

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Institut des sciences vétérinaire

Département de Santé Animale

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire

Sous le thème

*Variabilité De La Concentration En Immunoglobulines G Du
Colostrum De Brebis Et Conséquences Sur La Survie Précoce De
L'agneau*

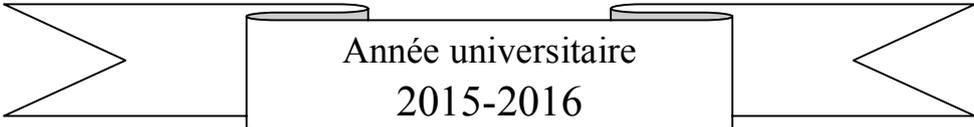
Présenté par:

Melle. GUEDIRI Khadidja

Melle. DJIDI Imane

Encadré par:

Dr. Ayad Mohamed Amine



Année universitaire
2015-2016

Remerciement

Je remercie **allah** (الله عز وجل) de m'avoir donné le courage la patience et par-dessus de tous la santé de mener à réaliser ce modeste travail.

Je tiens à exprimé ma reconnaissance et mes très vifs remerciements à mon professeur encadrant **Ayad Mohamed Amine** (enseignant à la faculté des sciences vétérinaires) pour l'honneur qui ma fait en acceptant que je travaille sous sa direction. Qu'il me soit permis de lui témoigné ma très haute considération, pour son soutien, son encadrement, ses conseils précieux, ses qualités humains qui m'ont permis de travailler dans un cadre agréable et professionnel. J'espère que mon travail sera à la hauteur de sa confiance.

Je voudrais remercie très sincèrement **Dr mekki mohamed** amine pour son aide, ses conseils et son orientation durant mon stage.

Aucun mot ne suffira pour remercier mon oncle **bouaissi amar et sa famille** pour son intérêt, son soutien depuis ces 5 années.sa gentillesse et son sens profond de l'humanité m'ont beaucoup impressionné.

J'adresse mes plus vifs remerciements à monsieur **Derrar Sofiane**, pour l'enthousiasme avec lequel il nous a orienté durant notre travail, sa gentillesse, et son sens profond de l'humanité.

Je remercie vivement ma sœur **kamir souad** pour son aide durant ces années.

Mes remerciements vont également vers tous ceux qui m'ont permis de mener à bien mon travail : les collègues de l'institut vétérinaire de la promotion 2016 et mes amis (**Djidi Imane Kamir Souad, Hocine Fatima, Bouzid Amel**).

Enfin, j'exprime toute ma reconnaissance envers mes proches, qui ont eu la tâche ardue de me supporter pendant ces 5 années parfois entrecoupées de moments difficiles ! Mes parents, pour leur soutien logistique et moral continu, je leur suis infiniment redevable.

Ma famille : pour leur aide inestimable: sans eux mon travail aurait été beaucoup plus difficile.

Khadidja-Imane

Dédicace

Avec un très grand amour et beaucoup de respect, je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère : pour sa tendresse, son éducation, son assistance et les conseils prodigués tout au long de mes études et du chemin déjà parcouru pour tous les sacrifices

Que tu as consenti pour notre bien-être, et bien plus encore reconnaissante et redevable j'espère toujours me montrer à la hauteur de ton investissement et de tes attentes.

A ma très chère père : qui m'a tout donné sans retenue et qui m'a tout le temps encouragé avec patience pendant mes longues années d'étude, en témoignage de mon affection et ma reconnaissance pour tous les sacrifices qu'il m'a consenti. aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude, mon amour et mon profond respect.

Sans vous je ne suis rien.....merci pour tous.

A mes sœurs : Nouria, Fatima, Faiza, Khadidja que j'aime plus au monde et ma très chère sœur : Mokhtaria à qui je souhaite une vie heureuse.

A mon frère : Abderrahmane, que j'aime, et à qui je souhaite une meilleure réussite.

A mon gendre : Belouadi Tayeb, je n'oublierai jamais son aide précieuse, ses conseils et ses encouragements.

A mes meilleurs amis : Bouzid Amel, Hocine Fatima, Kamir Souad, Guediri Khadidja.

A toute ma famille, et tous qui sont mes chères.

Djidi Imane

Dédicace

Avec un très grand amour et beaucoup de respect, je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère, pour sa tendresse, son éducation, son assistance et les conseils prodigués tout au long de mes études et du chemin déjà parcouru pour tous les sacrifices que tu as consenti pour notre bien-être, et bien plus encore reconnaissante et redevable J'espère toujours me montrer à la hauteur de ton investissement et de tes attentes

A mon très chère père : qui m'a tout donné sans retenue et qui m'a tout le temps encouragé avec patience pendant ma longue année d'étude, en témoignage de mon affection et Ma reconnaissance pour tous les sacrifices qu'il m'a consenti .aucune dédicace ne serait exprimer ma gratitude, mon amour et mon profond respect.

Sans vous je ne suis rien.....merci pour tous.

A ma chère sœur: amina et **mes frères** : mohamed et hamza, que j'aime plus que tout au monde, et à qui je souhaite une meilleure réussite.

A mes meilleurs amis : Djidi Imane , Kamir Souad, Hocine Fatima, Bouzid Amel .merci pour tous nos bon moments passé ensemble, pour le courage qu'elles ont de vivre avec moi.

A toute ma familles, et tout qui sont mes chères.

Guediri khadidja

TABLE DES ABREVIATIONS

Ig = Immunoglobuline

Fc = fragment de cristallisation

Ac = Anticorps

Ag = Antigène

GGT = gamma-glutamyl transferase

NEC = Note d'Etat Corporel

MG = Matière Grasse

MP = Matière Protéique

TIP = Transfert de l'Immunité Passive

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|---------------------|--|-------------|
| Tableau 01 : | Composition du colostrum et du lait de vache..... | P 06 |
| Tableau 02 : | Composition du colostrum et du lait de vache..... | P 06 |
| Tableau 03 : | Composition protéique du lait et du colostrum de vache..... | P 07 |
| Tableau 04 : | Minéraux et vitamines dans le colostrum et le lait de vache..... | P 07 |
| Tableau 05 : | Propriétés physiques des principales classes d'Ig chez l'homme... | P 09 |
| Tableau 06 : | Répartition moyenne des Ig (en g/L) dans le colostrum et le lait des ovins | P 12 |
| Tableau 07 : | Moyennes et écart-type des immunoglobulines G selon le numéro de la lactation..... | P 22 |
| Tableau 08 : | Moyennes et écart-type des immunoglobulines G selon le numéro de la lactation..... | P 22 |
| Tableau 09 : | Evaluation qualitative du colostrum de vache..... | P 32 |
| Tableau 10 : | Ordre de grandeur des apports à préconiser pour une vache gestante pendant la période de tarissement (animal/jour)..... | P 37 |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| Remerciements | 01 |
| Dédicace | |
| Liste d'abréviations | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | 01 |
| Partie bibliographique | |
| Chapitre I: LE COLOSTRUM | |
| A. Rôle du colostrum pour l'agneau nouveau-né | 03 |
| A.1. Rôle énergétique | 03 |
| A.2. Rôle immunitaire | 03 |
| A.2.a. Protection systémique | 03 |
| A.2.b. Protection locale | 04 |
| B. Définition et composition | 05 |
| B.1. Définition | 05 |
| B.2. Composition | 05 |
| B.2.a. Composition générale | 06 |
| B.2.b. Composition protéique spécifique du colostrum | 06 |
| B.2.c. Composition en minéraux et vitamines | 07 |
| B.3. Les immunoglobulines colostrales | 08 |
| B.3.a Généralités | 08 |
| B.3.b Les immunoglobulines G | 09 |
| B.3.c Les immunoglobulines A | 10 |
| B.3.d Les immunoglobulines M | 11 |
| B.3.e Les immunoglobulines E | 11 |
| B.3.f Répartition des immunoglobulines dans le colostrum | 12 |
| B.3.g Les propriétés biologiques et immunologiques des immunoglobulines | 13 |
| B.3.h Récepteurs Fc | 14 |
| B.3.i Formation du colostrum dans la glande mammaire | 14 |
| B.3.j Transsudation et translocation des immunoglobulines maternelles | 14 |
| B.3.k Synthèse locale des immunoglobulines dans la glande mammaire et excrétion | 16 |
| B.3.l Rôle des hormones | 18 |
| C. Facteurs de la variation de la composition du colostrum | 20 |
| C.1. Facteurs de variation de la composition et de la qualité du colostrum | 20 |
| C.1.a La race | 20 |
| C.1.b L'Age de la mère | 21 |
| C.1.c L'état sanitaire des mères | 22 |
| C.1.d Influence de la saison et de la température | 23 |
| C.1.e Influence du régime alimentaire en prévélagé | 23 |
| Chapitre II : LE TRANSFERT DE L'IMMUNITE PASSIVE CHEZ L'AGNEAU | |
| A. Le transfert colostrale | 26 |
| A.1. Définition et importance du transfert colostrale | 26 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| A.2. | Absorption des immunoglobulines chez le nouveau-né..... | 27 |
| A.3. | Méthodes de distribution de colostrum chez l'agneau..... | 28 |
| B. | Evaluation et optimisation du transfert colostrale..... | 29 |
| B.1. | Techniques d'évaluation de la qualité et du transfert colostrale..... | 29 |
| B.1.a) | Techniques de mesure de la qualité du colostrum chez la mère..... | 29 |
| B.1.a).1 | Mesure spécifique..... | 29 |
| B.1.a).1.a | L'immunodiffusion radiale en gélose..... | 29 |
| B.1.a).1.b | Test E. L. I. S. A..... | 31 |
| B.1.a).2 | Mesure non spécifique..... | 31 |
| B.1.a).2.a | Le pèse colostrum ou colostromètre..... | 31 |
| B.1.a).2.b | Le dosage des protéines au réfractomètre..... | 32 |
| B.1.b) | Mesure de la qualité du transfert chez l'agneau..... | 34 |
| B.1.b).1 | Mesure spécifique..... | 34 |
| B.1.b).1.a | Dosage des immunoglobulines plasmatiques... | 34 |
| B.1.b).2 | Mesure non spécifique..... | 34 |
| B.1.b).2.a | Dosage des protéines totales plasmatiques par réfractométrie..... | 34 |
| B.1.b).2.b | Dosage de la gamma-glutamyl transférase | 34 |
| | CHAPITRE III : OPTIMISATION DU TRANSFERT COLOSTRAL | 36 |
| A. | Amélioration de la qualité du colostrum produit par la mère..... | 37 |
| A.1 | Etat sanitaire de la mère..... | 37 |
| A.2 | Vaccination de la mère..... | 38 |
| B. | Amélioration de la prise du colostrum par l'agneau..... | 39 |
| B.1 | Trier les bons et les mauvais colostrums..... | 39 |
| B.2 | Délai entre la naissance et la prise colostrale..... | 39 |
| B.3 | Quantité de colostrum ingérée..... | 40 |
| | Partie expérimentale | |
| 1. | Matériels et méthodes | 42 |
| 1.1. | La station d'élevage | 42 |
| 1.1.1. | Situation géographique et présentation de l'exploitation | 42 |
| 1.1.2 | Les animaux | 42 |
| 1.2. | Enregistrements sur les mères | 43 |
| 1.2.1. | Mise-bas | 43 |
| 1.2.2. | Evaluation de la mamelle | 43 |
| 1.2.3. | Note d'Etat Corporel | 43 |
| 1.2.4. | Prélèvement de colostrum | 44 |
| 1.3. | Enregistrements sur les agneaux | 44 |
| 1.3.1. | Marquage et identification | 44 |
| 1.3.2. | Prélèvement de sang et pesée | 45 |
| 2. | Résultats | 45 |
| 2.1. | Descriptif de l'échantillon d'étude | 45 |
| 2.1.1. | Répartition dans le temps des mise-bas | 45 |
| 2.1.2. | Age des mères | 46 |
| 2.1.3. | Notes d'Etat Corporel à l'agnelage | 46 |
| 2.1.4. | Taille de la portée | 47 |
| 2.1.5. | Durée de la mise-bas | 47 |
| 2.1.6. | Les agneaux | 48 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.2.1 | Concentration des IgG du colostrum de brebis | 50 |
| 2.2.2 | Influence de l'âge des brebis sur la concentration en IgG du colostrum | 50 |
| 2.2.3 | Influence de la note d'état corporel des brebis sur la concentration en IgG du colostrum | 51 |
| 2.3. | Discussion | 52 |
| | CONCLUSION | 53 |
| | Références bibliographiques | 54 |
| | Annexe | 58 |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Chez les ruminants en général, y compris les ovins, le type de placenta ne permet pas le passage transplacentaire d'immunoglobulines (anticorps) entre la mère et le jeune pendant la gestation.

Le jeune naît donc dépourvu d'anticorps et donc incapable de se défendre vis-à-vis des agressions microbiennes. Son système immunitaire opérationnel mais immature ne lui permet de développer qu'une réponse primaire avec une phase de latence mise à profit par les pathogènes systémiques ou muqueux ; sa survie dépend alors de l'ingestion de facteurs immunitaires contenus dans le colostrum et le lait, ainsi que d'autres facteurs non immunitaires comme les composants antimicrobiens, anti-inflammatoires et immuno-modulateurs (**SALMON et al. 2009**); et l'ingestion d'une quantité adéquate d'immunoglobulines colostrales durant les vingt-quatre premières heures de vie réduit le risque de morbidité et de mortalité chez les veaux nouveau-nés (**WITTUMTE, PERINOLJ. 1995**).

L'agneau nouveau-né a donc besoin de l'ingestion et l'absorption des immunoglobulines contenues dans le colostrum maternel qui sont essentiels pour l'établissement de son immunité passive. Cette immunité passive lui assure une protection suffisante pour lutter contre les infections durant les premiers mois de sa vie (**DONOVAN GA, DOHOOIR, MONTGOMERYDM, BENNETTFL. 1998**).

Chapitre I:

LE COLOSTRUM

I. LE COLOSTRUM

A. Rôle du colostrum pour l'agneau nouveau-né

1. Rôle énergétique

Avec une teneur en matière sèche élevée (25%), et une digestibilité supérieure à 90%, le colostrum fournit des agents nutritifs en quantité importante. Cette énergie sert notamment à la thermorégulation du veau né dans un environnement froid.

L'excellente valeur alimentaire du colostrum garantit un apport énergétique suffisant, même avec environ 1 litre par jour. A volume égal, le colostrum de 1ère traite apporte 2 fois plus d'énergie que le lait, malgré une concentration en lactose inférieure. (NARDONE A, et.al. 1997).

2. Rôle immunitaire

a) Protection systémique

Les protéines colostrales présentes dans la lumière de l'intestin du nouveau-né sont absorbées durant les 24-36 h post-natales par transcytose dans les entérocytes immatures, sous forme de vésicules (BAINTNER 2007). Ce mode de transport des IgG/IgG1 est efficace tout au long de l'intestin mais non spécifique, en dépit de la présence des récepteurs FcRn sur les cellules épithéliales intestinales (MAYER et al. 2002).

Une quantité élevée de protéines colostrales dont les IgG, IgM et IgA (monomérique et dimérique -95%- et IgA sécrétoires -5%-) se retrouvent dans le sang du nouveau-né. Les Ig en sont éliminées plus ou moins rapidement selon leur isotype: la moitié des IgG est éliminée en 15 jours, la moitié des IgM et des IgA, en trois jours et en 36 h (BAINTNER 2007). Plus le niveau d'anticorps d'isotype IgG dans le colostrum est élevé, plus leur concentration dans le sang circulant sera grande et la protection systémique sera longue. Quoique le mécanisme de transcytose ne soit pas compris dans ses détails, il est amplifié par des facteurs présents dans le colostrum et inhibé lors d'inflammation de l'intestin (JENSEN et al. 2001; DANIELSEN et al. 2006).

Le colostrum de brebis présente un nombre de leucocytes très variable avec une prédominance de polynucléaires neutrophiles (41-84%), 8 à 49% de macrophages et seulement 6-11% de lymphocytes (LEE & OUTERRIDGE, 1981). L'absorption intestinale des cellules colostrales a été

démontrée après administration dans l'estomac de porcelets et d'agneaux de cellules marquées par le technétium ou par un fluorochrome. Seules, les cellules vivantes sont absorbées. Après avoir traversé l'épithélium du duodénum et du jéjunum, les lymphocytes colostraux gagnent par la lymphe le ganglion mésentérique, puis se disséminent dans l'organisme par voie sanguine: ils stimuleraient les cellules présentatrices d'antigène et la réponse lymphocytaire (**WILLIAMS 1993 ; TUBOLY et al. 1995 ; REBER et al. 2006**).

Chez l'agneau l'absorption des IgG à travers la barrière intestinale semble être un processus non spécifique (**SAWYER et al 1977**) sans sélection d'isotype, ce qui explique que le profil en Ig sérique soit semblable à celui du colostrum, et suite à l'ingestion précoce par le nouveau-né de quantités suffisantes d'Ig colostrales et après que 10 à 30% de ces dernières ont traversé sans dommage la barrière intestinale pour se retrouver intactes dans sa circulation, les concentrations sériques en Ig sont dès la 24^{ème} heure de vie supérieures ou égales à celles de la mère (**MILON, 1986**).

b) Protection locale

Les protéines colostrales après leur passage dans le sang du nouveau-né peuvent, par ailleurs, assurer une protection des muqueuses par leur transcytose, inverse, dans le sens sang- lumière; chez le veau, des concentrations élevées d'IgG1 colostrales dans le sang permettent d'utiliser le récepteur FcRn de l'épithélium intestinal pour passer dans la lumière intestinale, même plusieurs jours après la naissance; si ces Ig sont spécifiques d'un pathogène, elles restreignent sa multiplication, protégeant par exemple le jeune de la diarrhée par rotavirus (**BESSER et al. 1988**). De même chez le porcelet, les IgA dimériques sont transportées dans les cellules épithéliales des voies aériennes supérieures grâce au récepteur pIgR pour lutter contre les pathogènes respiratoires.

Les éléments "non nutritionnels" du colostrum garantissent localement au niveau de l'intestin une protection contre les virus, bactéries ou parasites (**BRUGERE, 1989**), et ils jouent également un rôle majeur au niveau du tube digestif après la naissance: développement des villosités intestinales, (**GUILLOTEAU et al, 1997**) différenciation morphologique intestinale (**KÜN e et al, 2000**), stimulation des sécrétions pancréatiques (**RAUPRICH et al, 2000**).

B. Définition et composition et immunoglobulines colostrales

1. Définition

Le colostrum est défini comme la première sécrétion de la mamelle juste à la naissance ; généralement de couleur miel, jaune et visqueux, il représente les sécrétions accumulées lors des dernières semaines de la gestation avec des protéines transportées sélectivement du sang.

