par le veau tapissent la muqueuse intestinale et peuvent agir localement en se fixant aux épitopes contre lesquels elles sont dirigées (Quigley, 2004). Par cette voie, les anticorps sont efficaces même une fois que les immunoglobulines ne sont plus absorbées par la muqueuse intestinale (Quigley, 2004 ; Godden et *al.*, 2008).

- D'autre part, il existe un phénomène de transcytose inverse au niveau de la muqueuse intestinale, par lequel des IgG sanguine sont secrétées dans la lumière intestinale pour y assurer un rôle local (Quigley, 2004 ; Maillard, 2013). Ce phénomène est présent aussi, dans une moindre mesure, sur les muqueuses respiratoires (Maillard, 2013).

5.3.2. Les cellules :

Plus récemment, les chercheurs ont mis en évidence un certain degré d'immunité cellulaire conférée par les nombreux leucocytes présents dans le colostrum. Ils survivent dans le tractus gastro-intestinal du veau après le repas de colostrum et sont absorbés. Ils se retrouvent dans la circulation sanguine et y restent pendant environ 48h (Reber, 2008).

Les leucocytes d'origine maternelle interviennent dans le développement du système immunitaire du nouveau-né (Reber et *al.*, 2008). En effet, la prise colostrale n'affecte pas seulement l'immunité humorale du veau mais aussi l'immunité cellulaire par l'intermédiaire des leucocytes maternels et des cytokines dans le colostrum (Reber, 2008). Ces leucocytes stimulent l'immunité non spécifique en augmentant les capacités de phagocytose (Godden et *al.*, 2008). D'autre part, ces leucocytes permettent la maturation du système immunitaire, tout particulièrement des cellules mononuclées du sang, les monocytes et les lymphocytes (Reber, 2008 ; Maillard, 2013). Les leucocytes colostraux permettent de transmettre au veau la capacité de mettre en place une réponse immunitaire à médiation cellulaire spécifique d'un antigène contre lequel la mère a été préalablement immunisée (exemple du virus de la BVD) (Donovan, 2007). Enfin, il semble que les effets bénéfiques des leucocytes maternels sur le système immunitaire du veau ne soient possibles uniquement s'il consomme le colostrum provenant de sa propre mère (Woolums, 2010).

5.3.3. Les facteurs antimicrobiens non spécifiques du colostrum :

Certains composants inertes du colostrum peuvent jouer un rôle de protection du veau ou de stimulation du système immunitaire. Les vitamines liposolubles et les oligoéléments jouent un rôle important dans la mise en place du système immunitaire du veau (Enjalbert, 2009 ; Woolums, 2010). Le sélénium est l'oligoélément le plus important, il stimule les défenses immunitaires du veau et augmente l'absorption des immunoglobulines au niveau de l'intestin (Enjalbert, 2009). L'alphalactalbumine aurait un rôle dans la mise en place du système immunitaire du veau (Quigley, 2008). La sphingomyéline, un phospholipide, et certains résidus

de dégradation des triglycérides ont un rôle antimicrobien, intervenant dans la protection contre les infections bactériennes gastro-intestinales (Contarini, 2014).

Aussi, le colostrum contient des facteurs antimicrobiens non spécifiques qui participent à l'immunité, surtout au niveau de l'intestin, il s'agit de (Sobczuk-szul, 2013 ; Maillard, 2006).

- a. **Le lysozyme** : Il est considéré comme un important facteur bactéricide intracellulaire et de digestion des bactéries phagocytées, le lysozyme semble être complètement absent des polynucléaires des bovins.
- b. **La lactoferrine** : La LF exerce une activité bactériostatique à l'égard de certaines bactéries en fixant le fer nécessaire à leur métabolisme et en inhibant ainsi leur croissance.
- c. **Le complément** : Le système du complément est un ensemble enzymatique de onze composants dont l'action en cascade aboutit notamment à la lyse des bactéries à Gram négatif.
- d. **Le système lactoperoxydase/thiocyanate/péroxyde d'hydrogène** : Ce système de trois composants exerce une action oxydative, bactériostatique à pH neutre ou bactéricide à pH acide.

5.4. Rôle laxatif :

Le colostrum a un important effet laxatif. En effet, suite à la prise colostrale, les contractions des anses intestinales sont favorisées, facilitant ainsi l'expulsion du méconium (Bruyère, 2015).

CHAPITRE II :
FACTEURS INFLUANCANT LA
QUALITE DU COLOSTRUM ET
TRANSFERT DE L'IMMUNITE

I. Définition de la qualité du colostrum :

La définition communément admise de la qualité du colostrum fait référence à sa concentration en Ig, plus particulièrement en IgG. Cette concentration est facilement mesurable et a un impact majeur sur la santé du veau nouveau-né. Il est considéré qu'un colostrum présente une qualité suffisante pour permettre un Transfert de l'Immunité Passif (TIP) adéquat, lorsque la concentration en IgG est supérieure à 50 g/L (Godden et *al.*, 2008). Des concentrations de 80g/L, voire de 100 g/L d'IgG ont été évoqué pour pouvoir qualifier un colostrum comme étant d'excellente qualité chez la vache laitière et ainsi constituer un objectif de qualité. Par contre des concentrations inférieures à 50g /L évoquent un colostrum de mauvaise qualité voir médiocre (figure 1).

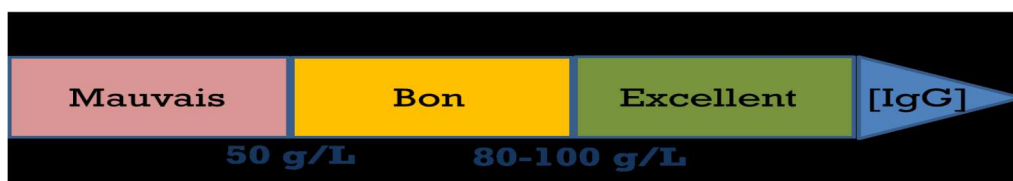


Figure 1 : La concentration en IgG dans le colostrum des vaches laitières permet de qualifier sa qualité sur le plan immunologique (Godden et *al.*, 2008)

II. FACTEURS INFLUENÇANT LA CONCENTRATION EN IMMUNOGLOBULINES G DU COLOSTRUM :

La teneur en immunoglobulines du colostrum traduit son potentiel de transfert d'immunité passive. Celle-ci est extrêmement variable au vu des résultats des nombreuses études consacrées à ce sujet. De même la variabilité au sein d'un même troupeau est très importante. Cette concentration, toutes immunoglobulines confondues, peut aller de moins de 5g/L à plus de 200g/L (Fleenor ; Stott, 1981).

1. Effet individuel :

La concentration en IgG dans le colostrum est hautement variable selon les individus (Baumrucker, 2014). En effet, plusieurs études rapportent des plages de variation très importantes de la concentration en IgG : 4-235 g/L (Gulliksen, 2008), 13-256 g/L (Conneely, 2013), 11-221 g/L (Kehoe et *al.*, 2011). Ainsi, au sein d'une région d'élevage, voir au sein d'une

même ferme, des vaches laitières produisent un colostrum 70 fois plus concentré en IgG que d'autres. Cette variation individuelle est présente au sein d'un type racial et même au sein d'une race. Cependant, la qualité du colostrum possède une certaine héritabilité et donc une répétabilité chez un individu (Maillard, 2013 ; Conneely, 2013).

Une explication à cette variabilité individuelle de la qualité de colostrum serait la variabilité qui existe dans le moment où a lieu la transition de la phase I de la lactogénèse, comprenant la prolifération, différenciation des cellules du tissu mammaire et la colostrogénèse, et la phase II de la lactogénèse où a lieu réellement la production laitière (Guy, 1994 ; Baumrucker, 2014). En effet, chez certains individus cette transition aurait lieu plusieurs jours avant la mise bas (Vetter, 2013 ; Baumrucker, 2014). La production de lactose et l'incorporation d'ions aux sécrétions accumulées dans la mamelle pendant le tarissement augmente la pression osmotique intra mammaire et l'appel d'eau entraîne une dilution des Ig accumulées dans la mamelle (Baumrucker, 2014).

2. Race de la mère :

Concernant les types raciaux, les vaches allaitantes produisent un colostrum significativement plus riche en IgG que les vaches laitières (Guy, 1994 ; Cornille, 2014). Cette différence pourrait s'expliquer par une activité lactogénique plus précoce et plus intense chez les vaches laitières que chez les vaches allaitantes, conduisant à une dilution des Ig dans les constituants du lait, en particulier par un appel d'eau vers la mamelle (Guy, 1994 ; Baumrucker, 2014).

Concernant les différentes races de vaches laitières, la Prim Holstein est souvent citée comme ayant le colostrum le moins riche en IgG. En effet, Muller (1981) compare différentes races de vaches laitières et rapporte un colostrum significativement de moins bonne qualité pour les Prim Holstein que pour les Jersiaises ou les Ayrshire et avec une tendance pour les Brunnes des Alpes ou les Guernesaises à produire un colostrum moins riche que ces dernières. Ces constatations reposent sur la concentration en immunoglobulines totale, et non sur la concentration en IgG qui est similaire pour les différentes races. Morin (2010) confirme la supériorité des Guernesaises sur les Prim Holstein concernant la qualité du colostrum. Godden (2008) explique ces différences entre races laitières par des différences au niveau génétique mais aussi par des quantités de colostrum produites qui sont différentes.

Peu d'informations sont disponibles sur les races de vaches allaitantes. Cependant, il ne semble pas y avoir de différence statistiquement significative entre les vaches charolaises et limousines quant à leur concentration en IgG1 dans le colostrum (Murphy, 2005).

3. Rang de lactation / âge de la vache :

Le rang de lactation, c'est-à-dire la parité, est l'un des facteurs qui affecte le plus la qualité du colostrum (Pritchett, 1991). Un grand nombre d'études s'accorde sur une amélioration de la qualité du colostrum avec l'augmentation du rang de lactation (Moore et *al.*, 2005)

En effet, les vaches qui appréhendent une lactation de rang élevé sont plus susceptibles de produire un colostrum de bonne qualité. Cependant, les études ne s'accordent pas toutes sur le rang de lactation à partir duquel le colostrum est de meilleure qualité que pour les lactations précédentes. La plupart des publications rapportent que les vaches à partir de la 3ème lactation produisent un colostrum significativement plus riche en IgG par rapport aux deux premières lactations (Moore et *al.*, 2005).

Gulliksen (2008) trouve une concentration en IgG significativement supérieure à partir de la 4ème lactation et Conneely (2013) avance une qualité supérieure pour les 3ème et 5ème lactations sans différence significative pour la 4ème lactation. En définitive, les vaches laitières peuvent atteindre leur capacité maximale de concentrer les IgG dans leur colostrum à partir de leur 3ème lactation. Concernant les vaches allaitantes, l'âge ne semble pas avoir d'influence sur la qualité du colostrum (McGee, 2006).

4. Tariesement :

La durée du tariesement n'a pas d'effet sur la qualité du colostrum, notamment lorsque celle-ci est d'au moins 28 jours, et n'excède pas 90 jours (Pritchett et *al.*, 1991). Cette observation s'explique par le fait que les immunoglobulines, du fait de modifications hormonales, commencent à être transférées vers les sécrétions lactées à partir du sang maternel, dans les 4 à 6 semaines qui précèdent le part. La quantité d'Ig transférée est maximale pendant les derniers jours de gestation, même si leur concentration commence à baisser du fait de la production des autres composants du lait (Guy, 1994).

Par contre, il existe une corrélation positive ($r=0.19$) entre la durée du tariesement et la quantité de colostrum produite (Pritchett, 1991). En effet, lors d'un tariesement court, de 40 jours, on constate une diminution de la quantité de colostrum produite de 2.2 kg en moyenne, par rapport à un tariesement de 60 jours.

5. Gémellité et mise bas avant terme :

La mise au monde de jumeaux ou d'un veau avant le terme prédispose la mère à produire un colostrum de qualité plus faible (Becker, 2013 ; Maillard, 2013).

6. La vaccination :

La vaccination des mères en fin de gestation permet d'enrichir leur colostrum en IgG spécifiques. L'efficacité de cette vaccination a été prouvée pour plusieurs agents pathogènes communément responsables de morbidité voire de mortalité chez les veaux tels que Salmonella, Escherichia coli, Pasteurella haemolytica, coronavirus et rotavirus (Snodgrass et al., 1982 ; Smith et al., 2014).

