

# UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES  
(E.I.S.M.V.)



ANNEE 2007

N° 13

**Etude de la relation entre le statut nutritionnel des vaches  
inséminées et leur état physiologique par dosage d'un  
biomarqueur de gestation : Les Protéines Associées à la  
Gestation (PAGs)**

## THESE

Présentée et soutenue publiquement

Le 16 juin 2007

Devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de  
Dakar pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**  
**(DIPLÔME D'ETAT)**

Par

**Mohamed Moctar MOUICHE MOULIOM**  
Né le 03 Mars 1985 à Njissé (CAMEROUN)

### Jury

**Présidente :**

**Mme Sylvie SECK GASSAMA**  
Professeur à la Faculté de Médecine,  
de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

**Directeur et Rapporteur :**  
**de Thèse**

**M. Germain Jérôme SAWADOGO**  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

**Membres :**

**M. Malang SEYDI**  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

**M. Serge Niangoran BAKOU**  
Maître de conférences agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar

**Codirecteur de thèse :**

**M. Nongasida YAMEOGO**  
Assistant à l'E.I.S.M.V de Dakar

## IN MEMORIUM

**Je dédie ce travail :**

A ma Tante **MONMAJI (Nah FAdi)**

Tu nous as quitté au moment où nous avons le plus besoin de toi. Tu avais toujours souhaité voir ce jour, mais le bon DIEU en a décidé autrement.

Ton amour pour le prochain de même que ton sens de l'humilité resteront toujours un modèle pour moi. Ce travail reste le fruit de tes œuvres. Trouve ici le témoignage de ma pleine reconnaissance.

A mon cousin **Sali**, tu as toujours été pour moi comme un grand frère, reçois ici le témoignage de ma pleine reconnaissance.

**Reposez en paix !**

# DEDICACES

**Je dédie ce travail :**

*A Dieu Tout Puissant pour tout ce qu'il m'accorde. Béni soit son Prophète Mohamed Paix et Salut sur lui.*

A mes chers et tendres parents : **MOULIOM Amidou et NTIENTIE Mariatou**

Vous avez mis un point d'honneur à mon éducation et, avec amour, vous avez tout sacrifié, oui tout sacrifié pour me voir émerger.

Retrouvez à travers ce travail le fruit de l'effort que vous avez consenti pour moi. Vous n'avez jamais baissé les bras dans les moments les plus difficiles. Ce jour est entièrement le votre.

A mes frères: **NJOYA Salifou, NJEMEMI youssouf, NJANKOUA Bilal et MOULION Abdel Rachid.** Votre amour et tous les sacrifices que vous avez consentis pour ma formation n'auront pas été vains. Ce travail est le vôtre. Je vous aime très fort.

**A NCHANGNOUET Fatima.** Courage petite sœur. J'y suis parvenu, tu peux y arriver toi aussi.

A la famille **NCHARRE**, sans laquelle je n'aurai jamais subi cette formation, Ce travail est le vôtre.

A ma grand-mère maternelle **Najou** pour son affection ; Ce travail est aussi le tien

A la famille **MOUICHA**, plus particulièrement à mon Grand Père **Théodore** qui m'a toujours motivé. Aussi modeste qu'il soit, ce travail est également le votre.

A tous mes oncles et tantes **Ali, NAji, Ngaoun** , pour une fraternité toujours plus forte.

A mes cousins et cousines **Zenabou, Ismael, Dadi, Ouseni, Sali, Mini, Mohamed, Oussena, Hassan, Sani, Fadi, Michou, Chetou et Adi** et tous ceux que j'ai pas pu citer.

A la famille **NJIKAM**, vous avez été pour moi une seconde famille ici au Sénégal.

A **Abeline** et **Anderson TETMOUN**, pour vos conseils

Au **Dr TIENOU Nadège**, pour ton écoute et ton soutien.

A ma partenaire de thèse **Natacha MUNPUREZE**, les mots me manquent pour t'exprimer toute ma reconnaissance. Tu m'as poussé au bout quand il le fallait dans le cadre de ce travail. Ce travail est le tien.

A **Ingrid DADELE**, pour ton soutien et ton affection, tu as toujours été disponible pour moi. Trouve ici le témoignage de ma reconnaissance.

A mes amis de la BAT M : **MOUNDJOA, MFEUSSOM, DOMBOU, MOSSUS, HELLOW, AWOUNAM, MOHAMADOU et MPOUAM** pour tous ces beaux moments passer ensemble et ce sens de l'entrepreneuriat.

