

---

## TABLE DES MATIERES

---

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	11
TABLE DES ABREVIATIONS.....	15
INTRODUCTION.....	16
PREMIERE PARTIE : Etude bibliographique.....	17
1. Physiologie placentaire et statut immunitaire du veau nouveau-né.....	18
2. Colostrum et transfert de l'immunité passive.....	18
2.1. Définition – Origine du colostrum.....	18
2.2. Composition du colostrum.....	19
2.3. Evolution de la composition du colostrum après la mise-bas.....	20
2.4. Facteurs influençant la concentration en immunoglobulines G du colostrum.....	21
2.4.1. Effet individuel.....	22
2.4.2. Race de la mère.....	22
2.4.3. Parité.....	22
2.4.4. Tarissement.....	23
2.4.5. Gémellité.....	24
2.4.6. Etat sanitaire des mères.....	24
2.4.7. Autres facteurs.....	24
3. Transfert de l'immunité passive et mécanismes d'absorption.....	25
3.1. La prise colostrale et les mécanismes d'absorption des immunoglobulines G chez le veau nouveau-né.....	25
3.2. Facteurs influençant la qualité du transfert d'immunité passive.....	26
3.2.1. Facteurs liés au veau.....	27
3.2.1.1. Race du veau.....	27
3.2.1.2. Sexe du veau.....	28
3.2.1.3. Poids à la naissance.....	28
3.2.1.4. Conditions de naissance.....	28
3.2.2. Facteurs liés à la mère.....	29
3.2.2.1. Type et race de la mère.....	29

3.2.2.2. Concentration en immunoglobulines G du colostrum.....	29
3.2.2.3. Etat sanitaire de la mère à la mise-bas.....	30
3.2.2.4. Qualité sanitaire du colostrum.....	30
3.2.2.5. Présence de la mère et maternage.....	31
3.2.2.6. Conformation de la mamelle et des trayons.....	32
3.2.3. Facteurs liés à l'environnement.....	32
3.2.4. Facteurs liés à la conduite d'élevage.....	33
3.2.4.1. Délai de la prise colostrale post-partum.....	33
3.2.4.2. Volume de la prise colostrale.....	34
3.2.4.3. Masse d'immunoglobulines G de la prise colostrale.....	35
3.2.4.4. Modalités de la prise colostrale.....	35
3.2.4.5. Collection, conservation et traitements du colostrum.....	36
4. Défaut de transfert d'immunité passive.....	37
4.1. Définition et prévalence à travers le monde.....	37
4.2. Conséquences zootechniques .....	38
4.2.1. Morbidité / Mortalité.....	38
4.2.2. Performances.....	40
4.2.2.1. Croissance et âge de mise à la reproduction.....	40
4.2.2.2. Production laitière.....	41
5. Recommandations actuelles en matière de prise colostrale.....	41
SECONDE PARTIE : étude expérimentale.....	43
1. Matériel et méthode.....	44
1.1. Vétérinaires, élevages et situation géographique .....	44
1.2. Enregistrements sur les veaux et leurs mères.....	44
1.2.1. Contexte d'élevage.....	44
1.2.2. Mise-bas.....	45
1.2.3. Suivi post-natal des veaux.....	45
1.2.4. Prélèvements et dosages.....	45
1.3. Suivi de la survie chez les veaux.....	46
1.4. Analyse des données.....	46
2. Résultats.....	46
2.1. Descriptifs de l'échantillon d'étude.....	46

2.1.1. Type et race des mères.....	46
2.1.2. Parité des mères.....	47
2.1.3. Type et race des veaux.....	49
2.1.4. Conditions de vêlage.....	50
2.1.5. Concentration en immunoglobulines G1 du colostrum.....	51
2.1.6. Prise colostrale : modalités, délais, volumes et masses d'immunoglobulines G ingérées.....	51
2.1.6.1. La première buvée.....	51
2.1.6.2. La seconde buvée.....	55
2.1.6.3. La prise colostrale dans les six premières heures.....	57
2.1.7. Concentrations plasmatiques en immunoglobulines G1 chez les veaux..	60
2.2. Facteurs influençant la concentration en IgG1 du colostrum : analyse univariée.....	61
2.2.1. Influence du type et de la race de la mère.....	61
2.2.2. Influence de la parité de la mère.....	62
2.3. Qualité du transfert de l'immunité passive chez le veau.....	62
2.3.1. Analyse univariée.....	62
2.3.1.1. Influence du type et de la race du veau.....	62
2.3.1.2. Influence du rang de vêlage de la mère.....	63
2.3.1.3. Influence des conditions de vêlage chez les veaux allaitants...	64
2.3.1.4. Influence des modalités de prise colostrale chez les veaux allaitants.....	64
2.3.1.5. Influence du volume de la prise colostrale.....	65
a) Volume de la première buvée.....	65
b) Volume total des deux buvées.....	66
c) Volume de la prise colostrale dans les 6 premières heures de vie.....	66
2.3.1.6. Influence du délai de la prise colostrale.....	67
2.3.1.7. Influence de la masse d'IgG1 ingérée.....	68
a) à la première buvée.....	68
b) masse totale des deux buvées.....	69
2.3.1.8. Influence de la masse d'IgG1 ingérée dans les 6h après la naissance.....	70

2.3.2. Analyse multivariée.....	71
2.3.2.1 Descriptif de l'échantillon d'étude.....	72
2.3.2.2 Résultats.....	72
2.4. Influence du transfert de l'immunité passive sur la survie des veaux.....	75
2.4.1. Descriptif de l'échantillon d'étude.....	75
2.4.2. Courbes de survie.....	75
3. Discussion.....	78
3.1. Protocole d'étude.....	78
3.2. Principaux résultats sur la qualité du colostrum.....	79
3.2.1. Les concentration en immunoglobulines G1 des colostrums.....	79
3.2.2. Facteurs influençant la concentration en immunoglobulines G1 du colostrum.....	80
3.3. Principaux résultats sur le transfert de l'immunité passive du veau.....	80
3.3.1. Situation du transfert d'immunité passive chez les veaux.....	80
3.3.2. Principaux facteurs influençant le transfert d'immunité passive.....	81
3.4. Influence du transfert de l'immunité passive sur la survie des veaux.....	83
CONCLUSION.....	85
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	87

---

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

### FIGURES

Figure 1 : Facteurs influençant la qualité du transfert de l'immunité passive chez le veau.....	27
Figure 2 : Relation entre la concentration en protéines sériques et le risque de mortalité pendant les années de faible mortalité et de forte mortalité.....	39
Figure 3 : Répartition des mères selon leur parité.....	48
Figure 4 : Répartition des vêlages selon leur modalité et le type racial des veaux.....	50
Figure 5 : Concentration en immunoglobulines G des colostrums des vaches.....	51
Figure 6 : Répartition des délais (en heures) entre la naissance et la première buvée colostrale des veaux.....	52
Figure 7 : Volume de la première prise colostrale selon du type racial du veau (en litres).....	53
Figure 8 : Répartition des masses d'immunoglobulines bues lors de la première buvée colostrale par les veaux (en grammes).....	54
Figure 9 : Délai entre la naissance et la 2 <sup>ème</sup> buvée colostrale des veaux (en heures).....	55
Figure 10 : Volume de la seconde prise colostrale selon le type racial du veau.....	56
Figure 11 : Répartition des masses d'immunoglobulines G ingérées lors de la seconde buvée colostrale.....	57
Figure 12 : Volume de la prise colostrale dans les six premières heures de vie selon le type racial du veau.....	58
Figure 13 : Masse d'immunoglobulines G ingérée par les veaux dans un délai de 6h après la naissance (en grammes).....	59
Figure 14 : Répartition des concentrations plasmatiques en immunoglobulines G chez les veaux (en grammes).....	60
Figure 15 : Courbe de survie de Kaplan-Meier des veaux allaitants jusqu'à 150 jours de vie selon leur transfert d'immunité passive avec le seuil de 10g/L IgG1 sérique.....	76
Figure 16 : Courbe de survie de Kaplan-Meier des veaux allaitants jusqu'à 150 jours de vie selon leur transfert d'immunité passive avec le seuil de 15g/L IgG1 sérique.....	77

## TABLEAUX

Tableau 1 : Composition du colostrum et du lait.....	20
Tableau 2 : Répartition des veaux prélevés selon les cabinets vétérinaires et les départements.....	44
Tableau 3 : Délai entre la naissance et le prélèvement sanguin des veaux.....	45
Tableau 4 : Répartition des mères selon leur type laitier ou allaitant et leur race.....	47
Tableau 5 : Répartition des mères selon leur parité et leur type racial.....	48
Tableau 6 : Répartition des veaux de l'étude selon leur type et leur race.....	49
Tableau 7 : Quartiles de distribution des délais entre la naissance et la première buvée colostrale.....	52
Tableau 8 : Modalités de la première prise colostrale selon le type racial du veau.....	53
Tableau 9 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues lors de la première buvée colostrale.....	54
Tableau 10 : Quartiles de distribution des délais entre la naissance et la 2 <sup>ème</sup> buvée colostrale des veaux.....	55
Tableau 11 : Modalités de la prise colostrale lors de la 2 <sup>ème</sup> buvée selon le type racial des veaux.....	56
Tableau 12 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues lors de la 2 <sup>ème</sup> buvée colostrale.....	57
Tableau 13 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues dans les 6 premières heures de vie.....	59
Tableau 14 : Moyennes et quartiles des masses d'IgG1 (en grammes) ingérées dans les 6 premières heures de vie selon le type racial des veaux.....	59
Tableau 15 : Modèle de défaut de transfert d'immunité passive sous le seuil de 10g/L d'immunoglobulines G plasmatiques chez les veaux.....	60
Tableau 16 : Modèle de défaut de transfert d'immunité passive sous le seuil de 15g/L d'immunoglobulines G plasmatiques chez les veaux.....	61
Tableau 17 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon les principales races représentées dans notre étude (effectif > 10).....	61
Tableau 18 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon la parité chez les vaches de type allaitant.....	62
Tableau 19 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon la parité chez les vaches de type laitier.....	62

Tableau 20 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux selon les races.....	63
Tableau 21 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux laitiers selon le rang de parité des mères.....	63
Tableau 22 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux allaitants selon la parité des mères.....	64
Tableau 23 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux allaitants selon les conditions de naissance.....	64
Tableau 24 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon les modalités de prise colostrale.....	65
Tableau 25 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume de la 1 <sup>ère</sup> buvée de leur prise colostrale.....	65
Tableau 26 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume de la 1 <sup>ère</sup> buvée de leur prise colostrale.....	66
Tableau 27 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume total de leur prise colostrale.....	66
Tableau 28 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume total de leur prise colostrale.....	66
Tableau 29 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume bu dans les 6 premières heures de vie.....	67
Tableau 30 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume bu dans les 6 premières heures de vie.....	67
Tableau 31 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale.....	67
Tableau 32 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale.....	68
Tableau 33 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale.....	68
Tableau 34 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse d'IgG1 ingérée à la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale.....	68
Tableau 35 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse d'IgG1 ingérée à la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale.....	69
Tableau 36 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse totale d'IgG1 ingérée par la prise colostrale.....	69

Tableau 37 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse totale d'IgG1 ingérée par la prise colostrale.....	69
Tableau 38 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse d'IgG1 ingérée dans les 6 premières heures de vie.....	70
Tableau 39 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse d'IgG1 ingérée dans les 6 premières heures de vie.....	70
Tableau 40 : Descriptif de l'échantillon d'étude.....	72
Tableau 41 : Résultats des modèles logistiques multivariés.....	73



---

## TABLES DES ABREVIATIONS

---

TIP : transfert de l'immunité passive

DTIP : défaut de transfert de l'immunité passive

IgG : immunoglobulines G

IgG1 : immunoglobulines G1

IgG2 : immunoglobulines G2

IgA : immunoglobulines A

IgM : immunoglobulines M

BDNI : base de données nationale de l'identification

AIC : critère d'information d'Akaike

OR : Odd's Ratio

---

## INTRODUCTION

---

A sa naissance, bien que le veau soit doté d'un système immunitaire compétent, il est quasiment dépourvu d'anticorps ou, autrement dit, agammaglobulinémique. En effet, durant la gestation la placentation épithéliochoriale des bovins empêche tout passage des immunoglobulines maternelles au fœtus. De ce fait, le veau nouveau-né est particulièrement sensible aux agressions microbiennes du milieu extérieur et il est alors crucial pour lui de bénéficier des anticorps maternels par la prise du colostrum. Un défaut de transfert d'immunité passive chez les veaux nouveau-nés est non seulement associé à un risque plus élevé de morbidité et de mortalité mais aussi à plus long terme à une baisse de performances (indice de croissance, âge de mise à la reproduction).

Nous aborderons tout d'abord dans une revue bibliographique les étapes du transfert de l'immunité passive (TIP), c'est-à-dire le transfert des immunoglobulines colostrales au veau nouveau-né. Nous développerons les facteurs qui influencent la concentration en anticorps dans le colostrum, ainsi que ceux qui conditionnent la qualité du transfert du TIP, puis les conséquences d'un défaut de TIP sur le devenir du veau.

La majorité des études menées sur le transfert de l'immunité passive et la qualité du colostrum en élevage bovin sont américaines et canadiennes. Les études françaises menées sur le terrain sont peu nombreuses ou relativement anciennes. Notre étude porte sur un échantillon de 261 veaux issus de 93 élevages laitiers et allaitants et avait pour objectifs (i) d'évaluer différents outils de mesure de la qualité du colostrum et du transfert de l'immunité passive et (ii) de décrire les modalités de transfert de l'immunité passive dans ces élevages français, de voir quels facteurs étaient associés à un défaut de transfert d'immunité passive (DTIP), et enfin d'observer la relation entre un DTIP et la mortalité des veaux dans leurs 150 premiers jours de vie. Le présent rapport porte exclusivement sur la seconde partie de cette large étude.

---

PREMIERE PARTIE : Etude bibliographique

---

## **1. Physiologie placentaire et statut immunitaire du veau nouveau-né**

Chez les bovins, la placentation est de type épithéliochoriale. Le sang fœtal et le sang maternel sont séparés par 6 couches tissulaires. Il en résulte des échanges placentaires sélectifs ne laissant pas passer les protéines maternelles de poids moléculaire important, en particulier les immunoglobulines. Le fœtus synthétise ses propres protéines à partir des acides aminés maternels (GAYRARD 2007).

Au cours de la vie fœtale, le système immunitaire évolue progressivement et devient immunocompétent, c'est-à-dire capable de synthétiser des immunoglobulines, entre 145 et 200 jours (CHIGERWE et al. 2008). Cependant ces synthèses restent de faible intensité notamment parce que le fœtus est dans un environnement stérile, sans stimulation immunologique (sauf exception d'infection intra utérine) et il est sous l'influence d'un certain nombre de molécules immunosuppressives encore largement méconnues, telles que la fœtuine. De plus, la parturition se fait suite à une décharge importante de cortisol par l'axe hypothalamus-hypophyse-corticosurrénales fœtal et qui pourrait contribuer à un déficit immunitaire néonatal transitoire (MANGIN 2002).

Une étude menée aux Etats-Unis sur 170 veaux de races Prim'Holstein met en évidence sur 90 de ces veaux une concentration en Immunoglobuline G sérique détectable ( $>0,16\text{g/L}$ ) et en moyenne de  $0,6\text{g/L}$  à la naissance, avant la prise colostrale (CHIGERWE et al. 2008).

Ainsi le veau naît avec un système immunitaire compétent mais presque agammaglobulinémique et hyporéactif alors qu'il passe d'un milieu stérile à un environnement potentiellement hostile. C'est pourquoi le transfert d'une immunité passive maternelle, via le colostrum, est primordial pour le veau nouveau-né.

## **2. Colostrum et transfert de l'immunité passive**

### **2.1. Définition – Origine du colostrum**

Légalement, le colostrum est défini indirectement comme le produit de la traite des six premiers jours après le part, d'après l'article 2 du décret du 25 mars 1924 portant application de la loi du 1<sup>er</sup> août 1905 en ce qui concerne le lait et les produits de laiterie, modifié par les décrets du 19 juillet 1955 et du 7 janvier 1971 :

« Ne peut être considéré comme lait propre à la consommation humaine ... Le lait provenant d'une traite opérée moins de sept jours après le part, et, d'une manière générale, le lait contenant du colostrum ».

Cette définition répond à une préoccupation d'ordre technologique pour les procédés de conservation et de transformation du lait.

D'un point de vue physiologique, le colostrum est le produit issu de sécrétions lactées et de constituants provenant du sérum sanguin tels que les immunoglobulines (IgG1 en particulier). Il s'accumule dans la glande mammaire pendant la période de tarissement et peut être récolté juste avant ou après la mise-bas (FOLEY et OTTERBY 1978; BAUMRUCKER et al. 2010). A la suite du part, la lactogénèse effectue une transition de la production de colostrum vers la production de lait (BAUMRUCKER et al. 2010).

## 2. 2. Composition du colostrum

Le colostrum se distingue du lait par sa composition et ses caractéristiques physico-chimiques. La composition du colostrum est sujette à une grande variabilité que l'on peut associer à divers facteurs. Nous aborderons ultérieurement les facteurs de la variabilité de la concentration en immunoglobulines G1, principales immunoglobulines retrouvées dans le colostrum.

Le colostrum a un pourcentage de matière sèche plus élevé que le lait (21 à 27% contre 12 à 13%), avec des teneurs plus fortes en protéines, lipides et minéraux, mais une teneur plus faible en lactose, comme nous le montre le tableau 1 (FOLEY et OTTERBY 1978; JASTER 2005). La richesse en protéines du colostrum lui confère un pH bas de 6,3 et un pouvoir tampon élevé. Ces différences entre la composition du colostrum et celle du lait ne sont pas seulement quantitatives mais aussi qualitatives.

Alors que les protéines du lait sont majoritairement des caséines, ce sont les protéines solubles, composés principalement d'immunoglobulines, qui prédominent dans le colostrum. Il existe trois types d'immunoglobulines chez les bovins, les IgG, les IgM et les IgA. Le colostrum contient en général 50 à 150 g/l d'immunoglobulines. Les IgG prédominent largement dans le colostrum : elles représentent environ 85-90% des immunoglobulines totales contre environ 5%

d'IgA et 7% d'IgM. Les IgG sont divisées en deux sous-classes, les IgG1 et les IgG2, et les IgG1 représentent 80 à 90% des IgG du colostrum. (LARSON et al. 1980)

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

	Colostrum	Lait
Densité	1,056	1,032
Matière sèche totale (%)	23,9	12,9
Lipides (%)	6,7	4,0
Protéines (%)	14,0	3,1
Caséines (%)	4,8	2,5
Albumine (%)	0,9	0,5
Immunoglobulines (%)	6,0	0,09
Lactose (%)	2,7	5,0
Cendres brutes (%)	1,11	0,74

D'un point de vue immunologique, les immunoglobulines ne sont pas les seuls éléments présents dans le colostrum. Des cellules immunologiquement actives telles que les macrophages, les neutrophiles et les lymphocytes et des éléments solubles à activité antimicrobienne non spécifique tels que la lactoferrine, les lysozymes et le système lactoperoxydase/thiocyanate/peroxyde d'hydrogène, sont présents dans le colostrum et jouent un rôle dans l'immunité passive du veau nouveau-né, cependant leur importance demeure, probablement à tort, peu étudiée chez les ruminants. (REITER 1978; ROY 1980; WEAVER et al. 2000)

La teneur en cendres brutes est plus élevée dans le colostrum que dans le lait. Notons le rôle antimicrobien des minéraux zinc et magnésium ainsi que des vitamines E et A (FOLEY et OTTERBY 1978; MANGIN 2002).

### 2.3. Evolution de la composition du colostrum après la mise-bas

Moore et al. (2005) ont montré une baisse significative de la concentration d'IgG du colostrum avec le délai de sa collecte après la mise-bas. Les colostrums collectés à 6h, 10h et 14h après la parturition avaient des concentrations en IgG réduites de 17%, 27% et 33% par rapport à celle

du colostrum collecté à 2h post-partum (MOORE et al. 2005). Ces résultats sont appuyés par l'étude de Morin et al. (2010) dans laquelle la concentration en IgG du colostrum décroît de 3,7% par heure après la mise-bas (MORIN et al. 2010). Aussi, les concentrations de la plupart de composants du colostrum, à l'exception du lactose, chutent au cours des six premières traites jusqu'à devenir comparables à celles du lait (tableau 1) (FOLEY et OTTERBY 1978). En effet, la colostrogenèse cesse brutalement à la mise-bas, sous l'influence d'hormones lactogènes, dont la prolactine. La phase sécrétoire de la lactogenèse se met alors en place rapidement et génère un important volume de fluide dans la mamelle.

#### 2.4. Facteurs influençant la concentration en immunoglobulines G du colostrum

Bien que le colostrum soit reconnu pour contenir de nombreux composants jouant un rôle immunitaire, c'est la relation entre la concentration en immunoglobulines G du colostrum et l'immunité du veau qui est la mieux décrite actuellement.

De nombreuses études fixent la concentration minimale en IgG d'un colostrum de bonne qualité à 50 g/L. Il s'agit de la concentration seuil défini comme limitant le risque de défaut d'immunité passive chez le veau nouveau-né. Dans les études nord-américaines, la concentration moyenne en IgG du colostrum avoisine 40g/L (KEHOE et al. 2007). Cependant elle est très variable et est rapportée dans les études comme allant de moins de 10g/L à plus de 200g/L d'une vache à l'autre (GULLIKSEN et al. 2008).

La concentration en immunoglobulines G1 du colostrum est largement supérieure à la concentration en IgG1 du sérum sanguin dont elle est issue, et également supérieure à celle du lait. Remarquons que cela n'est pas le cas pour les immunoglobulines G2. Le mécanisme de transport actif et sélectif d'IgG1 du sang au colostrum, qui prend place dans le parenchyme mammaire, n'a pas encore été totalement élucidé. Il fait intervenir des récepteurs à haute affinité pour les IgG1 exprimés à la surface des cellules de l'épithélium glandulaire. Puis par des mécanismes de pinocytose et de transport dans des vésicules, les IgG1 sont déchargées dans la lumière alvéolaire. Les cellules de l'épithélium glandulaire cessent d'exprimer ces récepteurs dès le début de la lactation. Ce phénomène a lieu chez toutes les vaches, quelle que soit leur parité, et n'est pas associé à la masse du parenchyme mammaire (LARSON et al. 1980; BARRINGTON et al. 1997; BARRINGTON et al. 1997; BAUMRUCKER et al. 2010).

#### 2.4.1. Effet individuel

La concentration en IgG du colostrum est très variable d'un individu à l'autre. Au sein d'un même élevage et d'une même race, elle peut varier de moins de 10g/L à plus de 110g/L (PRITCHETT et al. 1991).

Des études suggèrent sa répétabilité pour un même individu d'une année sur l'autre et une héritabilité non nulle ( $0,19 \pm 0,12$ ) de ce caractère (DARDILLAT et al. 1978; MANGIN 2002).