Pour certains auteurs (**SALMON, 1999**), le colostrum représente les sécrétions accumulées dans la mamelle durant les dernières semaines de la gestation, enrichies des protéines, qui ont transsudé du sang sous l'influence des œstrogènes et de la progestérone.

Pour d'autres (**FOLEY, et al. 1978**), le colostrum est « le mélange de sécrétions lactées et de constituants du sérum sanguin, qui s'accumulent dans la glande mammaire pendant la période sèche et qui peut être récolté immédiatement avant ou après la parturition.

Pour (**LEVIEUX, 1984**), qui s'intéresse sur tout à l'immunité procurée par le colostrum, il s'agit uniquement du produit de la première traite. Pour (**FOLEY, et al, 1978**), qui s'intéressent au surplus de colostrum non commercialisable, la définition s'étend alors au mélange des six premières traites.

2. Composition

Le colostrum se diffère d'une espèce à l'autre, et se distingue généralement du lait par son aspect et ses propriétés. Le colostrum contient un fort taux de protéines, relie a un extrait sec et une densité bien plus élèves que dans le lait. De plus, son taux de cendres brutes est, en moyenne, supérieur à celui du lait.

Si l'on s'intéresse à l'évolution de la composition du produit de la sécrétion mammaire au fil des jours à partir de la mise-bas, on constate que chez les bovins, la matière grasse et les cendres brutes diminuent, alors que le taux de lactose augmente.

a) Composition générale

Tableau 1: Composition du colostrum et du lait de vache (SERIEYS, 1993).

| | Colostrum de vache | Lait de vache |
|--------------------------|--------------------|---------------|
| DENSITE %00 | 1, 060 | 1, 032 |
| MATIERES GRASSES (g/kg) | 50 | 39 |
| LACTOSE (g/kg) | 30 | 49 |
| PROTEINES TOTALES (g/kg) | 140 | 31 |
| CASEINE (g/kg) | 48 | 25 |
| VITAMINE A (UI/L) | 10000 | 1000 |
| VITAMINE E (mg/l) | 10 | 1 |
| MAGNESIUM (g/kg) | 0. 4 | 0. 12 |
| ZINC (mg/kg) | 12 | 3. 6 |
| SELENIUM (mg/kg) | 0. 05 | 0. 02 |

Tableau2: Composition du colostrum et du lait de vache, d'après FOLEY et al, 1978 et MANGIN, 2002.

| | COLOSTRUM (Jours post partum) | | | | | LAIT |
|-----------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| | 1 ^{er} | 2 ^{ème} | 3 ^{ème} | 4 ^{ème} | 5 ^{ème} | |
| Densité | 1, 056 | 1, 040 | 1, 035 | 1, 033 | 1, 033 | 1, 032 |
| Matière sèche(%) | 23, 9 | 17, 9 | 14, 1 | 13, 9 | 13, 6 | 12, 9 |
| Matières grasses (%) | 6, 7 | 5, 4 | 3, 9 | 4, 4 | 4, 3 | 4, 0 |
| Protéines totales (%) | 14, 0 | 8, 4 | 5, 1 | 4, 2 | 4, 1 | 3, 1 |
| Lactose(%) | 2, 7 | 3, 9 | 4, 4 | 4, 6 | 4, 7 | 5, 0 |
| Cendres brutes(%) | 1, 11 | 0, 95 | 0, 87 | 0, 82 | 0, 81 | 0, 74 |

b) Composition protéique spécifique du colostrum

Le colostrum contient une quantité d'immunoglobulines beaucoup plus grande que celle de caséine, mais ce rapport s'inverse entre le premier et le cinquième jour.

Tableau3: Composition protéique du lait et du colostrum de vache, d'après SERIEYS, 1993etGRATIOUX, 2003.

| Numéro de traite | Protéines totales(g/kg) | Protéines solubles (g/kg) | Caséine(g/kg) | Caséine/protéines totales(%) |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|
| 1 | 140 | 92 | 48 | 34, 2 |
| 2 | 84 | 41 | 43 | 51, 2 |
| 3 | 51 | 13 | 38 | 74, 5 |
| 4 | 42 | 10 | 32 | 46, 2 |
| LAIT | 31 | 6 | 25 | 80, 6 |

c) Composition en minéraux et vitamines

Une analyse plus détaillée du taux de cendres brutes dans le colostrum permet de souligner une composition particulièrement riche en minéraux et vitamines (tableau 4).

Tableau4 : Minéraux et vitamines dans le colostrum et le lait de vache, d'après LEVIEUX, 1982etMANGIN, 2002.

| Eléments | Colostrum | Lait | Eléments | Colostrum | Lait |
|------------|-----------|-------|----------------|-----------|------|
| Ca (g/kg) | 2, 6 | 1, 3 | Si (µg/kg) | 20000 | 2600 |
| P (g/kg) | 1, 8 | 1 | Al (µg/kg) | 1200 | 600 |
| K (g/kg) | 1, 4 | 1, 5 | Se (µg/kg) | 50 | 20 |
| Mg (g/kg) | 0, 4 | 0, 12 | Vit A (UI/L) | 10000 | 1000 |
| Na (g/kg) | 0, 7 | 0, 45 | Vit D (UI/L) | 10 | 5 |
| Cl (g/kg) | 1, 2 | 1 | Vit E (µg/L) | 10000 | 1000 |
| Zn (µg/kg) | 12000 | 3600 | Vit B1 (µg/L) | 800 | 450 |
| Mn (µg/kg) | 100 | 50 | Vit B2 (µg/L) | 6000 | 1500 |
| Fe (µg/kg) | 1000 | 500 | Vit B12 (µg/L) | 6 | 3 |
| Cu (µg/kg) | 300 | 120 | Vit B9 (µg/L) | 8 | 2 |
| Co (µg/kg) | 75 | 1 | Vit C (µg/L) | 4 | 2 |

3. Les immunoglobulines colostrales

a) Généralités

Les Ig sont des tetrapeptides (figure 01), comportant quatre chaînes protéiques identiques deux à deux :

- 2 chaînes lourdes (H = heavy) enchaînement de 450 acides amines pour les IgG.

- 2 chaînes légères (L = light) enchaînement de 220 acides amines(CAMPBELL, et al, 2004). En pratique, la forme en Y est réellement observée.

Dans les molécules monomériques (IgG) les chaînes légères sont reliées aux chaînes lourdes par un pont disulfure et les chaînes lourdes sont reliées entre elles par deux ponts disulfures. Ces liaisons stables relient les sous-unités dans les molécules d'anticorps polymériques. En plus de ces liaisons disulfures intracaténaires, il existe des liaisons disulfures intracaténaires (CAMPBELL, et al, 2004), qui permettent la formation de boucles dans la chaîne peptidique (chacune des boucles correspond à une séquence de 60 à 70 résidus). Ces boucles sont repliées de façon compacte et forment des domaines globulaires, qui ont une structure caractéristique en feuillets beta.

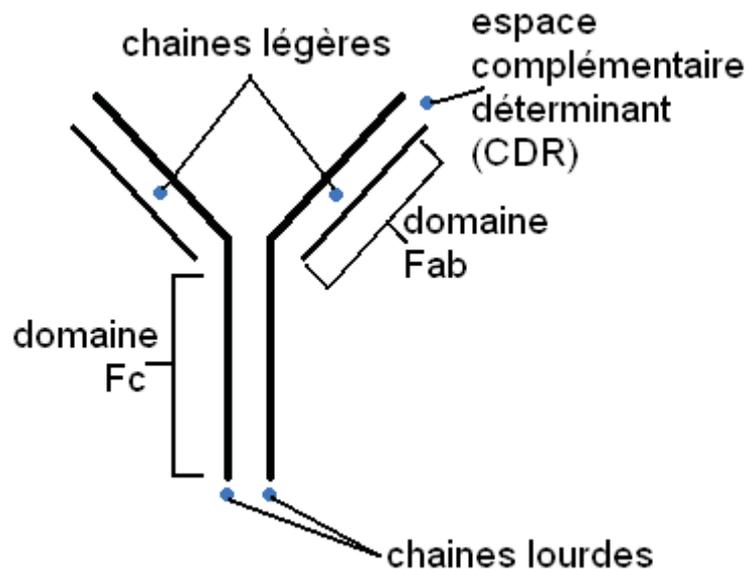


Figure 01 : Structure des Ig, d'après CAMPBELL&REECE, 2004

Chez l'homme on rencontre 5 classes d'Ig : G, A, M, D et E (tableau 5), tandis que dans le colostrum et le lait des ruminants, seules les IgM, G et A sont quantifiées et décrites. La présence d'IgE ou autres Ig de même rôle n'est pas quantifiable en pratique courante.

Tableau 5 : Propriétés physiques des principales classes d'Ig chez l'homme, d'après CAMPBELL&REECE, 2004.

| | IgG | IgA | IgM | IgD | IgE |
|---|---------------|---|---------------|---------------|---------------|
| Poids moléculaire (KDa) | 150000 | 160000 | 900000 | 185000 | 200000 |
| Nombre de sous-unités tetrapeptidiques | 1 | 1,2 (les dimères dans les sécrétions externes comportent la pièce sécrétoire S) | 5 | 1 | 1 |
| Chaines Lourdes | Γ | A | μ | δ | E |
| Chaines légères | K + λ | K + λ | K + λ | K + λ | K + λ |

b) Les immunoglobulines G

Ce sont les plus représentées avec 85% des Ig sériques (**LEVIEUX, 1984**) et les plus légères avec un poids moléculaire de 150000 KDa(**CAMPBELL, et al, 2004**). Deux sous-classes sont caractérisées chez les ruminants (4 chez l'homme) en fonction de leur mobilité électrophorétique et de certaines de leurs propriétés biologiques (**LEVIEUX, 1984**) :

- les IgG1, les plus abondantes, représentant 90% des Ig colostrales.
- les IgG2 (2%).

Les IgG diffusent plus rapidement que les autres Ig dans les espaces extravasculaires du corps ou, en tant qu'espèce prédominante, elles constituent le principal arsenal de neutralisation des toxines bactériennes et de fixation des micro-organismes, favorisant ainsi leur phagocytose par les cellules phagocytaires polynucléées(**CAMPBELL, et al, 2004**).



Figure 02: IgG (monomer), d'après CAMPBELL&REECE, 2004.

c) Les immunoglobulines A

Les IgA sont produites par des cellules qui se trouvent dans les muqueuses. Elles apparaissent donc sélectivement dans la salive, la sueur, les larmes, le colostrum, le lait, les sécrétions seromucueuses respiratoires, digestives et urogénitales (CAMPBELL, et al. 2004), surtout respiratoires chez les bovins et par extension chez les ruminants. Elles représentent 5% des Ig colostrales chez les bovins (LEVIEUX, 1984). Les IgA ont pour rôle de défendre les surfaces externes exposées du corps contre l'attaque des micro-organismes en inhibant l'adhérence de ces derniers à la surface des cellules des muqueuses, les empêchant ainsi d'accéder aux tissus (CAMPBELL, et al, 2004).

Elles se trouvent dans les sécrétions externes et circulent sous la forme de dimères (figure 03) résistant aux attaques protéolytiques grâce à leur liaison avec une protéine d'un poids moléculaire de 60KDa : la pièce sécrétoire, synthétisée par les cellules épithéliales locales (CAMPBELL, et al, 2004). On peut alors les écrire sous la forme s (IgA) ₂.

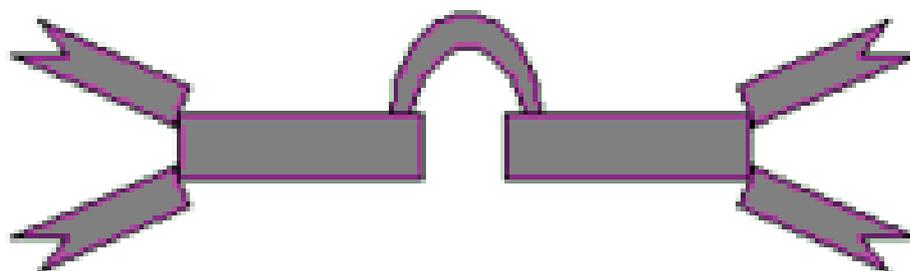


Figure 03 : IgA (dimère), d'après CAMPBELL&REECE, 2004.

d) Les immunoglobulines M

Les IgM sont souvent appelées macroglobulines en raison de leur haut poids moléculaire (900000). En effet, ce sont des polymères de 5 sous unités tetrapeptidiques(CAMPBELL, et al, 2004) (figure 04). Ainsi, en microscopie électronique, la coloration négative de la molécule libre donne une image en(Étoile) mais lorsqu'elle est combinée sous forme de complexe Ac/Ag membranaire, elle peut adopter une configuration en forme de crabe (CAMPBELL, et al, 2004). Ces Ac sont d'excellents agents cytotoxiques et agglutinants. De plus, les IgM apparaissent très tôt au cours de la réponse a une infection (elles sont la première ligne de défense contre les bactériémies), puis leur concentration dans le sang diminue rapidement. Ainsi, la présence d'IgM indique généralement une infection récente. Les IgM sont globalement peu abondantes dans le sérum des bovins (LEVIEUX, 1984) et trop grosses pour traverser le placenta, par conséquent elles sont transférées au nouveau-né uniquement via le colostrum.

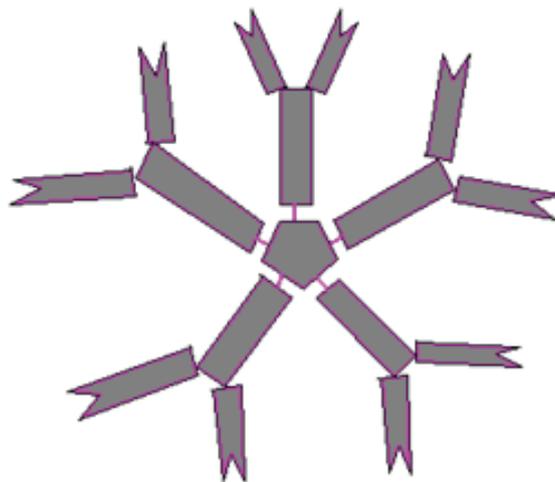


Figure 04: IgM (pentamère), d'après CAMPBELL&REECE, 2004.

e) Les immunoglobulines E

Chez les ruminants, les IgE ou plus exactement les Ig a fonction d'IgE sont présentes dans le sérum a de très faibles concentrations (leur présence n'est pas quantifiable en pratique courante) (MAILLARD, 2000). Légèrement plus grosses que les IgG, le contact des IgE avec l'Ag provoque une dégranulation des mastocytes et des granulocytes basophiles, ce qui libère des amines vasoactives comme l'histamine. Ce phénomène est responsable des réactions d'hypersensibilité immédiate de type anaphylactique.

f) Répartition des immunoglobulines dans le colostrum

L'isotype majeur du colostrum chez les ruminants est l'IgG1, qui représentent 90% des Ig colostrales et persistent a une concentration élevée durant la lactation (0,8 g/L contre 0,05 d'IgA), assurant la protection passive des muqueuses du jeune jusqu'au sevrage (tableau 6).

Les IgM sont la deuxième classe d'Ig représentées dans le colostrum par ordre d'importance, mais avec un taux beaucoup plus faible (< 10%). Les IgA sont les moins représentées dans le colostrum des ovins (<5%).

Tableau 06: Répartition moyenne des Ig (en g/L) dans le colostrum et le lait des ovins, d'après LEVIEUX, 1984.

| Immunoglobulin | Colostrum | Lait |
|----------------|-----------|------|
| IgG | 101 | 0,9 |
| IgA | 6,2 | 0,09 |
| IgM | 2,9 | 0,04 |

Chez la vache, les concentrations en immunoglobulines dans les sécrétions mammaires diminue rapidement après la mise-bas, pour atteindre le niveau le plus bas quasiment après les premières 24 heures de vie du nouveau-né (LEVIEUX, 1984)(Figure 05).

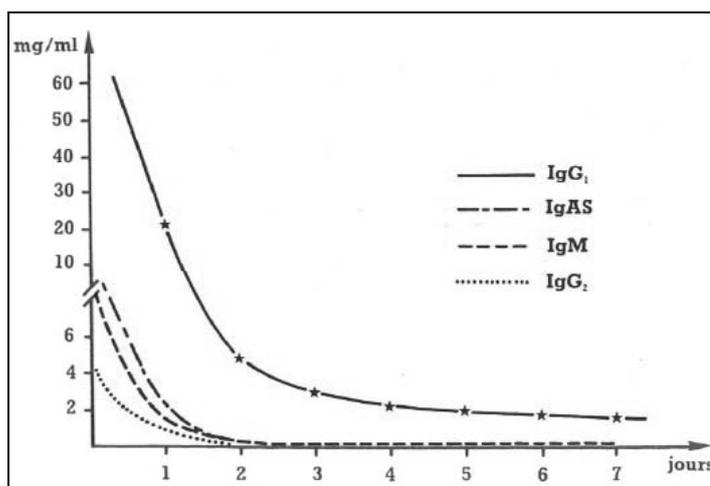


Figure 05 : Évolution des Ig du lait chez la vache dans la semaine qui suit la mise bas, d'après LEVIEUX, 1984.

g) Les propriétés biologiques et immunologiques des immunoglobulines

Les Ig (ou Ac) ont pour principale fonction de neutraliser les agents pathogènes (Ag). Le processus de reconnaissance de l'Ag par les Ig est basé sur un système d'union spécifique avec l'Ag qui leur a donné naissance. Cette liaison spécifique a lieu sur un site porté par les fragments Fab. Donc chaque IgG comporte 2 sites identiques de fixation. La formation du complexe Ag/Ig est ainsi stabilisée.

Chez le porc, les IgA et M sont principalement produites dans le duodénum et le jéjunum (PORTER, 1979) (figure 06).