A tous les Etudiants bamouns de Dakar (Salif, **Ndam, Arouna, Martin, Vanessa, Kapemi, Clodine, Roland, Ibrahim, Mohamed, Habib, Aicha, Dr MAPOURE, Jean Paul**)

A mes ami(e)s de Dakar **Bofia, Gregoire, Francine, Florence, Carine MABOM, AZEBAZE, Nila, Aimée, Dorothee, Bilkiss, Poutya, Kabera, Andela, Hermine, Florent, Elie BADAÏ, Kamanzi, Nyilimana, Naomie, Lucain, Kamana, Zanga, Laurine, Akréo, Protais, Penda, Djangui, Flavien, Zombou, Mayigane, Hello, Dounia, Edmond, Achille YEPKA, SHYAKA, ABONOU, Guidjoubi, KOUADJO.**

A mes filleuls de l'école vétérinaire **Blaise HOUNYO et Stella**. C'est avec beaucoup d'intérêt que je vous ai parrainés, je pense que le meilleur reste à venir.

A mes filleuls de Dakar **Sandrine Nankam, Christelle SONKOUE, Mohamed FOPA, RENE**. Beaucoup de courage car le chemin est encore long.

A mes ami(e)s du Cameroun **Angela, Mapon, ARouna, Aretouyap, Ngouraye, Njigoumbe, Mbouh, Philomène, Gertrude, Beukend, Pascal, Ntieliebou, Chani Yanick, Olivier, Thoto, ...**

A mon Pays hôte, le **SENEGAL**.

**A mon CAMEROUN Natal**, Chère patrie, terre chérie...

# REMERCIEMENTS

**Au terme de ce travail, nous adressons nos sincères remerciements :**

A notre professeur accompagnateur et directeur de thèse, Monsieur **Germain Jérôme SAWADOGO** pour avoir initié et suivi ce travail ;

Au parrain de la 34<sup>ème</sup> promotion, **Docteur Amadou Samba SIDIBE**, coordonnateur régional de l'O.I.E. pour l'Afrique ;

Au **Dr Nongasida YAMEOGO** pour sa grande contribution à l'élaboration de ce travail ;

A tous les **Enseignants de l'E.I.S.M.V.** de Dakar pour la formation de qualité qu'ils ont su nous donner ;

Aux **Dr KOUAMO Justin, Dr NGONO Patrick, Dr BADJI, Dr POUEME** pour leurs disponibilités et leur conseils ;

A **Mr SHWAN**, pour son Amitié ;

A **Mme DIOIUF** pour sa disponibilité ;

A **YEPKA Achille** pour son amitié et son soutien pendant la rédaction de ma thèse ;

A la promotion **SAMBA SIDIBE**, 34<sup>ème</sup> promotion de l'E.I.S.M.V. de Dakar. Tout le plaisir a été pour moi, de présider et de porter au plus haut sommet le flambeau de cette promotion ;,

A la CAVESTAS

A l'A.E.V.D.

Au RJJS

A PEACE

**A tous ceux que je n'ai pas pu nommer ici** et qui pourtant, un jour ou un autre, ont contribué à me faire sourire.

## **A NOS MAITRES ET JUGES**

**A notre Maître et Présidente de jury, Madame Sylvie SECK GASSAMA;**

Professeur à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar. C'est un grand privilège que vous nous faites en présidant notre jury de thèse. La spontanéité avec laquelle vous avez répondu à notre sollicitation nous a profondément marqué. Soyez rassuré de notre sincère reconnaissance.

**A notre Maître, Directeur et Rapporteur de thèse, Monsieur Germain**

**Jérôme SAWADOGO** ; Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar, professeur accompagnateur de la **promotion Samba SIDIBE**. Malgré vos multiples occupations, vous avez suivi et encadré ce travail avec rigueur et diligence. Nous avons découvert en vous un maître exemplaire. Veuillez trouver ici l'expression déférente de notre profonde gratitude et de toute l'estime que nous vous portons. Cher maître, que Dieu vous bénisse davantage.

**A notre Maître et Juge, Monsieur Malang SEYDI;** Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Nous apprécions à sa juste valeur l'honneur que vous nous faites de juger ce travail, malgré votre emploi de temps saturé. Votre dynamisme et la simplicité qui vous caractérise nous ont toujours fasciné. Trouvez ici l'expression de notre gratitude et de toute notre admiration.