#### 2.4.2. Race de la mère

D'après plusieurs études, la concentration en IgG du colostrum est associée à la race de la vache dont il est issu.

Une première différence entre les types raciaux, laitier et allaitant, a été constatée. Les races allaitantes ont des concentrations colostrales en IgG1 plus élevées que les races laitières (GUY et al. 1994). Cette différence pourrait s'expliquer par de plus grands volumes de colostrum produits par les races laitières par rapport aux allaitantes et ainsi une plus grande dilution de la masse d'IgG1 dans le colostrum.

Une étude menée sur cinq races laitières (Ayrshire, Brune Suisse, Guernsey, Prim'Holtsein et Jersiaise), en conditions d'élevage similaires, montre une tendance à des concentrations moyennes plus faibles pour les Prim Holstein et Guernsey et plus élevées pour les Jersiaises, malgré les faibles effectifs inclus (MULLER et ELLINGER 1981). Une étude menée sur de plus grands effectifs ne montre cependant aucune différence de la concentration en IgG du colostrum entre les races Prim'Holstein et Jersiaise (MORRILL et al. 2012).

#### 2.4.3. Parité

D'après plusieurs études, la concentration en immunoglobulines G du colostrum a tendance à être d'autant plus élevée que la parité de la mère est grande, et cet effet est plus particulièrement visible pour les parités de rang 3 et plus par rapport aux parités de rangs 1 et 2. Ainsi une augmentation de la concentration en IgG1 avec les parités 1, 2 et 3 et plus (respectivement 42,4 ; 68,6 et 95,9 g/l pour les parité 1, 2 et 3 et plus) a été rapportée (MORRILL et al. 2012).



La concentration en IgG du colostrum entre les parités 1 et 2 n'est pour la plupart des études pas significativement différente (DEVERY-POCIUS et LARSON 1983; PRITCHETT et al. 1991; GULLIKSEN et al. 2008; CHIGERWE et al. 2009). Dans certaines études la concentration en IgG est même la plus basse pour le rang de lactation 2 (PRITCHETT et al. 1991; QUIGLEY et al. 1994; GULLIKSEN et al. 2008).

Cependant l'influence de la parité sur la concentration en IgG du colostrum n'est pas toujours retrouvée. En effet une étude réalisée sur 120 vaches de race Prim'Holstein ne montre pas de différence significative entre les rangs de lactation 1, 2, 3 ou plus (respectivement  $67.2 \pm 2.8$  g/L,  $68.1 \pm 2.7$  g/L,  $65.0 \pm 3.0$  g/L, et  $68.0 \pm 2.7$  g/L) et laisse supposer un effet prédominant d'autres facteurs (CHIGERWE et al. 2008).

Une hypothèse biologique à cette augmentation de la concentration en IgG du colostrum avec la parité serait que les vaches plus âgées ont été exposées à des antigènes pendant plus longtemps que les vaches plus jeunes et par conséquent produiraient un colostrum avec une concentration en anticorps supérieure. Même si cette hypothèse n'a pas été formellement démontrée, la variabilité des anticorps produits par les vaches âgées serait logiquement plus importante du fait de l'exposition à un panel plus large de pathogènes immunostimulants.

#### 2.4.4. Tariesement

Le colostrum est produit dans la glande mammaire pendant la période sèche et une réduction de sa durée entraîne une diminution de quantité de colostrum disponible à la mise-bas. Cependant l'influence sur la concentration en IgG n'a été démontrée que lors de réduction drastique de la durée du tariesement. En effet, plusieurs études ne montrent aucun effet significatif de la durée du tariesement sur la concentration en IgG1 du colostrum pour des durées allant de 2 mois à 4 semaines (PRITCHETT et al. 1991; RASTANI et al. 2005; GRUSENMEYER et al. 2006; SHOSHANI et al. 2014). En revanche lors d'absence de période sèche, Rastani et al. (2005) ont montré une baisse sévère et significative de la concentration en IgG du colostrum ( $49,8$ g/L IgG en l'absence de tariesement à  $77,9$  g/L IgG pour une durée de tariesement de 28 jours) (RASTANI et al. 2005).

De plus, l'alimentation pendant le tarissement n'a pas d'influence démontrée sur la concentration en IgG du colostrum lors de restrictions énergétiques et protéiques allant jusqu'à 57% par rapport aux recommandations du *National Research Council* (HOUGH et al. 1990). De telles restrictions diminuent la production laitière de la vache et on peut supposer que le volume de colostrum produit sera également diminué. En revanche, la supplémentation en minéraux, notamment en sélénium, semble améliorer la concentration en IgG du colostrum (SWECKER et al. 1995; AWADEH et al. 1998).

#### 2.4.5. Gémellité

Les vaches à gestation gémellaire sembleraient produire un colostrum à concentration plus faible en IgG par rapport aux vaches à gestation simple (DARDILLAT et al. 1978).

#### 2.4.6. Etat sanitaire des mères

Les mammites persistantes pendant la période sèche ont été associées à une production réduite de colostrum entraînant une diminution de la masse d'IgG colostrale, cependant la concentration en IgG n'est pas altérée (MAUNSELL et al. 1998).

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. 1980; SNODGRASS et al. 1982; HODGINS et SHEWEN 1996; SMITH et al. 2014).

L'infestation massive et chronique par *Fasciola hepatica* (grande douve du foie), provoquant des lésions hépatiques, pourrait réduire la capacité de synthèse des immunoglobulines et ainsi la concentration en IgG du colostrum (SERIEYS 1993).

#### 2.4.7. Autres facteurs

D'autres facteurs que ceux vus précédemment influent sur la concentration en IgG du colostrum.

La saison jouerait un rôle, les mois d'hiver révélant des taux d'IgG significativement plus bas dans une étude norvégienne (GULLIKSEN et al. 2008). Ces résultats sont controversés par des études réalisées dans d'autres régions du monde où les saisons sont moins marquées par les changements climatiques (PRITCHETT et al. 1991). La photopériode pendant le tarissement ne semble pas avoir d'influence significative sur la concentration en IgG du colostrum (MORIN et al. 2010).

La concentration en IgG diffère d'un quartier à l'autre, elle est légèrement mais significativement supérieure pour les quartiers postérieurs par rapport aux quartiers antérieurs (GUATTEO et al. 2014).

### **3. Transfert de l'immunité passive et mécanismes d'absorption**

Les immunoglobulines maternelles procurent au veau une immunité systémique par passage dans la circulation sanguine et une immunité locale au niveau intestinal dont le rôle ne sera pas abordé ici.

#### **3.1. Prise colostrale et mécanismes d'absorption des immunoglobulines G chez le veau nouveau-né**

Dans les heures suivant la naissance, les immunoglobulines, tout comme d'autres protéines et macromolécules, sont absorbées dans l'intestin pour rejoindre la circulation sanguine. L'absorption se fait par pinocytose au niveau de l'intestin grêle et l'intensité d'absorption augmente du duodénum à l'iléon. Bien que les proportions en immunoglobulines dans la circulation sanguine du veau soient semblables à celles du colostrum ingéré, il semblerait qu'un certain degré de sélection des protéines qui peuvent rejoindre la circulation sanguine soit exercé au niveau des entérocytes. L'efficacité d'absorption des immunoglobulines M serait moins bonne que celle des IgG et IgA, au-delà d'une certaine concentration dans le colostrum. De plus, la présence d'une molécule, nommée cathrin, localisée sur les membranes au niveau des microvillosités des entérocytes, indique l'existence de vésicules de transport spécialisées, vésicules « coated », et est en faveur d'un transport spécialisé. Après leur absorption par les entérocytes, les immunoglobulines passent par exocytose dans les voies lymphatiques pour

rejoindre la circulation sanguine par le canal thoracique. Suite à la prise initiale de colostrum, les premières IgG se retrouvent dans la circulation sanguine en 180 minutes (BUSH et STALEY 1980; JOCHIMS et al. 1994).

La cessation de l'absorption des macromolécules par les entérocytes de l'intestin grêle chez le veau nouveau-né est un phénomène appelé fermeture de la barrière intestinale. Ce phénomène a lieu vers 24h d'âge et serait multifactoriel. Il serait dû au remplacement des entérocytes par une population de cellules plus matures et moins perméables, ainsi qu'à l'épuisement du transport par les vésicules, leur destruction laissant les IgG libres dans le cytoplasme des entérocytes, et enfin à l'apparition de lysosomes intracellulaires à activité protéolytique (STOTT et al. 1979; JOCHIMS et al. 1994).

### 3.2. 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). De manière simple, certains auteurs suggèrent une ingestion minimale de 200 grammes d'immunoglobulines afin d'atteindre ces objectifs (SERIEYS 1993; LEVIEUX et OLLIER 1999).



Figure 1 : Facteurs influençant la qualité du transfert de l'immunité passive chez le veau.

### 3.2.1. Facteurs liés au veau

#### 3.2.1.1. Race du veau

La race du veau semble influencer le transfert d'immunité passive. Dans une étude australienne sur 1018 veaux issus de 100 élevages laitiers du Sud-Ouest de l'état de Victoria, la race du veau a été associée à un défaut de transfert d'immunité passive. L'analyse multivariée indiquait que les veaux de race Holstein-Fresian étaient deux fois plus à risque de DTIP que les veaux de races Jersiaise et Jersiaise croisée (VOGELS et al. 2013), mais les concentrations des colostrums n'avaient pas été mesurées. Par ailleurs, les travaux de Jones et al. (2004) suggèrent

que les veaux de race Jersiaise auraient une meilleure efficacité d'absorption des IgG que les veaux de race Holstein ( $21.9\pm 0.9\%$  contre  $17.0\pm 0.7\%$ ) (JONES et al. 2004).

#### 3.2.1.2. Sexe du veau

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). Cependant on peut se demander si cette différence entre sexes ne serait pas 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.

#### 3.2.1.3. 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).

Cependant le comportement alimentaire du veau serait associé à son poids, les petits veaux étant plus vigoureux et buvant plus facilement que les gros (SERIEYS 1993).

#### 3.2.1.4. Conditions de naissance

La mortalité des veaux dystociques est quatre fois plus grande que celle des veaux nés sans difficulté (STOTT et REINHARD 1978). La dystocie et la gémellité ont été décrites comme des facteurs de risque de défaut de transfert d'immunité passive, en élevage laitier et allaitant (WALDNER et ROSENGREN 2009). Ces deux conditions prolongent le part et augmentent les risques d'hypoxie et d'acidose respiratoire chez le veau. Les veaux nés dans des conditions de dystocie sont moins vigoureux. Une vigueur réduite a été associée à une prise colostrale spontanée retardée et à l'ingestion de volumes colostraux plus faibles (VENTORP et MICHANEK 1992; VASSEUR et al. 2009). Ces veaux ont plus de difficultés à se lever ce qui les expose aux pathogènes fécaux pour une plus longue période. Ils sont par ailleurs plus

susceptibles d'avoir un œdème de la langue ce qui rend la tétée difficile, augmentant le risque de ne pas consommer un volume suffisant de colostrum (SMITH 2009). De plus, il semble que les veaux en acidose respiratoire aient une efficacité d'absorption des immunoglobulines G1 réduite (BESSER et al. 1990).

Ces résultats ne sont pas systématiquement retrouvés par d'autres auteurs. Perino et al. (1995) ne rapportent aucun effet significatif des naissances dystociques et un meilleur TIP pour les naissances gémellaires. Cependant dans cette étude les mères étaient sélectionnées pour leur prolificité afin d'avoir plus de naissances gémellaires et les soigneurs portaient plus d'attention aux jumeaux par rapport aux veaux uniques. Ainsi on peut supposer qu'une meilleure conduite d'élevage peut contrecarrer un facteur pressenti comme un risque physiologique (PERINO et al. 1995).

### 3.2.2. Facteurs liés à la mère

#### 3.2.2.1. Type et race de la mère

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, comme vu précédemment, le type allaitant ou laitier et la race de la mère influencent la concentration du colostrum en IgG (paragraphe 2.4.2).

#### 3.2.2.2. Concentration en immunoglobulines G 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 (BESSER et al. 1985). 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). D'autres études n'ont cependant pas trouvé d'effet significatif de la concentration en IgG du colostrum indépendamment des autres facteurs et mettent en avant l'effet de la masse d'IgG du

colostrum consommé comme jouant un rôle majeur (STOTT et al. 1979; BUSH et STALEY 1980).

#### 3.2.2.3. 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 (paragraphe 2.4.7 et 3.2.2.4).

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).

#### 3.2.2.4. Qualité sanitaire du colostrum

Le colostrum représente une des sources potentielles des 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.

La présence de mammites sur la mère est associée à une concentration en IgG sériques plus faible chez le veau (PERINO et al. 1995). Johnson et al. (2007) ont montré que la concentration en IgG sériques et l'efficacité d'absorption des IgG étaient supérieures pour les veaux ayant reçu du colostrum traité à 60°C pendant 60 min (dont la charge bactérienne totale et la teneur en coliformes sont réduites) par rapport aux veaux recevant du colostrum non traité. Une hypothèse biologique est que les bactéries dans le colostrum maternel se lieraient aux immunoglobulines G libres, limitant ainsi leur absorption par les entérocytes. Une autre hypothèse est que les bactéries se lieraient aux récepteurs non spécifiques des entérocytes réduisant ainsi le nombre de récepteurs disponibles pour l'absorption et le transport des IgG (JOHNSON et al. 2007; MORRILL et al. 2012).

Pour minimiser la contamination bactérienne du colostrum et rester en dessous des valeurs seuils recommandées de charge bactérienne totale de 100 000 cfu/mL et de teneur en coliformes de 10 000 cfu/mL, une attention particulière est à porter à la récolte, la conservation et aux traitements du colostrum (paragraphe 3.2.4.5.) (MCGUIRK et COLLINS 2004).



### 3.2.2.5. Présence de la mère et maternage

Le maternage est le comportement particulier que la vache adopte vis-à-vis de son veau après la mise-bas. La mère entreprend immédiatement le léchage du corps entier du veau, accompagné de vocalises. Le toilettage le plus intense a lieu pendant les 40 premières minutes de vie (KOVALCIK et al. 1980). Dès que le veau se lève et se met à la recherche de la mamelle et des trayons, le toilettage et les vocalises de la mère l'accompagnent (SELMAN et al. 1970).

Des études menées dans les années 1970 ont mis en avant l'effet bénéfique de la présence de la mère et du maternage sur le transfert d'immunité passive du veau (STOTT et al. 1979). Dans deux de leurs études, Selman et al. (1971) ont montré que la présence de la mère améliore l'efficacité d'absorption des immunoglobulines par le veau. Dans une de ces études, un groupe de 10 veaux est séparé de la mère après la naissance et réintroduit à 6h et 12h pour téter et un autre groupe de 10 veaux est laissé avec la mère mais muselé et libéré pour téter à 6 et 12h. Les concentrations en IgG sériques évaluées à 48h d'âge, sont significativement supérieures pour le groupe laissé en présence de la mère. Cependant les colostrums n'ont pas été évalués, les volumes bus sont approximativement semblables et les effectifs restent faibles (SELMAN et al. 1971). Dans la seconde étude, les veaux bénéficiant de maternage par leur mère pendant les 18 premières heures de vie avaient des concentrations en IgG sériques de 70% supérieures à celles des veaux séparés de leur mères à la naissance (avec l'administration d'un colostrum égal en volume et qualité) (SELMAN et al. 1971).

Les pratiques actuelles en élevage laitier recommandent de séparer le veau de la mère le plus rapidement possible après la naissance pour s'assurer d'une prise colostrale correcte et pour limiter les risques de maladies pour le veau et de mammites pour la mère. Afin de vérifier l'effet de cette séparation précoce du veau sur son transfert d'immunité passive, de nouvelles études se sont intéressées au maternage. Cependant ces études n'ont montré aucun effet du maternage sur le transfert d'immunité passive du veau, que ce soit par maternage naturel ou artificiel (HAINES et GODDEN 2011; VEIRA et al. 2011). Une étude réalisée en élevage laitier au Canada a même révélé que le risque de DTIP était deux fois plus élevé pour les veaux laissés pendant 3h ou plus en présence de leur mère, que pour ceux séparés de leur mère avant 3h d'âge (TROTZ-WILLIAMS et al. 2008). Face à l'évolution des recommandations en matière de prise colostrale, avec notamment un accroissement des volumes distribués, l'effet du maternage est

probablement contrebalancé par l'apport d'une masse d'immunoglobulines G colostrale importante et saturant les mécanismes d'absorption des IgG dans l'intestin du veau (VEIRA et al. 2011).

#### 3.2.2.6. Conformation de la mamelle et des trayons

Assez rapidement après sa naissance, le veau se met à la recherche de la mamelle et des trayons. Cette recherche peut être compliquée par la conformation de la mamelle et des trayons. En effet, lorsque la mamelle est pendante ou décrochée (« low slung udder »), le temps de recherche des trayons par le veau augmente, en partie parce que conformation de mamelle force le veau à adopter une position anormale, accroupie (VENTORP et MICHANEK 1992).

Une conformation anormale des trayons les prédispose à diverses affections douloureuses (ulcère, crevasse) et au développement de mammites, qui rendent la tétée ou la traite du colostrum difficile voire impossible (BROOM 1983).

#### 3.2.3. Facteurs liés à l'environnement

L'environnement semble jouer un rôle sur le transfert de l'immunité passive de veau. Le stress provoqué par des températures extrêmement chaudes et une forte humidité a été associé avec une réduction significative de l'absorption des IgG par le veau (STOTT et al. 1976). A l'inverse, en conditions expérimentales (les veaux sont immergés dans une eau à 15°C jusqu'à ce que leur température corporelle baisse de 10°C puis sont maintenus en environnement humide à 4°C) des températures froides retardent voire diminuent l'absorption des immunoglobulines par le veau (OLSON et al. 1980). De plus, l'absence d'une source de chaleur par temps froid pour les veaux issus de naissance dystocique a été identifiée comme un facteur de risque de défaut de TIP (BEAM et al. 2009). On pressent alors que des températures froides, provoquant une hypothermie chez le veau, peuvent aussi être un facteur de risque pour le TIP. Cependant plus d'études seraient nécessaires pour en confirmer l'effet.

### 3.2.4. Facteurs liés à la conduite d'élevage

#### 3.2.4.1. Délai de la prise colostrale post-partum

L'âge du veau lors de la première buvée est l'un des facteurs majeurs influençant la concentration en IgG sanguine du veau. Comme nous l'avons vu précédemment, la perméabilité intestinale du veau nouveau-né vis-à-vis des IgG est limitée dans le temps. Avec des intervalles de 4h entre 0h et 24h d'âge, Stott et al. (1979) mettent en évidence la diminution de la concentration IgG sanguine du veau avec une prise de colostrum retardée, visible dès 4h d'âge, et qui devient critique au-delà de 12h d'âge avec un fort risque de DTIP (STOTT et al. 1979). Ainsi l'efficacité d'absorption des IgG décroît progressivement avec le temps, de la naissance du veau à la fermeture de l'intestin (STOTT et al. 1979). Ce rapport serait curvilinéaire évoluant de 65% des IgG ingérées se retrouvant dans le plasma à 6h d'âge pour atteindre un plateau de 6% vers 24 à 36h d'âge (MATTE et al. 1982). Aussi, pendant les 4 premières heures de vie, le taux d'absorption des IgG est le meilleur (STOTT et al. 1979) et la précocité de la prise colostrale dans cet intervalle des 4 premières heures de vie ne semble pas avoir d'influence sur la qualité du transfert d'immunité passive (CHIGERWE et al. 2009).

La fermeture de la barrière intestinale varie selon l'âge à la première prise colostrale. Si la prise colostrale est retardée, la baisse de la perméabilité intestinale le sera également. La durée effective pendant laquelle le veau pourra absorber des immunoglobulines sera cependant réduite. Stott et al. (1979) montrent dans une de leurs études que pour des veaux dont la prise colostrale a lieu à la naissance, la fermeture vis-à-vis des IgG se fait en moyenne à 21h d'âge, tandis que pour des veaux dont la prise colostrale est retardée à 24h d'âge, la fermeture a lieu à 33h en moyenne. De plus, si la prise colostrale est retardée au-delà de 12h d'âge, une proportion croissante de veaux incapables d'absorber des IgG et restants alors agammaglobulinémiques est observée, atteignant 50% pour une prise colostrale à 24h d'âge (STOTT et al. 1979).

Rappelons par ailleurs que la concentration en IgG du colostrum diminue lorsque le délai entre la mise-bas et sa collecte augmente (MOORE et al. 2005). Ce phénomène contribue à l'effet négatif du délai de la prise colostrale sur le transfert d'immunité passive du veau.

#### 3.2.4.2. Volume de la prise colostrale

Le transfert d'immunité passive chez le veau est positivement corrélé au volume de la prise colostrale. Chigerwe et al. (2009) montrent cette association entre le volume bu dans les 12 premières heures de vie et la concentration sanguine en IgG à 48h d'âge (CHIGERWE et al. 2009).

Cet effet du volume colostrale consommé affecterait plus particulièrement le taux d'absorption des IgG par le veau. D'après Stott et al. (1979) l'efficacité d'absorption est moins élevée pour des volumes de 0,5L et 1L à la première buvée colostrale dans les 4 premières heures de vie comparée à celle d'une buvée de 2L. Une étude de Chigerwe et al. (2008) va dans le même sens en montrant que la probabilité de DTIP est plus élevée pour la prise par sonde oesophagienne de 1L de colostrum à 100g/L dans les 2h comparée à celle de 2L de colostrum à 50g/L dans les 2h. Ainsi il faudrait un volume suffisant à la première prise colostrale pour atteindre et stimuler tous les entérocytes de l'intestin grêle et ainsi optimiser leur potentiel d'absorption des IgG (STOTT et al. 1979; CHIGERWE et al. 2008).

Pour tenir compte des variations de poids entre les veaux à la naissance, plutôt que de mesurer le volume de la prise colostrale en litres on peut le faire correspondre au pourcentage de poids vif (PV) du veau. Conneely et al. (2014) ont étudié le TIP avec des volumes de 7%, 8,5% et 10% du PV en colostrum donné à 2h de vie à 99 veaux. Bien que tous les veaux aient eu des concentrations en IgG sériques supérieures à 10 g/L (TIP satisfaisant), étonnamment ceux nourris avec 8,5% de leur PV avaient des niveaux d'IgG sanguines significativement supérieurs à ceux nourris avec 7% ou 10% de leur PV. Les auteurs expliquent partiellement ces résultats par l'hypothèse physiologique selon laquelle il y aurait un phénomène de saturation des mécanismes de transport des IgG à travers l'épithélium intestinal au-delà d'un volume donné, hypothèse également appuyée par Besser et al. (1985) (BESSER et al. 1985; CONNEELY et al. 2014). De même Chigerwe et al. (2008) observent dans une autre de leurs études que l'ingestion de 4L de colostrum n'apporte pas de bénéfice sur le TIP par rapport à l'ingestion de 3L, pour un colostrum à concentration en IgG suffisante à un bon TIP. Par ailleurs ces auteurs mettent en évidence que le poids du veau à la naissance n'a pas d'influence sur la concentration sérique en IgG à 24 et 48h. Ainsi pour un bon TIP (>13,4g/L d'IgG) ils recommandent la prise de 3L de colostrum dans les 2 premières heures de vie (CHIGERWE et al. 2008).