7. Etat sanitaire des mères :

L'état de santé général de la mère semble avoir un impact sur la qualité du colostrum (Godden et al., 2008). Concernant la santé de la mamelle, les mammites ont un effet délétère sur la qualité et la quantité du colostrum produit lorsqu'elles surviennent pendant la période de tarissement empêchant vraisemblablement le transfert des immunoglobulines vers la mamelle (Godden et al., 2008 ; Maillard, 2013).

Pour ce qui est des infestations parasitaires, Maillard (2013) met en avant un effet délétère de la fasciolose sur la qualité du colostrum alors que Werbrouck (2010) ne met pas en évidence de corrélation entre le statut sérologique vis-à-vis de Fasciola hepatica, ni d'Ostertagia sp et la richesse en IgG dans le colostrum. Ainsi, il semble que l'effet du parasitisme soit directement lié à son intensité. Une infestation majeure par la grande douve, associée à une hypo protéinémie pendant la période de formation du colostrum, pourrait diminuer le transfert d'Ig vers la mamelle. Concernant les pathologies du peripartum suivantes, les fièvres vitulaires, les gestations prolongées, les rétentions placentaires et les dystocies, elles n'ont pas d'influence sur la qualité du colostrum (Gulliksen, 2008 ; Kehoe et al., 2011).

8. L'alimentation :

L'alimentation des vaches pendant la gestation semble avoir peu d'influence sur la qualité du colostrum et le transfert d'immunité passive. Cela reste vrai dans le cas d'une restriction énergétique alimentaire de 15% (Dardillat et al., 1978).

Dans le cas d'une restriction protéique importante durant les 90 derniers jours de la gestation (-40% de l'apport quotidien recommandé en protéines), Odde (1988) a observé une diminution de la production de colostrum, en partie compensée par une augmentation des concentrations colostrales en IgM et IgG₁.

La plupart des auteurs s'accorde à recommander une couverture en énergie et matières protéiques supérieure à 90% des apports préconisés et une supplémentation par précaution en vitamines A, D, E et oligo-éléments (Se, Cu, Co, Zn) (Carraud et Vallet, 1995)

Une alimentation carencée en certains nutriments et oligo-éléments (Se, Cu, Zn, Vitamines A et E, β carotène) diminue l'immunité propre de la glande mammaire et accroît le risque d'apparition de mammites (Sordillo et *al.*, 1997)

9. La saison de vêlage :

La période où a lieu le vêlage au cours de l'année a un effet controversé sur la qualité du colostrum Gulliksen (2008) trouve des concentrations en IgG significativement plus faibles durant les mois de décembre, janvier et février et des concentrations significativement plus élevées en aout, septembre et octobre. Conneely (2013) décrit des concentrations des colostrums moins riches au cours du mois d'avril.

D'autres auteurs ne rapportent pas d'effet significatif de la saison (Pritchett, 1991 ; Bartier, 2015) ou de la photopériode (Morin, 2010) sur la qualité du colostrum.

Il semblerait que la saison de vêlage n'ait qu'un effet extrêmement limité, voir nul, sur la qualité du colostrum, à moins que le climat soit extrême. En effet, des températures très élevées peuvent être responsables d'une diminution de la qualité du colostrum : diminution des concentrations en IgG et IgA mais aussi en nutriments dans le colostrum (Godden et *al.*, 2008).

10. Les conditions du vêlage :

Dans le cadre de mise-bas induites, entre 3 et 22 jours avant le terme estimé, par des injections de corticoïdes (Hoerlein et Jones, 1977) n'ont noté aucune différence significative pour les concentrations en IgG dans le colostrum et chez le veau. Lors de césarienne ou de mise-bas prématurée, la production colostrale est souvent réduite, voire nulle (Serieys, 1993).

III. TRANSFERT DE L'IMMUNITE PASSIVE :

III.1. Définition :

La placentation épithéliochoriale des bovins explique l'imperméabilité de la barrière placentaire aux effecteurs de l'immunité, et en particulier aux immunoglobulines. Le veau naît donc quasiment agammaglobulinémique, c'est-à-dire sans anticorps circulants (Weaver et *al.*, 2000). En effet, le système immunitaire du veau est immature et naît à la naissance et n'atteindra sa maturité complète qu'à l'âge de 6 mois (Chase, 2008). L'immunité innée n'est

pas développée complètement et l'immunité adaptative est presque inexistante (Chase, 2008 ; Maillard, 2013). Un veau privé de colostrum ne commence à produire des IgM qu'à partir de 4 jours et des IgG qu'à partir de 16 jours post partum (Chase, 2008).

Le transfert d'immunité passive consiste en l'acquisition d'une immunité par le colostrum. Cette immunité passive d'origine maternelle est à la fois locale au niveau du tube digestif, mais aussi systémique. Elle permet au veau de se défendre pendant la mise en place optimale de sa propre immunité endogène. Les principaux acteurs de cette immunité étant les Ig, les auteurs définissent le transfert d'immunité passive comme le transfert d'Ig de la mère au veau via le colostrum. Cependant, la composition du colostrum ne se limite pas aux seuls Ig et de nombreux autres éléments colostraux interviennent dans la transmission de l'immunité de la vache au veau (Maillard, 2006).

2. Facteurs influençant la qualité du transfert d'immunité passive :

La quantité idéale d'immunoglobulines consommées par kg de poids vif serait de 3 à 6 g/kg afin d'atteindre des concentrations sériques en IgG de 10 à 15 g/L (Bush et al., 1971). Certains auteurs suggèrent une ingestion minimale de 200 grammes d'Ig afin d'atteindre ces objectifs (Serieys, 1993 ; Leveux et Ollier, 1997). Plusieurs facteurs influencent la qualité du transfert d'immunité passive à savoir (figure 2) :

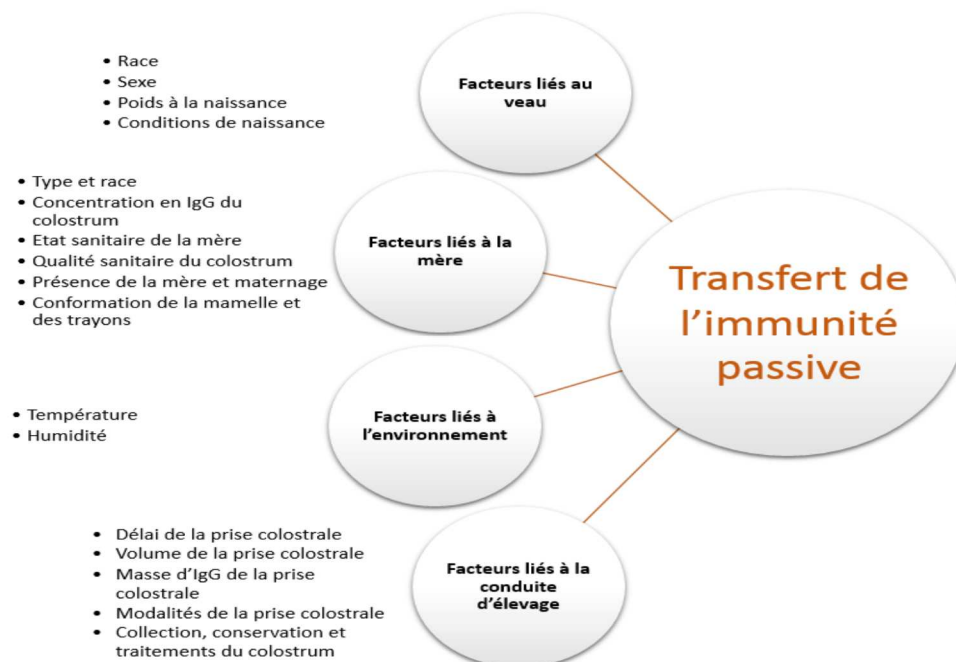


Figure 2 : Facteurs influençant la qualité du transfert de l'immunité passive chez le veau (Serieys 1993 ; Leveux et Ollier, 1999).

2.1. Les facteurs liés au veau :

2.1.1. La race :

La race du veau influence les capacités d'absorption du veau nouveau-né. Les veaux de race allaitante ont des capacités d'absorption supérieures à celles des veaux laitiers (Maillard, 2013).

Au sein des races laitières, des différences dans les capacités d'absorption ont été observées. Les informations disponibles concernent les races Prim Holstein et Jersiaise. Plusieurs études rapportent une efficacité apparente d'absorption (AEA) plus élevée pour les veaux de race Jersey que pour les veaux Holstein (Quigley, 2007 ; Villaroel, 2013). Cette différence est non seulement statistiquement significative mais aussi biologiquement intéressante puisque la différence d'AEA est de 24% entre les veaux Jersey et Prim Holstein (Quigley, 2007). Il en résulte une concentration sérique en IgG deux fois plus importante pour les veaux Jersey avec une gestion du transfert d'immunité similaire (Villaroel, 2013).

2.1.2. Le sexe :

L'influence du sexe du veau sur le transfert de l'immunité passive est sujette à controverse. De nombreuses études montrent qu'il n'y a pas d'influence de ce facteur sur le TIP (Perino et al., 1995 ; Trotz-williams et al., 2008), tandis que d'autres rapportent des concentrations en IgG supérieures pour les génisses par rapport aux veaux mâles (Odde, 1988). Cette différence entre sexes serait peut être la conséquence d'une différence de conduite d'élevage entre veaux mâles et femelles. En élevage laitier, les veaux mâles, contrairement aux génisses, n'ont que peu de valeur financière et ne servent pas au renouvellement du troupeau, et bénéficient donc souvent de moins d'attention et d'efforts de la part des éleveurs quant à la prise colostrale (Perino et al., 1995).

2.1.3. Poids à la naissance :

Il ne semble pas y avoir de corrélation entre le transfert d'immunité passive et le poids du veau à la naissance (Stott et al., 1979 ; Robison et al., 1988 ; Chigerwe et al., 2008).

2.1.4. Les conditions de naissance :

Les vélages difficiles sont décrits comme des facteurs de diminution du transfert d'immunité passive colostrale (Muggli, 1984 ; Odde, 1988). La dystocie, en effet, peut être à l'origine d'une hypoxie cérébrale puis d'une hypoxémie et d'une acidose respiratoire (Kersting, 1998). Le nouveau-né, alors affaibli, tarde à se lever, à téter et consomme moins de colostrum qu'un autre veau, d'où le défaut de transfert d'immunité. De même, les nouveau-nés prématurés,

souvent faibles, ingèrent très difficilement un litre de colostrum dans les quatre premières heures de leur vie (Levieux, 1984). Les veaux nés par césarienne ont des concentrations en Ig plus faibles que ceux nés spontanément ou avec un autre type d'assistance (Frerking, Aeikens, 1978).

2.2. Les facteurs liés à la mère :

2.2.1. Type et race :

L'effet du type et de la race de la mère sur le transfert d'immunité passive du veau est difficilement évaluable en raison des différences fréquentes dans les modalités de prise colostrale entre élevages laitiers et allaitants (biberonnage contre tétée naturelle). Par ailleurs, le type allaitant ou laitier et la race de la mère influencent la concentration du colostrum en IgG (Guy et *al.*, 1994).

2.2.2. Concentration en Ig du colostrum :

Besser et al (1985) ont mis en évidence une corrélation positive entre la concentration en IgG du colostrum (variant de 35 à 151 g/L et de 11 à 118 g/L pour leur deux expériences) et la concentration plasmatique en IgG chez le veau. Il a été par ailleurs montré que plus la concentration en IgG du colostrum était élevée plus l'efficacité d'absorption des IgG était faible. D'où l'hypothèse d'une limitation physiologique de la masse d'immunoglobulines que le veau peut absorber soit par une limitation des mécanismes de transport des immunoglobulines à travers l'épithélium intestinal, soit par régulation de la concentration sanguine en IgG du veau lorsqu'un certain seuil est atteint (Besser et *al.*, 1985).

2.2.3. Etat sanitaire de la mère à la mise-bas :

De manière générale toute affection de la mère à la mise-bas ou en période pré-partum peut nuire à la production et la qualité du colostrum. De plus, les affections suite à la mise-bas qui empêchent la mère de se tenir debout (traumatismes, hypocalcémie) vont rendre la prise du colostrum par le veau ou la traite impossible (Broom, 1983).