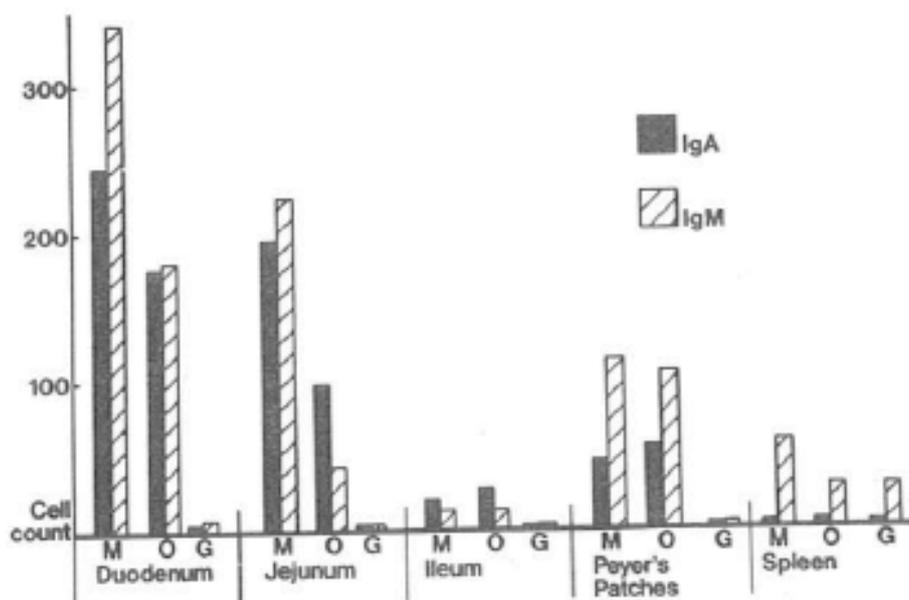


Figure 06 : Sites de synthèse des IgA et M chez le porc en réponse à l'administration d'antigène E coli, d'après PORTER, 1979.

Chez le nouveau-né (agneau ou veau), l'expression des récepteurs Fc au niveau des cellules cryptes du duodénum permettent la sécrétion des IgG1 localement et donc la mise en place d'une immunoprotection mucoale locale (MAYER, et al, 2002). Ainsi, le taux de survie est meilleur chez des veaux ayant reçu du colostrum tardivement, au-delà de la fermeture de la barrière intestinale (> 24h) (cf infra), que chez des veaux sans prise colostrale (BRIGNOLE, et al, 1980).

Les immunoglobulines colostrales pourraient donc avoir un effet prophylactique local sur l'intestin et diminueraient la survenue des affections post-natales courantes.

h) Récepteurs FC

Les immunoglobulines sont véhiculées dans les liquides biologiques principalement grâce à leur récepteur Fc. Celui-ci est un hétérodimère composé du MHC-1-alpha chaîne homologue (FCGRT) et de la beta-2-microglobuline (B2M). Ces monomères sont codés par des gènes différents qui possèdent eux-mêmes plusieurs allèles ou haplotypes (CLAWSON, et al, 2004).

Les récepteurs Fc jouent un rôle important dans la sécrétion des IgG par les cellules épithéliales au niveau de la glande mammaire chez la brebis. Ces mêmes récepteurs Fc exprimés chez le nouveau-né (agneau ou veau) au niveau des cellules cryptes du duodénum permettent la sécrétion des IgG1 localement et donc la mise en place d'une immunoprotection muqueuse locale (MAYER, et al, 2002).

i) Formation du colostrum dans la glande mammaire

La formation du colostrum dans la glande mammaire a lieu en deux phases, suivant des mécanismes différents. D'une part les composants sériques sont prélevés et transférés pour s'accumuler dans la glande mammaire, et d'autre part une phase sécrétoire permet l'augmentation du volume produit et la dilution des constituants sériques (LARSON, et al, 1980)(STELWAGEN, et al, 2009).

j) Transsudation et translocation des immunoglobulines maternelles

À partir du tarissement, des constituants du sérum sanguin, notamment les Ig (qui sont les principales protéines transférées), s'accumulent progressivement dans la mamelle. La provenance des Ig colostrales est prouvée par des études de transfert d'Ig radio marquées (NEWBY, et al, 1977)(SHELDRAKE, et al, 1984).

Ainsi, il a été déterminé que chez les bovins, 100% des IgG, 50 à 70% des IgM et 50% des IgA sont issues de la filtration à partir du sérum (NEWBY, et al, 1977). Le reste (50% des IgA, 30 à 50% des IgM) est le produit de la synthèse locale par les plasmocytes de la mamelle dont il est question plus loin. Tandis que les molécules d'IgG2 passent dans la mamelle suivant un mode de transport passif, les IgG1 transitent de manière sélective, ce qui permet leur maintien dans le colostrum à des concentrations supérieures à celles du sérum dont elles sont issues. On retrouve ainsi dans les sécrétions mammaires une quantité d'IgG1 bien supérieure à celles des IgG2 (figure 07).

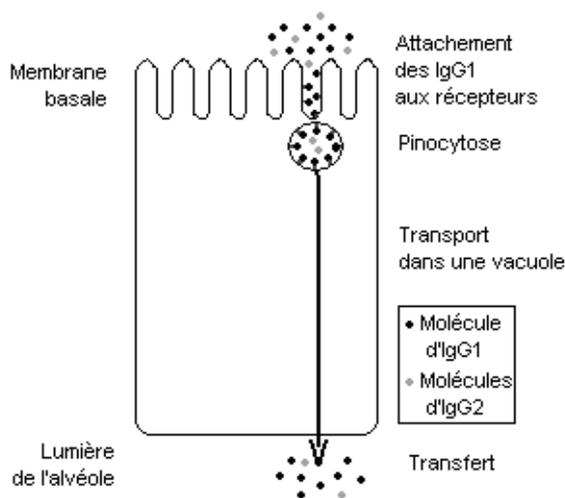


Figure 07: Transfert sélectif des Ig du sérum vers le colostrum, d'après SERIEYS 1993.

Ce transfert fait intervenir des récepteurs spécifiques des IgG1, qui apparaissent après l'involution normale de la mamelle, sur la membrane basale ou intercellulaire des cellules épithéliales nouvellement formées des acini de la glande mammaire (BRANDON, et al, 1975)(DELOUIS, 1978) (LASCELLES, et al, 1981)(HAMMER, et al, 1978).

Certaines études ont souligné l'importance du rôle des œstrogènes (17 beta œstradiol) dans la mise en place de ces structures (cf infra). La fixation des IgG1 par leur région Fc est suivie de la formation d'une vésicule englobant également un peu d'IgG2 passivement (HAMMER, et al, 1978).

Cette vésicule de transport traverse le cytoplasme pour déverser son contenu dans la lumière alvéolaire, ce qui entraîne une plus grande libération d'IgG1 que d'IgG2 dans le colostrum (SERIEYS, 1993).

Ce mécanisme, qui s'accélère dans les jours qui précèdent le part, permet le transfert de quantités considérables d'IgG1 du sang vers la mamelle : en moyenne 1,5 kg chez la vache laitière dans les trois dernières semaines précédant le vêlage (BRANDON, et al, 1975).

Par conséquent, l'absence de tarissement conduit à limiter la concentration des IgG1 dans le colostrum. Le colostrum est également plus riche que le sérum en IgA et IgM. En effet, chez les ruminants, toutes les IgA du sang circulent sous forme dimérique (IgA)₂ et proviennent presque intégralement de l'intestin (SCICCHITANO, et al, 1984). En arrivant au contact des cellules épithéliales mammaires, elles sont captées par le composant sécrétoire s puis les traversent pour être

déversées à l'autre pôle cellulaire dans la sécrétion lactée. Ces IgA, qui possèdent donc une spécificité d'action contre les agents infectieux intestinaux, peuvent alors contribuer à la protection locale de l'intestin du jeune ruminant à la mamelle (**PORTER, 1979**).

k) Synthèse locale des immunoglobulines dans la glande mammaire et excrétion

Une partie des IgG2, IgA et IgM est synthétisée localement par des plasmocytes du parenchyme mammaire des ovins (figure 08). L'existence de cette synthèse locale d'Ig est étayée par des méthodes de détection immunohistologique de plasmocytes à IgG1 et IgA.

Ainsi, les plasmocytes à IgA prédominent dans le parenchyme de la glande, tandis que les plasmocytes à IgG1 (avères comme les cellules productrices d'Ig les plus nombreuses de la mamelle) prédominent dans le canal du trayon (**COLLINS, et al, 1986**).

Des études chez le lapin ont permis de déterminer les modalités du transport des IgA, en particulier leur production locale dans les plasmocytes adjacents aux cellules épithéliales sécrétrices (**KRAEHENBUHL, et al, 1975**).

Les plasmocytes synthétisent les IgA transférées aux cellules alvéolaires ou elles sont liées à un petit composant sécrétoire pour devenir les sIgA. Elles sont enfin déchargées dans les sécrétions lactées grâce à la formation de vésicules. Il est tout à fait probable que chez les ovins, la production d'IgA par la glande mammaire fonctionne de la même manière.

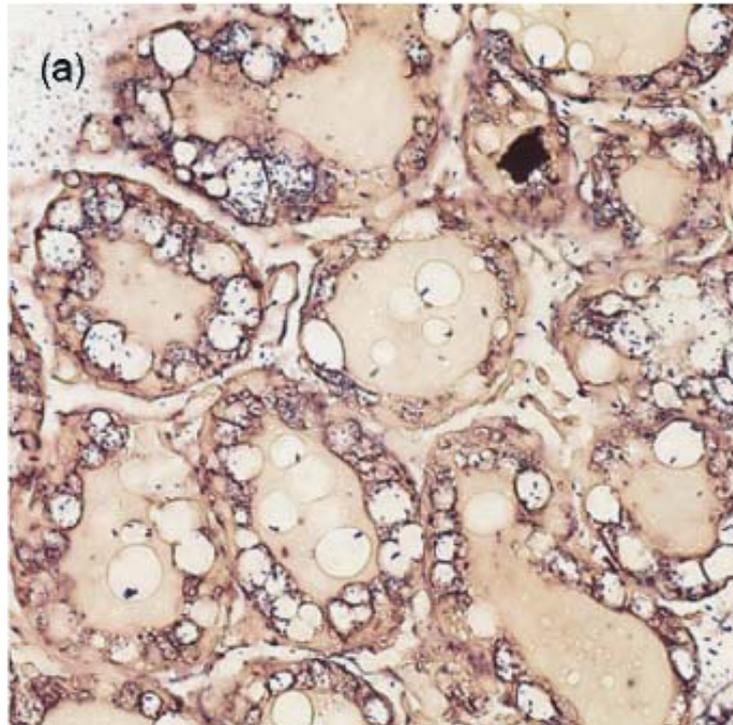


Figure 08 : Biopsie de glande mammaire de brebis en péri-partum : epitheliocytes vacuoles, d'après MAYER *et al*, 2002.

Les précurseurs de plasmocytes s'accumulent dans la mamelle en développement suivant une cinétique propre à l'espèce : chez les ruminants c'est lors de l'involution de la mamelle que les plasmocytes sont les plus abondants avec une prédominance des plasmocytes à IgG1 (COLLINS, *et al*, 1986) (SHELDRAKE, *et al*, 1984), alors que chez la truie et la souris cela est observé en fin de lactation.

Chez la truie, les IgA sécrétoires sont le principal support de la protection des muqueuses et elles sont spécifiques de microorganismes présents dans le tube digestif.

A l'inverse, le colostrum de vache sera plus le reflet d'une infection générale que muqueuse. Selon les études, les titres en Ac neutralisants anti-rotavirus (naturels) (hors vaccination) du colostrum et du lait chez les ruminants sont très faibles (entre 1/40^{ème} et 1/160^{ème}), bien en deca des seuils permettant la protection du veau (protection partielle contre la maladie à partir du 1/256^{ème} et protection totale à partir du 1/1024^{ème}) (MAILLARD, 2000).

Tous ces processus – le développement de la glande mammaire (passage d'une structure tubulaire a une structure lobulo-alvéolaire), sécrétion colostrale et montée de lait – sont permis par des équilibres endocriniens particuliers obtenus pendant la gestation et la lactation.

1) Rôle des hormones

L'apparition de la structure lobulo-alvéolaire est assurée par des conditions hormonales impliquant, dans l'ordre, des hormones d'origine ovarienne et foeto-placentaire (œstrogène et progestérone), puis des hormones antéhypophysaire (prolactine) et surrénalienne (corticoïdes). Ces conditions particulières surviennent pendant la gestation et permettent d'aboutir au développement quasi complet de la glande mammaire pour la mise bas.

Lors de la parturition, la sécrétion du colostrum intervient simultanément avec une chute des concentrations plasmatiques de progestérone et une augmentation de celle des œstrogènes, qui passent par un maximum. Dans les heures qui suivent, la prolactinémie et la cortisolémie augmentent très significativement. La sécrétion du colostrum, l'apparition de récepteurs a haute affinité pour les IgG1 et le prélèvement sélectif des IgG1 dans le sérum maternel coïncident donc avec une séquence hormonale complexe dans laquelle la diminution de la progestéronémie et l'augmentation de la prolactinémie semblent jouer un rôle essentiel (**DELOUIS, 1978**) (Figure 09).

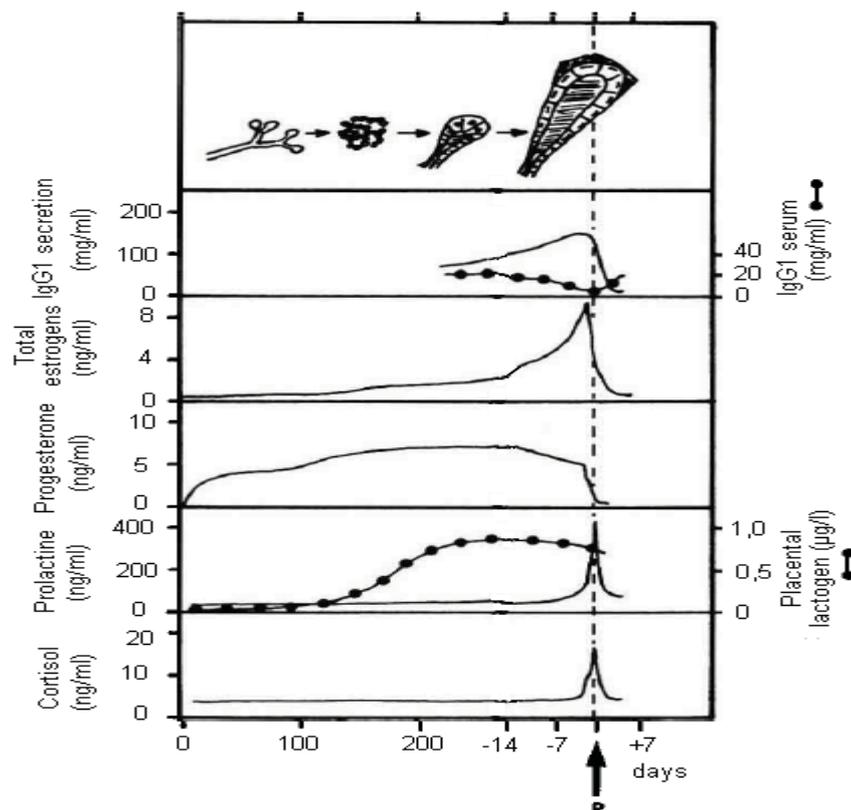


Figure 09 : Evolution de la structure de la glande mammaire, de la sécrétion des IgG1, et les changements hormonaux en péri-partum chez la vache, d'après DELOUIS, 1978.

Les œstrogènes (et surtout l'œstradiol 17 dont la concentration sérique augmente au cours de la période sèche pour atteindre un pic juste avant le part), ont un rôle essentiel dans la mise en place de nouvelles cellules épithéliales mammaires, qui posséderont ultérieurement des récepteurs aux IgG1.

En effet, un apport exogène d'œstradiol 17 et de progestérone a des vaches non gravides et tarées induit un développement lobulo-alvéolaire de la glande mammaire (SHELDRAKE, et al, 1984).

Une production de colostrum, une lactation et la sécrétion des IgG1 surviennent alors que les concentrations plasmatiques de ces hormones diminuent.

A l'inverse, les vaches qui sont traitées pendant toute la période de gestation ne renouvellent pas leur épithélium sécrétoire et sont incapables de concentrer les IgG1 dans leur sécrétion (BRANDON, et al, 1975).

Par ailleurs, lorsque la parturition est provoquée rapidement en fin de gestation chez la vache, (et par analogie, chez la brebis) par des administrations de corticoïdes ou d'une association de corticoïdes et d'œstradiol, la sécrétion du colostrum est normale (**DELOUIS, 1978**) (**HOERLEIN, et al, 1977**).

C. Facteurs de la variation de la composition du colostrum

1. Facteurs de variation de la composition et de la qualité du colostrum

Les immunoglobulines G sont les plus représentées avec 85% des Ig sériques (**LEVIEUX, 1984**) et les plus légères avec un poids moléculaire de 150000 KDa (**CAMPBELL, et al, 2004**). Deux sous-classes sont caractérisées chez les ruminants (4 chez l'homme) en fonction de leur mobilité électrophorétique et de certaines de leurs propriétés biologiques (**LEVIEUX, 1984**):

- Les IgG1, les plus abondantes, représentant 90% des Ig colostrales.
- Les IgG2 (2%).

Les IgG diffusent plus rapidement que les autres Ig dans les espaces extravasculaires du corps où, en tant qu'espèce prédominante, elles jouent un rôle principal dans la neutralisation des toxines bactériennes et dans la fixation des micro-organismes, favorisant leur phagocytose par les cellules phagocytaires polynucléées(**CAMPBELL, et al, 2004**).

a) La race

D'après une étude de (**GILBERT, et al, 1988**), la race de la brebis et particulièrement celle de son père constitue un facteur important de variation de la qualité du colostrum (en termes de concentration en IgG1). La comparaison entre Polypay, Rambouillet, Targhee, Columbia, Finnish Landrace et croisements de Finnoise indique que les brebis Polypay ont les concentrations colostrales en IgG1 les plus élevées, devant les Finnoises puis les autres races, sachant que la Polypay est une race composite formée à partir de croisements avec Dorset x Targheet Finnois x Rambouillet.

Chez les bovins (**TYLER et al. 1999**) ont comparé du colostrum provenant de vaches de race Holstein à du colostrum provenant de vaches de race Guernesey. Pour ces différents colostrums, ils ont déterminé la concentration en immunoglobulines G par la méthode d'immunodiffusion radiale. Les vaches de race Guernesey tous nombres de lactations confondues sont en moyenne une concentration en immunoglobulines G d'environ 130g/l alors que les vaches de race Holstein n'ont

une concentration moyenne que de 79g/l. Seulement 76% des vaches de race Holstein ont une concentration en immunoglobulines G supérieure à 50g/l alors que 92% des vaches de race Guernesey ont une concentration en immunoglobulines G supérieure à 50g/l. La concentration en immunoglobulines G est en moyenne plus élevée de 36g/l pour les vaches de race Guernesey par rapport aux vaches de race Holstein.

b) L'Age de la mère

Il est couramment admis que les primipares produisent moins de colostrum (environ 30% de moins) et que celui-ci est moins riche en IgG que celui des multipares (**LEVIEUX, 1984**)(**MAILLARD, 2000**).