### 3.2.4.3. 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. On comprend alors que 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; Veterinary Services 2010). Pour plus de précision, Chigerwe et al. (2008) ont évalué la masse d'immunoglobulines G nécessaire en fonction du délai de la prise colostrale et proposent un minimum de 153g pour une buvée à un délai de 2h post-partum, entre 164 et 226g à 6h et entre 185 et 309g à 12h (CHIGERWE et al. 2008).

### 3.2.4.4. 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 oesophagien. En France, la modalité utilisée varie selon le type d'élevage : en élevage allaitant la tétée sous la mère est majoritaire tandis qu'en laitier le biberonnage est privilégié. Le sondage reste plus marginal, utilisé comme dernier recours pour les veaux qui ne prennent pas spontanément le colostrum.

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.

Bien que n'induisant pas le réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne, le sondage oesophagien est une méthode efficace pour la prise du colostrum et permet une absorption adéquate d'IgG par le veau. A l'aide de clichés radiographiques, il a été montré que le colostrum administré par sondage arrive dans le rumen et le réseau puis se retrouve seulement en quelques minutes dans la caillette et l'intestin grêle. La majeure partie du colostrum arrive dans l'intestin grêle, lieu d'absorption des IgG, en moins de 3h. (LATEUR-ROWET et BREUKINK 1983) Plusieurs études montrent que les taux de transfert d'immunité passive sont similaires entre la prise colostrale au biberon ou par sondage oesophagien (ADAMS et al. 1985; GODDEN et al.

2009; CHIGERWE et al. 2012), ce qui indique également le passage rapide du colostrum du rumen à l'intestin grêle en cas de prise par sondage. Cependant lorsque de petits volumes (1,5L) de colostrum sont administrés, les veaux ayant reçu du colostrum par biberon ont une concentration sérique en IgG plus élevée et un risque plus faible de DTIP que les veaux ayant reçu du colostrum par sondage (GODDEN et al. 2009). Dans le cas d'un petit volume de colostrum ingéré, une proportion importante de celui-ci resterait dans le réticulo-rumen et retarderait le passage dans la caillette et ainsi son absorption.

#### 3.2.4.5. 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. La collection du colostrum doit avoir lieu le plus rapidement possible après la mise-bas pour éviter un phénomène de dilution des IgG comme évoqué précédemment (paragraphe 2.3.). Il est également souhaitable que le colostrum reste au-dessous des seuils recommandés de charge bactérienne totale de 100 000 cfu/mL et de teneur en coliformes de 10 000 cfu/mL afin de limiter les risques de DTIP. 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. 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; MCMARTIN 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. Le four micro-onde aurait des effets délétères sur la fonctionnalité des immunoglobulines (MAILLARD 2006).

Le mélange des colostrums afin de réduire l'impact des colostrums à faible teneur en IgG est une pratique décrite à risque de DTIP. Cela peut s'expliquer par de trop grands volumes de colostrum à faible concentration en IgG au sein du mélange et par un plus grand risque de contamination bactérienne lors de mélange (MCGUIRK et COLLINS 2004; BEAM et al. 2009).

Les pratiques d'élevage pour les veaux laitiers et allaitants varient considérablement. Tandis que les veaux laitiers sont généralement rapidement séparés de leur mère après la naissance (dans un délai de 12 à 36 heures), les veaux allaitants sont laissés avec leur mère. L'éleveur va s'occuper de donner le colostrum au veau laitier alors que souvent le veau allaitant va se nourrir lui-même à la mamelle de sa mère. Ainsi on comprend que la prévalence et les facteurs de risque d'un défaut de transfert d'immunité passive vont différer selon le type d'élevage laitier ou allaitant.

## **4. Défaut de transfert d'immunité passive**

### **4.1. Définition et prévalence à travers le monde**

Le seuil retenu pour qualifier un transfert d'immunité passive satisfaisant en élevage laitier est sujet à variations. Un premier seuil a été défini à 10g/L d'IgG sériques, en dessous de ce seuil on parlera de défaut de transfert d'immunité passive (PRITCHETT et al. 1991). Un second seuil à 15g/L est utilisé pour distinguer un transfert adéquat d'un transfert optimal (Veterinary Services 2010). Dans d'autres études, un seuil à 13,4g/L a été préféré comme indicateur d'un transfert adéquat, dans l'objectif d'une santé optimale dans le devenir du veau (CHIGERWE et al. 2008).

En élevage allaitant les études sont moins nombreuses et les seuils couramment pris sont les suivants : défaut de transfert d'immunité passive en dessous de 8g/L d'IgG sériques, transfert d'immunité passive inadéquat entre 8 et 16g/L puis bon transfert d'immunité passive au-dessus de 16g/L. Cependant les études récentes proposent un seuil à 24g/L d'IgG sériques au regard

de la mortalité, morbidité et des performances du veau (DEWELL et al. 2006; WALDNER et ROSENGREN 2009).

A l'échelle de l'élevage on considère qu'il y a un défaut de transfert d'immunité passive si plus de 10% des veaux ont un DTIP (CHIGERWE et al. 2008).

La prévalence de défaut de transfert d'immunité passive a été décrite dans plusieurs pays à travers le monde.

Aux Etats-Unis, le National Animal Health Monitoring System (NAHMS) du département de l'agriculture a conduit une vaste étude en 2007 dans les 17 principaux états d'élevage laitier. Un des volets de cette étude était d'évaluer la situation du transfert d'immunité passive des veaux en élevage laitier et a impliqué 1816 veaux. Pour 19,2% des veaux, le transfert d'immunité passive était en défaut (sous le seuil de 10g/L IgG), tandis que pour 14,1% il était adapté (entre 10 et 15g/L) et pour 66,7% il était excellent (au-dessus de 15g/L) (Veterinary Services 2010).

Au Royaume Uni, une étude effectuée en 2011 sur 392 veaux de 7 élevages laitiers rapporte 26% de DTIP (5% à 51% selon les élevages) à un seuil de 5,6g/dl en protéines totales plasmatiques correspondant à 10g/L IgG dans le sérum sanguin du veau (MACFARLANE et al. 2015).

Avec les mêmes seuils, en Australie dans la région sud de Victoria, une étude menée sur 1018 veaux de 100 élevages laitiers constate une prévalence de 38% de DTIP (VOGELS et al. 2013).

## 4.2. Conséquences zootechniques

### 4.2.1. Morbidité / Mortalité

Dans un élevage, la morbidité et la mortalité des veaux représentent une source importante de perte économique et de perte de potentiel génétique pour le renouvellement du troupeau. De nombreuses études ont montré que les veaux avec un défaut de transfert d'immunité passive ont un risque significativement plus élevé de morbidité et de mortalité.

Tyler et al. (1998) ont mené une étude sur 3479 génisses Prim'Holstein sur une période de 10 ans pour quantifier la mortalité pendant les 16 premières semaines de vie et évaluer la part de



risque attribuable à un défaut de transfert d'immunité passive. Les résultats indiquent que le risque de mortalité était d'autant plus élevé que la concentration sérique en IgG du veau était faible. Par exemple le risque de mortalité était 4,6 fois plus élevé pour un veau ayant moins de 4g/dL de protéines sériques par rapport à un veau ayant un bon transfert d'immunité passive (protéines sériques >5,5g/dL). De plus, la mortalité due à un transfert d'immunité passive inadéquat (concentration sérique en protéines <5,5g/dL soit en IgG < 10g/L) représentait 39% de la mortalité totale. Il s'en dégage un concept de risque de mortalité basal, auquel tous les veaux d'un élevage sont exposés et qui est dû aux facteurs environnementaux, aux pratiques d'élevages, à l'hygiène et à la pression infectieuse. A ce risque de mortalité basal pour un élevage s'ajoute un risque de mortalité dû à un défaut de transfert d'immunité passive, risque d'autant plus grand que l'est le DTIP. La figure 2 illustre ce propos (TYLER et al. 1998; TYLER et al. 1999). Une étude sur les facteurs de risque associés à la mortalité des génisses laitières pendant les 3 premières semaines de vie, et menée sur l'ensemble des Etats-Unis (soit 9484 génisses), rapporte des résultats similaires avec 31% de la mortalité attribuable à la mauvaise qualité de la prise colostrale (modalité, délai et volume) (WELLS et al. 1996).

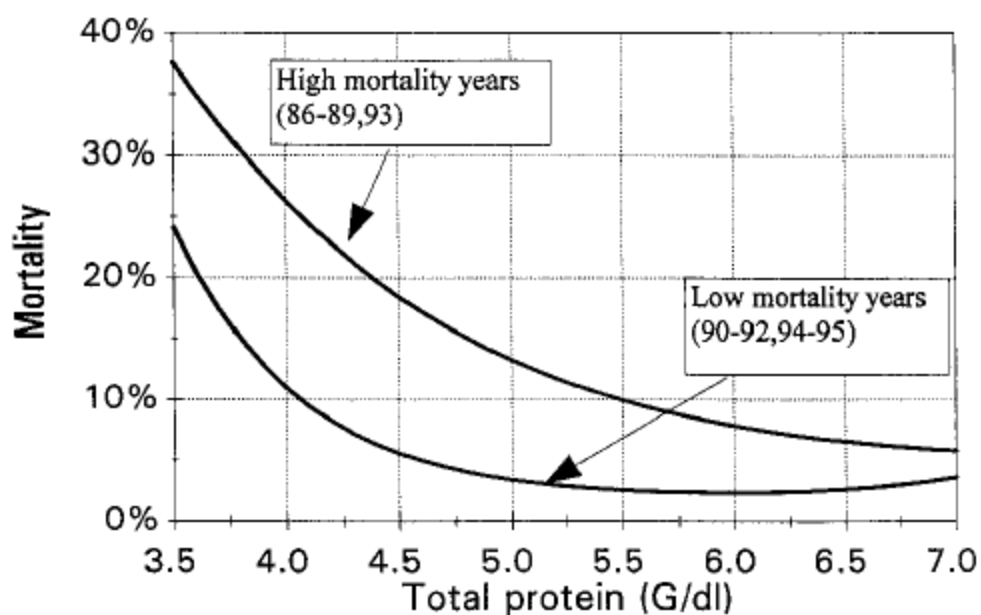


Figure 2 : Relation entre la concentration en protéines sériques et le risque de mortalité pendant les années de faible mortalité et de forte mortalité, d'après Tyler et al. (1998)

Des études réalisées en élevages allaitants ont également montré qu'un défaut de TIP est associé à un plus grand risque de mortalité. Une étude canadienne, réalisée sur 601 veaux dans 152 élevages allaitants, met en évidence un risque de mortalité dans les 3 premiers mois de vie 1,6 fois plus élevé pour les veaux ayant un TIP inférieur à 24g/L. Cependant aucune différence n'a pu être démontrée pour les seuils de TIP de 8g/L et 16g/L (WALDNER et ROSENGREN 2009). Selon une autre étude menée sur 263 veaux de race croisée en condition d'élevage allaitant, le risque de mortalité avant sevrage (à 165j) est 5 fois supérieur pour les veaux avec un TIP<8g/L comparé à ceux avec un TIP>16g/L (WITTUM et PERINO 1995).

Un défaut de transfert d'immunité passive chez le veau augmente le risque de morbidité en période néonatale, mais aussi avant et après sevrage selon certaines études. Ainsi Wittum et Perino (1995) trouvent que le risque de morbidité en période néonatale était 6 fois supérieur pour les veaux en DTIP (<8g/L) par rapport à ceux avec un bon TIP (>16g/L), et ce risque était de 3 fois supérieur pour la période avant sevrage (à 163j) (WITTUM et PERINO 1995). On peut aussi s'intéresser à la morbidité par pathologie. L'effet protecteur d'un bon transfert d'immunité passive a été montré tant pour la prévalence que pour la sévérité des septicémies néonatales et des pneumonies. Cependant son influence sur les omphalites et les diarrhées néonatales reste sujet à controverse (DONOVAN et al. 1998).

#### 4.2.2. Performances

##### 4.2.2.1. Croissance et âge de mise à la reproduction

Plusieurs études en élevages laitiers et allaitants ont établi l'association positive entre le transfert d'immunité passive et le gain moyen quotidien dans les 3 à 7 premiers mois de vie (ROBISON et al. 1988; DEWELL et al. 2006; WINDEYER et al. 2014).

Cette influence du transfert de l'immunité passive du veau nouveau-né sur ses performances de croissance dans les mois suivants peut s'expliquer par son effet sur la morbidité qui l'associe indirectement aux performances de croissance. Dans une étude menée par Wittum et Perino (1995), la morbidité pendant la période néonatale (de 0 à 28j) a été notamment associée à une perte de 16kg par rapport au poids attendu au sevrage (à 163j). Les affections respiratoires pendant la période post-sevrage ont été associées à une perte de 0,04kg par rapport au gain moyen quotidien attendu (WITTUM et PERINO 1995).

L'âge de mise à la reproduction est fonction du poids de la génisse. Ainsi un meilleur transfert d'immunité passive favorisant une meilleure croissance va permettre une mise à la reproduction plus précoce (FURMAN-FRATCZAK et al. 2011).

#### 4.2.2.2. Production laitière

Le transfert d'immunité passive d'une génisse est positivement corrélé à sa future production laitière. Une étude 641 Prim'Holstein a observé une augmentation moyenne de 8,5kg de lait au cours de leur première lactation par augmentation de 1 g/L d'immunoglobulines dans leur sérum à 24-48h d'âge. Aussi cette insuffisance de production laitière est un motif de réforme précoce (DENISE et al. 1989).

## 5. Recommandations actuelles en matière de prise colostrale

Pour optimiser le transfert d'immunité passive, la prise du colostrum s'appuie sur la règle des 3 Q pour Quickly, Quantity, Quality : administrer rapidement une quantité suffisante d'un colostrum de qualité (MATTE et al. 1982). Pour l'application de cette règle, voici le détail de ces points clés :

- **Délai** : la prise colostrale doit avoir lieu le plus rapidement possible après la naissance, idéalement dans les 4 premières heures de vie (STOTT et al. 1979; CHIGERWE et al. 2009; Veterinary Services 2010).
- **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 (SERIEYS 1993; LEVIEUX et OLLIER 1999; Veterinary Services 2010).
- **Qualité immune** : le colostrum doit avoir une concentration en IgG  $\geq 50\text{g/L}$  (Veterinary Services 2010).
- **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 (Veterinary Services 2010).

Pour appliquer ces mesures au mieux et afin de limiter la prévalence du défaut de transfert d'immunité passive au sein de son élevage, l'éleveur peut mettre en place quelques mesures supplémentaires à la surveillance de la prise colostrale. Tout d'abord, il peut mesurer la qualité immune du colostrum avant de l'administrer au veau à l'aide d'un réfractomètre ou d'un pèse-colostrum. Avec les colostrums ayant de bonnes concentrations en immunoglobulines G, il est conseillé de congeler le surplus de volume produit par la mère pour créer une banque de colostrums au sein de l'élevage. 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 et de jeter 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 oesophagien.

Rapport-Gratuit.com

---

SECONDE PARTIE : étude expérimentale

---

## 1. Matériel et méthode

### 1.1. Vétérinaires, élevages et situation géographique

Quinze cabinets vétérinaires et quatre-vingt-treize élevages répartis dans les départements de la Nièvre, de la Saône-et-Loire, de la Maine-et-Loire, de la Mayenne et d'Ille et Vilaine ont participé à cette étude (tableau 2).

Tableau 2 : Répartition des veaux prélevés selon les cabinets vétérinaires et les départements.

Département	Cabinet vétérinaire	Vétérinaire	Nombre de veaux prélevés par cabinet	Pourcentage
58	A	A	52	19.92
53	B	B	10	3.83
49	C	C	2	0.77
35	D	D	10	3.83
49	E	E	26	9.96
53	F	F	10	3.83
49	G	G	39	14.94
35	H	H	10	3.83
53	I	I	10	3.83
58	J	J	7	2.68
71	K	K	34	13.03
71	L	L	21	8.05
58	M	M	3	1.15
58	N	N	11	4.21
71	O	O	16	6.13
		P		
Total	15	16	261	100

### 1.2. Enregistrement sur les veaux et leurs mères

Deux cent soixante et un veaux provenant de quatre-vingt-treize élevages bovins laitiers et allaitants ont fait initialement partie de l'étude.

#### 1.2.1. Contexte d'élevage

Pour chaque veau, des informations sur le système de production ont été recueillies comprenant : le nom de l'élevage, le numéro EDE, le type de production (laitier ou allaitant), le numéro de travail et la race du veau et de la mère, parité de la mère.

### 1.2.2. Mise-bas

La mise-bas a fait l'objet de relevé de données sur sa date, son heure et sur son déroulement : vêlage sans aide, aide facile, aide difficile, ou césarienne avec ou sans complications. Les mise-bas ont eu lieu de novembre 2012 à juillet 2013.

### 1.2.3. Suivi post-natal des veaux

Les deux premières buvées du veau ont été suivies avec les modalités de buvée, les quantités et les horaires.

### 1.2.4. Prélèvements et dosages

Les vétérinaires ont effectués des prélèvements de colostrum et de sang des veaux. Les prélèvements sanguins ont été effectués dans un délai de 0 à 6 jours après la naissance. Pour 7 veaux la date du prélèvement n'a pas été relevée. Deux autres veaux ont été exclus de l'étude car leur prélèvements sanguins ont été effectués à 27 et 31 jours et ne sont donc pas représentatif du transfert de l'immunité passive, au regard du turn over des immunoglobulines G d'origine maternelle et de la synthèse des immunoglobulines G par le veau. Pour près de 80% des veaux, le prélèvement a eu lieu entre 2 et 4 jours d'âge. Onze veaux pour lesquels la concentration sanguine en immunoglobulines G et/ou la concentration en immunoglobulines G du colostrum des mères n'est pas renseignée, ont été exclus de l'analyse.

Tableau 3 : Délai entre la naissance et le prélèvement sanguin des veaux.

Délai entre la naissance et le prélèvement sanguin (en jours)	Fréquence	Pourcentage
0	1	0.4
1	2	0.8
2	46	19.0
3	84	34.7
4	59	24.3
5	36	14.9
6	14	5.8
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>100</b>



Des dosages de la concentration en immunoglobulines G sur le colostrum et sur le sérum ont ensuite été réalisés par la méthode d'immunodiffusion radiale en gélose au laboratoire LDA35. Pour cette méthode, le coefficient de variation intra-essai moyen, évalué par le LDA35, est de 6,9% sur sérum et de 15,6% sur colostrum.

### 1.3. Suivi de la survie chez les veaux

Le devenir des veaux de l'étude jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2014 a été renseigné grâce à la BDNI (Base de données nationale de l'identification). Les différentes modalités de devenir des veaux comprenaient : la présence dans l'élevage de naissance, la vente pour l'élevage dans un autre élevage, l'abattage ou la mort par maladie dans l'élevage naisseur.

### 1.4. 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 SAS 9.1.

## 2. Résultats

### 2.1. Descriptifs de l'échantillon d'étude

Les veaux dont la concentration en immunoglobulines G dans le sang est inconnue et les veaux dont la concentration en immunoglobulines G du colostrum des mères n'est pas renseignée, sont exclus de l'étude. Deux veaux dont les prélèvements sanguins ont été effectués à 27 et 31 jours sont également exclus de l'étude. Nous disposons alors d'un échantillon de 249 couples mère/veau.

#### 2.1.1. Type et race des mères

La majorité des mères (61%) sont de race Charolaise. Parmi le reste, la race Prim'Holstein est représentée avec 17% des mères, les autres races sont plus minoritaires.



Tableau 4 : Répartition des mères selon leur type laitier ou allaitant et leur race.

Type	Race	Effectif par race	Pourcentage	Effectif par type
INCONNU	.	4	1.6	
CROISE	Croisé	1	0.4	
LAIT	Jersiaise	4	1.6	55
LAIT	Montbéliarde	1	0.4	
LAIT	Normande	8	3.2	
LAIT	Prim'Holstein	42	16.9	
VIANDE	Limousine	6	2.4	
VIANDE	Charolaise	152	61.0	
VIANDE	Rouge des près	18	7.2	
VIANDE	Parthenaise	1	0.4	
VIANDE	Blonde d'Aquitaine	12	4.8	
<b>Total</b>		249	100	244

### 2.1.2. Parité des mères

Dix mères ont leur parité non renseignée. L'échantillon pour le facteur parité comporte alors 239 couples mère/veau. Les rangs de vêlage vont de 1 à 12 avec la majorité des mères de rangs 1, 2 et 3 (figure 3). On distingue alors pour ce facteur quatre catégories : les mères de rang 1, celles de rang 2, celles de rang 3 et celles de rang 4 à 12.

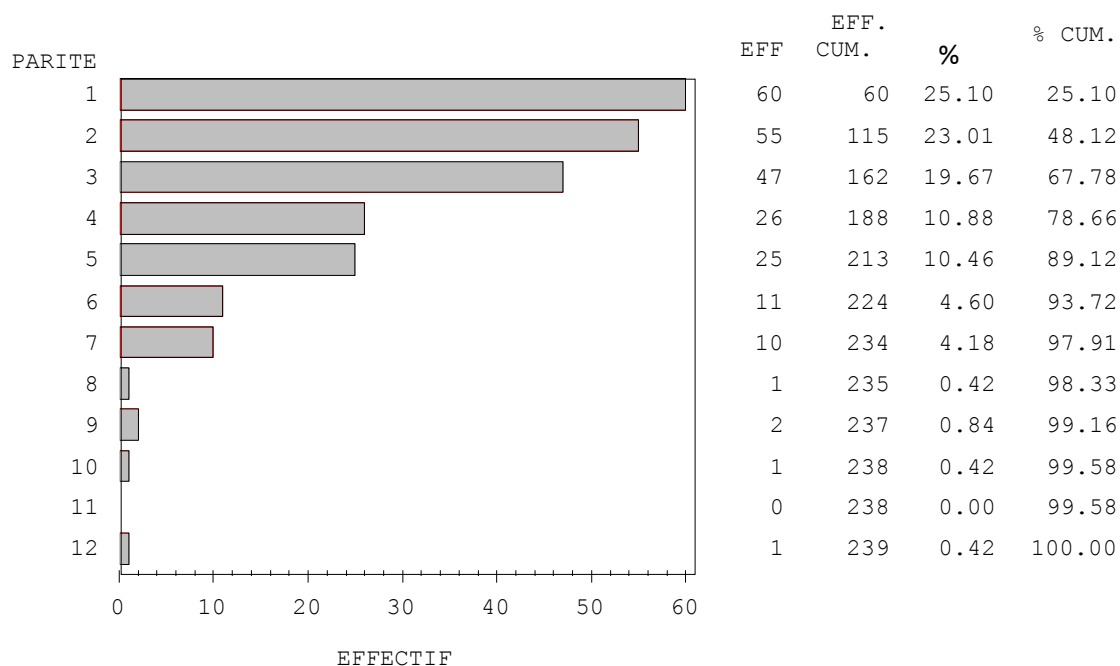


Figure 3 : Répartition des mères selon leur parité.