2.2.4. Qualité sanitaire du colostrum :

Le colostrum représente une des sources potentielles les plus précoces d'exposition à des agents pathogènes pour le veau. Une contamination bactérienne du colostrum peut être à l'origine de pathologies néonatales telles que la diarrhée et la septicémie. De plus, ces bactéries interféreraient avec l'absorption des immunoglobulines G par le veau. Donc, une concentration élevée en bactéries dans le colostrum interfère de manière importante avec

l'absorption des immunoglobulines (Johnson, 2007 ; Elizondo-Salazar, 2009 ; Godden et *al.*, 2012 ; Gelsing 2014 ; Bruyère, 2015 ; Kryzer, 2015), en plus d'être potentiellement pathogène (Johnson, 2007).

2.2.5. Présence de la mère et maternage :

La présence de la mère augmente l'efficacité de l'absorption des Ig chez le veau nouveau-né (Weaver, 2000 ; Godden et *al.*, 2008 ; Maillard, 2013). Cependant, les effets délétères de la colonisation bactérienne massive liée à l'environnement de la mère et du faible volume ingéré tardivement lorsqu'on laisse le veau téter sont plus importants que le bénéfice sur l'efficacité apparente d'absorption lorsqu'on laisse le veau avec sa mère (Godden et *al.*, 2008).

2.2.6. Conformation de la mamelle et des trayons :

La conformation du pis et de la mamelle est rarement prise en considération chez les vaches allaitantes ; chez les races laitières, une mamelle pendante ou décrochée a une influence négative sur la durée de la tétée et la précocité de la première tétée. (Ventrop et Michanek, 1992). La mauvaise conformation des trayons représente un risque d'apparition de mammites, ces dernières et diverses affections douloureuses des trayons (crevasses, ulcères, plaies...) rendent quelque fois difficile ou impossible la tétée ou la traite du colostrum (Serieys, 1994).

2.3. Les facteurs liés à l'environnement :

2.3.1. Température et humidité :

Les conditions climatiques exercent une certaine influence sur l'absorption des Ig, même si elle est limitée. En effet, une diminution de l'AEA est constatée lorsque le veau nouveau-né s'expose à un froid rigoureux à « extrême » (Quigley, 2007 ; Godden et *al.*, 2008 ; Singh, 2011 ; Maillard, 2013). L'AEA est diminuée aussi en cas de fortes chaleurs (Singh, 2011). Ceci explique que les taux d'absorption les plus faibles sont enregistrés en février et juin (Singh, 2011). Il semblerait qu'en plus de l'effet direct sur l'absorption, le stress thermique ait un effet indirect sur le transfert d'immunité en retardant la station debout et la première tétée (Maillard, 2013).

2.4. Facteurs liés à la conduite d'élevage :

2.4.1. Délai de la prise colostrale post-partum :

Le délai entre la mise-bas et le premier repas de colostrum est le facteur majeur qui affecte l'absorption des Ig et donc le transfert d'immunité passive (Singh, 2011 ; Godden et *al.*, 2008).

Il existe un phénomène de cessation de l'absorption des macromolécules, dont les immunoglobulines, appelé fermeture de l'intestin ou « gut closure ». En effet, une diminution progressive de l'AEA de la naissance à la closure de la muqueuse digestive est constaté (Quigley, 2007 ; Singh, 2011 ; Maillard, 2013). Ainsi, une première prise colostrale dans les 4 à 6 premières heures qui suivent la naissance est habituellement recommandée.

2.4.2. Volume de la prise colostrale :

Il est recommandé de faire ingérer au veau 3 à 4 L de colostrum ayant une concentration minimale en immunoglobulines de 50 g/L et une concentration en bactéries inférieure à 100 000 CFU/ml au cours des 8 premières heures de vie (Mcguirk et Collins, 2004). Toutefois, à même masse d'IgG dans le colostrum, des concentrations plus élevées (donc sous un volume plus réduit) favoriseraient l'absorption des IgG. Par exemple, l'absorption serait meilleure pour 1 L de colostrum contenant 100 g d'IgG/L que pour 2 L de colostrum contenant 50 g/L d'IgG (Scott et Fellah, 1983).

2.4.3. Masse d'immunoglobulines G de la prise colostrale :

Il existe un lien inéluctable entre la masse d'immunoglobulines G du colostrum ingéré par le veau et sa concentration sanguine en IgG. L'augmentation de la masse d'IgG de la prise colostrale a un effet positif sur le transfert de l'immunité passive du veau. Selon les études, la masse d'IgG colostrale recommandée pour s'assurer d'un transfert d'immunité satisfaisant varie de 150 à 200g/L (Serieys, 1993 ; Levieux et Ollier, 1999).

2.4.4. Modalités de la prise colostrale :

La prise colostrale peut se faire selon trois modalités : la tétée sous la mère, l'administration par biberonnage ou par sondage œsophagien. La tétée sous la mère est la modalité décrite comme étant la plus à risque de défaut de transfert de l'immunité passive (Besser et *al.*, 1991 ; Beam et *al.*, 2009). Ce risque plus élevé peut être dû à une ingestion volontaire par le veau de colostrum en volume insuffisant ou dans un délai inapproprié (Besser et *al.*, 1991 ; Beam et *al.*, 2009).

Bien que n'induisant pas le réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne, le sondage œsophagien est une méthode efficace pour la prise du colostrum et permet une absorption adéquate d'IgG par le veau. Plusieurs études montrent que les taux de transfert d'immunité passive sont similaires entre la prise colostrale au biberon ou par sondage œsophagien (Adams et *al.*, 1985 ; Godden et *al.*, 2009 ; Chigerwe et *al.*, 2012.).

2.4.5. Collection, conservation et traitements du colostrum :

La collection, la conservation et les traitements éventuels du colostrum sont autant d'étapes que l'éleveur peut maîtriser pour améliorer le transfert d'immunité passive des veaux de son élevage, en préservant la concentration en IgG et en limitant la charge bactérienne du colostrum (Mcguirk et Collins, 2004).

La collection du colostrum doit avoir lieu le plus rapidement possible après la mise-bas pour éviter un phénomène de dilution des IgG (Mcguirk et Collins, 2004). Des mesures d'hygiène peuvent limiter la contamination bactérienne lors de la collection, la conservation et la distribution du colostrum. Aussi, le colostrum issu de vaches malades, particulièrement celles atteintes de mammite, ne devrait pas être utilisé. Si le colostrum n'est pas distribué dans les 2 heures, il doit être réfrigéré ou congelé pour minimiser la multiplication bactérienne. La réfrigération à 4°C dans des bouteilles en plastique est conseillée pour un colostrum distribué dans la semaine (Mcguirk et Collins, 2004). Au-delà, le colostrum réfrigéré perdrait ses qualités immunologiques et nutritionnelles. Pour une conservation à plus long terme (jusqu'à un an), il est conseillé de congeler le colostrum à -18°C (Mcguirk et Collins, 2004).

La pasteurisation du colostrum, aux températures et durées recommandées pour le lait soit 63°C pendant 30min, s'est révélée dénaturer 12 à 30% des immunoglobulines G. Cependant certaines études ont montré qu'un traitement thermique à 60°C pendant 60 min permet de préserver les IgG (concentration et fonctionnalité) et de réduire significativement la charge bactérienne (Godden et *al.*, 2006 ; Mccartin et *al.*, 2006).

De plus, pour la distribution de colostrum réfrigéré ou congelé, il est recommandé de réchauffer le colostrum jusqu'à 38°C au bain marie d'une température inférieure à 60°C pour ne pas dénaturer les protéines mais assez rapidement pour ne pas favoriser une multiplication bactérienne (Maillard ,2006).

CHAPITRE III :
CONSEQUENCES D'UN DEFAUT DE
TRANSFERT D'IMMUNITE PASSIVE ET
METHODES D'EVALUATION DE LA
QUALITE COLOSTRALE

I. CONSEQUENCES D'UN DEFAUT DE TRANSFERT D'IMMUNITE PASSIVE :

1. Morbidité et mortalité des veaux :

L'état de santé des veaux est étroitement relié au transfert de l'immunité passive, particulièrement pendant la période précédant le sevrage. Cette affirmation semble intuitive pour les vétérinaires, mais les éleveurs ne font majoritairement pas le lien entre des troubles sanitaires comme les gastro-entérites néonatales et le défaut de transfert d'immunité passive (Allix, 2014).

La majorité des études montrent une relation significative entre la santé des veaux et le transfert d'immunité passive, qu'il soit mesuré par dosage des IgG ou estimé à l'aide de la concentration sérique en protéines totales (Nahms, 1993 ; Tyler, 1999 ; Weaver, 2000 ; Dewell, 2006 ; Waldner, 2009 ; Stilwell, 2011).

1.1. Mortalité néonatale :

Le taux de mortalité est environ deux fois plus élevé chez les veaux souffrant d'échec du transfert colostrale, avec une incidence particulièrement élevée en période néonatale (environ 3 semaines post-partum) (Nahms, 1993). Le risque de mortalité est quantifié comme étant 4.6 à 9.5 fois plus important lors d'échec du transfert d'immunité passive (Tyler, 1999 ; Stilwell 2011). Il est important de noter que la mortalité des veaux, même en cas d'échec du transfert d'immunité, n'est pas nécessairement imputable à celui-ci. Des chercheurs sont parvenus à quantifier la part de l'échec de transfert d'immunité passive dans la mortalité des veaux. Ainsi, 53.6% de la mortalité est directement liée à l'échec du transfert d'immunité chez les veaux ayant une concentration en IgG inférieure à 10 g/L, ce qui correspond à 39% de la mortalité globale (Nahms, 1993 ; Tyler 1999).

1.2. Morbidité néonatale :

Concernant la morbidité, le risque est accru lors d'échec du transfert d'immunité passive. En élevage laitier la morbidité est 3 à 3.4 plus importante chez les veaux souffrant d'un échec du transfert d'immunité (Furman-Fratczack, 2011 ; Stilwell, 2011).

1.2.1. Pathologies digestives et respiratoires :

Les résultats de l'étude de Furman-Fratczack (2011) mettent en lumière une importante diminution de l'incidence des gastro-entérites lorsque la concentration sérique en IgG dépasse 10 g/L, avec un effet protecteur plus important en période néonatale.

L'association entre le transfert d'immunité passive et les pathologies respiratoires est moins instinctive. En effet, l'immunité locale étant prépondérante au niveau des poumons, la protection induite par le colostrum nécessite une sécrétion des IgG au niveau des alvéoles, alors que ce sont les IgAs qui assurent la protection muqueuse. La distribution à des veaux du colostrum riche en IgG dirigées contre les agents pathogènes de l'appareil respiratoire (VRSB, *Manheimia haemolytica*), entraîne une certaine protection des veaux vis-à-vis de ces pathologies (Belknap, 1991 ; Makoschey, 2012 ; Meyer, 2015). La protection contre le VRSB semble meilleure : la prise colostrale diminue les signes cliniques, ainsi que les lésions pulmonaires et l'excrétion virale (Belknap, 1991 ; Meyer, 2015).

2. Effet sur les productions à long terme :

Le transfert colostrale de la mère au veau, en plus des effets sur la santé des veaux, a une influence importante sur leur production, à plus ou moins long terme (Faber, 2005 ; Furman-Fratczack, 2011 ; Mastellone, 2011 ; Van Amburgh, 2011).

Concernant la croissance des veaux, une influence significative du transfert colostrale sur le gain moyen quotidien (GMQ) est constatée. En effet, les veaux ayant un transfert adéquat ont un GMQ significativement plus élevé (Faber, 2005 ; Furman-Fratczack, 2011 ; Mastellone, 2011 ; Van Amburgh, 2011). Cette augmentation du GMQ semble être observée plus ou moins tardivement au cours de la croissance des veaux. Furman-Fratczack (2011) ne la constate qu'après 6 mois, alors que les autres publications rapportent cette augmentation dès les premières semaines et jusqu'à 17 mois (Faber, 2005 ; Furman-Fratczack, 2011 ; Mastellone, 2001 ; Van Amburgh, 2011).

En élevage laitier, il a été noté une influence du transfert colostrale, qu'il soit estimé par le dosage des Ig sériques du veau ou par le volume de colostrum distribué, sur la production laitière future des veaux (Denise, 1989 ; Faber, 2005). Les veaux présentant un transfert d'immunité adéquat produisent significativement plus de lait en première et en deuxième lactation que les veaux en échec de transfert (Denise, 1989 ; Faber, 2005).

Van Amburgh (2011) relie l'augmentation des productions à une ingestion supérieure et une meilleure efficacité alimentaire chez les animaux avec un bon transfert d'immunité. Ceci peut être expliqué par la quantité importante d'hormones et de facteurs de croissance présents dans le colostrum, avec en particulier un effet sur le développement du tube digestif (Faber, 2005).