Les résultats des nombreuses études sont cependant contradictoires. Ainsi, à partir de l'analyse ajustée sur la race et la taille de la portée, de plus de 1600 colostrums de brebis de 1 à 7 ans, (**GILBERT, et al, 1988**) rapportent des concentrations significativement supérieures chez les primipares (100 +/- 7, 3 g/L) par rapport aux brebis multipares (65 +/- 7, 0 g/L). L'hypothèse que les concentrations plus élevées chez les primipares soient liées à une même masse d'IgG1 dans un plus faible volume de colostrum est émise par les auteurs. A l'inverse, dans cette même étude, le colostrum des brebis les plus âgées (> 7 ans) avait en moyenne des concentrations plus faibles (53 +/- 15, 0g/L). Selon(**VILETTE, et al, 1981**), les concentrations du colostrum en IgG à l'agnelage sont indépendantes de l'âge de la mère mais décroissent plus vite dans les 12 premières heures chez les plus vieilles brebis.

Chez les bovins, dans une étude de 1983, **Devery-Pocius et Larson** ont prélevé du colostrum sur des vaches de parité différentes. La composition du colostrum a été étudiée par la méthode d'immunodiffusion radiale. Les résultats ont été classés en fonction de la parité des vaches. L'âge a une influence sur la concentration en immunoglobuline G du colostrum.

La différence est peu significative entre la lactation 1 et 2, mais il y a une différence significative entre la lactation 1 ou 2 et les lactations suivantes ($P < 0.05$). Pour les vaches en première lactation, la concentration en immunoglobulines G1 est en moyenne de 14, 5g/L. Pour les vaches en deuxième lactation cette concentration est quasiment identique (la concentration en immunoglobulines G1 est de 14, 3g/L). La concentration en immunoglobulines G1 augmente en suite significativement plus le nombre de lactation augmente (18, 4g/L pour les vaches en troisième lactation; 21, 9g/L pour les

vaches en quatrième lactation;18, 6g/L pour les vaches en cinquième lactation et plus)(Tableau7). Ces constatations sont identiques pour les immunoglobulines G2.

Tableau7: Moyennes et écart-type des immunoglobulines G selon le numéro de la lactation

| Lactation | Moyenne IgG1 (mg/ml) | Ecart type(mg/ml) | Moyenne IgG2 (mg/ml) | Ecart type (mg/ml) |
|-----------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 14. 5 | 2. 4 | 3. 8 | 0. 3 |
| 2 | 14. 3 | 1. 6 | 3. 4 | 0. 2 |
| 3 | 18. 4 | 3. 1 | 3. 9 | 0. 3 |
| 4 | 21. 9 | 5. 1 | 3. 8 | 0. 3 |
| 5-8 | 18. 6 | 2. 4 | 3. 7 | 0. 3 |

Dans des études plus récentes(**PRITCHETT, CLIVE et al; MORIN, CONSTABLE et al**)la même tendance est confirmée.

Tableau8: Moyennes et écart-type des immunoglobulines G selon le numéro de la lactation.

| Lactation n° | Moyenne IgG1(mg/ml) | Ecart type(mg/ml) |
|--------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 42. 8 | 1. 7 |
| 2 | 42. 8 | 1. 2 |
| 3 | 50. 8 | 1. 5 |
| 4 | 56. 6 | 1. 8 |
| 5-8 | 55. 5 | 2. 1 |

c) L'état sanitaire des mères

Dans une étude faite en1998, (**MAUNSELL et al**). Le volume du colostrum produit par les glandes mammaires infectées de manière persistante est significativement plus faible que celui produit par des glandes saines, et la masse totale d'immunoglobulines G produite sera inférieure pour les vaches présentant une mammite chronique car le volume de colostrum produit est réduit.

Par exemple, le parasitisme intestinal, et notamment la fasciolose, pénalise la teneur du colostrum en Ig par perturbation ou détournement de la synthèse protéique (**SERIEYS, 1993**).

d) Influence de la saison et de la température

La photopériode (jour naturel, jours longs 16h ou jours courts 8h) ne semble pas avoir d'influence sur la concentration colostrale en IgG et le volume de colostrum produit d'après une étude réalisée sur 81 vaches de race Prim'Holstein (**MORIN, et al, 2010**).

De même, (**KRUSE, 1970**) n'observe pas d'effet de la saison sur la quantité de colostrum, la concentration et la masse totale d'Ig produite.

Dans un autre article, (**LACETERA et al.2002**) ont également étudié l'influence de la température sur la composition du colostrum. Deux groupes de vaches ont été étudiés, un groupe de vache vêlant au printemps et un autre groupe de vache vêlant en été sous un climat de type méditerranéen. La composition du colostrum produit a été analysée pour toutes les vaches. La concentration en immunoglobulines colostrales ne diffère pas significativement entre les deux groupes. Cette étude indique qu'il n'y aurait pas d'influence de la saison sur la composition du colostrum.

Une étude de (**NARDONE et al. 1997**)a été réalisée dans des laboratoires où l'on a fait varier la température ambiante. Cela pourrait peut-être augmenter le stress des animaux et ainsi faire varier les résultats. Dans cette étude, il est également rapporté quel a température rectale des animaux soumis à des températures élevées augmentait fortement ainsi (température rectale de 39. 8°C pour les vaches soumises à des températures plus élevées au lieu de 39. 2°C pour le groupe témoin). Leur fréquence respiratoire était également augmentée ce qui serait compatible avec un stress plus important (fréquence respiratoire de 83.6 mouvements par minute pour les vaches soumises à des températures plus élevé au lieu de 41.4 pour le groupe témoin).

Le stress dû aux hautes températures (que l'on peut observer lors de la saison estivale) serait responsable d'une diminution de la production de protéines dans le lait donc diminution de la concentration en immunoglobulines G du colostrum.

e) Influence du régime alimentaire en pré vêlage

Hough et al. (1990)ont cherché à étudier l'influence d'une restriction nutritionnelle en fin de gestation (durant les 90 derniers jours de gestation)sur la qualité du colostrum produit. Ils ont séparé les vaches de race Angus en deux groupes: un certain groupe de vaches a reçu une quantité d'énergie

et de protéines correspondant à environ 57% des besoins recommandés à partir de 90 jours avant la date supposée du vêlage (en février ou mars) et un autre groupe de vaches a reçu 100% des besoins recommandés. Le colostrum des deux groupes a été récolté. La quantité d'immunoglobulines G des colostrums a été déterminée par la technique d'immunodiffusion radiale. Il apparaît dans les résultats qu'il n'y a pas de différence dans la concentration en immunoglobulines G chez les vaches restreintes par rapport aux vaches ayant une alimentation normale. La restriction alimentaire ne semble pas affecter significativement la concentration en immunoglobulines colostrales.

Dans l'espèce ovine, la concentration en IgG dans le colostrum des mères ne semble pas liée à la note d'état corporel en fin de gestation.

En effet, pour des brebis de race Polypay, en race pure ou en croisement avec des béliers Columbia, aucune différence de concentration en IgG n'a été mise en évidence pour des notes d'état corporel des mères à l'agnelage comprises entre 2, 5 et 3, 5 (**ALSABBAGH, et al. , 1995**).

D'après (**BOLAND, et al. ,2005**) qui comparent des brebis en fin de gestation avec ou sans complémentation en minéraux et vitamines (Ca, Mg, P, Na, Zn ,Mn, I, Co, Se et vitamine E), la complémentation n'a pas d'effet sur les concentrations en IgG dans le colostrum, qui se situent dans leur étude entre 77, 3 et 81, 1 +/-5, 71 g/L.

Chapitre II :

LE TRANSFERT DE
L'IMMUNITÉ PASSIVE
CHEZ L'AGNEAU

II. LE TRANSFERT DE L'IMMUNITE PASSIVE CHEZ L'AGNEAU

A. Le transfert colostrale

1. Définition et importance du transfert colostrale

L'agneau nouveau-né est pratiquement agammaglobulinémique. Il dépend donc des anticorps contenus dans le colostrum caractérisant le transfert de l'immunité passive.

Une fois le colostrum parvenu dans le tube digestif du jeune ruminant, le phénomène de transfert de l'immunité passive a lieu au niveau des cellules intestinales via un système tubulaire apical. L'assimilation des macromolécules présentes dans le colostrum n'est pas sélective bien que certaines substances ne soient pas transférées dans le sang (**SAWYER, et al, 1977**) (**BUSH, et al. 1980**). Globalement, les proportions d'Ig assimilées reflètent les proportions présentes dans le colostrum lorsque l'assimilation est terminée, comme l'indiquent les résultats de l'étude de (**STOTT, et al 1983**) chez les veaux à 12 h et 24h.

Un mauvais transfert de l'immunité passive peut survenir si le nouveau-né n'a pas accès précocement, et en quantité suffisante à un colostrum de bonne qualité.

Une mère négligente ou inexpérimentée (primipare par exemple), en l'absence de surveillance de la part de l'éleveur, ne permet pas à l'agneau de téter précocement le colostrum et donc de réaliser un bon transfert de l'immunité passive. Ceci contribue fortement à des taux de mortalité élevés (51, 5 et 46, 3%) d'après une étude dans des fermes qui présentent un problème de management (**BEKELE, et al, 1992**).

Une augmentation des concentrations sériques en Ig est associée à une réduction du risque de mortalité entre 2 et 14 jours d'âge (**CHRISTLEY, et al, 2003**).

Wittum et Perino ont démontré l'importance du transfert de l'immunité passive. L'intérêt de cette étude est démontrer, sur des veaux croisés races laitières et viandeuses (263 veaux sélectionnés pour l'étude), l'impact d'un transfert insuffisant de l'immunité passive à court et long terme (période de pré sevrage, période de sevrage et performance de croissance à long terme). Des veaux ont été sélectionnés et une mesure sérique a été effectuée à 24 heures d'âge environ. Une partie d'entre eux souffrait d'un transfert insuffisant de l'immunité passive (taux de protéines totales sériques inférieur à 4.8g/dl). Ces veaux ont en suite été suivis jusqu'au sevrage et en post sevrage en observant leur état de

santé régulièrement par des techniciens sous la supervision d'un médecin vétérinaire. Ils ont noté les problèmes de diarrhée, les problèmes respiratoires, les symptômes d'entérotoxémie, les infections ombilicales, les problèmes de septicémie, de pododermatite et de kératoconjonctivite.

2. Absorption des immunoglobulines chez le nouveau-né

Chez les nouveau-nés, les Ig colostrales sont absorbées intactes et donc fonctionnelles (sauf si elles ont été chauffées intempestivement avant la distribution) par les cellules épithéliales de l'intestin grêle, sans aucune participation de l'œsophage, des réservoirs gastriques, du cæcum ou du gros intestin (EL-NAGEH, 1967)(LOGAN, et al, 1978).

Aucune absorption n'a été constatée dans le segment antérieur du duodénum. Dans la partie postérieure du duodénum, des faibles quantités de globulines sont absorbées par les cellules épithéliales et cela d'autant plus qu'on se rapproche du jéjunum. Dans le jéjunum, l'intensité de l'absorption est maximale. Elle décroît ensuite dans l'iléon, pour qu'enfin aucune trace ne soit décelable dans sa partie terminale (EL-NAGEH, 1967)(JOCHIMS, et al, 1994). Les Ig colostrales sont transportées dans des vésicules de pinocytose du plateau strié vers la membrane basale de l'épithélium, à partir de laquelle elles rejoignent la circulation générale du nouveau-né par voie lymphatique puis veineuse (EL-NAGEH, 1967).

On observe un mécanisme de «fermeture» de la barrière intestinale, c'est-à-dire une imperméabilisation aux macromolécules, qui débute après 12h et est complet à 24h.

En effet, les entérocytes vacuolés apparaissent chez le fœtus dans le second trimestre de gestation et permettent à la naissance l'assimilation des macromolécules colostrales. Chez le porcelet et l'agneau, celles-ci sont situées d'abord dans les parties supérieures des villosités, dans les régions proximales de l'intestin grêle, puis par la suite dans les régions moyennes et distales. Après la naissance, ces entérocytes vacuolés sont graduellement remplacés par d'autres qui ne possèdent pas de système canaliculaire apicale sont imperméables aux macromolécules colostrales. Au bout de 3 jours, les vacuoles ont disparu du sommet des villosités de la partie proximale du jéjunum, puis disparaissent progressivement de sa partie moyenne et distale jusqu'à 14 jours, jusqu'à être complètement absentes du jéjunum et de l'iléon à 21 jours (SKRZYPEK, et al .2007).

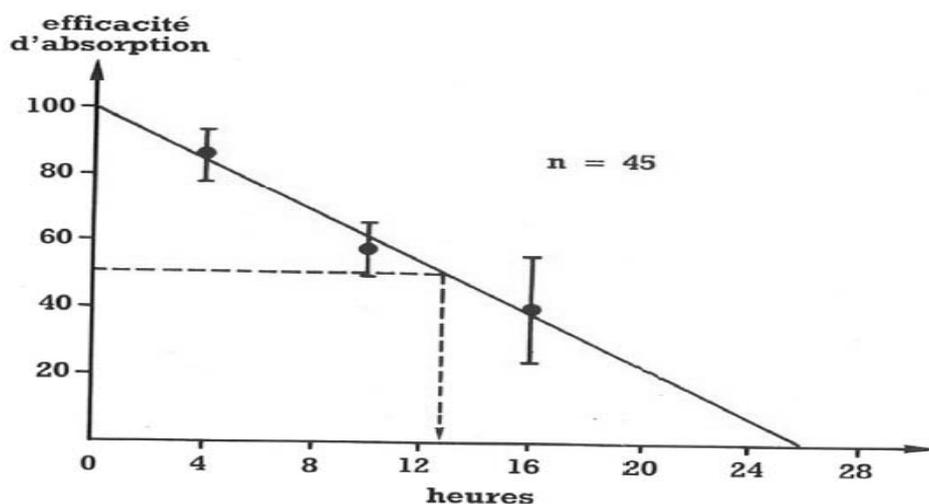


Figure 10: Evolution de l'efficacité de l'absorption des IgG1 chez le veau, dans les heures qui suivent la mise bas, d'après LEVIEUX, 1984.

3. Méthodes de distribution de colostrum chez l'agneau

L'ingestion du colostrum par le nouveau-né peut intervenir de différentes façons: soit par la tétée libre de sa mère, soit par une distribution artificielle au seau ou à la tétine et soit par une prise forcée avec une sonde œsophagienne.

La tétée libre de la mère paraît permettre un meilleur transfert d'immunité colostrale qu'une distribution à la bouteille. Ceci serait lié à une augmentation du phénomène de pinocytose au niveau de l'épithélium intestinal du veau nouveau-né (STOTT, et al, 1979), et à la présence de la mère permettant d'augmenter de 30 à 70% l'absorption des Ig colostrales (FALLON, 1978) (SELMAN, 1973).

Il existe cependant des différences interraciales. Ainsi dans trois troupeaux de vaches laitières de race Prim'Holstein, le défaut de transfert passif d'immunité colostrale (objectivé par un taux sérique en IgG < 10 g/L chez le veau à 48 heures post-partum) concerne 61% des veaux, qui ont directement tété leur mère dès la naissance, contre 19% des veaux nourris à la tétine (1,9 litre de colostrum à la naissance et 12 heures plus tard) et 11% des veaux nourris de force avec une sonde œsophagienne (2,8 litres de colostrum en prise forcée à la naissance) (BESSER, et al, 1991).

Le sondage semble donc conduire à un meilleur transfert de l'immunité colostrale. Cependant, on peut s'interroger sur l'influence du comportement maternel peu développé des vaches Prim'Holstein, qui ne facilite pas la tétée libre.

A l'inverse, la tétée naturelle donne de meilleurs résultats pour la majorité des veaux allaitants en pâture (**BESSER, et al, 1993**).

Néanmoins, ceci n'est pas valable en cas de dystocie (souvent associée à une moindre production de colostrum chez la mère), si le veau est faible ou mou, si sa mère le rejette ou si la conformation de son pis peut gêner la tétée. En effet, un œdème important des trayons plus ou moins associé à de la douleur pour la mère peut rendre la tétée difficile ou impossible.

L'efficacité du transfert se révèle alors meilleure avec une tétine (les phénomènes de déglutition sont alors proches de ceux observés en tétée libre) qu'avec une sonde (**BESSER, et al, 1994**).

L'utilisation du seau sans tétine pour les nouveau-nés n'est pas une bonne solution car la majorité des veaux n'apprennent pas assez vite à boire de cette façon pour permettre un transfert optimal d'immunité colostrale (**BESSER, et al, 1994**).

B. Evaluation et optimisation du transfert colostrale

1. Techniques d'évaluation de la qualité et du transfert colostrale

a) Techniques de mesure de la qualité du colostrum chez la mère

1) Mesure spécifique

La richesse en Ig du colostrum est un des principaux paramètres permettant de définir sa qualité.

Différentes méthodes permettent de mesurer la concentration du colostrum en IgG.

a. L'immunodiffusion radiale en gélose

Il s'agit d'une technique de dosage quantitative qui permet de déterminer la concentration en protéines ou en antigènes dans un échantillon en mesurant le diamètre de l'anneau de précipitation formé par les complexes anticorps-antigènes (figure 11).

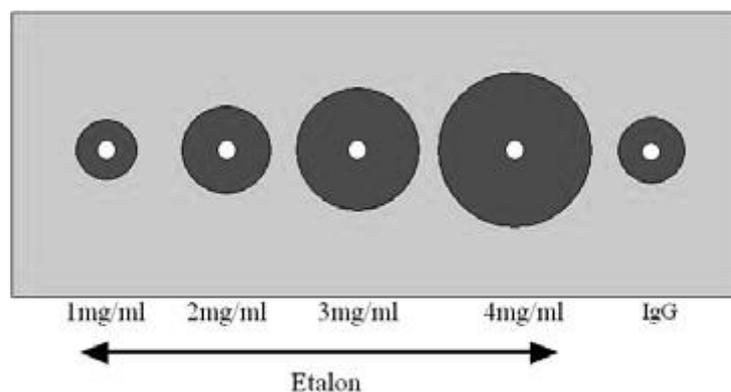


Figure11: Technique d'immunodiffusion radiale sur gel d'agarose: concentrations en IgG en fonction du diamètre des anneaux de précipitation

L'échantillon à tester est placé dans un gel d'agarose contenant les anticorps dirigés contre l'élément à doser (ici, des anticorps anti- IgG). Au fur et à mesure que les IgG du colostrum diffusent dans le gel, les anticorps anti-IgG se lient aux IgG et forment un anneau de précipitation, dont le diamètre est proportionnel à la quantité initiale d'IgG. La courbe étalon permet alors de lire le résultat de manière précise (figure 12).