**A notre Maître et Juge, Monsieur M. Serge Niangoran BAKOU;** Maître de conférences agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites de juger ce modeste travail. La qualité de vos cours magistraux et votre éloquence nous aurons inspirés dans la réalisation de ce travail. Hommages respectueux

« Par délibération, la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto –  
Stomatologie et l'Ecole Inter – Etats des Sciences et Médecine  
Vétérinaires de Dakar ont arrêté que les opinions émises dans les  
dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme  
propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune  
approbation ni improbation»

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Détails du bilan énergétique des vaches selon qu'elles ont ou non ovulé 24 jours après le vêlage .....	8
Tableau II : Effet du niveau de protéine brute de la ration sur les performances de reproduction .....	11
Tableau III : Glycémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	47
Tableau IV : Urémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	49
Tableau V : Cholestérolémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	50
Tableau VI: Protéïnémie totale en fonction de l'état physiologique des vaches.....	51
Tableau VII : Globulinémie en fonction de l'état physiologique des vaches.....	52
Tableau VIII : Albuminémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	53
Tableau IX : Calcémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	54
Tableau X : Magnésiémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	54
Tableau XI: Phosphorémie en fonction de l'état physiologique des vaches .....	54
Tableau XII :Moyennes de PAGs en fonction de l'état physiologique des vaches....	57
Tableau XIII : Glycémie dans les différentes classes de PAGs.....	58
Tableau XIV : Urémie dans les différentes classes de PAGs .....	59
Tableau XV : Cholestérolémie dans les différentes classes de PAGs .....	60
Tableau XVI: Protéïnémie totale dans les différentes classes de PAGs .....	61
Tableau XVII : Globulinémie dans les différentes classes de PAGs.....	62
Tableau XVIII : Albuminémie dans les différentes classes de PAGs .....	63
Tableau XIX : Calcémie dans les différentes classes de PAGs .....	64
Tableau XX : Magnésiémie dans les différentes classes de PAGs .....	64
Tableau XXI: Phosphorémie dans les différentes classes de PAGs .....	64

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Perte d'état de chair durant les 30 premiers jours de lactation	9
Figure 2 : Effet du niveau d'urée dans le lait sur le taux de conception	13
Figure 3 : Schéma hypothétique de maturation, stockage et largage des protéases aspartiques	23
Figure 4 : Localisation immunohistochimique de la bPAG, dans le placenta de bovin	27
Figure 5 : Profil moyen des PAGs durant la gestation	29
Figure 6 : Concentration des PAGs post-partum chez 10 femelles zébus Azawak	30
Figure 7 : Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique	47
Figure 8 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en glucose	48
Figure 9 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en urée	49
Figure 10 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration du cholestérol	50
Figure 11 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en protéines totales	51
Figure 12 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en globulines	52
Figure 13 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration d'albumine	53
Figure 14: Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en calcium	55
Figure 15 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en magnésium	56
Figure 16: Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et la concentration en phosphore	56
Figure 17 : Variation de la concentration de glucose en fonction de la concentration de PAGs	58
Figure 18 : Variation de la concentration d'urée en fonction de la concentration de PAGs	59

Figure 19 : Variation de la concentration de cholestérol en fonction de la concentration de PAGs .....	60
Figure 20 : Variation de la concentration de protéines totales en fonction de la concentration de PAGs .....	61
Figure 21 : Variation de la concentration de globuline en fonction de la concentration de PAGs .....	62
Figure 22 : Variation de la concentration d'albumine en fonction de la concentration de PAGs .....	63
Figure 23: Variation de la concentration de calcium en fonction de la concentration de PAGs .....	65
Figure 24 : Variation de la concentration de magnésium en fonction de la concentration de PAGs .....	66
Figure 25: Variation de la concentration de phosphore en fonction de la concentration de PAGs .....	66

## **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Compteur Gamma .....	45
Photo 2 : Spectrophotomètre à plaque .....	45