II. METHODES D'EVALUATION DE LA QUALITE COLOSTRALE (appréciation de la qualité) :

Il existe différentes méthodes pour évaluer le degré de protection d'un veau en dosant les protéines du sérum du veau (par immunodiffusion radiale, ou dosage des protéines sériques par réfractométrie...). Mais toutes ces méthodes ont l'inconvénient de simplement constater à posteriori un défaut de transfert de l'immunité passive (Wittum, 1995). La mesure directe ou indirecte de la concentration d'immunoglobulines en particulier des immunoglobulines G contenues dans le colostrum permet d'apprécier la qualité du colostrum avant son administration. Cela permet de fournir au veau nouveau-né une masse d'immunoglobulines adéquate.

II.1. Méthodes directes :

1.1. Immunodiffusion radiale :

La technique d'immunodiffusion radiale permet de quantifier une molécule, en l'occurrence les immunoglobulines G, en utilisant la réaction de liaison antigène-anticorps (Lefranc, 2003). Des gels d'agar sont utilisés car relativement inerte pour les molécules diffusantes. L'incorporation d'un antisérum spécifique (anticorps anti-IgG) à la gélose est ensuite réalisée. Pour le dosage des immunoglobulines G un anticorps anti IgG bovin produit par des lapins est utilisé. Des puits sont ensuite creusés dans la gélose pour y incorporer l'antigène : l'échantillon dilué de colostrum à doser. Une incubation d'environ 72 heures à 23°C est faite. La réaction antigène-anticorps se fait et il y a précipitation. A l'équilibre, il se forme un anneau de précipitation dont le carré du diamètre est proportionnel à la concentration de l'antigène. La concentration d'immunoglobuline G colostrale (mg/ml) est déterminée en comparant le diamètre de la zone dont on ne connaît pas la concentration à une courbe standard pour une concentration d'antigène connue (Lefranc, 2003).

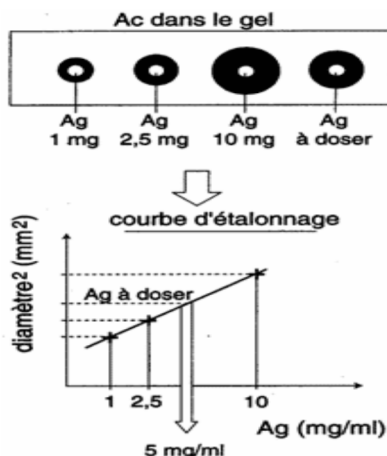


Figure 3 : Méthode de dosage des immunoglobulines par immunodiffusion radiale (Anonyme1, 2004).

1.2. Electrophorèse des protéines :

L'électrophorèse s'appuie sur le principe du déplacement de particules chargées sous l'influence d'un champ électrique créé par une tension continue. 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 (Anonyme 1, 2004).

1.3. Test E.L.I.S.A :

Le test ELISA ou enzyme-linked immunoassay est un test qui permet la mesure des Ig colostrales en particulier les immunoglobulines G. Le principe de ce test est également basé sur la réaction antigène-anticorps. (Shearer, 1997)

Le colostrum à doser est d'abord dilué dans une solution saline. Une petite quantité est prélevée et déposée au fond des puits de la plaque de microtitration. La plaque est alors incubée une heure à environ 37°C pour la fixation de l'échantillon à la microplaque et les anticorps antiimmunoglobulines sont ensuite ajoutés. L'ensemble est incubé une heure à environ 37°C. Les puits sont ensuite rincés. A ce complexe antigène-anticorps, des anticorps marqués (conjugué) sont rajoutés. Après lavage, un substrat chromogène est ajouté. La force

du signal du substrat chromogène dépend de la quantité d'antigène soit ici la quantité d'immunoglobulines colostrales. La concentration est évaluée à partir d'une gamme standard pré établie (Shearer, 1997).

II.2. Méthodes indirectes :

2.1. Hydromètre ou colostromètre :

Le pèse-colostrum ou colostromètre est un instrument utilisé à la fois en filières bovine, équine et de petits ruminants (figure 4). Le colostromètre permet d'estimer la richesse en Ig 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 *al.*, 1980). Toutefois, la densité du colostrum peut être fortement influencée par d'autres facteurs, tels que la température (il convient donc de respecter les recommandations du fabricant), la race (Par ordre de densité croissante : Jersey, Prim 'Holstein, Brune des Alpes, Ayrshire), le numéro de lactation (densité colostrale inférieure aux 1^é et 2^é lactations, comparativement aux 3^e et 4^e lactations), la saison (par ordre de densité croissante : été, printemps, hiver et automne) (Morin et *al.*, 2001). 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. Il faut donc plonger le pèse-colostrum dans un récipient contenant le colostrum à évaluer (Croisier,

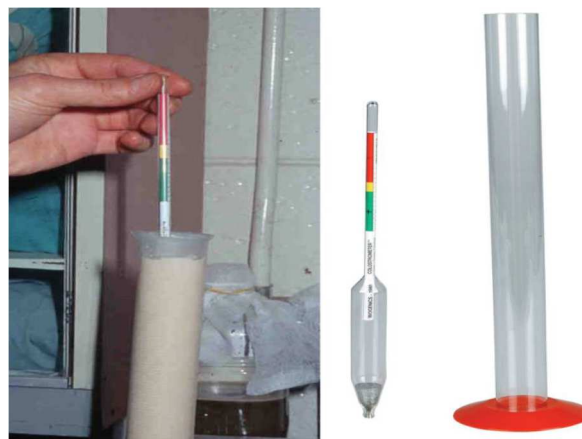


Figure 4 : Pèse-colostrum (Croisier, 2012)

La lecture du résultat, 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 (Morin et *al.*, 2001).

- Moins de 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.

2.2. Réfractomètre :

La réfractométrie évalue la teneur totale en protéines du colostrum (et donc indirectement la teneur en immunoglobulines G) par la mesure de son indice de réfraction. L'instrument utilisé est un réfractomètre (qui peut être optique ou digital) (figure 5). Le plus couramment rencontré en élevage est le réfractomètre portable initialement utilisé pour mesurer la concentration en sucres dans les fluides de vin, de jus de fruits et de miel et utilisant l'échelle de Brix (exprimé en %). Il fonctionne avec la lumière naturelle et offre une lecture directe. Il est calibré de telle sorte qu'il affiche « 0% » pour l'eau distillée (Bielmann et *al.* 2010).

Le principe de fonctionnement consiste à 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. Les colostrums à haute teneur en matières grasses peuvent provoquer des bandes floues plutôt qu'une ligne distincte, rendant la lecture moins aisée. 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 (Bielmann et *al.* 2010).

La réfractométrie s'avère être une technique simple et rapide permettant de différencier un colostrum de mauvaise ou de bonne qualité immunitaire. Les réfractomètres Brix offrent des valeurs de sensibilité et spécificité acceptables. La corrélation des mesures entre cette technique et l'IDR est estimée entre 0,71 et 0,74 (Bielmann et *al.* 2010).



Figure 5 : Réfractomètre (Anonyme 2, 2003).

II.3. Comparaison des deux types de méthodes :

3.1. Avantages et inconvénients des méthodes directes :

3.1.1. Avantages :

Les trois techniques décrites permettent un dosage direct de la composition en immunoglobulines G du colostrum. La concentration indiquée peut être considérée comme fiable et proche de la valeur réelle (Marie, 2005)

3.1.2. Inconvénients :

Pour toutes ces techniques, il faut faire appel à un laboratoire spécialisé. Tous les laboratoires ne réalisent pas les dosages sur le colostrum. Il faut envoyer les prélèvements au laboratoire et attendre au moins une demi-journée pour avoir les résultats ce qui paraît peu compatible avec la nutrition du veau par le colostrum qui doit avoir lieu dans les 24 premières heures de vie. De plus, il faut souligner que ces analyses sont relativement dispendieuses. Ces méthodes sont peu utilisables dans la pratique courante et sont réservés à la recherche (Marie, 2005).

3.2. Avantages et inconvénients des méthodes indirectes :

3.2.1. Avantages :

Ces deux méthodes permettent d'avoir une réponse immédiate quant à la composition en immunoglobulines contenues dans le colostrum. On peut décider de nourrir le veau immédiatement. Les deux appareils que sont le colostromètre ou le réfractomètre destiné au dosage des immunoglobulines G sont faciles d'utilisation. Le réfractomètre clinique est un peu moins aisé d'utilisation car il nécessite une dilution de moitié du colostrum dans de l'eau distillée. Une fois que l'éleveur a acquis un de ces appareils, leur durée de vie est très longue (Marie, 2005).

3.2.2. Inconvénients :

Le coût à l'achat est élevé. Il faut compter environ 60 euros pour l'achat d'un colostrodoser® (Méthode de dosage par hydrométrie). Il faut compter environ 500 euros pour l'achat d'un Colotest® (méthode de dosage par réfractométrie). Pour l'achat d'un réfractomètre clinique on peut compter 250 euros également. De plus, ces instruments sont des instruments fragiles qu'il faut manier avec précautions et nettoyer après chaque utilisation (Marie, 2005).

PARTIE EXPERIMENTALE

I. MATERIEL ET METHODES

1. Objectif :

Afin de limiter la prévalence du défaut de transfert d'immunité passive au sein d'un élevage de bovins laitier, l'éleveur peut mettre en place quelques mesures de surveillance de la prise colostrale. Il peut mesurer la qualité immune du colostrum avant de l'administrer au veau à l'aide d'un pèse colostrum. Dans le cas où le colostrum n'a pas une concentration en IgG satisfaisante, il est alors possible d'administrer du colostrum issu de la banque de colostrums et de jeter le colostrum de mauvaise qualité. Dans ce contexte notre étude avait pour objectifs :

1. D'évaluer la qualité du colostrum des vaches laitières.
2. De déterminer les facteurs influençant la qualité du colostrum.

2. Période et lieu de l'étude :

Notre étude a été réalisée dans les élevages de bovins laitier de la région de Tizi-Ouzou durant la période allant du mois de décembre 2017 au mois d'avril 2018.

Située au Nord de l'Algérie, dans la région de la Kabylie, la wilaya de Tizi Ouzou est délimitée :

- A l'ouest par la wilaya de Boumerdès
- Au sud par la wilaya de Bouira
- A l'est par la wilaya de Béjaïa
- Au nord par la mer Méditerranée

Quatre élevages répartis dans la wilaya de Tizi Ouzou ont participé à cette étude (figure 6).



Figure 06 : Carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou et emplacement des élevages étudiés. (★ Indique les élevages)

3. Matériel et méthodes :

3.1. Matériel :

3.1.1. Animaux :

L'étude a concerné 25 vaches laitières de race Prim'Holstein, Montbéliarde et croisée provenant de 04 élevages différents (Tableau I). Ces fermes ont été choisies en raison de leur volonté à collaborer.

Tableau 01 : Répartition des vaches prélevées par élevage

N° d'élevage	Nombre total de vaches	Nombre de vaches prélevées
1	25	8
2	14	5
3	30	6
4	12	6
TOTAL	81	25

3.1.2. Instruments et petits matériel :

Afin de répondre à nos objectifs nous avons utilisé :

- De l'eau tiède, savon et papier à usage unique pour le nettoyage et la désinfection de la mamelle.
- Un pèse colostrum pour l'évaluation de la qualité du colostrum.
- Un thermomètre pour l'évaluation de la température du colostrum.

3.2. Méthodes :

Cette étude a été effectuée sur des prélèvements de colostrum pour des naissances de veaux ayant eu lieu pendant les saisons d'hivers et printemps.

3.2.1. Recueil des commémoratifs :

A chaque visite d'élevage les informations suivantes ont été enregistrées sur des fiches de renseignements (Annexe 1) :

- Les principaux renseignements relatifs aux vaches prélevées : Le numéro d'identification de la vache, le nombre de vêlage, la race, le rang de lactation, la date du vêlage, la vaccination, les commentaires sur la mise-bas et les différentes pathologies (mammite, fièvre vitulaire).
- Pour chaque veau, les informations suivantes ont été recueillies : le sexe, le poids, la quantité ingérée et le mode de prise du colostrum...etc.