A ce jour, l'immunodiffusion radiale est la méthode de référence pour le dosage des IgG dans le sérum ou dans le colostrum des ovins. Cette technique est très précise, mais longue (18à 24h), ce qui rend son utilisation difficile au pied de l'animal. Un kit est commercialisé par IDBiotech (IDRing Sheep IgG).

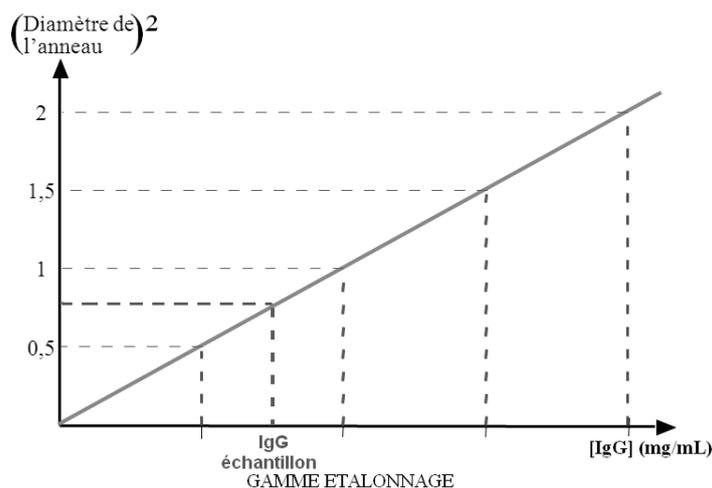


Figure12: Exemple de gamme étalon pour l'immunodiffusion radiale

b. Test E. L. I. S. A

Le test ELISA ou enzyme-linked immuno assay est un test qui permet la mesure des immunoglobulines colostrales en particulier les immunoglobulines G. Le principe de ce test est également basé sur la réaction antigène-anticorps.

Le colostrum à doser est d'abord dilué dans une solution saline. Une petite quantité est prélevée et dépose au fond des puits de la plaque de microtitration. La plaque est alors incubée une heure à environ 37°C pour la fixation de l'échantillon à la microplaque. On ajoute en suite les anticorps anti-immunoglobulines. L'ensemble est incubé une heure à environ 37°C. Les puits sont en suite rincés.

A ce complexe antigène-anticorps, on peut rajouter des anticorps marqués (conjugué). Après lavage, on ajoute un substrat chromogène. La force du signal du substrat chromogène dépend de la quantité d'antigène soit ici la quantité d'immunoglobulines colostrales. La concentration est évaluée à partir d'une gamme standard préétablie (SHEARERMH, CORBITTSD, STANLEYJR et al. 1997).

2) Mesure non spécifique

a. Le pèse colostrum ou colostromètre

Le pèse colostrum (figure 13) est un hydromètre qui mesure la densité du colostrum, qui est elle-même reliée de façon linéaire à la concentration en Ig (CARRAUD, 1995). Sur la base de cette relation, le pèse colostrum permet une évaluation indirecte, simple et à moindre coût de la concentration en Ig du colostrum.



Figure13: Pèse colostrum, GENIA.

En effet, l'échelle graduée en mg/ml associée à un code couleur (vert, jaune, rouge) qui flotte librement dans l'échantillon convertit la densité en concentration en IgG (**HEINRICHS, et al, 2010**).

Une densité inférieure à 1,050 correspond à moins de 30g/L d'IgG1 (**KERSTING, 1998**), concentration considérée comme insuffisante pour que ce colostrum soit proposé à un agneau (50-100 g/L: colostrum bon, > 100 g/L: colostrum excellent) (**SERIEYS, 1993**). Schématiquement, on peut donc classer les colostrums suivant le taux d'Ig (tableau 9):

Tableau9: Evaluation qualitative du colostrum de vache, d'après SERIEYS, 1993.

| Concentration en Ig | Code couleur | Evaluation qualitative |
|---------------------|--------------|------------------------|
| < 50 g/L | Rouge | Mauvais, déconseillé |
| 50-100 g/L | Jaune | Correct |
| > 100 g/L | Vert | Excellent, recommandé |

b. Le dosage des protéines au réfractomètre

Le réfractomètre de Brix (figure 05) permet de mesurer la densité du colostrum, qui est corrélée à la quantité totale de solides contenus dans le colostrum ($R^2=0,763$), plus particulièrement aux protéines totales du colostrum ($R^2 = 0,900$) et à la concentration en Ig dans celui-ci ($R^2 = 0,699$) (**WEAVER, et al, 2000**).



Figure14: Réfractomètres optique et digital.

Il suffit de placer quelques gouttes du colostrum à tester sur le prisme, de refermer le couvercle, et de lire la valeur indiquée près d'une source de lumière.

La détection d'un « bon » colostrum, c'est à dire avec une concentration en IgG supérieure à 50 g/L, correspond à un résultat de 22% avec un réfractomètre optique ou digital.

De plus, par son côté rapide, pratique et peu onéreux, le réfractomètre est facilement utilisable en exploitation, tout en conservant une bonne précision dans la mesure de la qualité du colostrum.

Comparé avec la méthode de référence d'immunodiffusion radiale en gélose, on constate une bonne corrélation (coefficients de corrélation compris entre 0,71, $p < 0,0001$,) et 0,73, $p < 0,0001$,), que ce soit pour des échantillons de colostrum frais ou congelés (BIELMAN, et al, 2010) (figure 15).

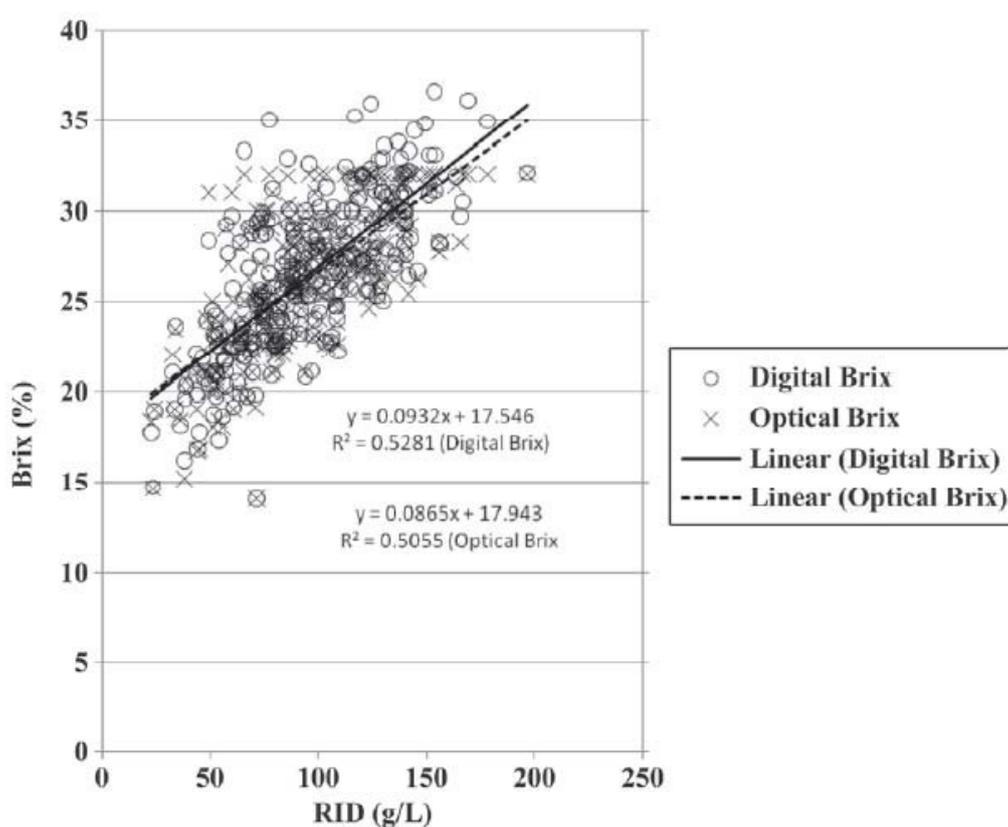


Figure15: Relation entre la mesure des protéines totales aux réfractomètres optiques et digitaux et la méthode de référence par immunodiffusion radiale pour l'évaluation de la qualité du colostrum chez la vache (protéines totales ou IgG), d'après BIELMAN et al, 2010).

b) Mesure de la qualité du transfert chez l'agneau

1) Mesure spécifique

a. Dosage des immunoglobulines plasmatiques

L'immunodiffusion radiale en gélose et les techniques ELISA, vues précédemment, sont également applicables au dosage des IgG1 à partir du sérum ou du plasma des agneaux. Elles ne sont cependant pas adaptées pour la réalisation de mesures individuelles et nécessitent une préparation (dilution) des échantillons difficilement compatible avec une utilisation sur le terrain. D'autres méthodes, plus anciennes et plus rapides à mettre en œuvre, sont basées sur la capacité de certains sels (au sulfate de zinc ou au sulfate de sodium) à précipiter les immunoglobulines et fournissent une évaluation semi-quantitative (REID, et al, 1974).

Au laboratoire, une méthode de choix reste l'électrophorèse des protéines plasmatiques, à partir d'un prélèvement sur tube EDTA. Cette méthode a de plus l'avantage de permettre le dosage des différentes fractions d'Ig. Cependant, l'utilisation sur le terrain est limitée par les délais de réalisation technique et de réception des résultats (MAILLARD, et al, 2001).

2) Mesure non spécifique

a. Dosage des protéines totales plasmatiques par réfractométrie

De la même manière que pour évaluer la qualité d'un colostrum, on peut estimer indirectement la prise colostrale par le dosage des protéines totales plasmatiques par réfractométrie.

En effet, l'indice de réfractométrie mesuré par le réfractomètre est relié à la concentration en protéines totales du sérum ou du plasma à tester. Celle-ci est elle-même fortement corrélée ($R^2=0,72$ (WEAVER, et al, 2000) et $R^2=0,88$ (DONOVAN, et al, 1998) à la concentration en Ig dans l'échantillon.

b. Dosage de la gamma-glutamyl transférase

Il est également possible de doser l'activité de la gamma-glutamyl transférase (GGT), présente dans le colostrum à 300 fois la valeur sérique de la vache adulte, sachant qu'elle est absorbée par le veau nouveau-né en même temps que les Ig (MAILLARD, 2000).

Sa concentration dans le sérum du veau est corrélée à la quantité de colostrum ingérée et absorbée: 24 heures après la prise colostrale, un taux de GGT inférieur à 200 UI/L correspond à un taux sérique d'IgG inférieur à 10 g/L chez le veau nouveau-né. Bien que le coefficient de corrélation ne soit pas très élevé ($R^2 = 0,409$) (figure16), les auteurs indiquent une sensibilité de 89,8% et une spécificité de 100% pour détecter un échec du transfert de l'immunité passive. (BEN ROMDHANE, et al, 1997).

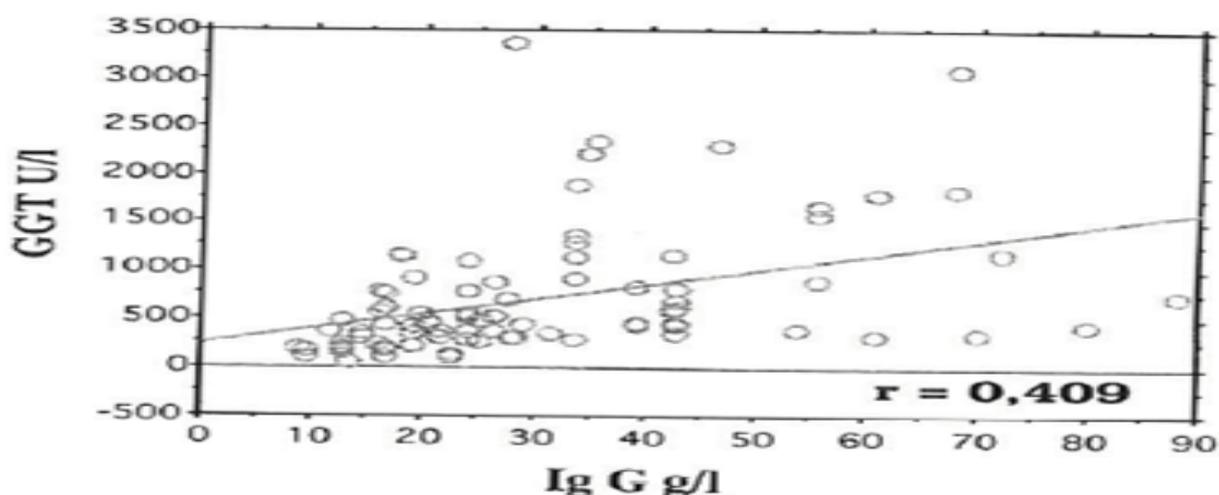


Figure16: Relation entre les concentrations sériques en GGT (U/L) et en IgG (g/L) chez le veau nouveau-né, d'après BENROMDHANE et al, 1997.

La mesure de l'activité des GGT dans le sérum des agneaux peut être un bon indicateur du transfert passif des IgG (prédiction du transfert des IgG) en particulier à la naissance, puis à 1 et 3 jours d'âge (MADEN, et al, 2003).

Une méthode similaire basée sur la mesure de l'activité des GGT dans le sérum des agneaux et l'âge de ceux-ci permet de calculer la concentration sérique en IgG à 1 jour de vie (TESSMAN, et al, 1997).

CHAPITRE III :
OPTIMISATION
DU TRANSFERT
COLOSTRAL

III. OPTIMISATION DU TRANSFERT COLOSTRAL**A. Amélioration de la qualité du colostrum produit par la mère****1. Etat sanitaire de la mère**

L'état sanitaire de la mère lors de la période sèche est primordial. Les recommandations classiques sur la durée de tarissement, l'état d'engraissement et la composition de la ration valent aussi pour la synthèse du colostrum. Le tableau 10 propose des valeurs indicatives qui doivent être adaptées à la situation des vaches gestantes considérées.

Tableau 10: Ordre de grandeur des apports à préconiser pour une vache gestante pendant la période de tarissement (animal/jour) (VALLET A ; 1995).

| Eléments | Niveau d'apport |
|----------------------|--------------------------------|
| UFL | 6 à 8 |
| PDIN | 550 à 700 |
| Calcium(g) | 55 à 75 |
| Phosphore (g) | 35 à 45 |
| Magnésium (g) | 22 à 25 |
| Sodium | 40 à 45g de chlorure de sodium |
| Cuivre | 100 à 120mg |
| Zinc | 260 à 300mg |
| Vitamine A | 30 000 à 50 000 UI |

L'infestation parasitaire générale doit aussi être maîtrisée, en particulier la fasciolose à *Fasciola hepatica* pour laquelle un effet néfaste sur la production de colostrum a été démontré.

Une attention doit aussi être portée sur les mammites lors de la période sèche. Ceci est déjà une préoccupation majeure en élevage laitier mais beaucoup moins en élevage allaitant.

Les lésions causées sur le parenchyme mammaire sont souvent irréversibles, voire même systématiquement chez les génisses. La surveillance, la qualité des lieux de couchage (litières et pâtures) et la lutte contre les mouches doivent rester incontournables. Les dernières recommandations en matière d'antibiothérapie intramammaire à longue action et d'obturateurs de trayons sont encourageantes en matière de prévention.

2. Vaccination de la mère

La spécificité de la synthèse d'immunoglobulines, en particulier lors de la colostrogénèse, dépend des germes présents dans l'élevage et la quantité d'anticorps circulants dépend du degré d'immunisation contre ces germes (**SCHELCHER F ; 1995**).

Les protocoles de vaccination contre les entérites néonatales les plus courants ont pour but d'augmenter ce degré d'immunisation au moment du transfert des immunoglobulines du sang maternel dans la mamelle. Celles-ci, en particulier les anticorps dirigés contre le germe concerné par la ou les souches vaccinales, se retrouveront en quantités supérieures dans l'intestin voire le sérum du veau (**SCHELCHER F, FOUCRAS G, MEYER G, VALARCHER J. F ; 1999**).

La prise correcte de colostrum est donc incontournable lors de la vaccination contre les entérites néonatales. La vaccination présente en outre des limites d'efficacité et des contraintes d'utilisation qu'il faut toujours garder à l'esprit (**MATHEVET P ; 2002**):

- Les souches vaccinales utilisées doivent correspondre aux germes en cause dans l'affection visée dans l'élevage. Le niveau d'immunité croisée entre souches est très variable et pas forcément prévisible. Le diagnostic étiologique précis doit être établi avant de mettre en place un plan de vaccination.

- Les rythmes d'injection doivent être compatibles avec la conduite des vêlages et les dates de vêlage doivent être connues.

- Les capacités de réponse immunitaire des gestantes peuvent aussi être altérées par le parasitisme, l'alimentation ou des infections virales immunosuppressives.

- Les vaccins sont fragiles. Leur conservation ainsi que les modalités d'injection (asepsie du matériel, sites d'injection, ...) doivent être rigoureusement maîtrisées.

Même en l'absence de vaccination, il est toujours judicieux de rentrer les vaches à l'étable au moins un mois avant la date du part, de façon à ce qu'elles synthétisent des anticorps contre la flore microbienne environnante (**SERIEYS F ; 1993**).

B. Amélioration de la prise du colostrum par l'agneau

1. Trier les bons et les mauvais colostrums

Il arrive que le colostrum de la mère ne soit pas disponible (mort par hémorragie, incapacité à se lever par atteinte nerveuse, ...) ou que celui-ci soit en quantité insuffisante (primipares, quartiers secs,...). Dans ces cas il est évident de pouvoir disposer d'une autre source de colostrum de qualité, ce qui implique la possibilité d'écarter un colostrum de qualité insuffisante ou d'améliorer la qualité du colostrum distribué.

Il arrive aussi que le colostrum soit tout à fait disponible et en quantité suffisante, mais de mauvaise qualité du point de vue immunologique. Il faut savoir le distinguer et prendre la décision de l'éliminer. En traite mécanique et manuelle, il est possible de n'éliminer la production que d'un seul quartier.

C'est dans ces cas qu'interviennent l'évaluation épidémio-clinique (pertes de lait avant la 1ère traite, mammite, couleur, naissance prématurée, ...), puis éventuellement les examens paracliniques semi-quantitatifs réalisables rapidement (pèse-colostrum, kits rapides) peuvent aider l'éleveur. Le pèse-colostrum apparaît comme un bon outil pour éliminer un colostrum pauvre en immunoglobulines. Il est beaucoup moins fiable pour sélectionner un colostrum de très bonne qualité.