Les rangs de vêlage entre les différentes races et types sont assez homogènes et ont la même tendance que celle de l'échantillon global (tableau 5).

Tableau 5 : Répartition des mères selon leur parité et leur type racial (14 mères n'apparaissent pas en raison de données manquantes sur le type racial et la parité).

Parité Effectif % par colonne	Type de la mère			Total
	CROISE	LAIT	VIANDE	
<b>1</b>	0 0.0	14 28.6%	46 24.7%	60 25.5%
<b>2</b>	0 0.0	12 24.5%	40 21.5%	52 22.1%
<b>3</b>	0 0.0	12 24.5%	34 18.3%	46 19.6%
<b>4 et plus</b>	0 0.0	11 22.5%	66 35.5%	77 32.8%
<b>Total</b>	0 0.00	49 20.9%	186 79.1%	235 100%

### 2.1.3. Type et race des veaux

Cent quatre-vingt-cinq veaux de l'étude sont issus d'élevages allaitants. La majorité d'entre eux sont de race Charolaise (38), les autres sont de races Rouge des prés (41), Parthenaise (71), Blonde d'Aquitaine (79), Limousine (34), ou des veaux croisé (39) dont la mère est de race allaitante (tableau 6).

Quarante-neuf veaux sont issus d'élevages laitiers avec comme race majoritaire la Prim'Holstein (66) et comme autres races la Jersiaise (15), la Montbéliarde (46), la Normande (56) ou des veaux croisés dont la mère est de race laitière (tableau 6).

Dix veaux sont de race croisée, nous ne les incluons pas dans les types laitier ou allaitant car leur destiné au sein d'un élevage laitier ou allaitant n'est en général pas la même que celle des autres veaux du troupeau. Ils seront étudiés dans une catégorie à part, « croisé », pour les résultats où le facteur type ou race est présent.

Cinq veaux n'ont pas pu être classés faute d'information sur la race ou le type. Ces veaux seront exclus des résultats où le facteur type ou race du veau est présent.

Tableau 6 : Répartition des veaux de l'étude selon leur type et leur race.

Type	Race	Effectif par race	Pourcentage	Effectif par type
INCONNU	.	5	2.0	
CROISE	Croisé	10	4.0	
LAIT	Jersiaise	4	1.6	49
LAIT	Montbéliarde	1	0.4	
LAIT	Normande	6	2.4	
LAIT	Prim'Holstein	38	15.2	
VIANDE	Limousine	6	2.4	185
VIANDE	Charolaise	148	59.4	
VIANDE	Rouge des prés	18	7.2	
VIANDE	Parthenaise	1	0.4	
VIANDE	Blonde d'Aquitaine	12	4.8	
<b>Total</b>		249	100	234

#### 2.1.4. Conditions de vêlage

Tous types de veaux confondus, 73 mise-bas (soit 29%) ont eu lieu sans aide et pour 77 (soit 31%) l'aide a été considérée comme facile. Pour 38 veaux (soit 15%), le vêlage a été facilité et était difficile. Pour 45 veaux (soit 18%), la naissance a eu lieu par césarienne, sans complication. Pour les 18 veaux restants (soit 7%), une césarienne a été réalisée et a comporté des complications (figure 4).

En élevage laitier 28 veaux (soit 67%) sont nés par mise-bas sans aide, 9 (soit 21%) par mise-bas aidée et facile, 4 (soit 10%) par mise-bas aidée et difficile, et seulement 1 (soit 2%) par césarienne sans complication. En élevage allaitant, les césariennes sans complication sont au nombre de 44 (soit 22%) et celles avec complications au nombre de 18 (soit 9%), 41 veaux (soit 20%) sont issus de mise-bas non aidées, 66 (soit 33%) de mise-bas aidées et faciles, et 33 (soit 16%) de mise-bas aidées et difficiles.

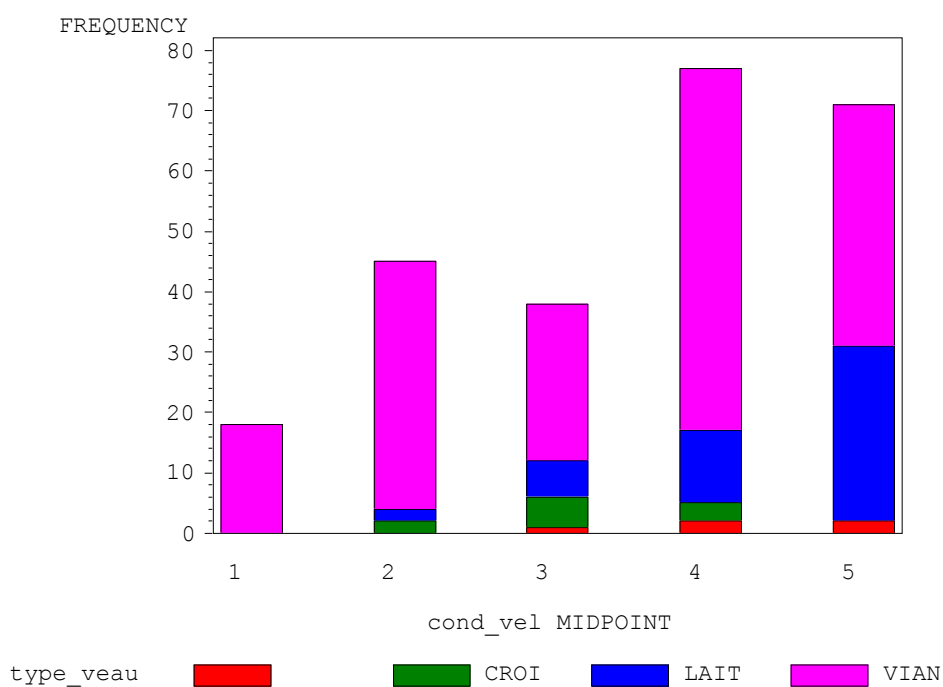


Figure 4 : Répartition des vêlages selon leur modalité et le type racial des veaux. 1 : vêlage par césarienne avec complications, 2 : vêlage avec césarienne sans complication, 3 : vêlage aidé difficile, 4 : vêlage aidé facile, 5 : vêlage seul.

### 2.1.5. Concentration en immunoglobulines G1 du colostrum

La concentration en immunoglobulines G moyenne des 249 colostrums est de  $100,9 \pm 2,9$  g/L. Les valeurs sont comprises entre 20 et 342,5g/L (figure 5). Les concentrations sont inférieures ou égales à 50g/L pour 28 colostrums (soit 11.2%), comprises entre 50g/L et 100g/L pour 104 colostrums (41.8%) et supérieures ou égale à 100g/L pour 117 colostrums (47%).

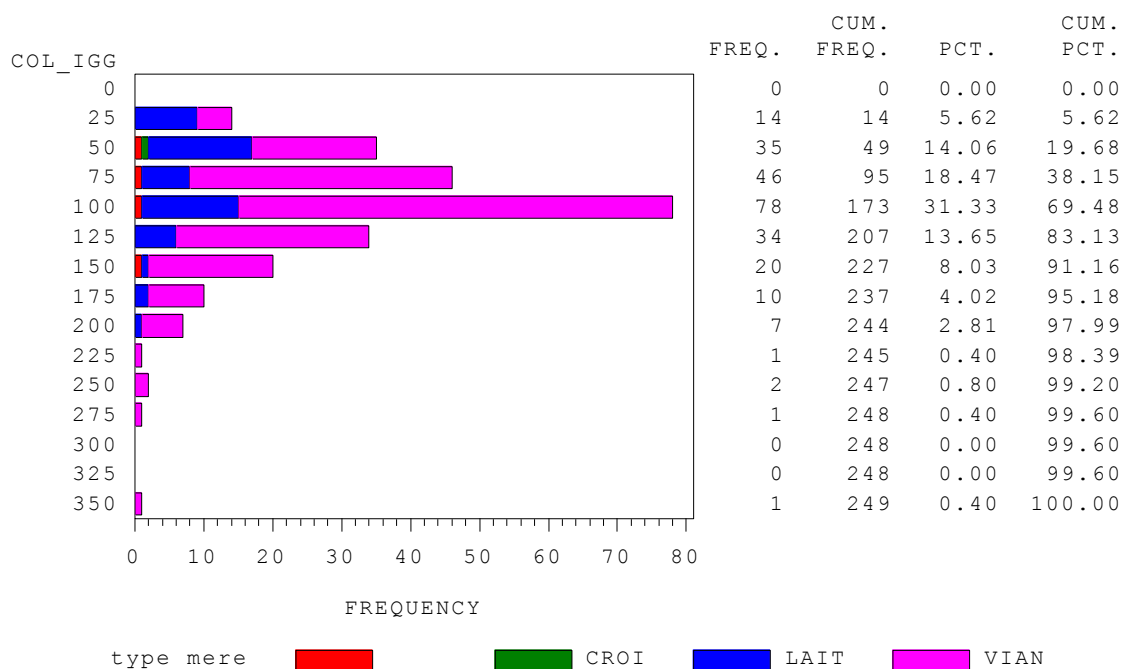


Figure 5 : Répartition des concentrations en immunoglobulines G des colostrums des vaches.

Près d'un tiers (17/ 55, 30.9%) des colostrums issus de vaches laitières avaient des concentrations en IgG inférieures à 50 g/L, contre seulement 5.3 % (n=10/188) pour les vaches de type allaitant.

### 2.1.6. Prise colostrale : modalités, délais, volumes et masses d'immunoglobulines G ingérées

#### 2.1.6.1. La première buvée

Les trois quart des veaux ont réalisé leur première buvée colostrale dans les 3h suivant la naissance (tableau 7 et figure 6). Pour 7 veaux, l'heure de la première buvée n'est pas connue.

Tableau 7 : Quartiles de distribution des délais entre la naissance et la première buvée colostrale.

Quartile	délai (heures)
100% Max	29.00
75% Q3	3.00
50% Médiane	1.25
25% Q1	0.50
0% Min	0.00

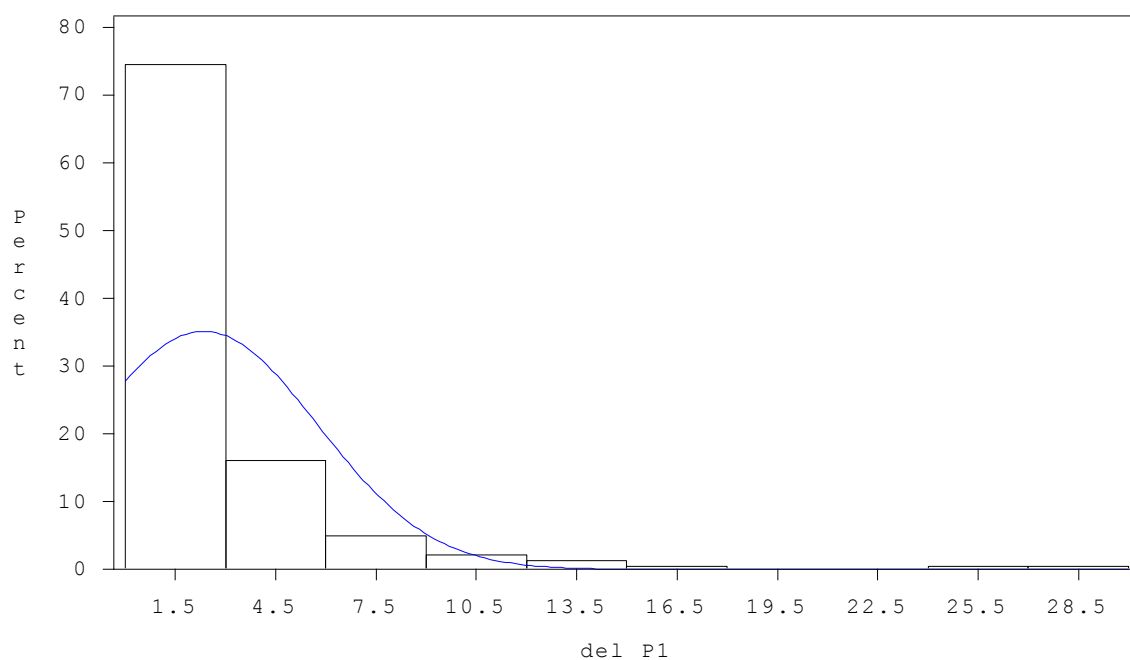


Figure 6 : Répartition des délais (en heures) entre la naissance et la première buvée colostrale.

La seconde caractéristique de cette buvée est la méthode de la prise colostrale. Pour douze veaux, la modalité de la prise colostrale n'a pas été renseignée. Elle varie selon le système de production. Ainsi pour l'échantillon total les trois modalités de buvée sont représentées, la tétée pour 90 veaux (38.0%), le biberon pour 129 veaux (54.4 %) et le sondage pour 18 veaux (7.6 %), tandis que pour les veaux dans le système de production laitier tous ont été biberonnés, excepté un qui a tété (tableau 8).

Tableau 8 : Modalités de la première prise colostrale selon le type racial du veau (16 veaux n'apparaissent pas en raison de données manquantes sur le type racial et la modalité de prise colostrale).

Type du veau	Conditions de la 1 <sup>ère</sup> buvée			Total
	sonde	biberon	tétée	
<b>CROISE</b>	2 22%	5 56%	2 22%	9 4%
<b>LAIT</b>	0 0%	47 98%	1 2%	48 21%
<b>VIANDE</b>	16 9%	73 41%	87 49%	176 76%
<b>Total</b>	18 8%	125 54%	90 39%	233 100%

La troisième caractéristique de la 1<sup>ère</sup> prise colostrale est le volume ingérée par le veau. Le volume bu est en moyenne de  $1,3 \pm 0,04$  L pour la totalité des veaux, de  $1,8 \pm 0,1$ L pour les laitiers et de  $1,1 \pm 0,04$  L pour les allaitants (figure 7). On peut toutefois s'interroger sur la fiabilité des volumes rapportés pour les veaux ayant tété leur mère, qui représentent la moitié des veaux allaitants.

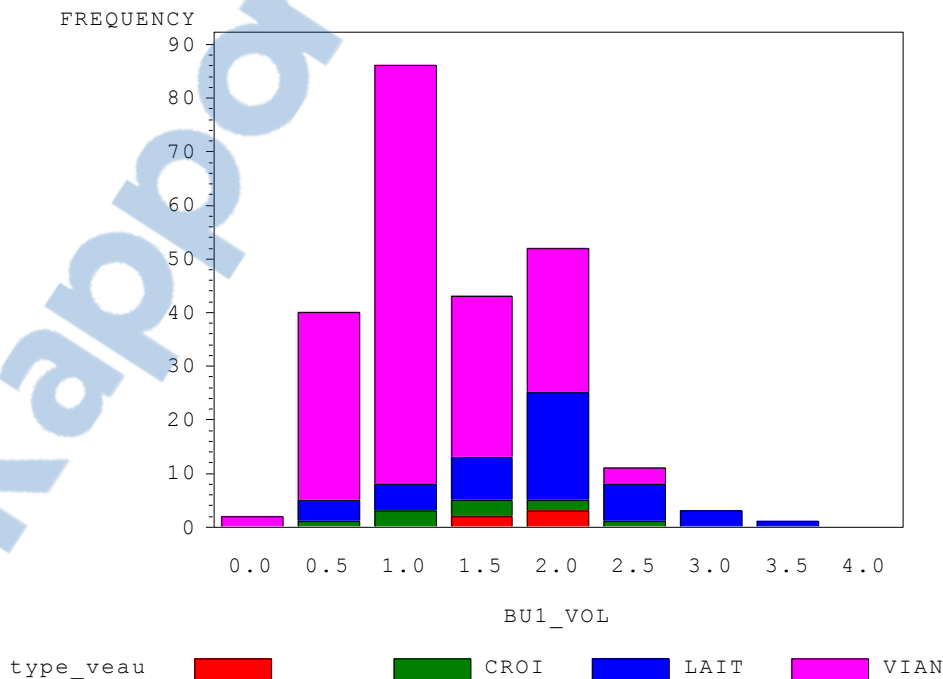


Figure 7 : Volume de la première prise colostrale selon du type racial du veau (en litres).

La dernière caractéristique prise en compte pour la prise colostrale est la masse d'immunoglobulines G bues. Pour cela nous avons multiplié le volume de la buvée par la concentration en immunoglobulines G du colostrum. Nous avons choisi de considérer que cette concentration était la même au moment du prélèvement de colostrum destinée à la mesure par le laboratoire ISAE35 et de la buvée par le veau.

Pour 11 veaux, le volume bu n'a pas été renseigné. Pour les 238 veaux restants, la moyenne de la masse d'immunoglobulines ingérée lors de la première buvée est de  $123,7 \pm 4,9$  g. Ces quantités varient de 6,1 à 375,6g, avec une médiane d'environ 108 g (figure 8 et tableau 9).

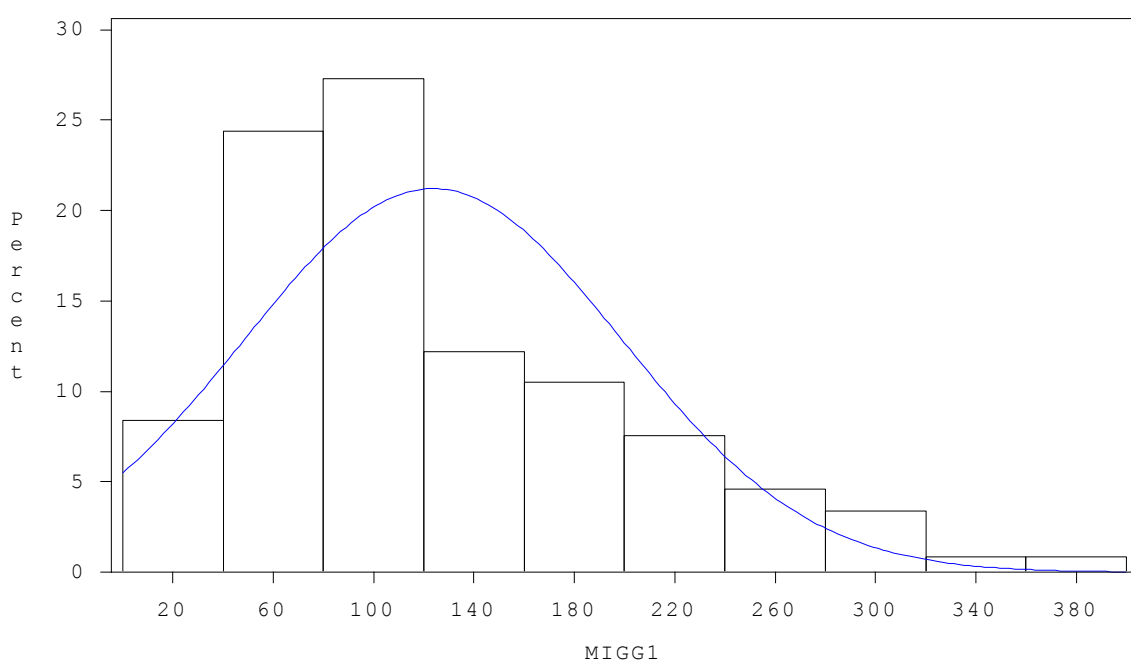


Figure 8 : Répartition des masses d'immunoglobuline bues lors de la première buvée colostrale par les veaux (en grammes).

Tableau 9 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues lors de la première buvée colostrale.

Quartile	Masse (g)
100% Max	375.6
75% Q3	169.4
50% Médiane	107.7
25% Q1	66.9
0% Min	6.1



### 2.1.6.2. La seconde buvée

Pour 56 veaux, l'heure de la seconde buvée colostrale n'est pas renseignée. Le délai entre la naissance et la seconde buvée a une grande variabilité allant de moins d'une heure à 33h, la moitié des buvées ayant eu lieu en moins de 7h30 et les trois quart en moins de 12h (tableau 10 et figure 9).

Tableau 10 : Quartiles de distribution des délais entre la naissance et la 2<sup>ème</sup> buvée colostrale des veaux.

Quartile	Temps (h)
100% Max	33.0
75% Q3	11.5
50% Médiane	7.5
25% Q1	4.5
0% Min	0.8

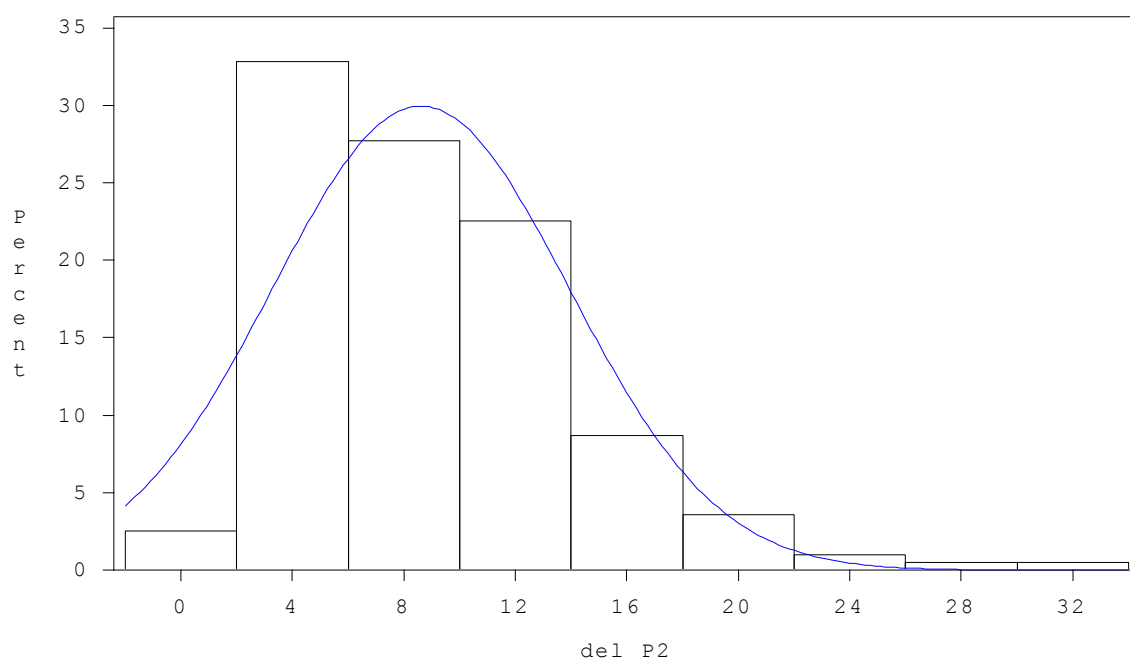


Figure 9 : Délai entre la naissance et la 2<sup>ème</sup> buvée colostrale des veaux (en heures).

Les modalités de la seconde prise colostrale varie toujours selon le système de production (tableau 11). Tous les veaux laitiers ont été biberonnés tandis que pour les veaux allaitant 126 d'entre eux ont tété, 15 ont été biberonnés et 8 ont été sondés. Pour 38 veaux, la modalité de prise de la seconde buvée n'a pas été renseignée.