## LISTE DES ABREVIATIONS

**Ac:** Anticorps

**ADN :** Acide Désoxyribonucléique

**Ag :** Antigène

**ATP :** Acide Triphosphate

**bPAG :** Pregnancy Associated Glycoprotein

**Chol :** Cholestérol

**CPM:** Coups par minute

**DIREL:** Direction de l'Élevage

**dl :** Décilitre

**E.T:** Ecart Type

**EISMV:** Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar

**g:** Gramme

**GnRH:** Gonadotropin Releasing Hormon

**HP:** Hewlett-Packard

**IA :** Insémination Artificielle

**ISRA :** Institut Sénégalaise de Recherches Agronomiques

**J :** Jour

**Kcal :** Kilocalories

**Kg :** Kilogramme

**km :** Kilomètre

**LH :** Luteinising Hormone (Hormone luteinisante)

**Mcal :** Mégacalories

**mg :** Milligramme

**Mg:** Magnésium

**ml :** Millilitre

**mm :** Millimètre

**mmol:** Millimole

**mn:** minute

**Moy:** Moyenne

**NBS:** Non Specific Binding

**ng :** Nanogramme

**P** : Pie value  
**PAG** : Protéines associées à la gestation  
**PAP** : Peroxydase Antiperoxydase  
**PB** : Protéine Brute  
**PBS** : Phosphate Bovine Saline  
**PEG** : Polyéthylène Glycol 6  
**pg** : Picogramme  
**PGF2 $\alpha$**  : Prostaglandines F2 $\alpha$   
**pH** : Potentiel hydrogène  
**PSP** : Protéine de gestation  
**PSPB** : Pregnancy Specific Protein Bovine  
**r** : Coefficient de corrélation  
**RIA**: Radioimmunology Assay  
**s**: seconde  
**TC**: Total Count  
**%** : Pourcentage  
**°C** : Degrés Celsius  
 **$\mu$ l** : Microlitre

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
<b>Première partie :Synthèse bibliographique</b> .....	4
Chapitre I : RELATIONS NUTRITION ET REPRODUCTION .....	5
I.1. Influence du niveau alimentaire .....	5
I.1.1. Effets de la sous-alimentation.....	5
I.1.2. Effets de la suralimentation.....	6
I.2. Influence de l'équilibre alimentaire .....	6
I.2.1. Energie.....	6
I.2.1.1. Energie et reproduction .....	6
I.2.1.2. Côte d'état de chair .....	7
I.2.2. Protéines .....	9
I.2.2.1. Protéines et reproduction .....	9
I.2.2.1.1. Principes fondamentaux de la nutrition protéique .....	9
I.2.2.1.2. Impact d'une nutrition protéique sur la reproduction .....	10
I.2.2.1.3. Urée et reproduction.....	12
I.2.2.1.3.1. Rapport urée du sang , du lait et la nutrition protéique.	12
I.2.2.1.3.2. Effet de l'urée sur la reproduction .....	12
I.2.2.1.3.3. Effet de l'urée sur le bilan énergétique .....	13
I.2.3. Constituants minéraux .....	14
I.2.3.1. Minéraux .....	14
I.2.3.1.1. Calcium .....	14
I.2.3.1.1.1. Fonctions biologiques .....	14
I.2.3.1.1.2. Calcium et reproduction .....	15
I.2.3.1.2. Phosphore .....	15
I.2.3.1.2.1. Fonctions biologiques .....	15
I.2.3.1.2.2. Phosphore et reproduction.....	16
I.2.3.1.3. Magnésium .....	16
I.2.3.1.3.1. Fonctions biologiques .....	16
I.2.3.1.3.2. Magnésium et reproduction .....	16

I.2.3.2. Oligo-éléments.....	17
I.2.3.2.1. Zinc.....	17
I.2.3.2.1.1. Fonctions biologiques .....	17
I.2.3.2.1.2. Zinc et reproduction .....	17
I.2.3.2.2. Cuivre et reproduction .....	18
I.2.4. Vitamines et reproduction .....	18
I.2.4.1. Vitamine A .....	18
I.2.4.2. Carotène .....	18
I.2.4.3. Vitamine D .....	19
I.2.4.4. Vitamine E .....	19
Chapitre II : PROTEINES ASSOCIEES A LA GESTATION (PAGs).....	20
II.1. Définition .....	20
II.2. Historique .....	21
II.3. Biochimie des PAGs.....	25
II.3.1. Localisation Immunohistochimique .....	25
II.3.2. Biosynthèse .....	27
II.3.3. Cinétique .....	27
II.3.3.1. Cinétique au cours de la gestation .....	27
II.3.3. 2. Cinétique après la gestation .....	28
II.3.4. Intérêts des PAGs.....	29
II.3.4.1. Diagnostic de gestation .....	29
II.3.4.2. Mortalité Embryonnaire .....	31
<b>Deuxième partie :Etude Expérimentale .....</b>	<b>32</b>
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES .....	33
I.1. MATERIEL .....	33
I.1.1. Lieux d'étude.....	33
I.1.1.1. Zone péri-urbaine de Dakar.....	33
I.1.1.1.1. Localisation .....	33
I.1.1.1.2. Climat .....	33
I.1.1.1.3. Végétation .....	34
I.1.1.1.4. Activité socioéconomique.....	34