3.2.2. Echantillonnage et évaluation de la qualité du colostrum :

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

- **Première étape (prélèvement) :**
 - Lavage et désinfection des mains
 - Nettoyage, désinfection et séchage de la mamelle.
 - Prélèvement de 4 à 5 jets de colostrum de chaque trayon dans un récipient (figure 7).



Figure 07 : Méthode de prélèvement du colostrum

- **Deuxième étape (évaluation) :** juste après le prélèvement nous avons :
 - Evalué la température du colostrum
 - Plongé le pèse colostrum dans le récipient rempli de colostrum
 - Réalisé une lecture de la valeur de la concentration en immunoglobulines sur le pèse colostrum (Figure 8). Trois couleurs sont indiquées sur le pèse colostrum (jaune, verte et rouge), la qualité de colostrum est déterminée par lecture de la couleur présente au

niveau de la ligne de flottaison. La grille d'appréciation de la qualité du colostrum a été faite comme suit :

- **Verte** : très bon (excellent colostrum) soit au moins 100g d'IgG/l.
- **Jaune** : bon à moyen colostrum soit de 50 à 100g d'IgG/l.
- **Rouge** : mauvais colostrum soit moins de 50g d'IgG/l.



Figure 08 : Evaluation de la concentration en immunoglobulines par le pèse colostrum

4. Analyse des données :

L'ensemble des données ont été saisies informatiquement sur fichier Excel. L'analyse descriptive et statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Systat 10. Pour la comparaison des moyennes le test *t* de Student a été utilisé et la signification statistique a été acceptée avec $p \leq 0,05$.

Pour déterminer la valeur réelle en immunoglobuline en fonction de la température nous avons utilisé l'équation de correction de Mechor et *al.*, (1992) suivante :

Valeur réelle en immunoglobulines = valeur lue sur le colostromètre - 13.2 + 0.8 × la température en degré Celsius.

II.RESULTATS

1-CONCENTRATION EN IMMUNOGLOBULINES DU COLOSTRUM DES ELEVAGES :

1-1-Concentration en immunoglobulines de l'élevage 1 :

Les résultats de l'appréciation de la qualité du colostrum par mesure des immunoglobulines sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 1

N° vache	Couleur de flottaison	Température du colostrum (C°)	Valeurs d'IgG Non corrigées (g /l)	Valeurs d'IgG corrigées (g/l)
1	jaune	36.9	100	116.32
2	jaune	36.2	75	90.76
3	jaune	35.8	62.5	77.94
4	jaune	35.3	50	65.04
5	jaune	37	100	116.4
6	jaune	34.7	62.5	77.06
7	vert	36.8	112.5	128.74
8	jaune	35.9	87.5	103.02
Moyenne ± écart type		36.07±0,81	81.25±22,16	96.91±22,72

Nos résultats montrent que :

- ❖ Le nombre d'échantillons analysés à l'aide du colostromètre a été de 8.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G non corrigée est de 81,25±22,16 avec un minimum de 50g/l et un maximum de 112,5g/l.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G corrigée est de 96,91±22,72 avec un minimum 65,04 et un maximum de 128,75.
- ❖ Après application de l'équation de correction de Mechor et al., (1992), les colostrums ont été classés comme suit:
 - La classe de 0 à 50g /l (zone rouge : colostrum de qualité médiocre) ne contient aucune valeur.
 - La classe de 50 à 100 g/l (zone jaune : colostrum de moyenne ou bonne qualité) regroupe 7 valeurs soit 87,5%.

- La classe des échantillons dont la concentration est située au-dessus de 100 g/l (zone verte : colostrum d'excellente qualité) regroupe 1 valeur soit 12,5%.

La figure ci-dessous montre la distribution des classes d'IgG en g/l des colostrums des vaches de l'élevage 1.

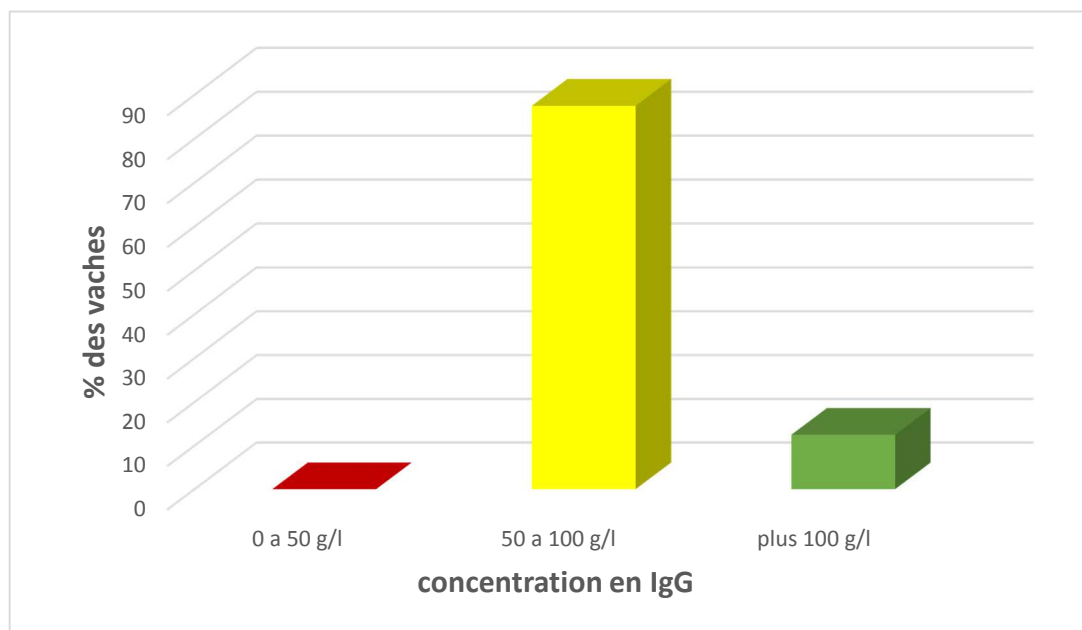


Figure 09 : Distribution des classes d'IgG des colostrums des vaches de l'élevage 1

1-2-Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 2 :

Les résultats de l'appréciation de la qualité du colostrum par mesure des immunoglobulines sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 2

N° vache	Couleur de flottaison	Température du colostrum (C°)	Valeurs d'IgG	
			Non corrigées (g /l)	Valeurs d'IgG corrigées (g/l)
1	vert	37.1	125	141.48
2	jaune	33	50	63.2
3	jaune	36.7	62.5	78.66
4	jaune	37.1	75	91.48
5	vert	37	125	141.4
Moyenne ±écart type		36,18±1,78	87,5±35,35	103,24±36,27

Nos résultats montrent que :

- ❖ Le nombre d'échantillons analysés à l'aide du colostromètre a été de 5.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G non corrigée est de $87,5 \pm 35,35$ avec un minimum de 50g/l et un maximum de 125g/l.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G corrigée est de $103,24 \pm 36,27$ avec un minimum de 63,2 g/l et un maximum de 141,48g/l.
- ❖ Après application de l'équation de correction de Mechor et al., (1992), les colostrums ont été classés comme suit:
 - La classe de 0 à 50g /l (zone rouge : colostrum de qualité médiocre) ne contient aucune valeur.
 - La classe de 50 à 100 g/l (zone jaune : colostrum de moyenne ou bonne qualité) regroupe 3 valeurs soit 60%.
 - La classe des échantillons dont la concentration est située au-dessus de 100 g/l (zone verte : colostrum de excellente qualité) regroupe 2 valeurs soit 40%.

La figure ci-dessous montre la distribution des classes d'IgG en g/l des colostrums des vaches de l'élevage 2.

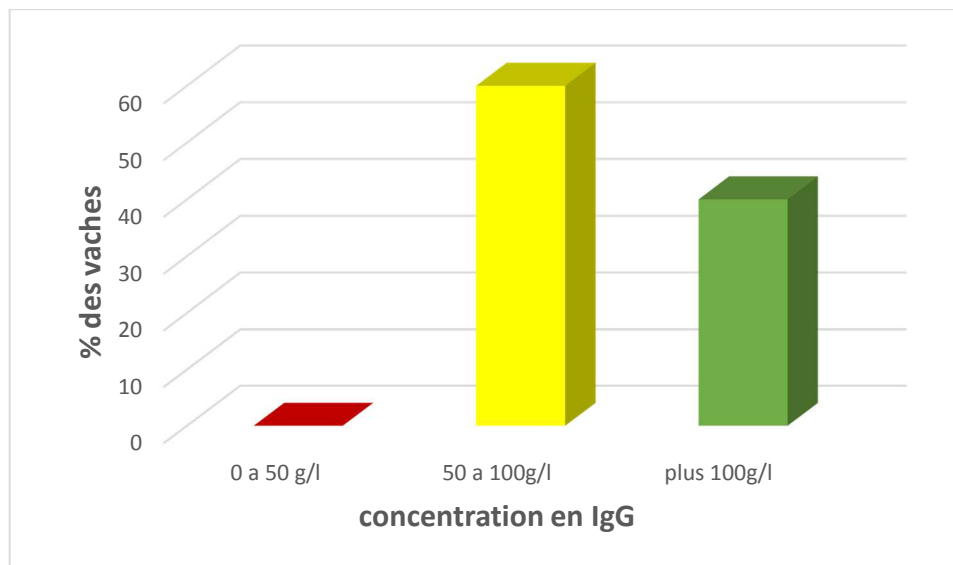


Figure 10 : Distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 2

1-3-Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 3 :

Les résultats de l'appréciation de la qualité du colostrum par mesure des immunoglobulines sont reportés dans le tableau IV :

Tableau 04 : Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 3

N° vache	Couleur de flottaison	Température du colostrum (C°)	Valeurs d'IgG Non corrigées (g /l)	Valeurs d'IgG corrigées (g/l)
1	jaune	35.8	87.5	102.94
2	vert	37.1	112.5	128.98
3	jaune	36.9	100	116.32
4	vert	37.2	125	141.56
5	jaune	36.5	50	66
6	jaune	36.9	87.5	103.82
Moyenne ±écart type		36,73±0,51	93,75±25,92	109,93±26,15

Nos résultats montrent que :

- ❖ Le nombre d'échantillons analysés à l'aide du colostromètre a été de 6.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G non corrigée est de 93,75±25,92 avec un minimum de 50g/l et un maximum de 125g/l.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G corrigée est de 109,93±26,15 avec un minimum de 66g/l et un maximum de 141.56 g/l.
- ❖ Après application de l'équation de correction de Mechor et al., (1992), les colostrums ont été classés comme suit:
 - La classe de 0 à 50g /l (zone rouge : colostrum de qualité médiocre) ne contient aucune valeur.
 - La classe de 50 à 100 g/l (zone jaune : colostrum de moyenne ou bonne qualité) regroupe 4 valeurs soit 66.66% ().

- La classe des échantillons dont la concentration est située au-dessus de 100 g/l (zone verte : colostrum de excellente qualité) regroupe 2 valeur soit 33.33%.

La figure ci-dessous montre la distribution des classes d'IgG en g/l du colostrum des vaches de l'élevage 3.