Tableau 11 : Modalités de la prise colostrale lors de la 2<sup>ème</sup> buvée selon le type racial des veaux (43veaux n'apparaissent pas en raison de données manquantes sur le type racial et les modalités de la prise colostrale).

Type du veau	Conditions de la 2 <sup>ème</sup> buvée			Total
	Fréquence	Sonde	Biberon	
<b>CROISE</b>	0	5	4	9
	0.0%	55.6%	44.4%	4.4%
<b>LAIT</b>	0	48	0	48
	0.0%	100.0%	0.0%	23.3%
<b>VIANDE</b>	8	15	126	149
	5.4%	10.1%	84.6%	72.3%
<b>Total</b>	8	68	130	206
	3.9%	33.0%	63.1%	100.0%

Pour 57 veaux, le volume bu lors de la seconde prise colostrale n'a pas été renseigné. Comme pour la première buvée, les estimations de volume pour les veaux ayant tété leur mère, soit 84% des veaux allaitants, peuvent être discutées. La moyenne des volumes bus lors de la seconde prise colostrale est de  $1,4 \pm 0,05$  L (figure 10).

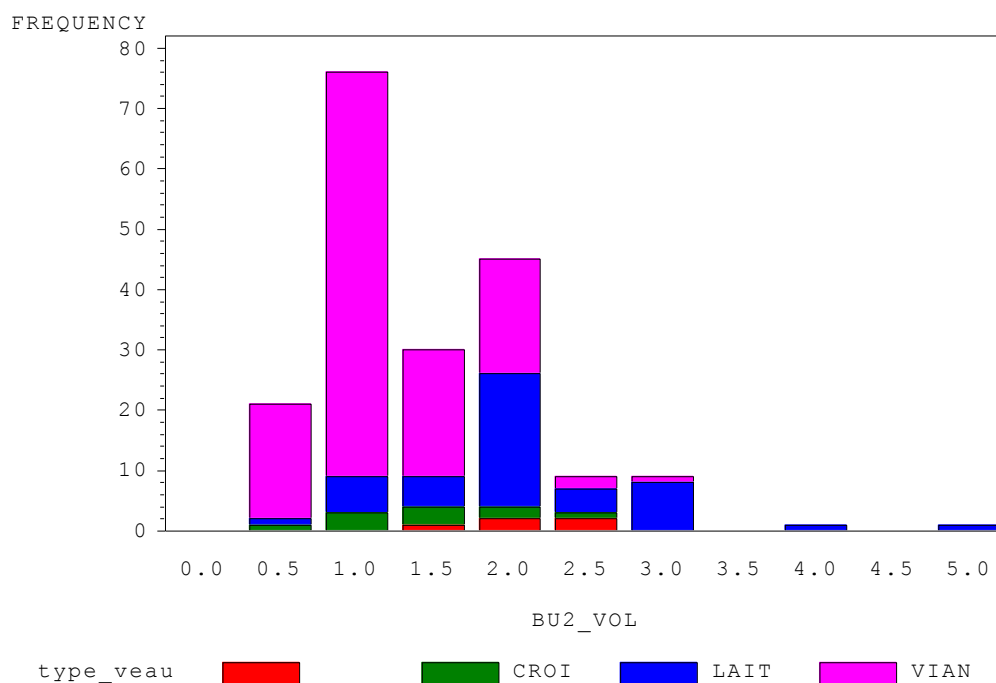


Figure 10 : Volume de la seconde prise colostrale selon le type racial du veau.

En l'absence de résultats analytiques sur la concentration en IgG1 du colostrum de seconde buvée, nous avons appliqué les valeurs obtenues sur le colostrum de première traite. Pour les 192 veaux dont le volume est renseigné, la moyenne des masses ingérées est de  $132,2 \pm 5,7$  g, avec des valeurs allant de 9,7 à 481g (figure 11 et tableau 12).

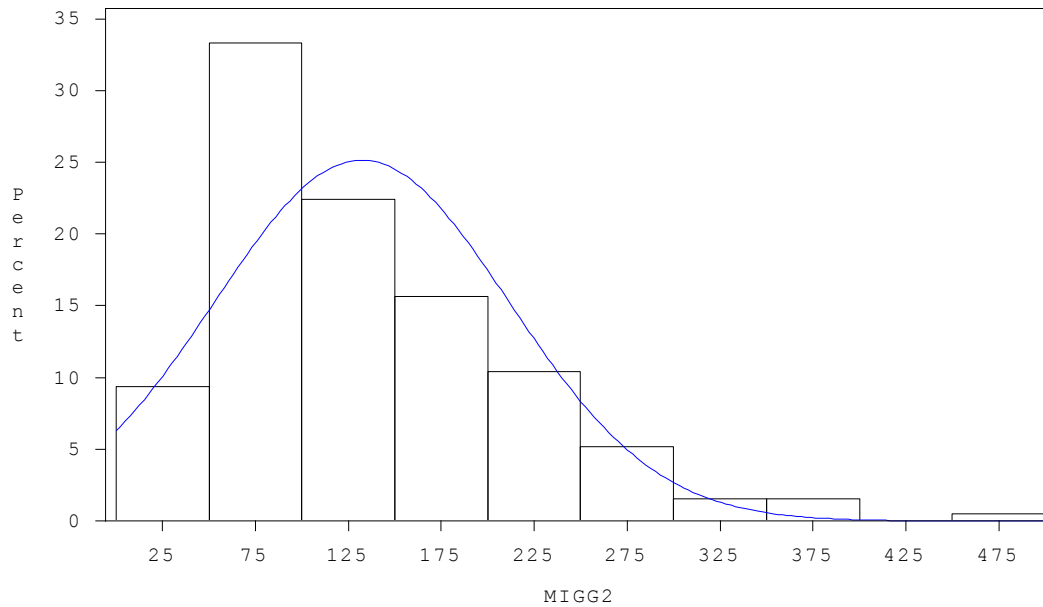


Figure 11 : Répartition des masses d'immunoglobulines G ingérées lors de la seconde buvée colostrale.

Tableau 12 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues lors de la 2<sup>ème</sup> buvée colostrale.

Quartile	Masse (g)
<b>100% Max</b>	481.0
<b>75% Q3</b>	178.5
<b>50% Médiane</b>	108.4
<b>25% Q1</b>	77.3
<b>0% Min</b>	9.7

### 2.1.6.3. Prise colostrale dans les six premières heures

L'absorption des immunoglobulines G colostrales étant décroissante avec le temps, nous nous intéressons dans ce paragraphe à la masse d'immunoglobulines G ingérée par les veaux dans les 6 premières heures après la naissance. Pour 14 veaux, les données sont manquantes, nous

études donc les 235 veaux restants. Pour les veaux dont la seconde buvée n'a pas été renseignée, il a été considéré que cette seconde buvée avait eu lieu après les 6 premières heures de vie.

La moyenne des volumes bus dans les 6 premières heures de vie est de  $1,5 \pm 0,06$  L (figure 12).

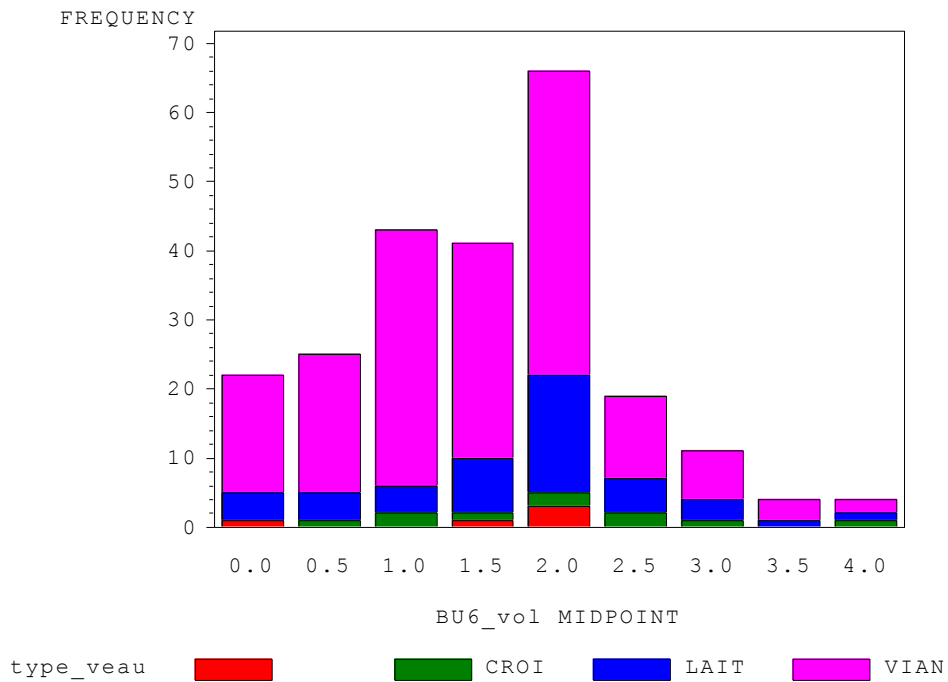


Figure 12 : Volume de la prise colostrale dans les six premières heures de vie selon le type racial du veau.

En moyenne, les veaux ont ingéré une masse de  $147,8 \pm 7,0$  g d'immunoglobulines dans les six premières heures de vie, pour des valeurs allant de 0g à 698,8g (figure 13 et tableau 13).

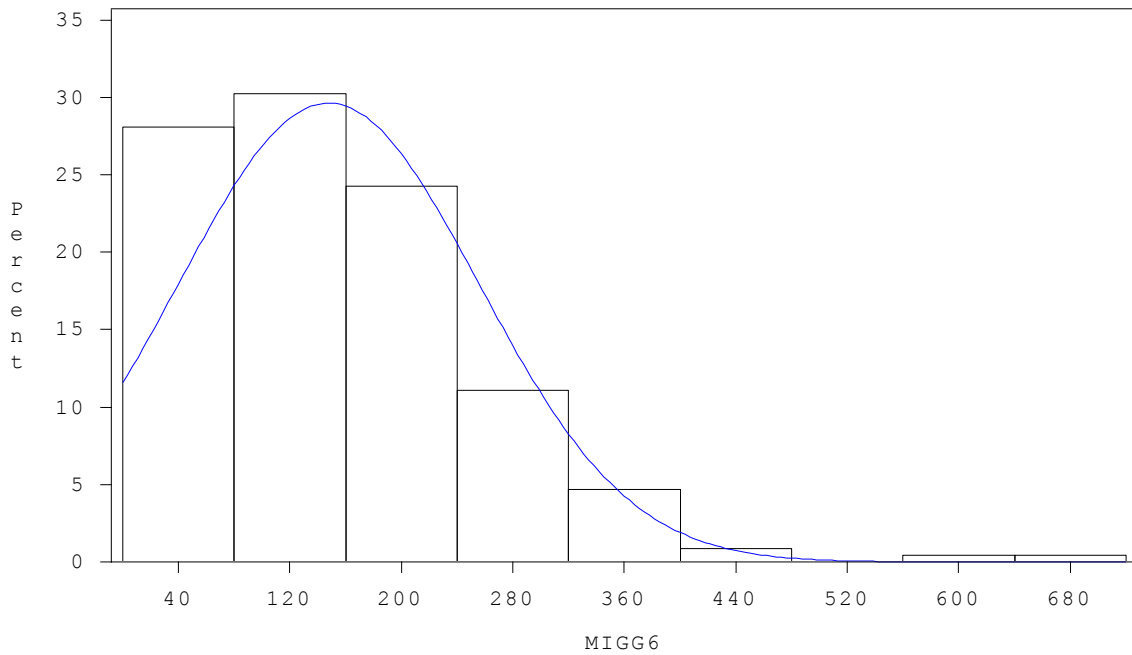


Figure 13 : Masse d'immunoglobulines G ingérée par les veaux dans un délai de 6h après la naissance (en grammes).

Tableau 13 : Quartiles de distribution de la masse d'immunoglobulines G1 bues dans les 6 premières heures de vie.

Quartile	Masse (g)
<b>100% Max</b>	698.8
<b>75% Q3</b>	208.8
<b>50% Médiane</b>	135.8
<b>25% Q1</b>	69.6
<b>0% Min</b>	0.00

De plus, les moyennes et quartiles des masses d'IgG1 ingérées dans les 6 premières heures de vie pour les veaux de types laitiers et allaitants sont similaires (tableau 14).

Tableau 14 : Moyennes et quartiles des masses d'IgG1 (en grammes) ingérées dans les 6 premières heures de vie selon le type racial des veaux.

Type du veau	Nombre de veaux	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Premier quartile	Médiane	Troisième quartile
CROISE	10	112.8	26.9	20.0	285.5	59.6	73.6	180.3
LAIT	49	148.4	18.7	0	698.8	53.2	131.4	224.0
VIANDE	185	150.0	7.8	0	612.0	78.6	135.8	208.8

### 2.1.7. Concentrations plasmatiques en immunoglobulines G1 chez les veaux

Les concentrations en IgG1 plasmatiques variaient entre 3 g/L et 46,5 g/L avec une moyenne de  $16,4 \pm 0,6$  g/L (figure 14).

Pour évaluer la qualité du transfert d'immunité passive, un premier seuil de concentration plasmatique en immunoglobulines G est fixé à 10g/L et un autre à 15g/L. Ainsi, 75 veaux (30%) de l'échantillon sont considérés à défaut de transfert d'immunité passive sous le seuil de 10g/L, 38 veaux (15%) ont un transfert suffisant avec des valeurs comprises entre 10g/L et 15g/L, les 136 veaux restants (55%) ont un transfert optimal de l'immunité passive avec des valeurs supérieures à 15g/L (tableaux 15 et 16).

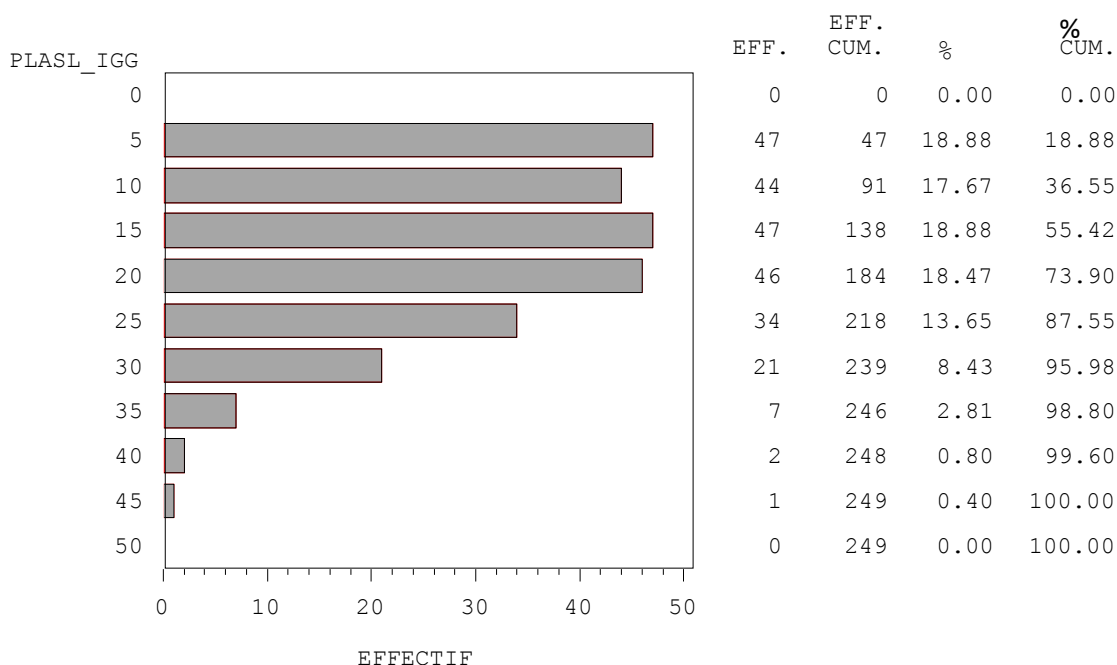


Figure 14 : Répartition des concentrations plasmatiques en immunoglobulines G chez les veaux (en grammes).

Tableau 15 : Modèle de défaut de transfert d'immunité passive sous le seuil de 10g/L d'immunoglobulines G plasmatiques chez les veaux.

Concentration en IgG1	Effectif	%
< 10 g/L	75	30.1
>=10 g/L	174	69.9

Tableau 16 : Modèle de défaut de transfert d'immunité passive sous le seuil de 15g/L d'immunoglobulines G plasmatiques chez les veaux.

Concentration en IgG1	Effectif	%
< 15 g/L	113	45.4
>=15 g/L	136	54.6

## 2.2. Facteurs influençant la concentration en IgG1 du colostrum : analyse univariée

### 2.2.1. Influence du type et de la race de la mère

Les colostrums issus des vaches allaitantes avaient en moyenne une concentration significativement plus forte en immunoglobulines G1 que ceux issus des vaches laitières (moyenne 107.81g/L contre 78.93g/L, test de Mann-Withney Wilcoxon  $p < 10^{-4}$ ).

Le colostrum issu de vaches de race Prim'holstein apparait être de teneur significativement plus basse en immunoglobulines G1 que celui des races Charolaise, Rouge des Prés et Blonde d'Aquitaine dans notre étude (tableau 17).

Tableau 17 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon les principales races représentées dans notre étude (effectif > 10). Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-wilcoxon des comparaisons entre races est aussi présenté.

Race	66	38	41	79
Prim'holstein (66) (n =42)	80,98 g/L	<b>p=0,0060</b>	<b>p&lt;0,0001</b>	<b>p=0,0297</b>
Charolaise (38) (n=152)		100,80 g/L	<b>p&lt;0,0001</b>	p=0,2705
Rouge des prés (41) (n=18)			160,72 g/L	p=0,0514
Blonde d'Aquitaine (79) (n=12)				126,30 g/L

## 2.2.2. Influence de la parité de la mère

Pour les races de type allaitant, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les concentrations en IgG1 des colostrums des vaches de différents rangs de parité (tableau 18)

Tableau 18 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon la parité chez les vaches de type allaitant. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-wilcoxon des comparaisons entre parités est aussi présenté.

parité	1	2	3	4 et plus
1 (n=46)	102,17 g/L	p=0,7064	p=0,7151	p=0,5904
2 (n=40)		103,91 g/L	p=0,4741	p=0,4171
3 (n=34)			111,96 g/L	p=0,9681
4 et plus (n=66)				112,64 g/L

Pour les vaches de type laitier, la concentration en IgG1 du colostrum apparait plus faible pour les vaches de parité 1 comparées à celles de parité supérieure, et cette différence est significative pour le rang de parité 3 (tableau 19).

Tableau 19 : Concentrations moyennes en IgG1 des colostrums selon la parité chez les vaches de type laitier. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-wilcoxon des comparaisons entre parités est aussi présenté.

parité	1	2	3	4 et plus
1 (n=14)	55,29 g/L	p=0,2367	<b>p=0,0069</b>	p=0,2387
2 (n=12)		89,29 g/L	p=0,4356	p=0,7816
3 (n=12)			87,07 g/L	p=0,8294
4 et plus (n=11)				78,01 g/L

## 2.3. Qualité du transfert de l'immunité passive au veau

### 2.3.1. Analyse univariée

#### 2.3.1.1. Influence du type et de la race du veau

Les veaux de type allaitant avaient en moyenne des concentrations plasmatiques en IgG1 supérieures à celles des veaux de type laitier (17.8 g/L contre 12.73 g/L, test de Mann-Whitney-Wilcoxon p=0.0002).



Les concentrations plasmatiques en IgG1 des veaux de race Prim'Holstein étaient en moyenne les plus faibles, significativement inférieures à celles observées chez les veaux de race Charolaise et Rouge des Prés (tableau 20).

Tableau 20 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux selon les races. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre races est aussi présenté.

Race	38	66	41	79
Charolais (38) (n=148)	17,65 g/L	<b>p=0,0075</b>	p=0,9959	p=0,8713
Prim'holstein (66) (n=38)		13,69 g/L	<b>p=0,0417</b>	p=0,3398
Rouge des prés (41) (n=18)			17,56 g/L	p=0,7994
Blonde d'Aquitaine (79) (n=12)				18,31 g/L

### 2.3.1.2. Influence du rang de vêlage de la mère

Chez les veaux laitiers, les concentrations plasmatiques en IgG1 semblent augmenter pour les vaches de rang de parité 1 à 3 et décroître ensuite (tableau 21). Cependant seule la différence entre les rangs 3 et 4 et plus est significative au seuil de 5%.

Tableau 21 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux laitiers selon le rang de parité des mères. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre rangs de parité est aussi présenté.

Rang de vêlage	1	2	3	4 et plus
1 (n=14)	10,20 g/L	p=0,2426	p=0,0750	p=0,5192
2 (n=12)		13,93 g/L	p=0,5833	p=0,0583
3 (n=12)			16,90 g/L	<b>p=0,0207</b>
4 et plus (n=11)				8,30 g/L

Chez les veaux allaitants, les concentrations plasmatiques en IgG1 augmentent pour les vaches de rang de parité 1 à 4 et plus (tableau 22). Les veaux issus de vaches primipares avaient en moyenne des concentrations plasmatiques en IgG1 significativement plus faibles aux veaux issus de vaches de parité supérieures.

Tableau 22 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux allaitants selon la parité des mères. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre rangs de parité est aussi présenté.

Rang de vêlage	1	2	3	4 et plus
1 (n=46)	12,13 g/L	<b>p=0,0017</b>	<b>p=0,0001</b>	<b>p&lt;0,0001</b>
2 (n=40)		17,89 g/L	p=0,3481	p=0,2060
3 (n=34)			19,99 g/L	p=0,8442
4 et plus (n=66)				20,45 g/L

### 2.3.1.3. Influence des conditions de vêlage chez les veaux allaitants

Les veaux allaitants issus de mises-bas non aidées ou peu aidées avaient des concentrations plasmatiques en IgG1 significativement supérieures à ceux issus de modalités de naissance plus difficiles (Tableau 23).

Tableau 23 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 des veaux allaitants selon les conditions de naissance. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre modalités de mise-bas est aussi présenté.

Conditions de vêlage	Vêlage seul	vêlage aidé et facile	vêlage aidé et difficile	césarienne sans complication	césarienne avec complications
Vêlage seul (n=40)	21,46 g/L	p=0,3350	<b>p=0,0060</b>	<b>p=0,0073</b>	<b>p=0,0342</b>
vêlage aidé et facile (n=60)		19,21 g/L	<b>p=0,0171</b>	<b>p=0,0203</b>	p=0,0822
vêlage aidé et difficile (n=26)			14,78 g/L	p=0,9333	p=0,8390
césarienne sans complication (n=41)				15,24 g/L	p=0,9869
césarienne avec complications (n=18)					15,17 g/L

Compte tenu des faibles effectifs pour certaines modalités de mises-bas, cette comparaison n'a pas été réalisée pour les veaux laitiers.