2. Délai entre la naissance et la prise colostrale

La précocité de l'ingestion conditionne une bonne utilisation du colostrum ingéré. On recommande dans l'idéal le premier repas dans les 2 premières heures de vie et le second 4 à 8 heures après le premier (**ARZUL P., BESNIER P ; 2007**). Quoi qu'il arrive, le premier repas doit intervenir dans les 6 heures après la naissance.

Si la main d'œuvre ne permet pas d'assurer plusieurs repas le premier jour, un seul repas précoce de 4L de colostrum, si possible distribué dans les deux premières heures de vie, par sondage œsophagien, est envisageable et couramment pratiqué au Etats-Unis (**MORIN D. E. ; McCOY G. C. ; HURLEY W. L ; 1997**).

3. Quantité de colostrum ingérée

L'ingestion d'au moins 100g d'immunoglobulines voire 120g si possible lors du premier repas et d'au moins 200g jusqu'à 400g lors des 24 premières heures est recommandée.

Il faut idéalement donner les volumes correspondants de colostrum, en fonction de sa concentration.

Pour simplifier, on recommande 1 à 2L lors du premier repas et 1 à 2L lors du second (**ARZULP, BESNIERP;2007**), à condition d'avoir un colostrum de bonne qualité (>80g/L d'immunoglobulines). La quantité totale ingérée lors des 24 premières heures doit correspondre à au moins 10% du poids du veau (**ARZUL P., BESNIER P ; 2007**) et peut aller jusqu'à 15%.

Si uniquement du colostrum de qualité pauvre ou moyenne est disponible, il est préférable d'augmenter le nombre de repas (ex: 3 repas lors des 12 premières heures) plutôt que le volume du premier repas (**MORIN D. E. ; McCOY G. C. ; HURLEY W. L ; 1997**).

SECONDE PARTIE : Etude expérimentale

**VARIABILITE DE LA CONCENTRATION EN
IMMUNOGLOBULINES G DU COLOSTRUM DE
BREBIS ET CONSEQUENCES SUR LA SURVIE
PRECOCE DE L'AGNEAU**

1. Matériels et méthodes

1.1. La station d'élevage

La Station d'élevage est une ferme privée appartenant au niveau de la région de Sougueur (route de Tousnina) wilaya de Tiaret (27 km).

Pâturage comme source alimentaire principale.

L'étude s'est déroulée du 26 /05/2013 au 04 /06 /2013, mobilisant 2 personnes de 7 à 23 heures.

1.1.1. Situation géographique et présentation de l'exploitation



La ferme expérimentale du monsieur Sassfi Hbib est située à environ un Km de la commune de Sougueur, route de Tousnina.

Au sud de Tiaret. (Figure 17). Entre l'usine de l'ENPEC (Entreprise Nationale Des Produits De L'Electrochimie) et l'unité de production d'électricité.

Il s'agit d'une exploitation de 25 ha surface agricole utile (SAU) dont 10 ha en herbe et 15 ha en céréales.

Le site héberge 200 brebis Rembi croisé.

Figure 17 : Situation géographique de la ferme expérimentale

1.1.2. Les animaux

Quarant cinq brebis de race Rembi croisé (figure 18) ont été Synchronisées par des éponges vaginales le 16 décembre 2013 ; le retrait le 27 décembre 2013 puis inséminées en monte naturel par un ratio de 07 béliers appartenant au propriétaire, après 72h les béliers ont été écartés du cheptel. Les mises-bas comprises entre le 26/05/2013 et le 04/06/2013 (n = 21) ont été incluses dans l'étude. Aucune buvée forcée ni sondage n'a été réalisé avant 6 heures de vie.



Figure 18 : Brebis Rembi Croisé

1.2. Enregistrements sur les mères

1.2.1. Mise-bas

L'agnelage a fait l'objet d'un relevé précis, qui comprenait le numéro de travail de la mère, la date, l'heure du début du travail et l'heure d'expulsion du dernier agneau. Enfin, le nombre total d'agneaux nés a été relevé, qu'ils soient mort-nés, vivants ou momifiés (*cf.* annexe).

1.2.2. Evaluation de la mamelle

Un examen des deux quartiers a été réalisé afin de relever la présence d'un déséquilibre du pis, d'un gros trayon, de mammite, de blessure ou de croute, ou l'absence de colostrum.

1.2.3. Note d'Etat Corporel

Une note d'état corporel (NEC) a été attribuée à chaque brebis à l'agnelage. Il était prévu de réaliser une autre évaluation 15 jours après la mise-bas (à la mise à l'herbe) mais pour des raisons pratiques cela n'a pas été réalisé. Une seule personne, expérimentée, a noté l'ensemble des brebis incluses dans l'étude selon une grille de 0 à 5 (figure19).

Barème de Notation d'Etat Corporel

Note 0 : Extrêmement émacié sur le point de mourir : impossibilité de détecter des tissus musculaires ou adipeux entre la peau et l'os.

Note 1 : les apophyses épineuses sont saillantes et pointues. Les apophyses transverses sont également pointues, les doigts passant facilement sous leurs extrémités et il est possible de les engager entre elles. La noix du muscle est peu épaisse et on ne détecte pas de gras de couverture.

Note 2 : les apophyses épineuses sont encore proéminentes, mais sans «rugosité» Chaque apophyse est sentie au toucher simplement comme une ondulation. Les apophyses transverses sont également arrondies et sans rugosité et il est possible, en exerçant une légère pression d'engager les doigts entre leurs extrémités. La noix du muscle est d'épaisseur moyenne avec une faible couverture adipeuse.

Note 3 : les apophyses épineuses forment seulement de très légères ondulations souples; chacun de ces os ne peut être individualisé que sous l'effet d'une pression des doigts. Les apophyses transverses sont très bien couvertes et seule une forte pression permet d'en sentir les extrémités. La noix du muscle est «pleine » et sa couverture adipeuse est moyenne.

Note 4 : Seule la pression permet de détecter les apophyses épineuses sous la forme d'une ligne dure entre les deux muscles (recouverts de gras) qui forment une surface continue. On ne peut pas sentir les extrémités des apophyses transverses. La noix du muscle est « pleine » avec une épaisse couverture adipeuse.

Note 5 : les apophyses épineuses ne peuvent être détectées, même avec une pression ferme. Les deux muscles recouverts de graisse sont proéminents et on observe une dépression le long de la ligne médiane du dos. Les apophyses transverses ne peuvent être détectées. La noix des muscles est très « pleine » avec une très épaisse couverture adipeuse. D'importantes masses de graisse se sont déposées sur la croupe et la queue.

« Coupe » transversale de la brebis au niveau des lombaires

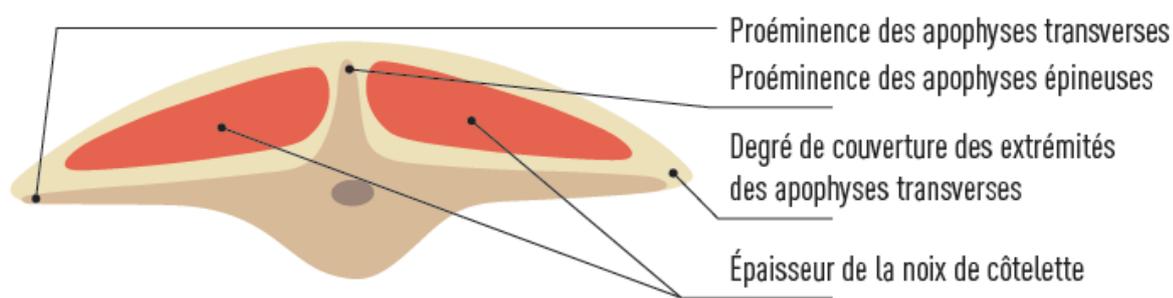


Figure 19 : Critères d'évaluation de l'état corporel des ovins.

1.2.4. Prélèvement de colostrum

Avant toute buvée par les agneaux, 40 ml du mélange de colostrum des deux quartiers ont été prélevés. Lorsqu'une anomalie était présente sur un des quartiers, celui-ci n'était pas prélevé. 2 aliquotes de 2 ml dédiées au dosage des IgG. Les échantillons, une fois identifiés avec le numéro de la mère, ont été congelés à -20°C jusqu'à analyse.

1.3. Enregistrements sur les agneaux

1.3.1. Marquage et identification

À la naissance, chaque agneau de la portée, y compris mort-nés ou avorton, a été marqué à la nuque suivant un code couleur attribué selon l'ordre de naissance.

Pour chaque agneau ont été consignés le poids à la naissance, le sexe (à l'exception des avortons pour lesquels l'identification du sexe n'était pas toujours possible), ainsi que les Conditions de mise-bas (cf. annexe).

Les délais entre la naissance et la station debout et entre la naissance et la première buvée ont été enregistrés selon différentes classes (respectivement inférieur à 10min, entre 10 et 30min ou supérieur à 30min et inférieur à 2h, entre 2 et 4h, entre 4 et 6h ou supérieurs à 6h).

Une évaluation du comportement de la mère a été réalisée sous la forme de critères objectifs tels que le léchage, le refus de laisser téter, le fait de repousser l'agneau ou de manifester de l'indifférence.

Jusqu'à 15 jours d'âge, toute complémentation de lait artificiel apportée au biberon à un agneau a été notée.

Enfin, pour les agneaux malades, la date de débout et la nature des symptômes, le type de traitement et sa durée ont été enregistrés.

Les agneaux morts jusqu'à 15 jours d'âge ont été notés.

1.3.2. Prélèvement de sang et pesée.

A 48 heures d'âge, un prélèvement de sang a été réalisé à la veine jugulaire sur les agneaux vivants.

Après centrifugation, 2 ou 3 aliquotes de plasma ont été identifiées et congelées à -20°C.

NB : toutes les notations ont été effectuées sur des fiches d'agnelage préalablement formées (annexes).

2. Résultats

2.1. Descriptif de l'échantillon d'étude

2.1.1. Répartition dans le temps des mise-bas

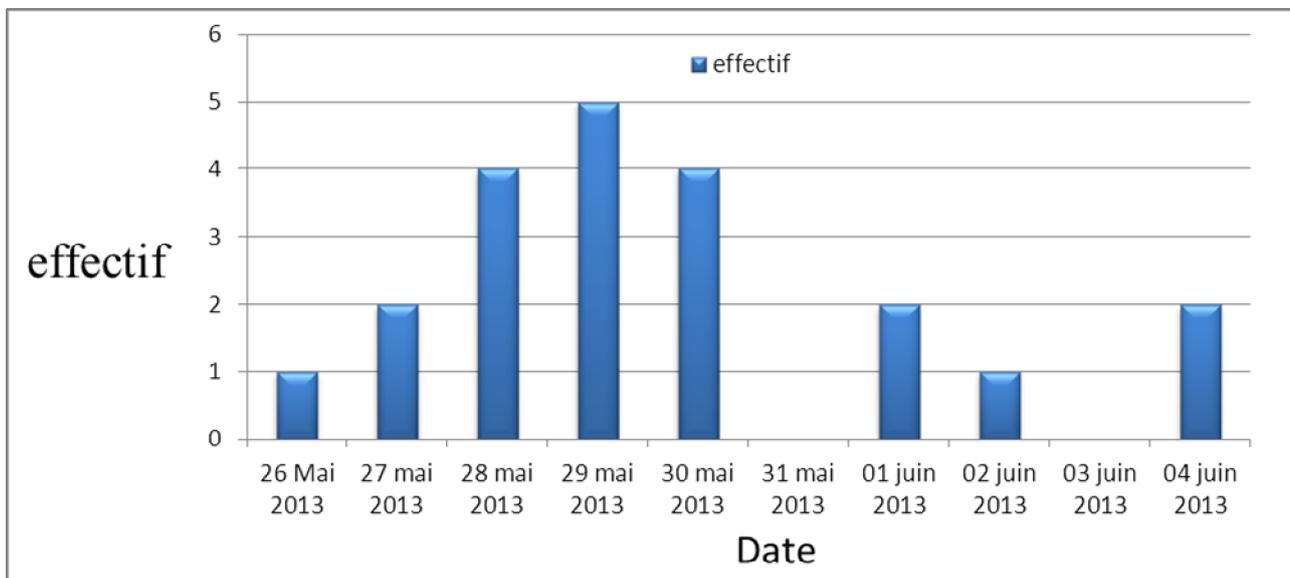


Figure20 : Répartition des mise-bas entre le 26/05 et le 04/06

Les mise-bas incluses dans l'étude sont étalées entre le 26 Mai et le 4 juin 2013 (figure 20). Près de trois quart des agnelages ont eu lieu durant la première semaine, avec 16 mise-bas sur 21 entre le 26 et le 30 mai avec un pic entre le 28 et le 29 mai qui comptent respectivement 04 et 05 agnelages.

2.1.2. Age des mères

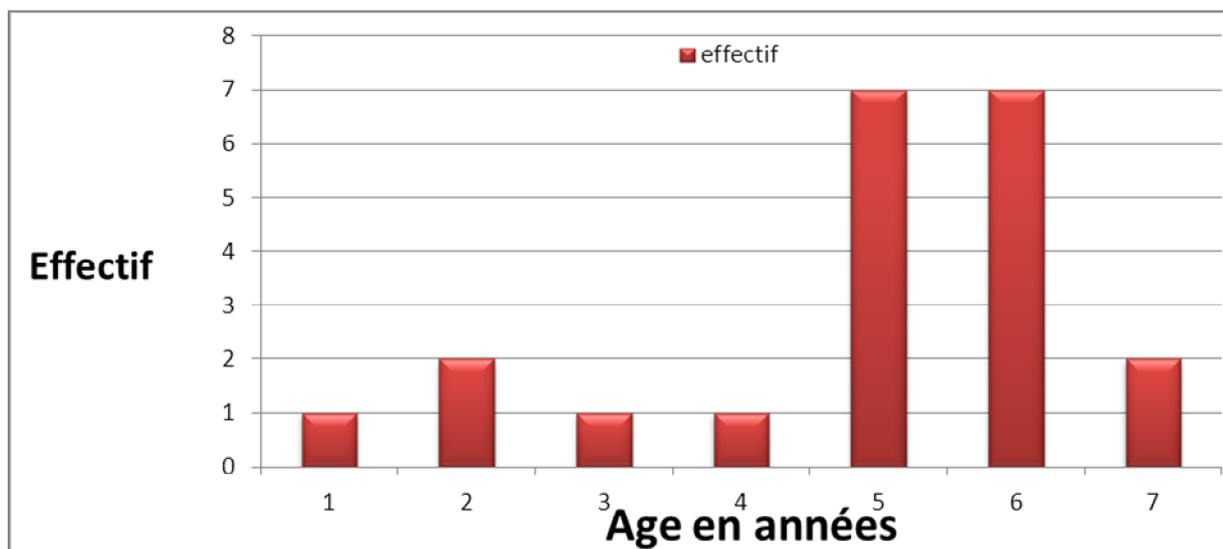


Figure 21 : Age des brebis a la mise-bas

Au-dessus de la moitié (66.66%) des brebis avaient agnelé entre 5 ans (7 brebis) et 6 ans (7 brebis). (Figure 21). Une seule brebis a 1 an, l'âge minimum, et seulement 2 ont agnelé à 7 ans, l'âge maximum de l'échantillon d'étude.

2.1.3. Notes d'Etat Corporel à l'agnelage

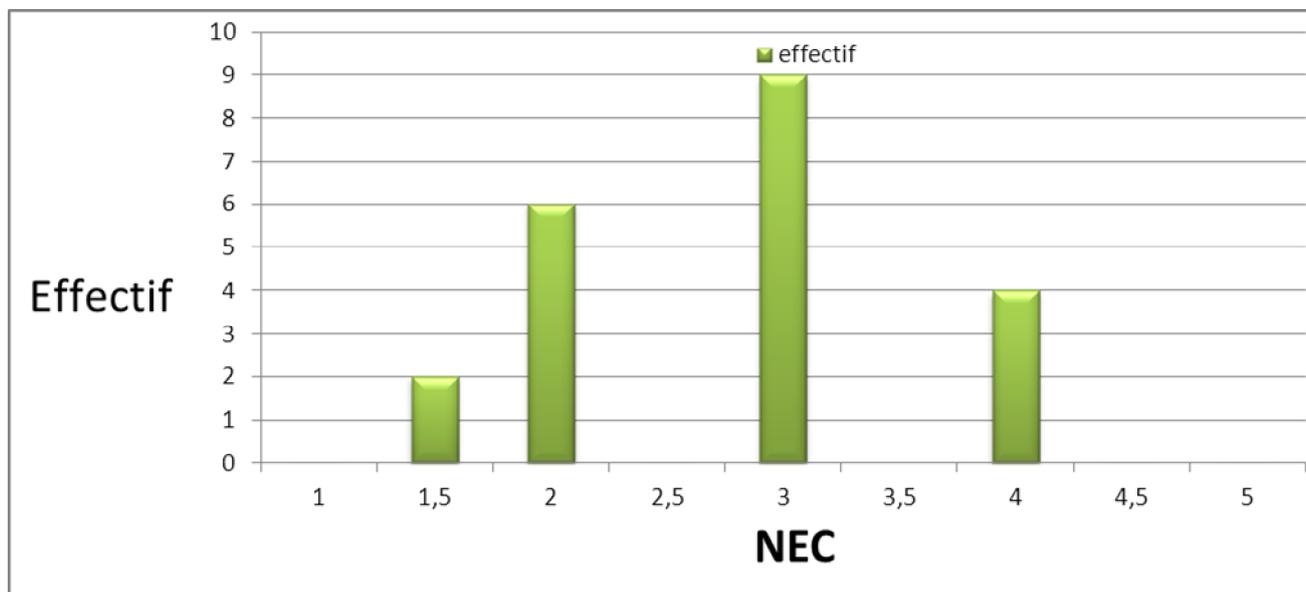


Figure 22 : Note d'état corporel des brebis a l'agnelage

Les brebis incluses dans l'étude avaient des notes d'états corporel (NEC) a la mise-bas correctes, comprises entre 1.5 et 4 mais avec une majorité a 3 (9 brebis sur 21 soit 42.85%)

(Figure22). Aucune brebis n'avait un état corporel supérieur à 4, alors que 2 (9.52%) ont été notées a 1,5 et 6 à 2 (28.57%).