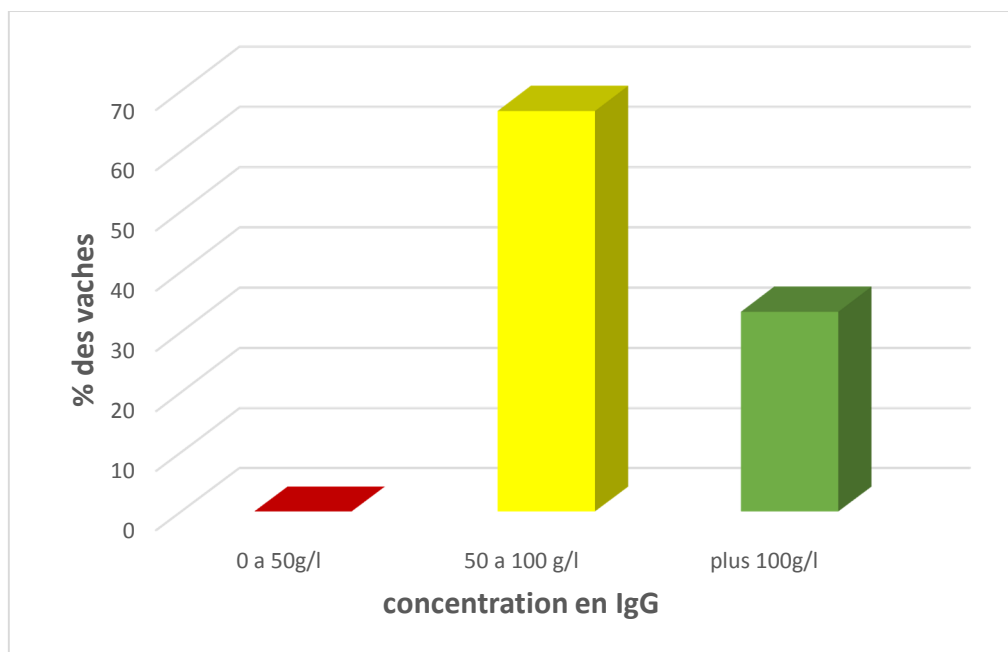


Figure 11 : Distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 3

1-4-Concentration en immunoglobulines des vaches de l'élevage 4 :

Les résultats de l'appréciation de la qualité du colostrum par mesure des immunoglobulines sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Concentration en immunoglobulines de l'élevage 4

N° vache	Couleur de flottaison	Température du colostrum (C°)	Valeurs d'IgG Non corrigées (g /l)	Valeurs d'IgG corrigées (g/l)
1	jaune	35.6	62.5	76.78
2	vert	34.8	125	139.64
3	jaune	35.8	75	90.44
4	jaune	36	87.5	103.1
5	jaune	36.8	100	116.24
6	vert	34.9	125	139.72
Moyenne ±écart type		35,65±0,74	95,83±25,81	110,98±25,80

Nos résultats montrent que :

- ❖ Le nombre d'échantillons analysés à l'aide du colostromètre a été de 6.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G non corrigée est de $95,83 \pm 25,81$ avec un minimum de 62,5g/l et un maximum de 125g/l.
- ❖ La moyenne de la concentration en immunoglobulines G corrigée est de $110,98 \pm 25,80$ avec un minimum de 76,78g/l et un maximum de 139,72g/l.
- ❖ Après application de l'équation de correction de Mechor et al., (1992), les colostrums ont été classés comme suit:
 - La classe de 0 à 50g /l (zone rouge) ne contient aucune valeur.
 - La classe de 50 à 100 g/l (zone jaune) regroupe 4 valeurs soit 66.66%
 - La classe des échantillons dont la concentration est située au-dessus de 100 g/l (zone verte) regroupe 2 valeurs soit 33.33%.

La figure ci-dessous montre la distribution des classes d'IgG en g/l du colostrum des vaches de l'élevage 4.

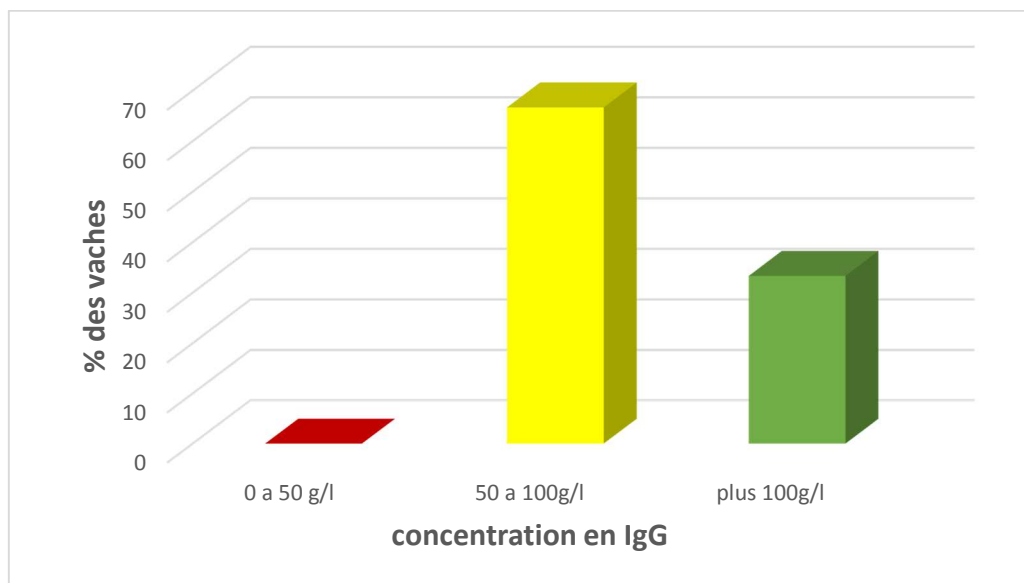


Figure 12 : Distribution des classes d'IgG du colostrum des vaches de l'élevage 4

2-FACTEURS INFLUENÇANT LA QUALITE DU COLOSTRUM :

Les résultats sont présentés selon la chronologie suivante :

2-1-Effet de la race :

Les concentrations moyennes en immunoglobulines en fonction de la race sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Concentration en immunoglobulines en fonction de la race

Race	Nombre de vaches	Moyenne de la concentration en IgG	
		IgG non corrigées (g/l)	IgG corrigée (g/l)
Montbéliarde	8	109.37±19,76	125.46±19,71
Holstein	8	82.81±24,94	99.98±26,54
Croisée	9	75±19,76	90.38±20,61

Nos résultats montrent que la concentration moyenne en immunoglobulines du colostrum est significativement supérieure chez les vaches de race montbéliarde par rapport à celles des Holsteins (125.46±19,71 vs 99.98±26,54, $p= 0.04$) et croisées (125.46±19,71 vs 90.38±20,61, $p= 0.002$).

2-2- Effet de l'âge et de la parité :

Les concentrations en immunoglobulines moyennes en fonction de l'âge et le rang de lactation sont rapportées dans le tableau VII.

Tableau 07 : Concentration en immunoglobulines en fonction de l'âge

Age (mois)	Rang de lactation	Nombre de vaches	Moyenne de la concentration en IgG	
			IgG non corrigée (g/l)	IgG corrigée (g/l)
= 24	1	3	54.16±7,21	69.66±7,18
>24 et ≤36	2	3	79.16±40,18	93.79±41,78
>48 et ≤60	3	6	91.66±18,81	107.76±19,054
>60 et ≤72	4	6	100±23,71	115.93±23,56
>72 et ≤84	5	3	104.16±7,21	124.65±7,28
>84 et ≤96	6	4	87.5±27,00	102.64±26,86

Nos résultats montrent que les concentrations moyennes en immunoglobulines G du colostrum augmentent graduellement à partir de la 3^{ème} lactation et diminuent à partir de la 6^{ème} lactation. De plus, la concentration moyenne en IgG tend à être significativement faible chez les vaches ayant un âge <60 mois par rapport à celles avec un âge ≥60 mois (94.74 vs 113.85, p=0.06).

La figure ci-dessous montre l'évolution des concentrations moyennes en immunoglobulines G des colostrums (valeur corrigée) en fonction de l'âge et de la parité des vaches.

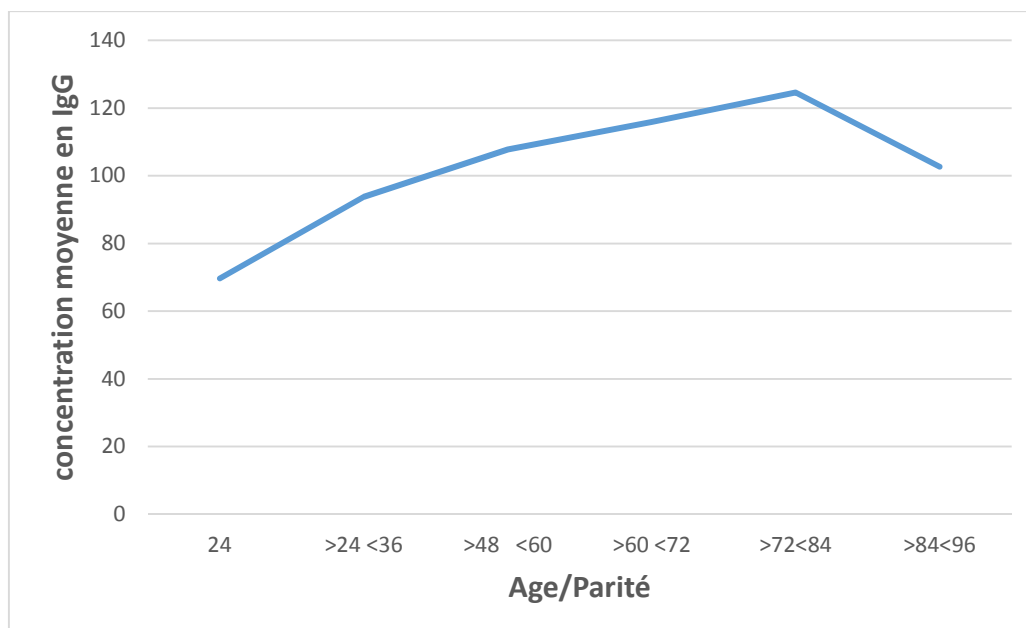


Figure13 : Évolution des concentrations moyennes en IgG du colostrum (valeur corrigée) en fonction de l'âge et de la parité des vaches

2-3-Effet du sexe du veau :

Les concentrations moyennes en immunoglobulines en fonction du sexe du veau sont rapportées dans le tableau VIII :

Tableau 08 : Concentration en immunoglobulines en fonction du sexe du veau

Sexe du veau	Nombre de veaux	Moyenne de la concentration en immunoglobulines	
		IgG non corrigée (g/l)	IgG corrigée (g/l)
Male	20	91.87±24,08	108.24±24,73
Femelle	5	75±29,31	90.42±30,11

Nos résultats montrent que la concentration moyenne en immunoglobulines G du colostrum des vaches ayant mis bas un veau de sexe male est supérieure par rapport à celle ayant mis bas des femelles (108.24±24,73 vs 90.42±30,11, p=0,1).

III.DISCUSSION

1-Méthode d'analyse :

Les résultats de notre étude montrent que la concentration moyenne corrigée en immunoglobulines G pour les élevages 1, 2, 3 et 4, est de 96.91 ± 22.72 g/l ; 103.24 ± 36.27 g/l ; 109.93 ± 26.15 g/l et 110.98 ± 25.80 g/l respectivement. Ces valeurs appartiennent à la fourchette décrite en cheptel laitier par Allemand (2008).

Afin de tester la qualité du colostrum, deux outils peuvent être utilisés : le pèse colostrum et le réfractomètre. Le pèse colostrum est d'un grand intérêt en production bovine. Cet outil est un bon moyen pour discriminer les « bons » et les « mauvais » colostrums. Son prix est plus faible que le réfractomètre et son mode d'utilisation est simple.

Il est à noter que le colostromètre 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 al., 1980). Toutefois, la densité du colostrum peut être fortement influencée par plusieurs facteurs, tels que la température, la race, le numéro de lactation et la saison (Morin et al., 2001).

2-Facteurs qui influencent la qualité du colostrum :

2-1-Effet de la race :

Quoique notre étude n'a concerné qu'un nombre réduit de vaches de race différentes, nous avons constaté que la concentration moyenne en immunoglobulines G du colostrum a été significativement supérieure chez les vaches de race montbéliarde par rapport à celles des races Holstein et croisée.

Selon Besser et al. (1991) 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. De même Guy et al. (1994) rapportent que les colostrums issus des vaches allaitantes ont en moyenne une concentration significativement plus forte en immunoglobulines G1 que ceux issus des vaches laitières.

En effet, la Prim Holstein est souvent citée comme ayant le colostrum le moins riche en IgG. Muller (1981) en comparant différentes races de vaches laitières, rapporte un colostrum significativement de moins bonne qualité pour les Prim Holsteins que pour les Jersiaises ou les Ayrshires. Selon Godden et al. (2008) les différences qui existent entre les races laitières semblent être dues à des différences génétiques et aux quantités différentes de colostrum produites.

Par contre, Eichinger (2004) signale qu'il n'y a pas d'effet significatif de la race sur la concentration en immunoglobulines G du colostrum ($p=0,4288 > 0,05$) et que les Montbéliardes ne produisent pas de quantités élevées d'IgG₁ colostrales que les Prim'Holsteins.