### 2.3.1.4. Influence des modalités de prise colostrale chez les veaux allaitants

Les concentrations plasmatiques en IgG1 des veaux allaitants selon les modalités de la première buvée colostrale sont maximales pour la distribution au biberon mais les différences ne sont pas

significatives au seuil de 5% avec la tétée et le sondage (tableau 24). Cependant le déséquilibre des effectifs (très grande majorité de veaux ayant tété) rend les comparaisons difficiles.

Tableau 24 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon les modalités de prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre modalités de prise colostrale est aussi présenté.

Conditions de prise colostrale	tétée	biberon	sonde
Tétée (n=87)	17,43 g/L	p=0,2446	p=0,1216
Biberon (n=73)		19,06 g/L	p=0,1147
Sonde (n=16)			15,23 g/L

La totalité des veaux de type laitier ayant reçu la première buvée colostrum au biberon, aucune comparaison n'a pu être faite pour ces veaux.

### 2.3.1.5. Influence du volume de la prise colostrale

#### a) Volume de la première buvée

Les veaux allaitants ayant reçu un volume de colostrum inférieur à 0.75 L lors de la première buvée avaient en moyenne des concentrations plasmatiques en IgG1 inférieures à ceux ayant reçu des volumes plus importants (tableau 25).

Tableau 25 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume de la 1<sup>ère</sup> buvée de leur prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes de prise colostrale est aussi présenté.

volume de la 1 <sup>ère</sup> buvée	volume <=0,75L	0,75L< volume <=1L	1L< volume <= 1,5L	volume >1,5L
volume <=0,75L (n=50)	14,49 g/L	<b>p=0,0171</b>	<b>p=0,0170</b>	<b>p=0,0110</b>
0,75L< volume <=1L (n=65)		18,71 g/L	p=0,8257	p=0,5806
1L< volume <= 1,5L (n=30)			19,54 g/L	p=0,8766
volume >1,5L (n=30)				19,71 g/L

Pour les veaux laitiers, le même résultat est observé pour les veaux recevant moins de 1.5 L de colostrum lors de la première buvée (tableau 26).

Tableau 26 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume de la 1<sup>ère</sup> buvée de leur prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes de prise colostrale est aussi présenté.

volume de la 1ère buvée	volume <=1,5L	1,5L< volume <=2L	2L< volume
volume <=1,5L (n=17)	8,24 g/L	<b>p=0,0034</b>	<b>p=0,0366</b>
1,5L< volume <=2L (n=19)		15,22 g/L	p=0,9192
volume > 2L (n=12)			15,52 g/L

#### b) Volume total des deux buvées

Lorsque les deux premières prises colostrales sont prises en compte, la concentration plasmatique moyenne est positivement corrélée à celle du volume bu, chez les veaux allaitants comme chez les veaux laitier. L'effet du volume total apparait cependant plus marqué pour ces derniers (tableaux 27 et 28).

Tableau 27 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume total de leur prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes de prise colostrale est aussi présenté.

volume des deux buvées	volume=<1,5L	1,5L< volume =<2L	2L<volume=<3L	volume>3L
volume=<1,5L (n=31)	15,29 g/L	p=0,1374	<b>p=0,0125</b>	p=0,0673
1,5L< volume =<2L (n=43)		18,21 g/L	p=0,1930	p=0,4715
2L<volume=<3L (n=32)			21,62 g/L	p=0,6511
volume>3L (n=23)				19,92 g/L

Tableau 28 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume total de leur prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes de prise colostrale est aussi présenté.

volume des deux buvées	volume=<3,5L	3,5L< volume =<4,5L	volume>4,5L
volume=<3,5L (n=16)	9,03 g/L	<b>p=0,0522</b>	<b>p=0,0395</b>
3,5L< volume =<4,5L (n=20)		15,10 g/L	p=0,9506
volume>4,5L (n=11)			14,42 g/L

#### c) Volume de la prise colostrale dans les 6 premières heures de vie

Lorsque le volume bu dans les 6 premières heures de vie est pris en compte, les résultats sont similaires, mais les différences les plus significatives sont notées pour les veaux allaitants (tableaux 29 et 30).

Tableau 29 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le volume bu dans les 6 premières heures de vie. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes bus dans les 6 premières heures de vie est aussi présenté.

Volume bu dans les 6h	volume= $<0,5L$	$0,5L < \text{volume} = <1L$	$1L < \text{volume} = <2L$	volume $>2L$
volume= $<0,5L$ (n=34)	14,16 g/L	p=0,2565	<b>p=0,0282</b>	<b>p &lt;0,0001</b>
$0,5L < \text{volume} = <1L$ (n=39)		16,13 g/L	p=0,2640	<b>p=0,0021</b>
$1L < \text{volume} = <2L$ (n=76)			18,05 g/L	<b>p=0,0072</b>
volume $>2L$ (n=24)				24,15 g/L

Tableau 30 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le volume bu dans les 6 premières heures de vie. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre volumes bus dans les 6 premières heures de vie est aussi présenté.

Volume bu dans les 6h	volume= $<1L$	$1L < \text{volume} = <2L$	volume $>2L$
volume= $<1L$ (n=12)	9,19 g/L	p=0,0716	p=0,2203
$1L < \text{volume} = <2L$ (n=24)		13,43 g/L	p=0,8729
volume $>2L$ (n=11)			14,29 g/L

### 2.3.1.6. Influence du délai de la prise colostrale

Les veaux allaitants ayant reçu la première buvée colostrale le plus tardivement (3 heures post-partum ou 6 heures selon seuils choisis) avaient les concentrations plasmatiques en IgG les plus faibles (tableaux 31 et 32).

En revanche chez les veaux de type laitier, le délai de prise colostrale n'a pas montré d'influence significative dans cette analyse univariée (tableau 33).

Tableau 31 : concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le délai de la 1<sup>ère</sup> prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre délais de prise colostrale est aussi présenté.

Délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale (h)	délai= $<0,5$	$0,5 < \text{délai} = <1,25$	$1,25 < \text{délai} = <3$	délai $>3$
délai= $<0,5$ (n=53)	21,29 g/L	<b>p=0,0021</b>	p=0,0705	<b>p=0,0004</b>
$0,5 < \text{délai} = <1,25$ (n=44)		15,48 g/L	p=0,0988	p=0,3718
$1,25 < \text{délai} = <3$ (n=49)			18,26 g/L	<b>p=0,0160</b>
délai $>3$ (n=34)				13,99 g/L

Tableau 32 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon le délai de la 1<sup>ère</sup> prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les délais de prise colostrale est aussi présenté.

Délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale (h)	délai=<2	2<délai=<6	délai>6
délai=<2 (n=130)	18,1 g/L	p=0,7677	<b>p=0,0249</b>
2<délai=<6 (n=33)		18,32 g/L	<b>p=0,0276</b>
délai>6 (n=17)			13,09 g/L

Tableau 33 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon le délai de la 1<sup>ère</sup> prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les délais de prise colostrale est aussi présenté.

Délai de la 1 <sup>ère</sup> prise colostrale (h)	délai=<0,5	0,5<délai=<1,25	1,25<délai=<3	délai>3
délai=<0,5 (n=9)	10,27 g/L	p=0,3742	p=0,3798	p=0,7370
0,5<délai=<1,25 (n=9)		14,03 g/L	p=0,6705	p=0,7359
1,25<délai=<3 (n=16)			13,83 g/L	p=0,6438
délai>3 (n=13)				11,53 g/L

### 2.3.1.7. Influence de la masse d'IgG1 ingérée

#### a) à la première buvée

Quel que soit le type racial, la masse d'IgG1 bue à la première buvée (calculée comme le volume de colostrum multiplié par sa concentration en IgG1) apparait comme influençant fortement et de manière positivement corrélée la qualité du transfert d'immunité passive (tableau 34 et 35). En particulier les veaux recevant moins de 66 g d'IgG1 à la première buvée avaient des concentrations plasmatiques significativement inférieures à celles des veaux des autres classes.

Remarquons par ailleurs que pour une même classe de masse d'IgG bue, les veaux allaitants avaient globalement des concentrations supérieures aux veaux de type laitier.

Tableau 34 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse d'IgG1 ingérée à la 1<sup>ère</sup> prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

masse IgG ingérée (g)	masse = < 66	66 < masse = < 108	108 < masse = < 169	masse > 169
masse = < 66 (n=44)	11,50 g/L	<b>p=0,0002</b>	<b>p&lt;0,0001</b>	<b>p&lt;0,0001</b>
66< masse = < 108 (n=51)		18,57 g/L	p=0,5354	p=0,3577
108 < masse = < 169 (n=40)			20,76 g/L	p=0,9808
masse > 169 (n=40)				20,85 g/L

Tableau 35 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse d'IgG1 ingérée à la 1<sup>ère</sup> prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

masse IgG ingérée (g)	masse = < 66	66 < masse = < 108	108 < masse = < 169	masse > 169
masse = < 66 (n=11)	6,26 g/L	<b>p=0,0328</b>	<b>p=0,0042</b>	<b>p=0,0025</b>
66 < masse = < 108 (n=6)		12,88 g/L	p=0,8264	p=0,5706
108 < masse = < 169 (n=13)			14,42 g/L	p=0,7336
masse > 169 (n=18)				15,64 g/L

b) masse totale des deux buvées

Les mêmes conclusions sont apportées en prenant en compte la masse totale d'IgG fournies par les deux premières buvées, pour les deux types raciaux (tableaux 36 et 37).

Tableau 36 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse totale d'IgG1 ingérée par la prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

masse IgG ingérée (g)	masse = < 124	124 < masse = < 197	197 < masse = < 314	masse > 314
masse = < 124 (n=48)	13,28 g/L	<b>p=0,0055</b>	<b>p=0,0021</b>	<b>p&lt;0,0001</b>
124 < masse = < 197 (n=46)		18,33 g/L	p=0,8757	p=0,0609
197 < masse = < 314 (n=49)			18,67 g/L	p=0,0678
masse > 314 (n=32)				22,59 g/L

Tableau 37 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse totale d'IgG1 ingérée par la prise colostrale. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

masse IgG ingérée (g)	masse = < 124	124 < masse = < 197	197 < masse = < 314	masse > 314
masse = < 124 (n=7)	6,14 g/L	p=0,0730	<b>p=0,0444</b>	<b>p=0,0073</b>
124 < masse = < 197 (n=8)		11,28 g/L	p=0,7001	p=0,3273
197 < masse = < 314 (n=9)			13,72 g/L	p=0,6132
masse > 314 (n=24)				14,94 g/L

### 2.3.1.8. Influence de la masse d'IgG1 ingérée dans les 6h après la naissance

Lorsque la masse d'IgG ingérée dans les 6 premières heures de vie est prise en compte des résultats similaires sont obtenus pour les veaux de type allaitant (tableau 38).

Tableau 38 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux allaitants selon la masse d'IgG1 ingérée dans les 6 premières heures de vie. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

Masse IgG ingérée (g)	masse < = 70	70 < masse < = 136	136 < masse < = 209	masse > 209
masse < = 70 (n=38)	12,54 g/L	<b>p=0,0154</b>	<b>p=0,0005</b>	<b>p&lt;0,0001</b>
70 < masse < = 136 (n=49)		16,68 g/L	p=0,0731	<b>p=0,0068</b>
136 < masse < = 209 (n=43)			19,45 g/L	p=0,2860
masse > 209 (n=43)				21,66 g/L

En revanche, pour les veaux de type laitier, même si une augmentation des concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 est observée avec l'augmentation de la masse d'IgG1 ingérée dans les 6 premières heures, les différences ne sont plus significatives entre les différents groupes (tableau 39), peut être en raison des effectifs plus faibles.

Tableau 39 : Concentrations plasmatiques moyennes en IgG1 pour les veaux laitiers selon la masse d'IgG1 ingérée dans les 6 premières heures de vie. Le niveau de significativité (p) des Test de Mann-Whitney-Wilcoxon des comparaisons entre les masses d'IgG1 ingérées est aussi présenté.

Masse IgG ingérée (g)	masse < = 70	70 < masse < = 136	136 < masse < = 209	masse > 209
masse < = 70 (n=15)	10,04 g/L	p=0,5067	p=0,4161	p=0,0777
70 < masse < = 136 (n=9)		11,58 g/L	p=0,9349	p=0,2704
136 < masse < = 209 (n=10)			12,28 g/L	p=0,3209
masse > 209 (n=13)				16,32 g/L



### 2.3.2. Analyse multivariée

L'analyse porte sur un échantillon de 161 veaux de type allaitant pour lesquels les informations relatives aux différents facteurs de risque étudiés étaient présentes. En effet les faibles effectifs de veaux laitiers ne permettaient pas d'analyser l'influence de l'ensemble des facteurs de risques potentiels dans les mêmes modèles.

L'influence des variables explicatives a été analysée au travers de différents modèles logistiques multivariés. La variable à expliquer était le défaut de transfert d'immunité passive soit au seuil de 10 g/L soit au seuil de 15 g/L (2 modèles). Par ailleurs nous avons testé plusieurs modèles incorporant soit le volume, la concentration en IgG1 du colostrum de première traite ou la masse d'IgG bue à la 1<sup>ère</sup> buvée ou sur les 6 premières heures de vie. Compte tenu du grand nombre de données manquantes sur la deuxième buvée, la masse totale d'IgG1 (buvée 1 et 2) n'a pas été prise en compte. Les variables continues (masses, volumes, délais de buvée) ont été catégorisées, soit selon les quartiles des distributions, selon des éléments biologiques, ou selon les catégories qui maximisaient les effets tout en gardant des effectifs suffisants par groupe. Les différents modèles ont été comparés sur la base du critère d'Akaike (AIC) qui permet de caractériser l'adéquation d'un modèle aux données. Plus faible est l'AIC, meilleure est cette adéquation.

### 2.3.2.1 Descriptif de l'échantillon d'étude

Tableau 40 : Descriptif de l'échantillon d'étude.

	Effectif (n=161)	%
<b>Défaut de TIP</b>		
< 10 g/L	39	24.2
>= 10 g/l	122	75.8
<b>Défaut de TIP</b>		
< 15 g/L	62	38.5
>= 15 g/l	99	61.5
<b>Conditions de vêlage</b>		
Vêlage seul*	33	20.5
Vêlage aide facile	54	33.5
Vêlage aide difficile	20	12.4
Césarienne	54	33.5
<b>Rang de mise-bas de la mère</b>		
1	35	31.7
2	36	22.4
3	32	19.9
4 et plus	58	36.0
<b>Modalités de prise colostrale (1<sup>er</sup> buvée)</b>		
Têtée	77	47.8
Biberon	71	44.1
Sondage	13	8.7
<b>Volume de colostrum bu (1<sup>er</sup> têtée) (L)</b>		
< 0.75	46	28.6
]0.75 – 1]	59	36.6
[1 – 1.5	28	17.4
> 1.5	28	17.4

	Effectif (n=161)	%
<b>Concentration du colostrum en IgG1 (1<sup>er</sup> buvée) (g/L)</b>		
≤ 60 g/l	17	10.6
]60 - 100]	59	36.6
]100 – 150]	63	39.1
≥ 150	22	13.7
<b>Masse d'IgG1 bue (1<sup>er</sup> buvée) (g)</b>		
≤ 66	41	25.5
] 66 – 108]	48	29.8
]108 – 169]	36	22.4
≥ 169	36	22.4
<b>Masse d'IgG1 bue (6 première heures) (g)</b>		
≤ 70	33	20.5
] 70 – 136]	48	29.8
]136 – 209]	40	24.8
≥ 209	40	24.8
<b>Délai de prise colostrale (1<sup>er</sup> buvée) (heures)</b>		
≤ 0.5	51	31.7
] 0.5 – 1.25]	39	24.2
] 1.25 – 3]	43	26.7
≥ 3	28	17.4
<b>Délai de prise colostrale (1<sup>er</sup> buvée) (heures)</b>		
≤ 2	118	73.3
] 2 - 6]	29	18.0
≥ 6	14	8.7

### 2.3.2.2 Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau 41 sous forme d'Odd's ratio (OR, ou rapport de cotes) ajustés sur l'ensemble des facteurs inclus dans les modèles. Les intervalles de confiance à 95% des Odd's ratio sont aussi présentés, ainsi que le degré de significativité (p value) du test de Wald par rapport à un effet nul (Odd's ratio = 1). Un rapport de cotes significativement supérieur à 1 correspond à un facteur aggravant (facteur de risque) d'être à défaut de TIP.

Inversement un rapport de cotes significativement inférieur à 1 correspond à un facteur protecteur vis à vis d'un défaut de TIP.

Tableau 41 : Résultats des modèles logistiques multivariés.

	Modèle 1 : Seuil 10 g/L			Modèle 2 : Seuil 15 g/L		
	OR	IC 95 %	p	OR	IC 95 %	p
Conditions de vêlage (versus Vêlage seul)						
Aide facile	0.95	0.27 - 3.30	0.93	0.94	0.29 - 2.99	0.89
Aide difficile	1.09	0.24 - 4.90	0.91	3.04	0.75 - 12.24	0.12
Césarienne	0.72	0.21 - 2.50	0.61	0.94	0.29 - 2.99	0.91
Rang de mise-bas de la mère (versus 3)						
1	<b>4.30</b>	<b>1.22 - 15.20</b>	<b>0.02</b>	<b>3.23</b>	<b>0.94 - 11.10</b>	<b>0.06</b>
2	1.77	0.49 - 6.35	0.38	1.38	0.43 - 4.48	0.58
4 et plus	0.93	0.25 - 3.4	0.92	0.56	0.18 - 1.83	0.35
Modalités de prise colostrale (1 <sup>er</sup> buvée) (versus Biberon)						
Têtée	<b>3.33</b>	<b>0.72 - 15.34</b>	<b>0.12</b>	<b>9.35</b>	<b>3.42 - 51.9</b>	<b>0.002</b>
Sondage	0.83	0.31 - 2.21	0.71	0.73	0.29 - 1.84	0.50
Volume de colostrum bu (1 <sup>er</sup> têtée) (L) (versus 1 à 1.5 L)						
< 0.75	2.07	0.55 - 7.84	0.28	2.12	0.60 - 7.55	0.24
] 0.75 - 1]	1.32	0.36 - 4.82	0.48	1.70	0.50 - 5.77	0.39
> 1.5	0.52	0.08 - 3.47	0.72	0.22	0.03 - 1.60	0.13
Concentration du colostrum en IgG1 (1 <sup>er</sup> buvée) (g/L) (versus 100 à 150)						
≤ 60 g/l	<b>6.13</b>	<b>1.64 - 23.00</b>	<b>0.007</b>	<b>15.73</b>	<b>3.07-20.60</b>	<b>0.001</b>
]60 - 100]	1.46	0.52 - 4.05	0.46	<b>2.62</b>	<b>1.03 - 6.63</b>	<b>0.04</b>
≥ 150	1.64	0.45 - 5.93	0.45	0.75	0.19 - 2.96	0.68
Masse d'IgG1 bue (1 <sup>er</sup> buvée) (g) (versus ≥ 169)						
≤ 66	<b>3.80</b>	<b>1.00 - 14.36</b>	<b>0.048</b>	<b>10.24</b>	<b>2.90 - 36.28</b>	<b>0.0003</b>
] 66 - 108]	2.35	0.60 - 9.15	0.22	2.65	0.78 - 8.98	0.11
] 108 - 169]	1.15	0.26 - 5.14	0.85	0.99	0.25 - 3.87	0.99
Masse d'IgG1 bue (6 première heures) (g) (versus ≥ 209)						
≤ 70	<b>3.51</b>	<b>0.87 - 14.16</b>	<b>0.077</b>	<b>6.1</b>	<b>1.58-26.6</b>	<b>0.008</b>
] 70 - 136]	1.73	0.49 - 6.19	0.40	<b>2.57</b>	<b>0.87-7.60</b>	<b>0.08</b>
] 136 - 209]	1.22	0.33 - 4.51	0.77	1.06	0.33-3.32	0.92
Délai de prise colostrale (1 <sup>er</sup> buvée) (heures) (versus ≤ 0.5)						
] 0.5 - 1.25]	<b>4.30</b>	<b>1.29 - 14.33</b>	<b>0.02</b>	<b>3.32</b>	<b>1.05 - 10.50</b>	<b>0.04</b>
] 1.25 - 3]	<b>3.15</b>	<b>0.94 - 10.59</b>	<b>0.056</b>	1.44	0.46 - 4.52	0.53
≥ 3	<b>3.78</b>	<b>1.06 - 13.54</b>	<b>0.046</b>	<b>3.35</b>	<b>0.92 - 12.23</b>	<b>0.06</b>
Délai de prise colostrale (1 <sup>er</sup> buvée) (heures) (versus ≤ 2)						
] 2 - 6]	0.32	0.09 - 1.23	0.10	0.51	0.18 - 1.47	0.21
≥ 6	1.41	0.34 - 5.71	0.63	2.04	0.48 - 8.67	0.33

Pour l'analyse du défaut de TIP au seuil de 10g/L d'IgG plasmatiques, les modèles prenant en compte la concentration en IgG1 de la première buvée colostrale sont légèrement plus

informatifs que ceux prenant en compte la masse d'IgG1 ingérée à la première buvée ou sur 6 heures (respectivement AIC = 169.8, 172.7, 174.4).

Quand le seuil de 15 g/L est fixé pour qualifier un défaut de TIP, le modèle incluant la masse d'IgG1 à la première buvée s'avère avoir la meilleure adéquation aux données. (AIC = 185.7 contre AIC=191.5 pour le modèle avec la concentration du colostrum et AIC= 197.50 pour le modèle avec la masse d'IgG1 sur 6 heures). Les conclusions sont cependant globalement proches.

En effet dans aucun des modèles les modalités de naissance n'ont d'effet significatif sur la probabilité de défaut de TIP.

Les **veaux issus de primipares** apparaissent plus à risque d'avoir un défaut de TIP, risque plus marqué quand le seuil de DTIP est fixé à 10 g/L (OR = 4.30 p=0.02 et OR=3.23, p=0.06. En revanche aucune différence entre les mères de parité 2 et supérieures n'est mise en évidence.

Les **prise colostrale par tétée** est plus à risque de DTIP que le biberonnage, pris comme référence, et cette influence est très marquée dans le modèle fixant le seuil de DTIP à 15 g/L (OR=9.35, p=0.002). Sans être significatif (OR=3.33, p=0.12) on retrouve cette tendance dans le modèle 1 (seuil 10g/L). L'administration par sondage n'est pas significativement différente de celle réalisée au biberon.

Ajusté sur la concentration en IgG, le **volume de colostrum** bu n'apparaît pas influencer significativement le risque de défaut de TIP. Rappelons cependant que l'estimation du volume bu par tétée est sujette à caution.

En revanche, l'influence de **la concentration en IgG1** du colostrum de première traite (1<sup>er</sup> buvée) est particulièrement marquée. Pour un seuil de DTIP fixé à 10 g/L, les veaux recevant un colostrum peu concentré (inférieur à 60 g/L) sont beaucoup plus à risque (OR=6.13, p=0.007) que ceux recevant un colostrum riche (100 à 150 g/L). Dans ce même modèle, aucune différence n'a pu être mise en évidence pour des colostrums moyennement concentrés (entre 60 et 100 g/L, p=0.46) ou très concentrés (supérieur à 150 g/L, p=0.45). En revanche, pour un seuil de DTIP fixé à 15 g/L (modèle 2), les colostrums situés entre 60 et 100 g/L sont eux aussi plus à risque (OR=2.62, p=0.04).