2.1.4. Taille de la portée

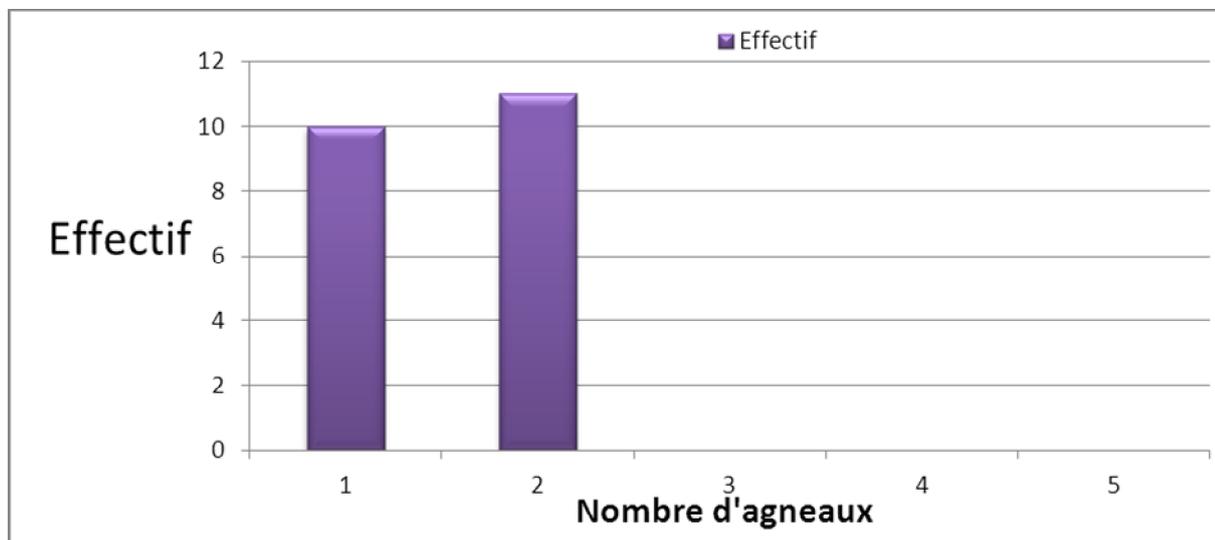


Figure 23 : Taille des portées

Sur 21 brebis incluses, 21 brebis ont donné naissance à un ou deux agneaux (respectivement 10 brebis, soit 47.61% et 11 brebis soit 52.38%) (Figure 23). Les portées comptant plus de 2 agneaux étaient nul (0 soit 0.00%).

2.1.5. Durée de la mise-bas

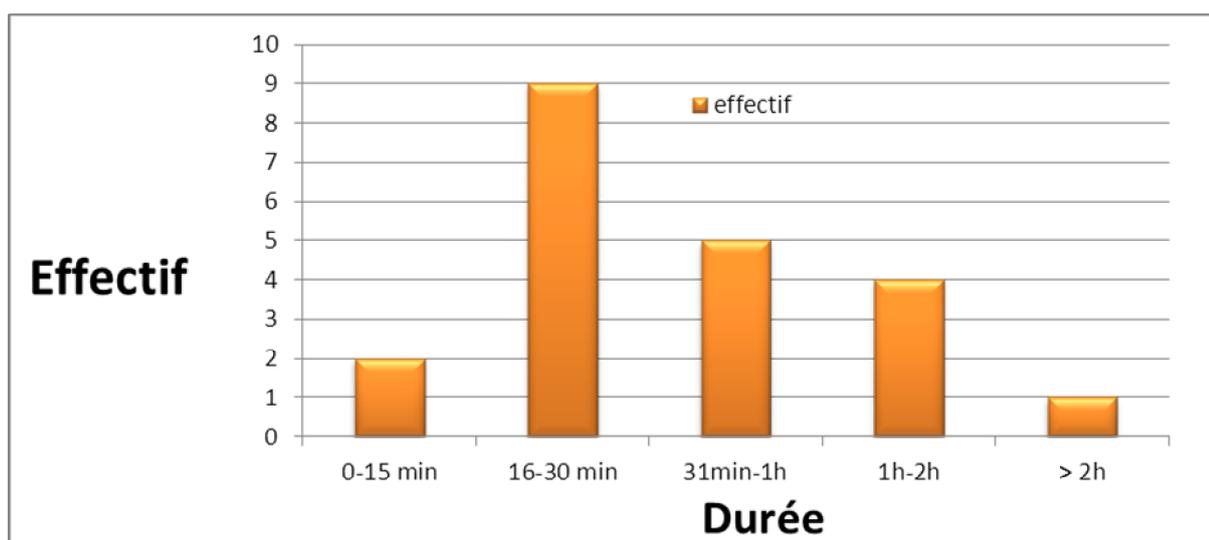


Figure 24 : Durée des mise-bas

Dans la très grande majorité des cas (21 sur les 21 chronométrées, soit 100%), les mise-bas dans cette étude se sont déroulées en moins de 30 minutes (figure 24). La durée maximale enregistrée était de 2h30.

2.1.6. Les agneaux

Conditions de naissance

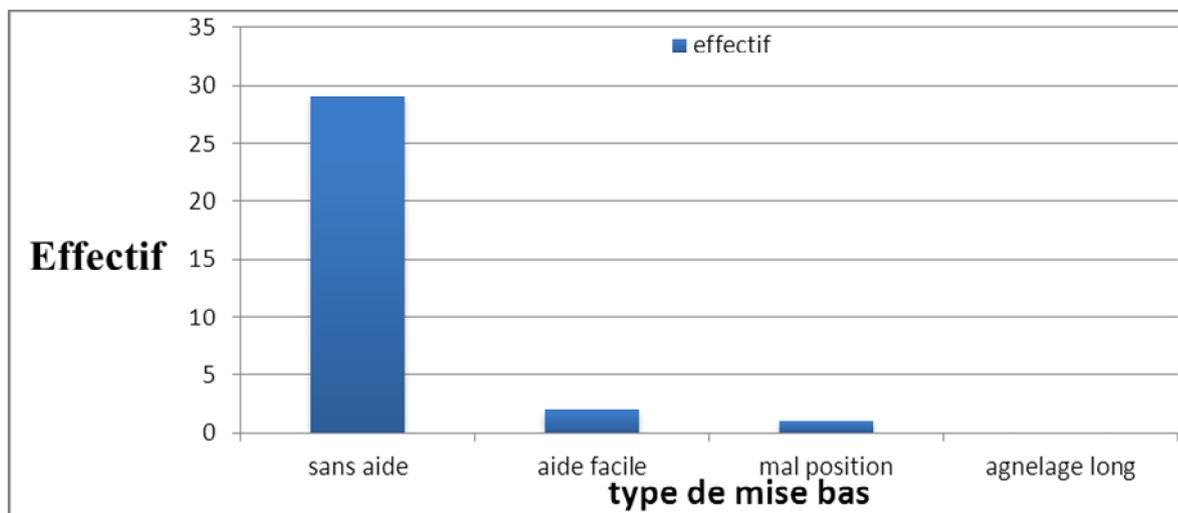


Figure 25 : Conditions de mise-bas et intervention humaine

La majeure partie des agneaux (29 soit 90.625%) sont née sans aucune aide (figure 25). Deux agneaux (6.25%) ont bénéficié d'une aide facile, et 1 (3.125%) souffraient de malposition.

Pour zéro agneau la mise-bas n'a pas été observée.

Sexe et poids de naissance

Parmi les 32 agneaux nés des 21 brebis de l'étude, 18 soit plus de 36.87% étaient des males.

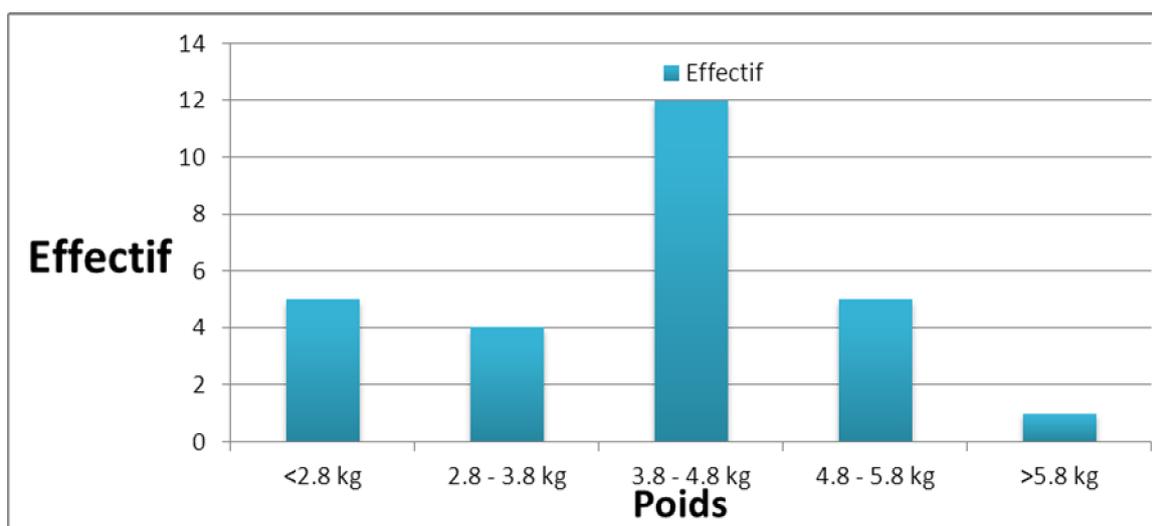


Figure 26 : Répartition des poids des agneaux a la naissance

Les poids des agneaux a la naissance étaient compris entre 2.15 kg et 6,74 kg. Cinq agneaux (15.62%) pesaient moins de 2,8 kg (agneaux légers) et 6 (18.75%) pesaient plus de 4,8 kg (agneaux lourds) (figure 26).

Délai entre la naissance et la station debout

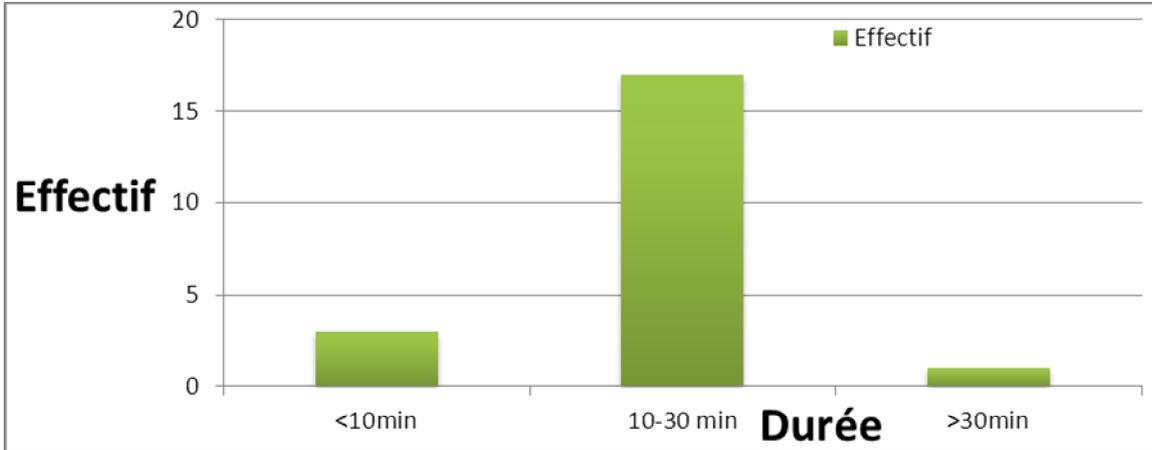


Figure 27 : Délai entre la naissance et la station debout

Durant l'étude, 32 agneaux ont été chronométrés afin de déterminer le temps Nécessaire au lever et au maintien de la station debout. Parmi ceux-ci, la majorité (n = 17 soit 53.12%) ont mis entre 10 et 30 minutes pour se lever (figure 27).

Délai entre la naissance et la première tétée

Sur les 32 agneaux chronométrés, quasiment tous (28 soit 87.5%) ont tété dans les deux heures suivant la naissance. Dans les 4 autres ont à 2 morts en utéro et 2 bu avant 4h.

Type de colostrum ingéré

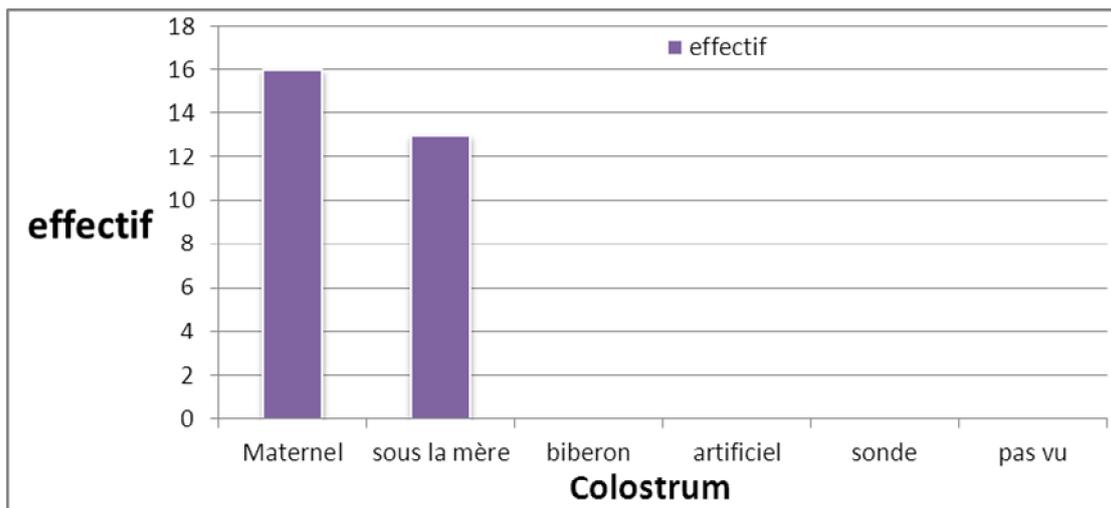


Figure 28 : Type de colostrum ingéré

Parmi les 30 agneaux nés vivants, (100%) ont tété le colostrum de leur mère (figure 27)

Comportement de la mère

Les mères suivies ont fait preuve d'un comportement maternel bien développé.

Concentration en IgG du colostrum des brebis :

Tableau : Concentration des IgG du colostrum de brebis

| <60 g/l | 60-90g/l | 90-120g/l | >121g/l |
|---------|----------|-----------|---------|
| 37,8 | 71,8 | 116,6 | 187,9 |
| 10,5 | 71,8 | 116,6 | 143,1 |
| | | 116,6 | 143,1 |
| | | 92,8 | 143,1 |
| | | 116,6 | 204,1 |
| | | | 157,3 |
| | | | 129,5 |
| | | | 129,5 |
| | | | 204,1 |
| | | | 143,1 |
| | | | 204,1 |
| 24,15 | 71,8 | 116,6 | 165,5 |

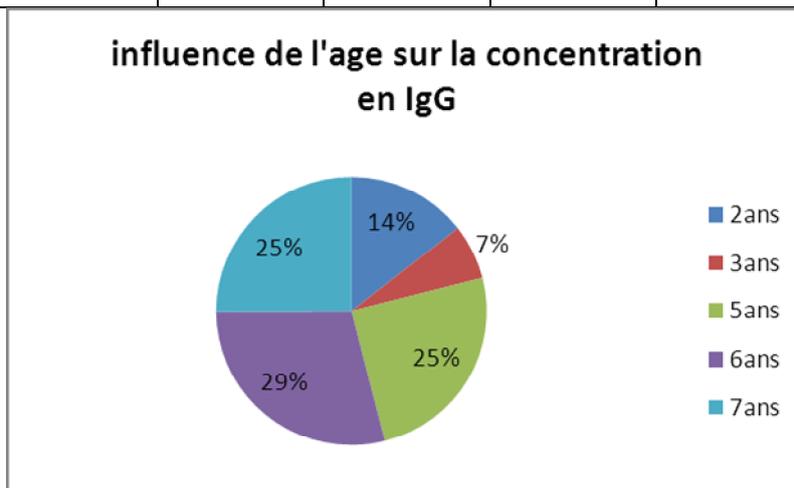


Influence de l'âge des brebis sur la concentration en IgG du colostrum :

Tableau : Influence de l'âge des brebis sur la concentration en IgG du colostrum

| 2ans | 3ans | 5ans | 6ans | 7ans |
|------|------|-------|-------|-------|
| 71,8 | 37,8 | 143,1 | 187,9 | 157,3 |
| 92,8 | | 143,1 | 143,1 | 129,5 |
| | | 129,5 | 71,8 | 116,6 |
| | | 116,6 | 204,1 | |
| | | 116,6 | 204,1 | |
| | | 116,6 | 143,1 | |
| | | | 10,5 | |

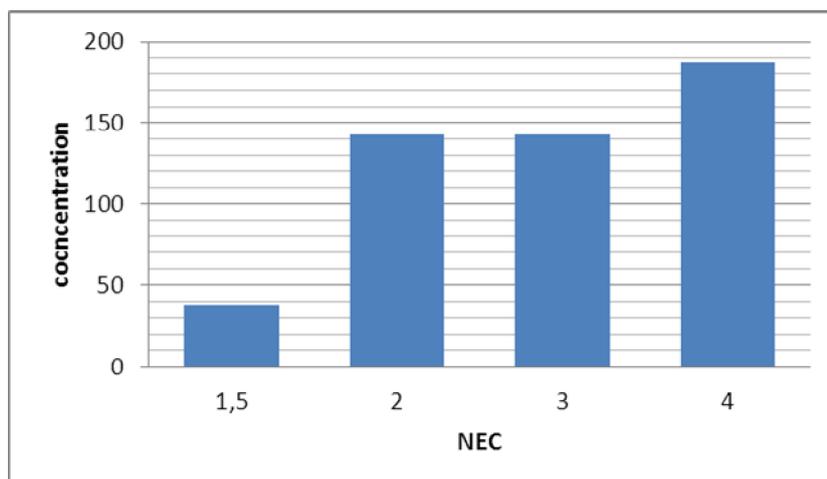
| | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 82,3 | 37,8 | 143,1 | 165,5 | 143,4 |
|------|------|-------|-------|-------|



Influence de la NEC sur la concentration en IgG :

Tableau : Influence de la NEC sur la concentration en IgG

| 1,5 | 2 | 3 | 4 |
|------|-------|-------|-------|
| 37,8 | 143,1 | 143,1 | 187,9 |
| | 129,5 | 143,1 | 129,5 |
| | 143,1 | 71,8 | 116,6 |
| | 116,6 | 204,1 | 37,8 |
| | 116,6 | 157,3 | |
| | 10,5 | 71,8 | |
| | | 204,1 | |
| | | 116,6 | |
| | | 92,8 | |
| 37,8 | 143,1 | 143,1 | 187,9 |



2.3. Discussion

2.3.1. Protocole d'étude

Sur les 45 mise-bas prévues, seulement 21 ont eu lieu pendant les 15 jours prévus pour l'étude ; le nombre des béliers utilisés était dans les normes (7 béliers) mais les femelles n'ont pas conçus dans la première lutte ; Cela est dû au retrait des béliers après les 72 h de lutte.