I.1.1.2. Département de Mbour.....	34
I.1.1.2.1. Localisation .....	35
I.1.1.2.2. Climat .....	35
I.1.1.2.3. Végétation .....	35
I.1.1.2.4. Activité socio-économique .....	36
I.1.2. Matériel animal.....	36
I.1.2.1. Races et effectifs utilisés .....	36
I.1.2.2. Mode d'élevage .....	36
I.1.3. Matériel technique.....	37
I.1.3.1. Matériel de prélèvement de sang .....	37
I.1.3.2. Matériel de traitement et de conservation .....	37
I.1.3.3. Matériel de dosage .....	37
I.1.3.4. Matériel informatique .....	37
I.2. Méthodes.....	38
I.2.1. Prélèvements de sang et leur traitement .....	38
I.2.2. Analyse des prélèvements.....	38
I.2.2.1. Dosage des PAGs (dosage RIA).....	38
I.2.2.1.1. Principe .....	38
I.2.2.1.2. Mode opératoire .....	39
I.2.2.2. Dosage des paramètres nutritionnels (dosage colorimétrique). 42	
I.2.2.2.1. Protéines totales.....	42
I.2.2.2.2. Albumine .....	42
I.2.2.2.3. Glucose .....	42
I.2.2.2.4. Urée.....	43
I.2.2.2.5. Cholestérol .....	43
I.2.2.2.6. Minéraux.....	43
I.2.2.2.6.1. Calcium .....	43
I.2.2.2.6.2. Phosphore.....	43
I.2.2.2.6.3. Magnésium .....	44
I.2.3. Diagnostic par palpation transrectale à 2 mois.....	44
I.2.4. Analyse statistique .....	45

Chapitre II RESULTATS:.....	46
II.1. Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique.....	46
II.2. Relation entre état physiologique des vaches et paramètres nutritionnels .....	46
II.2.1. Relation avec la glycémie .....	46
II.2.2. Relation avec l'urémie.....	47
II.2.3. Relation avec la cholestérolémie .....	48
II.2.4. Relation avec la protéinémie totale.....	50
II.2.5. Relation avec la globulinémie totale .....	51
II.2.6. Relation avec l'albuminémie .....	52
II.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore .....	53
II.3. Relation entre concentrations de PAGs et paramètres nutritionnels ....	56
II.3.1. Relation avec la glycémie .....	56
II.3.2. Relation avec l'urémie.....	57
II.3.3. Relation avec la cholestérolémie .....	58
II.3.4. Relation avec la protéinémie totale.....	59
II.3.5. Relation avec la globulinémie totale .....	60
II.3.6. Relation avec l'albuminémie .....	61
II.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore .....	63
Chapitre III : DISCUSSION.....	66
III.1. Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique.....	66
III.2. Relation entre état physiologique des vaches et paramètres nutritionnels .....	66
III.2.1. Relation avec la glycémie .....	66
III.2.2. Relation avec l'urémie.....	67
III.2.3. Relation avec la cholestérolémie .....	68
III.2.4. Relation avec la protéinémie totale.....	69
III.2.5. Relation avec la globulinémie totale .....	69
III.2.6. Relation avec l'albuminémie .....	69

III.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore .....	70
II.3. Relation entre concentrations de PAGs et paramètres nutritionnels ....	70
III.3.1. Relation avec les paramètres énergétiques (glucose et cholestérol) .....	71
III.3.2. Relation avec les paramètres indicateurs de l'équilibre nutritionnel en protéines (urée et albumine) .....	72
III.3.3. Relation avec les paramètres indicateurs du système de défense des animaux (globuline et protéine totale) .....	72
III.2.4. Relation avec les paramètres indicateurs de l'équilibre minéral (calcium, magnésium et phosphore) .....	73
CONCLUSION .....	74
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	77

## INTRODUCTION

En Afrique en général et au Sénégal en particulier, la sécurité alimentaire reste un défi majeur à relever. L'offre en lait et produits laitiers comme celle de la viande est insuffisante par rapport à la demande. La production laitière journalière qui n'est que de 2 litres par vache et par jour chez les races locales, pour une durée moyenne de lactation de 5 mois n'arrive pas à satisfaire une demande sans cesse croissante (**BROUTIN et DIOKHANE, 2000**).