Les mêmes résultats sont observés dans les modèles prenant en compte **la masse d'IgG bue à la première buvée ou dans les 6 premières heures** (volume\*concentration) : un risque accru de DTIP est observé pour des masses très faibles.

Enfin le **délai de prise colostrale** apparaît avoir un effet significatif lorsqu'il est découpé en périodes très courtes post-partum et non quand des plages plus importantes sont considérées. En effet, par rapport aux veaux recevant le colostrum dans la première demi-heure de vie, un effet significatif est mis en évidence dès 1 heure (modèle 1 OR=4.3, p=0.02 ; modèle 2 OR=3.32, p=0.04), et du même ordre de grandeur que pour des délais plus longs.

## 2.4. Influence du transfert de l'immunité passive sur la survie des veaux

### 2.4.1. Descriptif de l'échantillon d'étude

Cette partie de l'étude porte sur 182 veaux allaitants, après exclusion de ceux dont le devenir n'a pas pu être déterminé (non retrouvés dans la BDNI) et ceux dont le transfert de l'immunité passive n'était pas renseigné.

Les veaux laitiers sont en nombre insuffisant pour que l'étude de leur survie ait de l'intérêt.

Pour déterminer la survie des veaux, les informations suivantes ont été reconstruites à partir des dates et causes de mouvement extraites de la BDNI : toujours présents dans l'élevage naisseur, sortis de l'élevage (vendus), envoyés à la boucherie ou morts (pour une autre raison que l'abattage). Ainsi nous nous intéressons aux veaux qui sont morts (hors boucherie) pour évaluer l'influence du transfert de l'immunité passive sur la survie à 150 jours. Cinq veaux sont morts parmi les 182 veaux allaitants, ce qui représente une mortalité totale de 2,7%.

### 2.4.2. Courbes de survie

Sur les 182 veaux, 47 présentent un DTIP au seuil de 10g/L IgG1. Parmi les veaux dont le TIP était bon un seul veau est mort avant 150 jours (0.74%) tandis que 4 veaux sont morts pour ceux qui présentaient un DTIP (8.5%). Le risque relatif de mortalité dans les 150 premiers jours de vie associé à un défaut de TIP est ainsi de 11.5 (IC95% = 1.32-100.1, p=0.02)

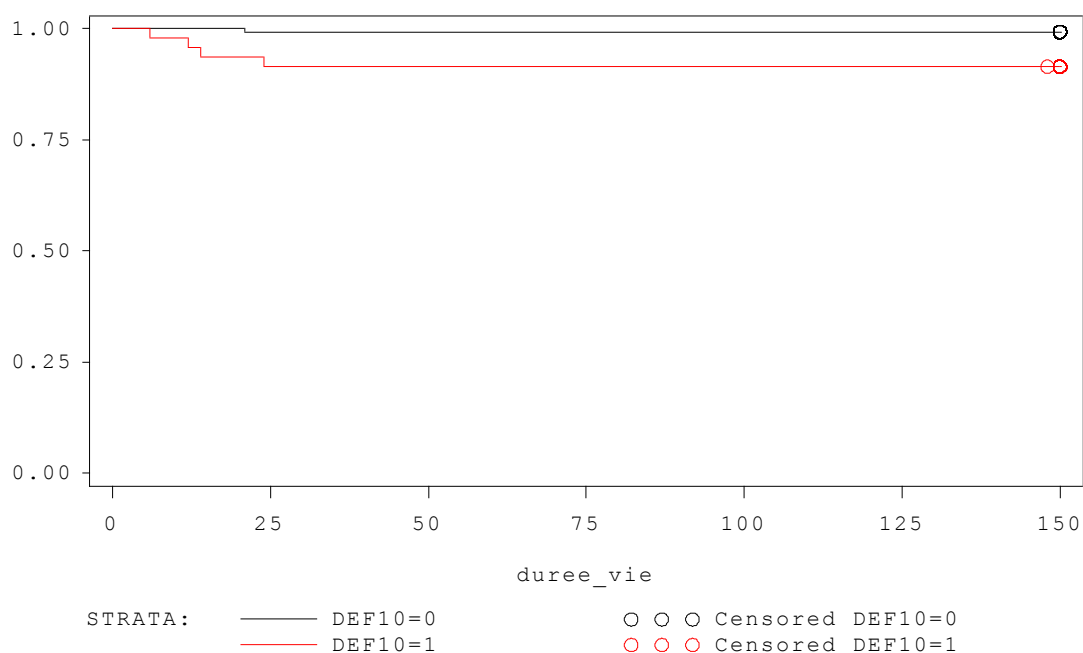


Figure 15 : Courbe de survie de Kaplan-Meier des veaux allaitants jusqu'à 150 jours de vie selon leur transfert d'immunité passive avec le seuil de 10g/L IgG1 sérique.

Sur les 182 veaux, 74 présentent un DTIP au seuil de 15g/L IgG1 sérique. Parmi les veaux dont le TIP était bon il n'y a aucun mort avant 150 jours tandis que 5 veaux sont morts pour ceux qui présentaient un DTIP (3.33 %). Aucun risque relatif ne peut être calculé, l'absence de morts parmi les veaux à bon TIP rendant ce risque relatif infini.

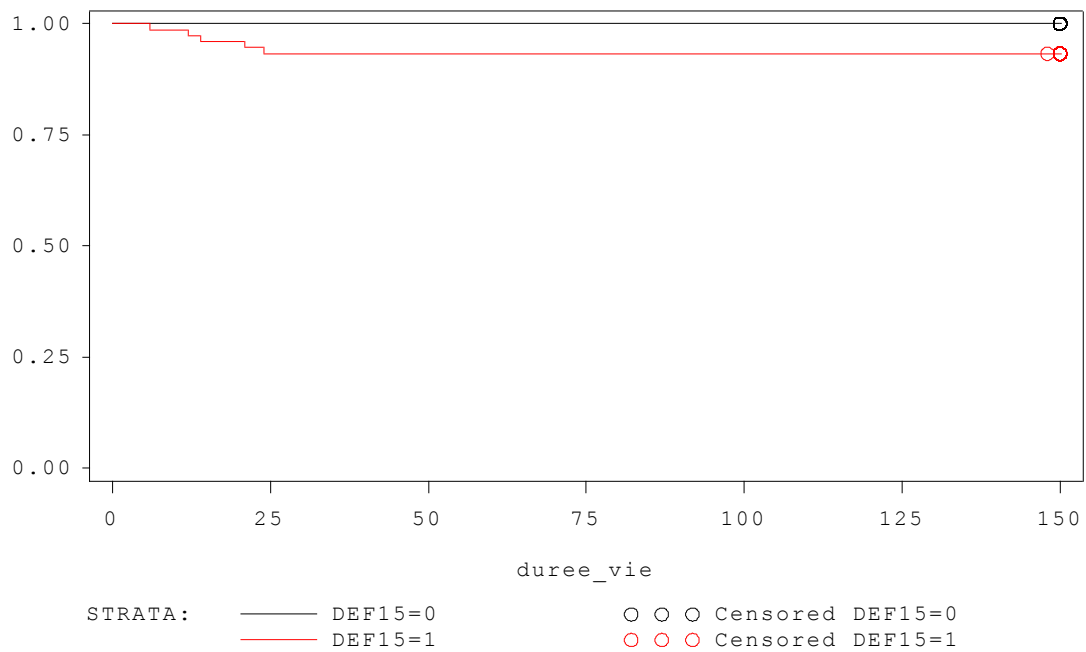


Figure 16 : Courbe de survie de Kaplan-Meier des veaux allaitants jusqu'à 150 jours de vie selon leur transfert d'immunité passive avec le seuil de 15g/L IgG1 sérique.

Que ce soit au seuil de 10g/L ou de 15g/L, un défaut de transfert de l'immunité passive du veau influence donc négativement son devenir.

### 3. Discussion

#### 3.1. Protocole d'étude

Notre étude de terrain avait pour objectif de décrire les modalités de transfert de l'immunité passive sur 261 couples mères-veaux dans 93 élevages français laitiers et allaitants de la Nièvre, de la Saône-et-Loire, de la Maine-et-Loire, de la Mayenne et d'Ille et Vilaine, afin d'explorer les facteurs associés à un défaut de transfert d'immunité passive, et d'analyser la relation entre un DTIP et la mortalité des veaux dans leurs 150 premiers jours de vie. Elle est **la seconde partie d'une étude plus large** qui avait pour objectif premier d'évaluer en conditions d'utilisation de terrain plusieurs outils de mesure indirecte de la qualité du colostrum et du transfert de l'immunité passive (pèse colostrum, colotest et réfractomètre numérique pour le colostrum ; dosage des protéines totales et de l'activité des GGT, réfractomètre numérique optique pour le sérum des veaux). Le protocole d'étude a été conçu pour les objectifs de la première partie de l'étude, ainsi notre étude souffre d'un manque de données. Par exemple, les informations relatives à la seconde buvée colostrale n'ont pas été renseignées pour beaucoup de veaux et la concentration en immunoglobulines G du colostrum a été mesurée une seule fois, à la première traite, ainsi elle est certainement surestimée pour la seconde buvée.

**La sélection des élevages et des veaux** au sein de ces élevages s'est faite sur la base du volontariat et un nombre insuffisant de bovins laitiers a été inclus pour une analyse complète chez ces derniers. Les éleveurs volontaires pour cette étude sont certainement aussi les plus sensibilisés à la problématique du transfert d'immunité passive. Il est cependant difficile de savoir si cela influence nos résultats. Ainsi notre étude n'est représentative que des veaux étudiés dans ces 93 élevages et il apparaît difficile d'extrapoler les résultats à l'ensemble des veaux des élevages inclus et a fortiori à l'ensemble des élevages français.

Lors du recueil des données en élevage allaitant, 49% des veaux ont tété leur mère pour la 1<sup>ère</sup> prise colostrale et 85% pour la 2<sup>ème</sup>. **Les volumes renseignés** pour ces buvées colostrales sont une appréciation subjective de l'éleveur et il en résulte une approximation des masses d'IgG1 ingérées par les veaux. Ce problème ne touche pas les veaux issus d'élevages laitiers puisqu'ils ont bénéficié de biberonnage (sauf exception).

**Les prélèvements sanguins** sur les veaux ont été effectués entre 0 et 6 j d'âge (à l'exception de ceux de deux veaux exclus de l'étude), dont 80% entre 2 et 4 j d'âge. La concentration



sérique en IgG d'origine maternelle atteint son maximum à 48h d'âge et le taux de catabolisme des IgG chez un veau nouveau-né serait de 6% par jour pendant les 14 premiers jours de vie, soit une demi-vie d'environ 12 j (MATTE et al. 1982). Malgré la variabilité observée dans notre étude, l'âge des veaux au moment du prélèvement est donc globalement adapté à l'évaluation de la qualité du transfert de l'immunité passive.

## 3.2. Principaux résultats sur la qualité du colostrum

### 3.2.1. Concentration en immunoglobulines G1 des colostrums

**Les concentrations en immunoglobulines G1 sont étonnamment élevées** dans notre population comparées à celles rapportées par la littérature. La concentration en immunoglobulines G1 moyenne des 249 colostrums est de **100,9 ± 2,9 g/L**, contre 40g/L environ pour les études nord-américaines et 51g/L au Royaume-Uni (KEHOE et al. 2007; MACFARLANE et al. 2015). Cette différence peut en partie s'expliquer par l'effet du type racial, la plupart des études ayant été menées en élevages laitiers tandis que les prélèvements de notre étude étaient majoritairement issus d'élevages allaitants. Les vaches allaitantes avaient en moyenne des concentrations en IgG1 de  $107.81 \pm 3,3$  g/L contre  $78.93 \pm 5,6$  g/L pour les vaches laitières. La moyenne pour les vaches laitières reste néanmoins largement supérieure aux niveaux rapportés par la littérature. Cette différence pourrait s'expliquer par des niveaux de production laitière supérieurs dans les élevages nord-américains, avec un effet dilution plus marqué. En l'absence de données sur les niveaux de production des vaches laitières incluses dans notre étude, nous n'avons pas pu évaluer cette hypothèse. Cependant, la proportion de colostrums issus de vaches laitières et faiblement concentrés en IgG (30.9 % <50 g/L) est globalement similaire à celle retrouvée dans d'autres études menées en Norvège, au Royaume-Uni ou aux Etats-Unis (entre 30% et 57.8%) (GULLIKSEN et al. 2008; MORRILL et al. 2012; MACFARLANE et al. 2015).

A l'inverse, 47% des colostrums dans notre étude (52.7 % pour les vaches allaitantes et 29.1% pour les vaches laitières) avaient une concentration en IgG1 supérieure ou égale à 100g/L. En considérant la recommandation d'ingérer une masse de 200g d'IgG, la prise de 2L de colostrum permettrait un bon transfert d'immunité passive.

La large gamme des concentrations en IgG1 des colostrums dans notre étude conforte dans l'importance de la variabilité inter-individuelle, avec des valeurs comprises entre 20 et 342,5g/L.

### 3.2.2. Facteurs influençant la concentration en immunoglobulines G1 du colostrum

Après une analyse univariée, les facteurs suivants nous sont apparus comme jouant un rôle sur la concentration en IgG1 du colostrum : le type racial et la parité.

**Les colostrums issus des vaches allaitantes ont en moyenne une concentration significativement plus forte en immunoglobulines G1** que ceux issus des vaches laitières en accord avec l'étude de Guy et al. (GUY et al. 1994).

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 plusieurs études (DEVERY-POCIUS et LARSON 1983; PRITCHETT et al. 1991; GULLIKSEN et al. 2008; MORRILL et al. 2012). En revanche, cette association n'a pas été retrouvée pour les vaches allaitantes. L'effet de la parité peut être contrebalancé par d'autres facteurs pour ces dernières.

## 3.3. Principaux résultats sur le transfert de l'immunité passive du veau

### 3.3.1. Situation du transfert d'immunité passive chez les veaux

Malgré une concentration en IgG1 plasmatique moyenne satisfaisante de  $16,4 \pm 0,6$  g/L, la proportion **de défaut de transfert d'immunité passive apparaît élevée aux seuils de 10 g/L (30.1%) et de 15g/L (45.4%)**. Ces chiffres se rapprochent de la prévalence de DTIP rapportée dans d'autres pays (Royaume-Uni, Australie avec 26% et 38% de DTIP au-dessous du seuil de 10g/L) (VOGELS et al. 2013; MACFARLANE et al. 2015).

### 3.3.2. Principaux facteurs influençant le transfert d'immunité passive

Les masses d'immunoglobulines colostrales ingérées calculées dans notre étude sont très variables et sont souvent inférieures aux recommandations pour la plupart des veaux. Seulement un quart des veaux ont ingéré 200g d'IgG1 ou plus dans les 6 premières heures de vie, la gamme des valeurs variant de 0 à 699g. L'analyse univariée a montré que quel que soit le type racial, **la concentration en IgG1 plasmatiques du veau est fortement et positivement corrélée à la masse d'IgG1 ingérée**. Cette influence est aussi retrouvée dans l'analyse multivariée avec **un risque accru de DTIP observé pour des masses très faibles**. Etant donné les forts taux de DTIP observés dans notre étude, on peut supposer que la masse d'IgG1 colostrale ingérée en est l'un des principaux facteurs de risque.

Chez les veaux allaitants, **l'influence de la concentration en IgG1 du colostrum de première traite (1<sup>er</sup> buvée) sur le DTIP est particulièrement marquée**, surtout pour les colostrums peu concentrés (inférieurs à 60 g/L pour un DTIP à 10g/L et inférieurs à 100 g/L pour un DTIP à 15 g/L). Ceci rejoint les observations de Besser et al. (1985).

Lors de l'analyse du facteur type racial, nous avons observé que **les veaux allaitants avaient en moyenne des concentrations plasmatiques en IgG1 supérieures à celles des veaux laitiers** (17.8 g/L contre 12.73 g/L, test de Mann-Whitney-Wilcoxon  $p=0.0002$ ). Par ailleurs pour une même classe de masse d'IgG1 bue, les veaux allaitants avaient globalement des concentrations supérieures à celles des veaux laitiers. Notons cependant que compte tenu de l'imprécision des volumes rapportés lors de tétée naturelle, nous pouvons douter de l'exactitude de la masse d'IgG1 réellement ingérée par cette modalité de prise colostrale. A l'échelle de la race, les concentrations plasmatiques en IgG1 des veaux de race Prim'Holstein étaient en moyenne les plus faibles, significativement inférieures à celles observées chez les veaux de race Charolaise et Rouge des Prés. L'effet de la race du veau sur le transfert de l'immunité passive a été également rapporté par Vogels et al. (2013) (VOGELS et al. 2013).

Cette différence entre type racial et entre races ne semble pas seulement reposer sur une différence de richesse en immunoglobulines des colostrums mais aussi sur une différence d'efficacité d'absorption de ces immunoglobulines par le veau. Plus d'études de ce facteur seraient nécessaires pour mieux comprendre son effet.

Le délai de la première prise colostrale est satisfaisant, les trois quarts des veaux la recevant dans les 3 premières heures de vie. L'importance d'une prise colostrale précoce en raison de la perméabilité temporaire de la barrière intestinale aux immunoglobulines a été démontrée par de nombreuses études. D'après Chigerwe et al. (2009) la précocité de la prise colostrale dans les 4 premières heures de vie n'a pas d'influence sur le transfert d'immunité passive (CHIGERWE et al. 2009). Etonnamment les résultats de notre étude indiquent que le **délai de prise colostrale apparaît avoir un effet significatif** sur le défaut de TIP lorsqu'il est découpé **en périodes très courtes post-partum** (dès la première demi-heure de vie) et non quand des plages plus importantes sont considérées (au-delà de 2h). Nous ne sommes pas en mesure d'expliquer ces différences d'un point de vue physiologique.

Les volumes ingérés aux 2 buvées colostrales ou dans les 6 premières heures de vie (1,3L 1,4L et 1,5 en moyenne) paraissent insuffisants par rapport aux recommandations actuelles. Et bien qu'il soit décrit comme l'un des principaux facteurs influençant le transfert d'immunité passive chez le veau dans de nombreuses études, **aucun effet significatif du volume sur le DTIP** n'a été trouvé lors de l'analyse multivariée chez les veaux allaitants (une fois prise en compte la concentration en IgG). Cependant seul le volume de la 1<sup>ère</sup> buvée a été pris en compte et non pas la prise colostrale complète, la 2<sup>ème</sup> buvée étant trop peu souvent renseignée. Rappelons par ailleurs encore une fois que l'estimation du volume bu par tétée est sujette à caution. En revanche chez les veaux laitiers, nous retrouvons la corrélation positive de ce facteur à la première buvée colostrale, à l'ensemble des deux buvées colostrales et pour la prise colostrale dans les 6 premières heures de vie, avec la concentration plasmatique en IgG1 moyenne des veaux (analyse univariée).

**La prise colostrale par tétée est apparue fortement plus à risque de DTIP** que le biberonnage (significatif au seuil de DTIP de 15 g/L et de même tendance au seuil de 10 g/L). D'autres études ont mis en évidence l'effet positif sur le TIP d'une prise colostrale au biberon par rapport à la tétée, et le sondage n'apparaît pas plus à risque (BESSER et al. 1991). Le sondage reste marginal dans notre étude et le déséquilibre des effectifs rend les comparaisons difficiles.

**Les concentrations plasmatiques en IgG1 des veaux ont tendance à augmenter avec le rang de parité des mères**, et cette corrélation est significative chez les veaux allaitants issus de primipares par rapport aux parités supérieures. Cette relation se confirme à l'analyse multivariée avec un risque plus élevé d'avoir un défaut de TIP chez les veaux allaitants issus de primipares, une fois ajusté sur la concentration en IgG du colostrum (ou la masse d'IgG). Ce résultat s'oppose à ceux de MacFarlane et al. (2015) et Chigerwe et al. (2008) qui ne trouvent pas d'effet de la parité de la mère sur le TIP du veau. Les veaux allaitants ayant dans la majeure partie des cas reçu la première prise colostrale par tétée, on peut supposer que le volume réellement bu à la mamelle d'une primipare ait été inférieur à celui reçu de la part d'une multipare, sans que les éleveurs l'aient évalué correctement. D'autres effets, tel que le maternage, souvent meilleurs chez les multipares, pourraient entrer en jeu.

Les veaux allaitants issus de mises-bas non aidées ou peu aidées avaient des concentrations plasmatiques en IgG1 significativement supérieures à ceux issus de modalités de naissance plus difficiles dans l'analyse univariée. Cependant cet effet des **conditions de naissance** sur le défaut de transfert d'immunité passive (aux seuils de 10g/L et 15g/L) n'est pas retrouvé lors de l'analyse multivariée. Ceci rejoint les observations de Wittum et Perino (1995) mais contredisent celles de Waldner et Rosengren (2009), Ventorp et Michanek (1992) et Vasseur et al. (2009). Notre étude comptait une majorité de couples mères-veaux de race charolaise, dont les veaux sont lourds à la naissance et l'aide au vêlage est courante, particulièrement par césarienne. C'est pourquoi nous pouvons supposer que la bonne maîtrise technique de telles interventions par les vétérinaires et le suivi attentionné des veaux par les éleveurs ont pu contrecarrer l'effet des conditions de naissance.

### 3.4. Influence du transfert de l'immunité passive sur la survie des veaux

**Le taux de mortalité jusqu'à 150j d'âge est faible**, de 2,7% chez les veaux allaitants. Cependant les veaux qui ont été suivis ne sont pas forcément représentatifs de l'ensemble des veaux des élevages suivis. De plus, les informations dont nous disposons par la BDNI ne nous permettaient pas de savoir l'origine de la mort d'un veau (hors abattoir) et cette mort pourrait ne pas être en lien avec un défaut d'immunité passive (exemple : accident). Lors de notre analyse les **défauts de transfert d'immunité passive (aux seuils de 10g/L et 15g/L d'IgG1)**

**sont associés à une augmentation du risque de mortalité avant 150 jours.** Ceci conforte de nombreuses études, notamment celle de Wittum et Perino (1995) en conditions d'élevage allaitant, montrant que les veaux ayant un défaut de transfert d'immunité passive présentent une mortalité plus élevée (WITTUM et PERINO 1995; TYLER et al. 1998; TYLER et al. 1999).

---

## CONCLUSION

---

Les objectifs de cette étude étaient de décrire les modalités de transfert de l'immunité passive sur 261 couples mère-veau issus de 93 élevages français laitiers et allaitants afin d'évaluer l'influence de différents facteurs sur la concentration en immunoglobulines G1 du colostrum et sur la qualité du transfert de l'immunité passive. Par ailleurs nous avons étudié la relation entre un défaut de TIP et la mortalité des veaux dans les 150 premiers jours de vie.