2-2-Effet de l'âge et du rang de lactation :

Nos résultats montrent que les concentrations moyennes en immunoglobulines G du colostrum sont supérieures chez les vaches ayant un âge moyen (compris entre $>48\leq 84$) par rapport aux jeunes ($\geq 24\leq 36$) et vieilles vaches ($>84\leq 96$). De plus, la concentration en IgG augmente à partir de la 3^{ème} lactation mais par contre diminue à partir de la 6^{ème} lactation. En effet, nos constatations sont similaires à celles de Moore et al. (2005) qui rapportent que les vaches à partir de la 3^{ème} lactation produisent un colostrum significativement plus riche en IgG par rapport à celles qui ont deux lactations. Aucune différence significative n'a été observée entre les concentrations moyennes en immunoglobulines des vaches ayant un rang de lactation 1 et 2, ces mêmes constatations ont été rapportées par Tyler et al., (1999) et levioux (1984) . Par contre, nos résultats diffèrent de ceux avancés par Eichinger(2004) qui rapporte que la concentration colostrale en IgG₁ a tendance à diminuer en deuxième lactation par rapport à la première lactation. Gulliksen et al. (2008) ; Morrill et al. (2012) rapportent que pour les vaches laitières, la concentration en immunoglobulines G₁ du colostrum a tendance à être d'autant plus élevée que la parité de la mère est grande et cet effet est significatif pour le rang de parité 1 par rapport au rang de parité 3, ce qui va dans le sens de notre étude. Selon Maillard (2006), le taux d'IgG colostrale augmente jusqu'au rang de lactation 5 avec ensuite un pallier pour les rangs de lactations 5 à 8, ce qui est en adéquation avec les résultats obtenus dans la présente étude. D'autre part, Gulliksen (2008) rapporte une concentration en IgG significativement supérieure à partir de la 4^{ème} lactation. De même, Conneely (2013) avance que le colostrum présente une qualité supérieure entre la 3^{ème} et 5^{ème} lactations. En effet, selon Serieys (1993) la quantité de colostrum produite par les primipares est plus faible d'environ 1/3 par rapport aux multipares. Ce phénomène peut être expliqué par le fait que chez les primipares, le système immunitaire n'a pas encore été au contact avec une grande variété d'antigène. Par contre, les pluripares (surtout à partir de leur troisième lactation) 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 colostrums (Larson et al., 1979).

2-3-Effet du sexe du veau :

Nous avons noté que les concentrations moyennes en immunoglobulines G du colostrum sont nettement supérieures chez les vaches ayant mis bas un veau du sexe male par rapport à celles mettant bas des génisses. En effet, l'influence du sexe du veau sur le transfert de l'immunité passive est sujette à controverse. Contrairement aux résultats obtenus dans notre étude Odde, (1988) rapportent que les taux sériques d'IgG1 sont significativement plus élevés chez les génisses que ceux de sexe mâles et aucune différence significative n'a été observée pour les taux sériques d'IgM chez les deux sexes. De même, de nombreuses études montrent qu'il n'y a pas d'influence de ce facteur sur les valeurs de la concentration en immunoglobulines G (Perino et al., 1995 ; Trotz-Williams et al., 2008, Marie 2005). Cela paraît normal, le sexe du veau ne devrait pas conditionner la concentration colostrale en immunoglobulines G de la mère. Il semble que cette différence entre sexes serait la conséquence d'une différence de conduite d'élevage entre veaux mâles et femelles.

IV. CONCLUSION

Le colostrum naturel, véritable produit de transition entre la vie fœtale et la vie post-natale, est une source importante de nutriments et de facteurs immunitaires permettant au veau d'acquérir une résistance contre les infections néonatales. En outre, la qualité du transfert de l'immunité passive peut aussi avoir une influence sur les performances zootechniques des animaux à long terme.

Notre étude a porté sur 25 vaches laitières appartenant à 4 élevages différents. Les résultats obtenus montrent que la qualité du colostrum varie de bon à excellent. Nous avons constaté que les taux de colostrums de bonne qualité dans les élevages 1, 2, 3 et 4, ont été élevés (87.5%, 60% ,66.66% et 66.66% respectivement), par rapport à ceux d'excellente qualité (12.5%, 40%, 33.33% et 33.33%, respectivement). La concentration en IgG1 moyenne des colostrums observée était particulièrement élevée, en raison de la grande proportion de vaches mixtes (viande et lait) dans l'échantillon.

Il est à noter que la qualité du colostrum est évaluée principalement sur sa concentration en immunoglobulines. Plusieurs facteurs ont été décrits dans la littérature comme influençant plus ou moins fortement la richesse du colostrum en immunoglobulines. Dans la présente étude, l'effet des facteurs race, âge, rang de lactation, et sexe du veau la qualité du colostrum a été étudié. Les principaux résultats de notre étude confortent ceux de la littérature. Le type racial et la parité de la mère influençaient ainsi significativement la concentration en IgG du colostrum. Les concentrations en immunoglobulines maximales ont été significativement élevées chez les multipares lors de la première traite après le vêlage et chez les vaches de race montbéliarde.

Le colostromètre paraît la méthode de choix, facile d'utilisation, permettant d'avoir :

- Une réponse immédiate quant à la composition en immunoglobulines contenues dans le colostrum,
- Une décision immédiate de nourrir le veau.

D'autres études seraient nécessaires afin d'analyser les effets d'un défaut de transfert d'immunité passive sur la mortalité, la morbidité et les performances à long terme en élevage laitier Algérien.

V.RECOMMENDATIONS

Pour optimiser le transfert d'immunité passive, la prise du colostrum s'appuie sur le respect de la règle fondamentale suivante : «administrer rapidement une quantité suffisante d'un colostrum de qualité». Pour l'application de cette règle, les points clés ci-dessous doivent être respectés :

- Le délai : la prise colostrale doit avoir lieu le plus rapidement possible après la naissance, idéalement dans les 4 premières heures de vie.
- La quantité : le veau doit recevoir une quantité minimale de 200g d'IgG, soit 4L en tenant compte de la variabilité de la qualité immune du colostrum.
- La qualité immune : le colostrum doit avoir une concentration en IgG $\geq 50\text{g/L}$.
- La qualité sanitaire : Prévenir et limiter la contamination bactérienne pendant la collecte et l'administration du colostrum. Si le colostrum n'est pas distribué dans les 2 heures après sa récolte, il doit être réfrigéré ou congelé

Pour appliquer ces mesures au mieux et afin de limiter la prévalence du défaut de transfert d'immunité passive, il est recommandé :

- De mesurer la qualité immune du colostrum avant de l'administrer au veau à l'aide d'un pèse colostrum.
- De congeler les colostrums ayant de bonnes concentrations en immunoglobulines G
- De créer une banque de colostrums au sein de l'élevage et dans le cas où le colostrum n'a pas une concentration en IgG satisfaisante, il est alors possible administrer du colostrum issu de la banque de colostrums.
- D'écarter le colostrum de mauvaise qualité.
- Enfin, si le veau ne boit pas volontairement du colostrum dans ses premières heures de vie, il est recommandé de le lui administrer par sondage œsophagien.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Allemand, H., 2008. Evaluation par technique radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostré chez les bovins. Thèse doctorat. Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 23, 29, 30, 43, 50.

Bartier, A., Windeyer, C., Doepel, L., Dairy, J., (2015). Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement 98 (3), 1878–1884.

Baumrucker, C., Burkett, A., Magliaro-Macrina, A and Dechow, C., Dairy, J., (2010). Colostrogenesis, mass transfer of IgG1 into colostrum, 93 (7), 3031-3038.

Beam, A., Dairy Sci. J., (2009). Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations, 92 (8), 3973–3980.

Becker, C., Commun, L., (2013). La prise colostrale : une étape indispensable au bon départ du veau, Le Point Vétérinaire, prévention nutritionnelle en élevage bovin, Edition spéciale, 88 – 97.

Belknap, E., Baker, J., Patterson, R., Walker, J., Haines, D., (1991). The role of passive immunity in bovine respiratory syncytial virus infected calves, J. Infect. Dis., 163 (3), 470-476.

Blattler, U., (2001). Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. J Nutr. Avril 2001, 131(4), 1256-63.

Blum, J., Zbinden, Y., Hammon, H., Chilliard, Y., (2005). Plasma leptin status in young calves : effects of pre-term birth, age, glucocorticoid status, suckling, and feeding with an automatic feeder or by bucket. Domest Anim Endocrinol. Févr. 2005; 28(2), 119-33.

Biellmann, V., Gillan, J., Perkins, N., Skidmore, A., Godden, S., Leslie, K., (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle, J. Dairy Sci 93, 3713-3721.

Bruyère P., (2015). Hygiène et prévention des affections néonatales, In : GTV Rhône-Alpes, 25ème Journée des GTV Rhône Alpes, 1er Octobre 2015, Marcy l’Etoile, SNGTV, 32p.

Carraud, A.,(1995). Comment juger et améliorer la qualité du colostrum. in Pathologies et chirurgie néonatales, Journées Nationales des G.T.V., Angers, 1995, 31-35.

Chase C., Hurley,D., Hurley, J., Reber,A., (2008). Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response, Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract, 24 (1) , 87–104.

Conneely M., (2013). Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows, Animal, 7 (11) , 1824–1832.

Contarini G., (2014). Bovine colostrum, Changes in lipid constituents in the first 5 days after parturition, J. Dairy Sci 97 (8),5065–507.

Cornille, M.,(2014). Qualité du colostrum et transfert de l'immunité passive : comparaison de techniques d'évaluation, Journées nationales des GTV, 21-23 mai 2014, Reims, SNGTV, 984p.

Dams,G., Bush,L., (1985). "Two Methods for Administering Colostrum to Newborn Calves1." Journal of dairy science 68(3), 773-775.

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. Ann. Rech. Vet 9, 375-384.

Dewell,R.,(2006).Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves, J. Am. Vet. Med. Assoc228 (6),914-92.

Donovan,D.,(2007). Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves, Am. J. Vet. Res 68 (7),778–78.

Elfstrand ,L., Lindmark-Mansson,H., Paulsson,M., Nyberg,L. Akesson,B., (2002). Immunoglobulins, growth factors andgrowth hormone in bovine colostrum and the effects of processing, Int. Dairy J, 12 879–887.

Enjalbert, F., (2009). The relationship between trace elements status and health in calves, *Revue Méd. Vé*, 160 (8-9) , 429-435.

Faber ,S., Faber, T., McCauley, C., . Axe,R., (2005). Case study : effects of colostrum ingestion on lactational performance, *The Professional Animal Scientist* 21,420–425.

Fleenor ,W.; Stott, G., (1981) . Single radial immunodiffusion analysis for quantitation of colostrum immunoglobulin concentration, *J. Dairy Sci* 64,740-747.

Foley, J., Otterbeey, D., (1978) . Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum,a review. *J. Dairy Sci* , 61,1033-1060.

Furman-Fratczak ,K., Rzasca, A., Stefaniak,T., (2011). The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves serum on their health and growth, *J. Dairy Sci* 94 (11) , 5536–5543.

Godden, S., Mccartin, S.,(2006). "Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G." *Journal of dairy science* **89**, 3476-3483.

Godden, S., (2008). Colostrum management for dairy calves, *Vet Clin Food Anim*, 24 ,19–39.

Gopal,P., Gill,H., (2000). Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum, *Br. J. Nutr* 84 (Suppl 1), S69-S74.

Gulliksen, S., Solverod,L ., Osteras,O., (2008). Risk factors associated with colostrum quality in norwegian dairy cows, *J. Dairy Sc* 91 (2), 704–712.

Guy ,M., McFadden,T., Cockrell,C., Besser,T., (1994). Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows, *J. dairy Sci* 77 (10) ,3002-300.

Hadorn,U., Hammom,H., Bruckmaier,R., Blum, J., (1997) . Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. *J Nutr.* Oct.1997,127(10), 2011-2023.

Hammom,H., Blum,J., (2002). Feeding different amounts of colostrum or only milk replacer modify receptors of intestinal insulin-like growth factors and insulin in neonatal calves. *Domest Anim Endocrinol.* Mai 2002,22(3),155-168.

Hammom,H.,(2003). Dexamethasone and colostrums feeding affect hepatic gluconeogenic enzymes differently in neonatal calves. *J. Anim. Sci,* 3095-3106.

Hoerlin,M ., Jones,D.,(1977). Bovine immunoglobulins following induced parturition. *J. Am. Vet. Med. Assoc.,* 1977, 170, 325-326.

Kehoe ,S., Jayarao,B ., Heinrichs ,A., (2007). A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms, *J. Dairy Sci* 90 (9) ,4108– 411.

Kehoe,S., Heinrichs,A., Moody, M., Jones,C., Long.M., (2011). Comparison of immunoglobulin g concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrum, *The Professional Animal Scientist* 27 , 176–180.

Kume ,S., Tanabe, S., (1993). Effect of parity on colostrum mineral concentrations of Holstein cows and value of colostrum as a mineral source for newborn calves, *J Dairy Sci* 76 (6),1654-1660.