Ce qui a entraîné une baisse de fertilité et fécondité (lutte de rattrapage non effectuée).

Ces effectifs plus faibles que prévu diminuent le poids de certaines conclusions, mais aussi la mise en évidence de certaines corrélations sur le plan statistique.

En ce qui concerne le protocole d'observation des agneaux, le délai entre la naissance et la première tétée a été évalué sur la base d'une échelle de temps assez large : moins de 2h, entre 2 et 4h, plus de 4h, si bien que presque tous les agneaux appartiennent à la première classe.

D'après les données obtenues chez les bovins, l'absorption est encore très bonne jusqu'à 12h Post-partum (DOMINGUEZ, et al. 2001) et la fermeture de la barrière intestinale survient plutôt vers la 36ème heure de vie (MAILLARD, 2000). En dehors d'un effet sur la qualité du transfert de l'immunité passive, le délai entre naissance et première tétée pourrait cependant influencer le maintien de la température corporelle de l'agneau nouveau-né.

Dans le même registre, quasiment tous les agneaux sont debout entre 10 et 30 minutes, ce qui n'est pas radicalement éloigné de 40 minutes ou même 1h du point de vue de la prise colostrale.

En ce qui concerne la mortalité des agneaux seulement deux agneaux jumeaux ont été né morts avec un qui présente une diapause et le deuxième normal.

Pour les analyses des IgG colostrales et plasmatiques les analyses n'ont pas pu être réalisées vu l'absence des kits spécifiques en Algérie.

On a tenté de faire ces analyses avec la technique ELISA en utilisant des kits humains (Labo–Maachi-Tiaret) mais les résultats n'ont pas pu être déterminés (spécificité des IgG).

CONCLUSION

Véritable lien entre la brebis et l'agneau, le colostrum apporte après la mise-bas tous les éléments nécessaires à la survie du jeune.

Outre les immunoglobulines indispensables à la mise en place d'une immunité passive et transitoire, cette première sécrétion de la glande mammaire contient les nutriments et l'énergie destinée à assurer le fonctionnement métabolique des premiers moments.

Notre étude basée sur 21 brebis de race REMBI visait à décrire la variabilité de la qualité du colostrum et de la prise colostrale chez l'agneau, ainsi que leurs déterminants, au travers de l'utilisation de différents outils de mesure.

Les mesures n'ont pas été effectuées vu l'absence des kits spécifiques en ALGERIE. On a révélé qu'un bon état corporel des mères et une prise colostrale avant les 2h qui suivent la naissance ainsi que l'âge et la taille de la portée induisent une diminution de la mortalité des agneaux.

Au cœur d'une problématique majeure de l'élevage ovin en ALGERIE, la réussite du transfert de l'immunité colostrale constitue la piste principale vers l'amélioration des performances zootechniques, notamment en termes de morbidité et de mortalité néonatale.

Cependant, la surveillance efficace de la prise colostrale demeure une activité chronophage, qu'il est parfois difficile d'adapter aux contraintes techniques et humaines des exploitations modernes. Afin de compléter cette étude, il serait intéressant d'étudier l'impact final d'une amélioration des taux de survie précoce chez l'agneau sur le plan économique, avec toutes les mesures que cela implique.

Références bibliographiques

AL SABBAGH, T A, SWANSON, L V et THOMPSON, J M. 1995. The effect of ewe body condition at lambing on colostral immunoglobulin G concentration **and** lamb performance. *J Anim Sci.* Oct 1995, Vol. 73, 10, pp. 2860-4.

ANNE MARIE THERESE IMBERT.2005. Les immunoglobulines colostrales bovines : étude comparée de trois méthodes de dosages à partir de données expérimentales et influence de différents facteurs sur la concentration.

BEKELE, T, KASALI, O B et WOLDEAB, T. 1992. Causes of lamb morbidity and mortality in the Ethiopian Highlands. *Vet Res Com.* 1992, Vol. 16, 6, pp. 415-24.

BEN ROMDHANE, S, et al. 1997. Estimation du transfert des immunoglobulines colostrales par la recherche de l'activité de la GGT et des protéines sériques chez le veau. *Revue de Médecine Vétérinaire.* 1997, Vol. 148, 7, pp. 627-632.

BESSER, T E et GAY, C C. 1993. Colostral transfer of Immunoglobulins to the calf. *Veterinary Annual.* 1993, Vol. 33, pp. 53-61.

—. **1994.** The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* Mar 1994, Vol. 10, 1, pp. 107-117.

BESSER, T E, GAY, C C et PRITCHETT, L. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *J Am Vet Med Assoc.* Feb 1991, Vol. 198, 3, pp. 419-22.

BIELMAN, V, et al. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *J Dairy Sci.* Aug 2010, Vol. 93, 8, pp. 3713-21.

BOLAND, T M, et al. 2005. High mineral and vitamin E intake by pregnant ewes lowers colostral immunoglobulin G absorption by the lamb. *J Anim Sci.* Apr 2005, Vol. 83, 4, pp. 871-8.

BRANDON, M R et LASCELLES, A K. 1975. The effect of prepartum milking on the transfer of immunoglobulin into mammary glands of cows. *Austr J Exp Biol Med Sci.* 1975, Vol. 53, pp. 197-204.

BRIGNOLE, T J et STOTT, G H. 1980. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *J Dairy Sci.* Mar 1980, Vol. 63, 3, pp. 451-6.

- BUSH, L J et STALEY, T E. 1980.** Absorption of colostrum immunoglobulin in newborn calves. *J Dairy Sci.* Apr 1980, Vol. 63, 4, pp. 672-680.
- CAMPBELL, N A et REECE, J B. 2004.** Les réactions immunitaires. [ed.] de boek. *Biologie 2ème édition.* 2004, pp. 992-1006.
- CARRAUD, A. 1995.** Comment juger et améliorer la qualité du colostrum. [ed.] SNGTV. *Proceeding des Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires d'Angers.* 1995, pp. 31-35.
- CHRISTLEY, R M, et al. 2003.** Factors related to the risk of neonatal mortality, birth weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Prev Vet Med.* 15 Apr 2003, Vol. 57, 4, pp. 209-26.
- CLAWSON, M L, et al. 2004.** Beta-2-microglobulin haplotypes in U.S. beef cattle and association with failure of passive transfer in newborn calves. *Mamm Genome.* Mar 2004, Vol. 15, 3, pp. 227-36.
- COLLINS, R A, PARSONS, K R et BLAND, A P. 1986.** Antibody-containing cells and specialized epithelial cells in the bovine teat. *Res Vet Sci.* Jul 1986, Vol. 41, 1, pp. 50-5.
- DELOUIS, C. 1978.** Physiology of colostrum production. *Ann Rech Vet.* 1978, Vol. 9, 2, pp. 193-203.
- DONOVAN, G A, et al. 1998.** Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida USA. *Prev Vet Med.* 6 Feb 1998, Vol. 34, 1, pp. 31-46.
- EL-NAGEH, M. 1967.** Siege de l'absorption intestinale des gammaglobulines du colostrum chez le veau nouveau-né. *Ann Med Vet.* 1967, Vol. 3, pp. 380-3.
- . 1967. Voies d'absorption des gammaglobulines du colostrum au niveau de l'intestin grêle du veau nouveau-né. *Ann Vet Med.* 1967, Vol. 9, pp. 347-52.
- FALLON, R J. 1978.** The effect of immunoglobulin levels on calf performance and methods of artificially feeding colostrum to the newborn calf. *Ann Rech Vet.* 1978, Vol. 9, 2, pp. 347- 52.
- FOLEY, J A et OTTERBY, D E. 1978.** Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. *J Dairy Sci.* Aug 1978, Vol. 61, 8, pp. 1033-60.

- GARTIOUX, J P. 2003.** La transmission de l'immunité colostrale. Etude au sein d'une ferme expérimentale de Saone et Loire. *Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard, Lyon.* 2003, p. 152.
- GILBERT, R P, et al. 1988.** Genetic and environment factors affecting immunoglobulin G concentrations in ewe colostrums and lamb serum. *J Anim Sci.* Apr 1988, Vol. 66, 4, pp. 855- 63.
- HAMMER, D K et MOSSMANN, H. 1978.** The importance of membrane receptors in the transfer of immunoglobulins from plasma to the colostrum. *Ann Rech Vet.* 1978, Vol. 9, 2, pp. 229-34.
- HEINRICHS, J et COLEEN, J. 2010.** Colostrum management tools, hydrometers and refractometers. *Dairy Anim Sci.* 2010, Vol. 11, 174, p. 5.
- HENRI SALMON.2011.** Transmission de l'immunité maternelle chez le porc et les ruminants après la naissance.
- HOERLEIN, A B et JONES, D L. 1977.** Bovine immunoglobulins following induced parturition. *J Am Vet Med Assoc.* Feb 1977, Vol. 170, 3, pp. 325-6.
- HOUGH, R L, et al. 1990.** Influence of glucocorticoids on macromolecular absorption and passive immunity in neonatal lambs. *J Anim Sci.* Aug 1990, Vol. 68, 8, pp. 2459-64.
- HUGUES ALLEMAND.2008.** Évaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostrale chez les bovins.
- JOCHIMS, K, et al. 1994.** An immunoelectron microscopic investigation of colostrum IgG absorption across the intestine of newborn calves. *Res Vet Sci.* Jul 1994, Vol. 57, 1, pp. 75-80.
- KERSTING, K. 1998.** Neonatal disease and passive transfer of immunity. *Proceeding Society for Theriogenology.* 4-6 Dec 1998, pp. 44-7.
- KRAEHENBUHL, J P, RACINE, L et GALARDY, R E. 1975.** Localization of secretory IgA, secretory component, and alpha chain in the mammary gland of lactating rabbits by immunoelectron microscopy. *Ann N Y Acad Sci.* 30 Jun 1975, Vol. 254, pp. 190-202.
- KRUSE, V. 1970.** A note on the estimation by simulation technique of the optimal colostrum dose and feeding time at first feeding after the calf's birth. *Anim Prod.* 1970, Vol. 12, 4, pp. 661-4.
- LARSON, B L, HEARY, H L et DEVERY, J E. 1980.** Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci.* Apr 1980, Vol. 63, 4, pp. 665-71.

- LASCELLES, A K, BEH, K J et HUSBAND, A J. 1981.** Origin of antibody in mammary secretion with particular reference to the IgA system. *Adv Exp Med Biol.* 1981, Vol. 137, pp. 483-511.
- LEVIEUX, D. 1984.** Transmission de l'immunité colostrale chez le veau. *Le Point Vétérinaire* 16. 1984, Vol. 82, pp. 311-5.
- LOGAN, E F et PEARSON, G R. 1978.** The distribution of immunoglobulins in the intestine of the neonatal calf. *Ann Rech Vet.* 1978, Vol. 9, 2, pp. 319-26.
- MADEN, M, et al. 2003.** Blood and colostrums/milk serum gamma-glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in lambs. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* Apr 2003, Vol. 50, 3, pp. 128-31.
- MAILLARD, R. 2000.** Immunité, diarrhée, vaccination. *XVe Journée Technique des GTV Bourgogne, Autun.* 2000, pp. 5-19.
- MANGIN, S A. 2002.** Transfert d'immunité colostrale chez le veau. *Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil, Alfort.* 2002, p. 92.
- MAYER, B, et al. 2002.** Redistribution of the sheep neonatal Fc receptor in the mammary gland around the time of parturition in ewes and its localization in the small intestine of neonatal lambs. *Immunology.* Nov 2002, Vol. 107, 3, pp. 288-96.
- MILON, A. 1986.** Ontogenèse du système immunitaire et immunité néonatale. *Bull GTV.* 1986, 4, pp. 53-66.
- MORIN, D E, et al. 2010.** Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentration in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc.* 15 Aug 2010, Vol. 237, 4, pp. 420-8.
- MORIN, D E, McCOY, G C et HURLEY, W L. 1997.** Effects of quality, quantity and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G. Absorption in holstein bull calves. *J Dairy Sci.* Apr 1997, Vol. 80, 4, pp. 747-53.
- NEWBY, T J et BOURNE, J. 1977.** The nature of the local immune system of the bovine mammary gland. *J Immunol.* Feb 1977, Vol. 118, 2, pp. 461-5.
- PORTER, P. 1979.** Structural and functional characteristics of immunoglobulins of the common domestic species. *Adv Vet Sci Comp Med.* 1979, Vol. 23, pp. 1-21.
- REID, J F et CLIFFORD, D J. 1974.** Use of the refractometer in estimating immune globulin levels of neonatal lamb serum. *The veterinary record.* 6 July 1974.

SALMON, H. 1999. Colostrum et immunité passive du jeune ruminant. in NAVETAT H, SHELCHE F, editors. *Troubles digestifs du veau pré-ruminant*. S. F. B. 1999, pp. 202-10.

Sarah, Claire, Marie-Françoise, AMALRIC.2011. Variabilité de la concentration en immunoglobulines G du colostrum de brebis et conséquences sur la survie précoce de l'agneau.

SAWYER, M, et al. 1977. Passive transfer of colostrum immunoglobulins from ewe to lamb and its influence on neonatal lamb mortality. *J Am Vet Med Assoc.* 15 Dec 1977, Vol. 171, 12, pp. 1255-9.

SCICCHITANO, R, HUSBAND, A J et CRIPPS, A W. 1984. Biliary transport of serum IgA in sheep. *Immunology.* Sep 1984, Vol. 53, 1, pp. 121-9.

SELMAN, I E. 1973. The absorption of colostrum globulins by newborn calves. *Ann Rech Vet.* 1973, Vol. 4, 1, pp. 213-21.

SERIEYS, F. 1993. Le colostrum de vache. *Ed. Smithkline-Beecham, Ploufragan.* 1993, p. 88.

SHELDRAKE, R F, et al. 1984. Selective transport of serum-derived IgA into mucosal secretions. *J Immunol.* Jan 1984, Vol. 132, 1, pp. 363-8.

SKRZYPEK, T, et al. 2007. Gradual disappearance of vacuolated enterocytes in the small intestine of neonatal piglets. *J Physiol Pharmacol.* Aug 2007, Vol. 58 Suppl. 3, pp. 87-95.

STELWAGEN, K, et al. 2009. Immune components of bovine colostrum and milk. *J Anim Sci.* Apr 2009, Vol. 87, 13 Suppl, pp. 3-9.

STOTT, G H et FELLAH, A. 1983. Colostrum immunoglobulin absorption linearly related to concentration in calves. *J Dairy Sci.* Jun 1983, Vol. 66, 6, pp. 1319-28.

TESSMAN, R K, et al. 1997. Use of age and serum gamma-glutamyltransferase activity to assess passive transfer status in lambs. *J Am Vet Med Assoc.* 1 Nov 1997, Vol. 211, 9, pp. 1163-4.

TYLER, J W, et al. 1999. Colostrum immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *Am J Vet Res.* Sep 1999, Vol. 60, 9, pp. 1136-9.

VILETTE, Y et LEVIEUX, D. 1981. Effect of ewe age on colostrum immunoglobulin transfer to the lamb. *Ann Rech Vet.* 1981, Vol. 12, 3, pp. 227-31.

WEAVER, D M, et al. 2000. Passive transfer of colostrum immunoglobulin in calves. *J Vet Intern Med.* Nov 2000, Vol. 14, 6, pp. 569-77.

WITTUM, T E et PERINO, L J. 1995. Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am J Vet Res.* Sep 1995, Vol. 56, 9, pp. 1149-54.

Salmon, H., Berri, M., Gerdts, V., Meurens, F. 2009. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. *Dev Comp Immunol.* 33: 384-393.

NARDONE A, LACETERA N, BERNABUCCI U, RONCHI B. Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 838-844.

• **Baintner, K. 2007.** Transmission of antibodies from mother to young: Evolutionary strategies in a proteolytic environment. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 117:153-161.

Danielsen, M., Thymann, T., Jensen, B.B., Jensen, O.N., Sangild, P.T., Bendixen, E., 2006. Proteome profiles of mucosal immunoglobulin uptake in inflamed porcine gut. *Proteomics* 6: 6588-6596.

• **Jensen, A.R., Elnif, J., Burrin, D.G., Sangild, P.T. 2001.** Development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. *J Nutr.* 131: 3259-3265.

LACETERA N, BERNABUCCI U, RONCHI B, SCALIA D, NARDONE A. Moderate summer heat stress does not modify immunological parameters of holstein dairy cows. *Int. J. Biometeorol.*, 2002, **46**, 33-37.

Williams, P.P. 1993. Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostrum leukocytes by neonatal pigs. *Can J Vet Res.* 57: 1-8.

Tuboly, S., Bernath, S., Glavits, R., Kovacs, A., Megyeri, Z. 1995. Intestinal absorption of colostrum lymphocytes in newborn lambs and their role in the development of immune status. *Acta* 43: 105-115.

Reber, A.J., Lockwood, A., Hippen, A.R., Hurley, D.J. 2006. Colostrum induced phenotypic and trafficking changes in maternal mononuclear cells in a peripheral blood leukocyte model for study of leukocyte transfer to the neonatal calf. *Vet Immunol Immunopathol.* 109: 139-150.

Besser, T.E., Gay, C.C., McGuire, T.C., Evermann, J.F. 1988. Passive immunity to bovine rotavirus infection associated with transfer of serum antibody into the intestinal lumen. *J Virol.* 62: 2238-2242.

N° Agneau

de :

à :

N° d'ordre :

Mise bas : Date :

Heure début :

Heure fin :

N° de la mère :

Non observée

Heure d'identification :

NEC agnelage:

Poids brebis 15 jours :

Prélèvement de colostrum :

Mélange

Demi-mamelle

Date :

Heure :

Quartier gauche

- Sans anomalie Gros trayon
 Pas de colostrum Déséquilibrée
 Mammite Blessure ou croutes

Quartier droit

- Sans anomalie Gros trayon
 Pas de colostrum Déséquilibrée
 Mammite Blessure ou croutes

Garde : Oui / Non

N° Agneau :

Sexe

Avorton

Mort ne

AA date :

Non marque

Poids Nais :

Poids 48 h :

heure pesée :

Condition de mise-bas

- Sans aide
 Aide facile
 Aide nécessaire
 Mal position Non dilatation Agnelage long
 Intervention pour stimulation
 Délai entre la naissance et la station debout
 <10 min [10 min - 30 min] > 30 min
 Comportement de la mère
 Léchage Refus de tétée Repousse l'agneau

Colostrum maternel Sous la mère biberon

<2H 2-4H 4-6H >6 H

Pas vu

Colostrum artificiel biberon Sonde

<2H 2-4H 4-6H >6 H

Maladie : date

Symptômes

Traitement

Mort : date

Causes