La concentration en IgG1 moyenne des colostrums observée était particulièrement élevée, en raison de la grande proportion de vaches allaitantes dans l'échantillon. La situation de la qualité du transfert de l'immunité passive des veaux était en revanche plus mitigée avec des pourcentages élevés de veaux ayant un défaut de TIP (30,1% sous le seuil de 10g/L d'IgG et 45,4% sous le seuil de 15g/L). 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 IgG1 du colostrum. De même, la tétée naturelle, des faibles concentrations en IgG1 du colostrum ou des masses d'IgG1 colostrales ingérées insuffisantes ont été identifiées comme facteurs de risque d'un défaut de transfert de l'immunité passive du veau. En revanche, nous avons mis en évidence des effets significatifs aggravants de la parité de premier rang et de façon surprenante des délais de prise colostrale au-delà de 30 minutes, sans pouvoir en donner d'explication physiologique. Nous retrouvons également l'association du DTIP avec la mortalité à moyen terme (150j).

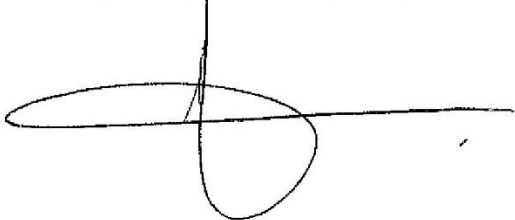
Plus d'études seraient nécessaires afin d'analyser les effets d'un défaut de transfert d'immunité passive sur la mortalité, la morbidité et les performances à long terme en élevage français. En augmentant la résistance des veaux vis-à-vis des maladies infectieuses, la maîtrise de la prise colostrale des veaux par les éleveurs s'inscrit dans le développement d'une agriculture durable et dans la réduction de l'utilisation des antibiotiques en production animale. Bien que la problématique de la qualité du transfert de l'immunité passive soit abordée depuis plusieurs décennies et ait fait l'objet de beaucoup de communications dans le monde de l'élevage, sa maîtrise, au regard des résultats de notre étude, semble encore loin d'être optimale et mérite encore d'être d'actualité.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussigné, **Fabien CORBIERE**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Esther QUAILE** intitulée « *Relation entre qualité du colostrum et transfert d'immunité passive en élevages bovins allaitants et laitiers : évaluation à partir de 250 cas.* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 13 novembre 2015  
Docteur Fabien CORBIERE  
Enseignant chercheur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

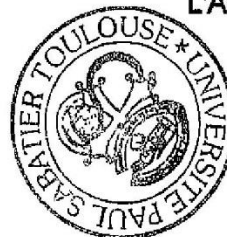



Vu :  
La Directrice de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Isabelle CHMITELIN



Vu : 16/11/15  
Le Président du jury :  
Professeur Louis BUJAN

Vu et autorisation de l'impression :  
Administrateur Provisoire de  
l'Université  
Paul Sabatier  
Monsieur Amal SAYAH  
L'Administrateur Provisoire



  
Amal SAYAH

Mlle Esther QUAILE  
a été admis(e) sur concours en : 2010  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 26/06/2014  
a validé son année d'approfondissement le : 05/03/2015  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ADAMS, G. D., L. J. BUSH, et al. (1985). "Two Methods for Administering Colostrum to Newborn Calves1." Journal of dairy science **68**(3): 773-775.
- AWADEH, F. T., R. L. KINCAID, et al. (1998). "Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves." Journal of animal science **76**(4): 1204-1215.
- BARRINGTON, G. M., T. E. BESSER, et al. (1997). "Expression of Immunoglobulin G1 Receptors by Bovine Mammary Epithelial Cells and Mammary Leukocytes." Journal of dairy science **80**(1): 86-93.
- BARRINGTON, G. M., T. E. BESSER, et al. (1997). "Effect of Prolactin on In Vitro Expression of the Bovine Mammary Immunoglobulin G1 Receptor." Journal of dairy science **80**(1): 94-100.
- BAUMRUCKER, C. R., A. M. BURKETT, et al. (2010). "Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum." Journal of dairy science **93**: 3031-3038.
- BEAM, A. L., J. E. LOMBARD, et al. (2009). "Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations." Journal of dairy science **92**: 3973-3980.
- BESSER, T. E., A. E. GARMEDIA, et al. (1985). "Effect of Colostral Immunoglobulin G1 and Immunoglobulin M Concentrations on Immunoglobulin Absorption in Calves." Journal of dairy science **68**(8): 2033-2037.
- BESSER, T. E., C. C. GAY, et al. (1991). "Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves." Journal of the American Veterinary Medical Association **198**(3): 419-422.
- BESSER, T. E., O. SZENCI, et al. (1990). "Decreased colostral immunoglobulin absorption in calves with postnatal respiratory acidosis." J Am Vet Med Assoc **196**(8): 1239-1243.
- BROOM, D. M. (1983). "Cow-calf and sow-piglet behaviour in relation to colostrum ingestion." Annales de recherches vétérinaires **14**(4): 342-348.
- BUSH, L. J., M. A. AGUILERA, et al. (1971). "Absorption of Colostral Immunoglobulins by Newborn Dairy Calves." Journal of dairy science **54**(10): 1547-1549.
- BUSH, L. J. and T. E. STALEY (1980). "Absorption of Colostral Immunoglobulins in Newborn Calves1." Journal of dairy science **63**(4): 672-680.
- CHIGERWE, M., D. M. COONS, et al. (2012). "Comparison of colostrum feeding by nipple bottle versus oroesophageal tubing in Holstein dairy bull calves." Journal of the American Veterinary Medical Association **241**(1): 104-109.
- CHIGERWE, M., J. W. TYLER, et al. (2008). "Frequency of detectable serum IgG concentrations in precolostral calves." American Journal of Veterinary Research **69**(6): 791-795.
- CHIGERWE, M., J. W. TYLER, et al. (2008). "Effect of colostrum administration by use of oroesophageal intubation on serum IgG concentrations in Holstein bull calves." American Journal of Veterinary Research **69**(9): 1158-1163.
- CHIGERWE, M., J. W. TYLER, et al. (2009). "Evaluation of factors affecting serum IgG concentrations in bottle-fed calves." Journal of the American Veterinary Medical Association **234**(6): 785-789.
- CONNELLY, M., D. P. BERRY, et al. (2014). "Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves." Journal of dairy science **97**: 6991-7000.
- DARDILLAT, J., G. TRILLAT, et al. (1978). "Colostrum immunoglobulin concentration in cows : relationship with their calf mortality and with the colostrums quality of their female offspring." Annales de Recherches Vétérinaires **3**: 375-384.

- DENISE, S. K., J. D. ROBISON, et al. (1989). "Effects of Passive Immunity on Subsequent Production in Dairy Heifers1." Journal of dairy science **72**(2): 552-554.
- DEVERY-POCIUS, J. E. and B. L. LARSON (1983). "Age and Previous Lactations as Factors in the Amount of Bovine Colostral Immunoglobulins1." Journal of dairy science **66**(2): 221-226.
- DEWELL, R. D., L. L. HUNGERFORD, et al. (2006). "Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves." Journal of the American Veterinary Medical Association **228**(6): 914-921.
- DONOVAN, G. A., I. R. DOHOO, et al. (1998). "Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA." Preventive Veterinary Medicine **34**(1): 31-46.
- FOLEY, J. A. and D. E. OTTERBY (1978). "Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: A review." Journal of dairy science **61**: 1033-1060.
- FURMAN-FRATCZAK, K., A. RZASA, et al. (2011). "The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth." Journal of dairy science **94**: 5536-5543.
- GAYRARD, V. (2007). "Physiologie de la reproduction des mammifères." Polycopié de cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse: 156-162.
- GODDEN, S., S. MCMARTIN, et al. (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. M., D. M. HAINES, et al. (2009). "Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed." Journal of dairy science **92**(4): 1758-1764.
- GRUSENMEYER, D. J., C. M. RYAN, et al. (2006). "Shortening the dry period from 60 to 40 days does not affect colostrum quality but decreases colostrum yield by Holstein cows." Journal of dairy science **89**(suppl 1): 336.
- GUATTEO, R., E. LE DREAN, et al. (2014). "Evaluation de différentes procédures de prélèvement pour évaluer la teneur en immunoglobulines G du colostrum chez la vache laitière et intérêt d'une première buvée contrôlée." Journées Nationales GTV - Reims 2014: 845-853.
- GULLIKSEN, S. M., K. I. LIE, et al. (2008). "Risk Factors Associated with Colostrum Quality in Norwegian Dairy Cows." Journal of dairy science **91**(2): 704-712.
- GUY, M. A., T. B. MCFADDEN, et al. (1994). "Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows." Journal of dairy science **77**(10): 3002-3007.
- HAINES, D. M. and S. M. GODDEN (2011). "Short communication: Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. III. Effect of artificial mothering." Journal of dairy science **94**(3): 1536-1539.
- HODGINS, D. C. and P. E. SHEWEN (1996). "Preparturient vaccination to enhance passive immunity to the capsular polysaccharide of *Pasteurella haemolytica* A1." Veterinary Immunology and Immunopathology **50**(1-2): 67-77.
- HOUGH, R. L., F. D. MCCARTHY, et al. (1990). "Influence of nutritional restriction during late gestation on production measures and passive immunity in beef cattle." Journal of animal science **68**: 2622-2627.
- JASTER, E. H. (2005). "Evaluation of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding on Immunoglobulin G1 Absorption in Jersey Calves." Journal of dairy science **88**: 296-302.
- JOCHIMS, K., F. J. KAUP, et al. (1994). "An immunoelectron microscopic investigation of colostrum IgG absorption across the intestine of newborn calves." Research in Veterinary Science **57**(1): 75-80.
- JOHNSON, J. L., S. M. GODDEN, et al. (2007). "Effects of Feeding Heat-Treated Colostrum on Passive Transfer of Immune and Nutritional Parameters in Neonatal Dairy Calves." Journal of dairy science **90**(11): 5189-5198.

- JONES, C. M., R. E. JAMES, et al. (2004). "Influence of Pooled Colostrum or Colostrum Replacement on IgG and Evaluation of Animal Plasma in Milk Replacer." Journal of dairy science **87**(6): 1806-1814.
- KEHOE, S. I., B. M. JAYARAO, et al. (2007). "A Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms." Journal of dairy science **90**(9): 4108-4116.
- KOVALCIK, K., M. KOVALCIKOVA, et al. (1980). "Comparison of the behaviour of newborn calves housed with the dam and in the calf house." Applied Animal Ethology **6**(4): 377-380.
- LARSON, B. L., H. L. HEARY, Jr., et al. (1980). "Immunoglobulin Production and Transport by the Mammary Gland." Journal of dairy science **63**(4): 665-671.
- LATEUR-ROWET, H. J. M. and H. J. BREUKINK (1983). "The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves." Veterinary Quarterly **5**(2): 68-74.
- LEVIEUX, D. and A. OLLIER (1999). "Bovine immunoglobulin G, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post-partum period." Journal of dairy research **66**(3): 421-430.
- MACFARLANE, J. A., D. H. GROVE-WHITE, et al. (2015). "Identification and quantification of factors affecting neonatal immunological transfer in dairy calves in the UK." Veterinary Record: 1-7.
- MAILLARD, R. (2006). "Le transfert de l'immunité colostrale chez le veau." Le Point Vétérinaire, numéro spécial : reproduction des ruminants : gestation, néonatalogie et post-partum **37**: 110-114.
- MANGIN, S. (2002). Transfert d'immunité colostrale chez le veau (étude bibliographique). Créteil, Faculté de médecine. **Doctorat vétérinaire**.
- MATTE, J. J., C. L. GIRARD, et al. (1982). "Absorption of Colostral Immunoglobulin G in the Newborn Dairy Calf1." Journal of dairy science **65**(9): 1765-1770.
- MAUNSELL, F. P., D. E. MORIN, et al. (1998). "Effects of Mastitis on the Volume and Composition of Colostrum Produced by Holstein Cows." Journal of dairy science **81**(5): 1291-1299.
- MCGUIRK, S. M. and 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., S. GODDEN, et al. (2006). "Heat treatment of bovine colostrum. I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level." Journal of dairy science **89**: 2110-2118.
- MOORE, M., J. W. TYLER, et al. (2005). "Effect of delayed colostrum collection on colostrum IgG concentration in dairy cows." Journal of the American Veterinary Medical Association **226**(8): 1375-1377.
- MORIN, D. E., S. V. NELSON, et al. (2010). "Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows." Journal of the American Veterinary Medical Association **237**(4): 420-428.
- MORRILL, K. M., E. CONRAD, et al. (2012). "Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States." Journal of dairy science **95**(7): 3997-4005.
- MULLER, L. D. and D. K. ELLINGER (1981). "Colostrum Immunoglobulin Concentrations Among Breeds of Dairy Cattle." Journal of dairy science **64**(8): 1727-1730.
- ODDE, K. J. (1988). "Survival of the neonatal calf." Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice **4**: 501-508.
- OLSON, D. P., C. J. PAPASIAN, et al. (1980). "The effects of cold stress on neonatal calves. II. Absorption of colostrum immunoglobulins. ." Canadian Journal of Comparative Medicine **44**(1): 19-23.

- PERINO, L. J., T. E. WITTUM, et al. (1995). "Effects of various risk factors on plasma protein and serum immunoglobulin concentrations of calves at postpartum hours 10 and 24." American Journal of Veterinary Research **56**(9): 1144-1148.
- PRITCHETT, L. C., C. C. GAY, et al. (1991). "Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows1." Journal of dairy science **74**(7): 2336-2341.
- QUIGLEY, J. D., III, K. R. MARTIN, et al. (1994). "Immunoglobulin Concentration, Specific Gravity, and Nitrogen Fractions of Colostrum from Jersey Cattle1." Journal of dairy science **77**(1): 264-269.
- RASTANI, R. R., R. R. GRUMMER, et al. (2005). "Reducing Dry Period Length to Simplify Feeding Transition Cows: Milk Production, Energy Balance, and Metabolic Profiles." Journal of dairy science **88**(3): 1004-1014.
- REITER, B. (1978). "Review of nonspecific antimicrobial factors in colostrum." Annales de Recherches Vétérinaires **9**(2): 205-224.
- ROBISON, J. D., G. H. STOTT, et al. (1988). "Effects of Passive Immunity on Growth and Survival in the Dairy Heifer." Journal of dairy science **71**(5): 1283-1287.
- ROY, J. H. B. (1980). "Factors Affecting Susceptibility of Calves to Disease." Journal of dairy science **63**(4): 650-664.
- SELMAN, I. E., A. D. MCEWAN, et al. (1970). "Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post-partum. II. Behavioural studies (calves)." Animal Behaviour **18**: 284-289.
- SELMAN, I. E., A. D. MCEWAN, et al. (1971). "Absorption of immune lactoglobulin by newborn dairy calves. Attempts to produce consistent immune lactoglobulin absorptions in newborn dairy calves using standardised methods of colostrum feeding and management." Research in Veterinary Science **12**(3): 205-210.
- SELMAN, I. E., A. D. MCEWAN, et al. (1971). "Studies on dairy calves allowed to suckle their dams at fixed times post partum." Research in Veterinary Science **12**: 1-6.
- SERIEYS, F., Ed. (1993). Le colostrum de vache, bien le connaître pour mieux l'utiliser, SmithKline Beecham.
- SHOSHANI, E., S. ROZEN, et al. (2014). "Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows." Journal of dairy science **97**(5): 2909-2922.
- SMITH, B. P. (2009). Large animal internal medicine, Mosby Elsevier: 248-251.
- SMITH, G. W., M. L. ALLEY, et al. (2014). "Passive Immunity Stimulated by Vaccination of Dry Cows with a Salmonella Bacterial Extract." Journal of Veterinary Internal Medicine **28**(5): 1602-1605.
- SNODGRASS, D. R., K. J. FAHEY, et al. (1980). "Passive immunity in calf rotavirus infections: maternal vaccination increases and prolongs immunoglobulin G1 antibody secretion in milk." Infection and Immunity **may**: 344-349.
- SNODGRASS, D. R., L. K. NAGY, et al. (1982). "Passive immunity in calf diarrhea: vaccination with K99 antigen of enterotoxigenic Escherichia coli and rotavirus." Infection and Immunity **37**(2): 586-591.
- STOTT, G. H., D. B. MARX, et al. (1979). "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves I. Period of Absorption." Journal of dairy science **62**(10): 1632-1638.
- STOTT, G. H., D. B. MARX, et al. (1979). "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves II. The Rate of Absorption1." Journal of dairy science **62**(11): 1766-1773.
- STOTT, G. H., D. B. MARX, et al. (1979). "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. III. Amount of Absorption1." Journal of dairy science **62**(12): 1902-1907.
- STOTT, G. H., D. B. MARX, et al. (1979). "Colostrum Immunoglobulin Transfer in Calves. IV. Effect of Suckling1." Journal of dairy science **62**(12): 1908-1913.
- STOTT, G. H. and E. J. REINHARD (1978). "Adrenal Function and Passive Immunity in the Dystocial Calf1." Journal of dairy science **61**(10): 1457-1461.

- STOTT, G. H., F. WIERSMA, et al. (1976). "Influence of Environment on Passive Immunity in Calves1." Journal of dairy science **59**(7): 1306-1311.
- SWECKER, W. S., C. D. THATCHER, et al. (1995). "Effect of selenium supplementation on colostrum IgG concentration in cows grazing selenium-deficient pastures and on postsuckle serum IgG concentration in their calves." American Journal of Veterinary Research **56**(4): 450-453.
- TROTZ-WILLIAMS, L. A., K. E. LESLIE, et al. (2008). "Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices." Journal of dairy science **91**: 3840-3849.
- TYLER, J. W., H. D. D., et al. (1999). "Partitioning the Mortality Risk Associated with Inadequate Passive Transfer of Colostrum Immunoglobulins in Dairy Calves." Journal of Veterinary Internal Medicine **13**: 335-337.
- TYLER, J. W., D. D. HANCOCK, et al. (1998). "Use of Serum Protein Concentration to Predict Mortality in Mixed-Source Dairy Replacement Heifers." Journal of Veterinary Internal Medicine **12**(2): 79-83.
- VASSEUR, E., J. RUSHEN, et al. (2009). "Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat?" Journal of dairy science **92**(8): 3915-3921.
- VEIRA, D. M., N. CHAPINAL, et al. (2011). "Short communication: Does the presence of the cow influence the absorption of immunoglobulins by the neonatal dairy calf?" Canadian Journal of animal science **91**: 349-352.
- VENTORP, M. and P. MICHANEK (1992). "The Importance of Udder and Teat Conformation for Teat Seeking by the Newborn Calf." Journal of dairy science **75**(1): 262-268.
- Veterinary Services (2010). Passive Transfer Status of Heifer Calves on U.S. Dairies, 1991–2007. A. P. H. I. S. United States Department of Agriculture. Fort Collins, Colorado.
- VOGELS, Z., G. M. CHUCK, et al. (2013). "Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: prevalence and risk factors." Australian Veterinary Journal **91**(4): 150-158.
- WALDNER, C. L. and L. B. ROSENGREN (2009). "Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes." Canadian Veterinary Journal **50**: 275-281.
- WEAVER, D. M., J. W. TYLER, et al. (2000). "Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves." Journal of Veterinary Internal Medicine **14**: 569-577.
- WELLS, S. J., D. A. DARGATZ, et al. (1996). "Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States." Preventive Veterinary Medicine **29**(1): 9-19.
- WINDEYER, M. C., K. E. LESLIE, et al. (2014). "Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age." Preventive Veterinary Medicine **113**(2): 231-240.
- WITTUM, T. E. and L. J. PERINO (1995). "Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performances of calves." American Journal of Veterinary Research **56**(9): 1149-1154.

Toulouse 2015

**NOM** : QUAILE

**PRENOM** : Esther

**TITRE** : Relation entre qualité du colostrum et transfert d'immunité passive en élevages bovins allaitants et laitiers : évaluation à partir de 250 cas

**RESUME** :

Chez les bovins, la placentation épithéliochoriale rend indispensable une prise colostrale précoce et de qualité afin d'assurer un bon transfert d'immunité passive, gage de survie chez le veau. Les objectifs de ce travail étaient de décrire les modalités de transfert de l'immunité passive (TIP) sur 261 couples mères-veaux dans 93 élevages français laitiers et allaitants afin d'évaluer l'influence de différents facteurs sur la concentration en immunoglobulines G1 (IgG1) du colostrum et sur la qualité du TIP.

La concentration moyenne en IgG1 des colostrums de première traite était particulièrement élevée ( $100,9 \pm 2,9$  g/L,  $78,93 \pm 5,6$  g/L pour les vaches laitières et  $107,8 \pm 3,3$  g/L pour les vaches allaitantes), avec peu de colostrums faiblement concentrés (11,2% < 50g/L IgG1 ; 30,9% chez les vaches laitières, 5,3% chez les vaches allaitantes). La situation du transfert de l'immunité passive des veaux est apparue cependant plus mitigée avec 30,1% des veaux sous le seuil de 10g/L d'IgG1 plasmatiques et 45,4% sous le seuil de 15g/L. Le type racial et la parité de la mère avaient une influence significative sur la concentration en IgG1 du colostrum. La concentration du colostrum en IgG1 et la masse d'IgG1 colostrales ingérées étaient positivement corrélées à la qualité du TIP. A l'inverse, la tétée naturelle est apparue comme un facteur de risque majeur de défaut de TIP, de même que le fait que la vache soit une primipare ou que la première buvée ait lieu au-delà de 30 min après la naissance. Nos résultats confirment également l'influence significative d'un défaut de TIP sur la mortalité de veaux à moyen terme (150j).

**MOTS-CLEFS** : colostrum, transfert de l'immunité passive, immunoglobulines, mortalité

---

**TITLE**: Relationship between quality of colostrum and transfer of passive immunity in beef and dairy cattle: evaluation from 250 field cases

**ABSTRACT**:

In cattle the syndesmochorial type of placentation involves a good quality and early intake of colostrum to provide the calf with an adequate transfer of passive immunity (TPI). The aims of this study were to describe TPI within 261 dam to calf pairs from 93 dairy and beef French herds, in order to evaluate the influence of several factors on colostrum immunoglobulins G1 (IgG1) concentration and on TPI quality.

The mean colostrum IgG1 concentration was high ( $100,9 \pm 2,9$  g/L,  $78,93 \pm 5,6$  g/L in dairy cows and  $107,8 \pm 3,3$  g/L in beef cows), with few low concentrated colostrums (11,2% < 50g/L IgG1 ; 30,9% in dairy cows and, 5,3% in beef ones). However, 30,1% and 45,4% of calves had plasma IgG1 concentration under 10 g/L and 15 g/L thresholds, respectively. Breed's type and parity of the dam were shown to have a significant influence on colostrum IgG1 concentration. Colostrum IgG1 concentration and colostrum IgG1 mass intake were positively correlated with TIP quality in calves. Conversely natural suckling, primiparous cows and colostrum intake later than half an hour after birth were at risk for failure of TIP. We evidenced, moreover, that failure of TPI was associated with higher medium-term mortality (150j).

**KEYWORDS**: colostrum, transfer of passive immunity, immunoglobulins, mortality