Larson, B., Heary, H., Devery, J.,(1979). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J. Dairy Sci* **63**, 665-671.

Levieux, D., (1984) .Transmission de l'immunité colostrale chez le veau. *Point Vét* 16,311-316.

Levieux,D., Ollier,A., (1999). Bovine immunoglobulin G, béta-lactoglobulin, alphasalactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. J. Dairy Res 66 (3),421-430.

Maillard, R., (2000). Immunité, diarrhée, vaccination. XVe journal technique des GTV, Bourgogne, Autin, 5-19.

Maillard, R., (2006). Le transfert de l'immunité colostrale chez le veau. Point Vét. N° spécial Reproduction des Ruminants: gestation, néonatalogie et post-partum 37,110-111 .

Maillard, R., (2006). Composition et rôle du colostrum chez les Bovins. Point Vét. N° spécial Reproduction des Ruminants: gestation, néonatalogie et post-partum 37,110-114.

Makoschey, B., Ramage ,C., Reddick, D., Fraser,S., Donachie,W., (2012). Colostrum from cattle immunized with a vaccine based on iron regulated proteins of *Manheimia haemolytica* confers partial protection, Vaccine 30 (5), 969-7.

Mastellone,V.,(2011). Effects of passive transfer status on growth performance in buffalo calves, Asian-Aust. J. Anim. Sci 24 (7),952 – 956.

Mcguirk,S., M, COLLINS., (2004). Managing the production, storage, and delivery of Colostrum. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice **20**(3), 593-603.

Mcmartin,S., GODDEN,S., (2006). "Heat treatment of bovine colostrum. I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level." Journal of dairy science **89**,2110-2118.

Meyer,G.,(2015). Protection des jeunes veaux contre le virus respiratoire syncytial bovin par la vaccination des vaches en fin de gestation, In,SNGTV (2015), Journées nationales des GTV - Parasitisme, 20-22 mai 2015, Nantes, SNGTV, 856p.

Molto-Puigmarti,C., Permanyer,M ., Castellotte,A ., LOPEZ-SABATER ,M., (2011).

Effects of pasteurisation and high-pressure processing on vitamin C, tocopherols and fatty acids in mature human milk. *Food Chemistr* **124**,697–702.

Moore M., Tyler,H., Chigerwe M,. Dawes,M ., Middleton, J., (2005). Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows, *J. Am. Vet. Med. Assoc*226 (8) , 1375-1377.

Morill, K., Conrad,E., Lago,A., Campbel, I ., Quigley ,J., Tyler, H.,(2012). Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States, *J. Dairy Sci* 95 (7) , 3997–4005.

Moorin,D., Constable,P., Maunsell,F., Mccoy,G.,(2001).

Murphy,B., Drennan, F., O’Mara,P., Earley ,B., (2005). Cow serum and colostrum immunoglobulin (IgG1) concentration of five suckler cow breed types and subsequent immune status of their calves, *Irish J. Agr. Food Res*,44, 205–21.

Norrman, J., David,C., Sauter, S., Hammon, H., Blum,J., (2003) Effects of dexamethasone on lymphoid tissue in the gut and thymus of neonatal calves fed with colostrums or milk replacer. *J. Anim. Sci* 81(9),2322-2332.

Odde,K.,(1988). Survival of the neonatal calf. *Vet. Clin. North Am.(Food Anim. Pract.)*4, 501-508.

Pare, J., Thurmond ,M., Gardner,I ., Picanso, J., (1993). Effect of birthweight, total protein, serum IgG and packed cell volume on risk of neonatal diarrhea in calves on two California dairies, *Can. J. Vet. Res* 57 (4) , 241-246.

Prichett, L., GAY,C.; BESSER, T.,Hanckok,D., (1991). Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *J. Dairy Sci* 74,2336-234.

Quigley, J., (2004). The role of oral immunoglobulins in systemic and intestinal immunity of neonatal calves, Diamond V Mills Cedar Rapids IA 52407.

Raboisson , D., Trillat, P., Cahuzac, C., Maigné,E.,(2016). Approche économique du transfert d'immunité passive chez les bovins laitiers et allaitants, Journées nationales des GTV – Nutrition et pratiquevétérinaire, 18 – 20 mai 2016, Nantes, SNGTV, 984p.

Rauprich, A., Hammon,H., Blum J., (2000). Influence of feeding different amounts of first colostrum on metabolic, endocrine, and health status and on growth performance in neonatal calves. *J. Anim,Sci*,896-908.

Reber, A., (2008) .Transfer of maternal colostrum leukocytes promotes development of the neonatal immune system I. Effects on monocyte lineage cells, *Vet. Immunol. Immunopathol* 123 (3-4) , 186–196.

Serieys, F., (1993). Le colostrum de vache. Bien le connaitre pour mieux l'utiliser. Ed. Smithkline Beecham, Ploufragan, 88pp.

Serieys F.,(1994). Le colostrum de vache. Ploufragan, Smith Kline Beecham, 1994, 88p.

Shearer ,M., Corbitt,S ., Stanley,J .,(1997). Purification and characterization of secretory IgA from baboon colostrum. *J.I of immunol. Meth* 204, 67-75.

Sobczuk-szul ,M., Wielgosz-groth, Z., Wronski, M., Rzemieniewski, A., (2013). Changes in the bioactive protein concentrations in the bovine colostrum of Jersey and Polish Holstein–Friesian cows, *Turk J. Vet. Anim. Sci* 37, 43-49.

Sordillo, L ., Shaffer-Weaver, K., Deroza, D.,(1997). Immunobiology of mammary gland. *J. Dairy Sci* 80, 1851-1865.

Stilwell,G., Carvalho, R., (2011). Clinical outcome of calves with failure of passive transfer as diagnosed by a commercially available IgG quick test kit, *Can. Vet. J* 52 (5) ,524–526.

Tsioulpas A., Grandison, A., (2007). Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation, *J. Dairy Sci* 90 (11) , 5012–5017.

Tyler,J., Hancock, D ., Wiksie,S., Holler, L ., Gay, J., Gay,C., (1998). Use of serum protein concentration to predict mortality in mixed-source dairy replacement heifers, *J. Vet. Intern. Med* 12 (2), 79-83.

Tyler, J., Steevens ,B., Hostetler, D., Holle, J., Denbigh,L., (1999). Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows, *Am. J. Vet. Res* 60 (9), 1136-1139.

Vallet, A.,(1995). La visite d'élevage dans les cas des maladies des jeunes veaux. Journées nationales des GTV, Angers, 209-218.

Van Amburgh ,M., Soberon, F., (2011). Effects of colostrum intake and pre-weaning nutrient intake on post-weaning feed efficiency and voluntary feed intake, *J. Dairy Sci* 94 , 69-7.

Ventrop, M., Michanek,P.,(1992). The importance of udder and teat conformation for teat seeking by the newborn calf. *J. Dairy Sci* 75, 263-268.

Vetter, A., Argüello, A., Baumrucker, C., Bruckmaier, R., (2013). Short communication: Fractional milking distribution of immunoglobulin G and other constituents in colostrum, *J. Dairy Sci* 96 (9) ,5919–5922.

Waldner ,C., Rosengren ,L., (2009). Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes, *Can. Vet. J* 50 (3) , 275–28.

Weaver, D., Tyler,J., VanMetre ,D., Hostetler ,E., Barrington, G.,(2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves, *J. Vet. Intern. Med* 14 (6) ,569–577.

Wittum, T., Perino, L., (1995). Passive immune status at postpartum hour 24 and longterm health and performance of calves. *American Journal of Veterinary Research*,56(9),1149-1154.

Woolums, A.,(2010). Immune development of the ruminant neo nat : Penn state (2010), Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 10 novembre 2010, Grantville, Penn State Extension, 100p.

ANNEXES

Annexe 01 : fiche de renseignements des bovins ayant fait l'objet de prélèvement.

Adresse de l'élevage : _____

Nombre de vêlages par an : _____

Race des mères : Holstein Montbéliarde Autre : _____

1. Vache

Nom ou numéro : _____

Race : Holstein Montbéliarde Autre : _____

Date du vêlage : __ / __ / 2017/2018_

Délai par rapport au terme (9 mois) : _____ j

Rang de vêlage : _____

Niveau de production approximatif (laitières multipares) : _____ Kg

Vaccination : _____

Conditions de tarissement : RAS Mammite Autre : _____

Conditions de vêlage :

Facile Difficile Césarienne Fièvre de lait Mammite Autre : _____

Perte de colostrum avant-première traite ou tétée (si oui quantité approximative) : _____ L

2. veau

Poids : _____ kg Sexe : Male Femelle

Race du père : Holstein Montbéliarde Autre : _____

1^{er} repas : délai par rapport au vêlage : _____ h

Quantité ingérée : _____ L

Méthode utilisée : Tétée Biberon Seau Sondage Autre : _____

2^{eme} repas : délai par rapport au vêlage : _____ h

Quantité ingérée : _____ L

Méthode utilisée : Tétée Biberon Seau Sondage Autre : _____

Annexe 02 : Renseignements relatifs aux bovins ayant fait l'objet de prélèvements

ELEVAGE N°01 :

N° vac he	Ag e (an s)	Rang de lactati on	race	date de vêlage	Sexe du veau	Condi ti ons du vêlage	Pèse colo str um	Tempé rat ure du colo stru m (C°)	Vale ur des IgG (g/l)
1	6	4	montbéli arde	01/04/2 018	male	Très facile	100	36.9	116.32
2	8	6	croisé	09/04/2 018	male	facile	75	36.2	90.76
3	2	1	croisé	11/02/2 018	feme lle	facile	62.5	35.8	77.94
4	2	1	croisé	18/02/2 018	male	facile	50	35.3	65.04
5	5	3	croisé	27/01/2 018	male	facile	100	37	116.4
6	8	6	croisé	22/02/2 018	male	facile	62.5	34.7	77.06
7	7	5	montbéli arde	19/03/2 018	feme lle	facile	112.5	36.8	128.74
8	6	4	croisé	04/04/2 018	male	facile	87.5	53.9	103.02

ELEVAGE N°02 :

N° vac he	Ag e (an s)	Rang de lactat ion	race	date de vêlage	Sexe du veau	Condi ti ons de vêlage	Pèse colo str um	Tempé ra ture du colo stru m(C°)	Vale ur des IgG (g/l)
1	5	3	montbéli arde	22/12/2 017	male	facile	125	37.1	141.48
2	3	2	croisé	13/02/2 018	femelle	Facile +mammite à j3	50	33	63.2
3	6	4	Holstein	25/02/2 018	male	Facile+ FL	62.5	36.7	78.68
4	5	3	montbéli arde	18/03/2 018	Male (jumeaux)	Facile+ mammite +hémolact ation	75	37.1	91.48
5	3	2	montbéli arde	10/03/2 018	male	facile	125	37	141.4

ELEVAGE N°03 :

N° vac he	Ag e (an s)	Rang de lactat ion	race	date de vêlage	Sexe du veau	Condition de vêlage	Pèse colostr um	Tempéra ture du colostru m(C°)	Vale ur des IgG (g/l)
1	5	3	Holstein	14/02/2018	male	facile	87.5	35.8	102.94
2	7	5	Holstein	25/12/2017	male	facile	100	37.1	128.98
3	6	4	Holstein	03/01/2018	male	facile	100	36.9	116.32
4	6	4	montbéli arde	01/03/2018	male	facile	125	37.2	141.56
5	2	1	Holstein	07/01/2018	feme lle	Dystocie+ret ention placentaire	50	36.5	66
6	5	3	croisé	02/01/2018	male	facile	87.5	36.9	103.82

ELEVAGE N°04 :

N° vac he	Ag e (an s)	Rang de lactati on	race	date de vêlage	Sexe du veau	Condi tion de vêlage	Pèse colostr um	Températ ure du colostrum (C°)	Vale ur des IgG (g/l)
1	3	2	Holstein	07/02/2018	male	facile	62.5	35.6	76.78
2	8	6	montbélia rde	17/02/2018	male	facile	125	34.6	139.64
3	5	3	Holstein	05/03/2018	male	facile	75	35.8	90.44
4	8	6	montbélia rde	11/03/2018	male	facile	87.5	36	103.1
5	7	5	croisé	22/03/2018	feme lle	difficile	100	36.8	116.24
6	6	4	Holstein	12/01/2018	male	facile	125	34.9	139.72