Cette situation nécessite une importation de lait particulièrement onéreuse pour le Sénégal pour couvrir les besoins des populations. Les coûts de ces importations s'élevaient à 48 milliards de francs CFA en 2006 (**DIREL, 2006**). Sous ce rapport, le Sénégal à l'instar de la plupart des pays africains s'investit depuis longtemps dans la bataille pour la sécurité alimentaire.

Dans le domaine de l'élevage, la lutte est axée d'une part sur l'amélioration génétique des races locales et d'autre part sur l'introduction de races exotiques réputées très bonnes productrices laitières. Quel que soit la méthode ou le schéma adopté, une chose est assurément vraie : *« Il n'y a pas de production laitière sans reproduction »*.

Une multitude de facteurs peuvent cependant influencer les performances en reproduction. Cela va de la capacité à maintenir les vaches en bonne santé à la qualité de la gestion de l'information liée à la reproduction, aux habilités individuelles à reconnaître une vache en chaleurs et à son alimentation. Cette dernière est un facteur majeur de réussite ou d'échec en reproduction (**MOUDI, 2004**).

L'impact du statut nutritionnel de la vache sur sa reproduction est indéniable : une bonne expression de chaleurs, réussite à l'insémination, capacité à concevoir et à délivrer un veau sans complications en sont les effets positifs. La nécessité d'alimenter les génisses et les vaches en début et

fin de lactation avec des rations adéquates s'impose. Les animaux en mauvaise condition, ou perdant du poids ont généralement des performances reproductrices décevantes. Aristote a écrit que la nutrition était le facteur environnemental le plus important dans le contrôle de la conception (**MONGET, 2004**). Dans ce même but, le diagnostic précoce de gestation tient une place primordiale car permettant de vérifier la réussite de l'insémination. Il permet d'accroître la rentabilité d'un élevage et est utilisé pour avoir une idée sur l'état de gravidité d'une femelle. Dans la pratique, plusieurs méthodes sont couramment utilisées pour le diagnostic de gestation chez les bovins.

Ces dernières années, une technique de diagnostic par dosage radio-immunologique d'une glycoprotéine associée à la gestation (PAG) a été mise au point chez les ruminants (**Zoli et al., 1992**). Cette glycoprotéine a été identifiée et isolée à partir de placenta bovin sous la dénomination de Pregnancy Specific Protein Bovine (PSP B). Elle est sécrétée par les cellules binucléées du placenta et déversée dans la circulation maternelle. Les PAGs sont ainsi utilisées comme biomarqueurs durant toute la gestation. Parmi les nombreux paramètres spécifiques (progestérone, œstrone sulfate, PGF2 $\alpha$ ) et non spécifiques (protéines totales, albumine, alpha1globulines, alpha 2 globulines, bêta-globulines, gamma-globulines, gamma-glutamyl transférase et glucose) mesurés dans le sang de la mère; la protéine associée à la gestation est celle qui apporte l'information la plus riche. Elle est détectable dans la circulation périphérique maternelle à partir du 24<sup>e</sup> jour après la conception et permet de surveiller les relations foëto-maternelles.

L'objectif du présent travail est d'établir la relation entre le statut nutritionnel des vaches inséminées et leur état physiologique par dosage des Protéines Associées à la Gestation». En termes d'objectifs spécifiques, il s'agit de :

- ✎ Caractériser le statut nutritionnel en fonction de l'état physiologique ;
- ✎ Déterminer les concentrations de PAGs en fonction de l'état physiologique.

La présente étude s'articulera autour deux grandes parties :

- ✎ une première partie intitulée synthèse bibliographique rassemblera des données fournies par la littérature.
- ✎ une deuxième partie intitulée étude expérimentale présentera principalement nos résultats et discussion.

*Première partie :*  
**Synthèse bibliographique**

# Chapitre I : RELATIONS NUTRITION ET REPRODUCTION

La fertilité mesurée par la réussite de l'insémination artificielle est la clé de voûte de la productivité en élevage laitier. L'alimentation est un facteur de productivité primordial car elle permet d'extérioriser les potentialités génétiques des individus. Les effets de la nutrition sur la reproduction se manifestent aux périodes clés de la vie de reproduction : développement des ovaires, œstrus, ovulation, fécondation, implantation embryonnaire et gestation.

En effet, les erreurs alimentaires affectent en premier lieu la fonction de reproduction. Ces erreurs peuvent porter, non seulement sur le niveau nutritionnel (déséquilibres quantitatifs) mais aussi sur l'équilibre entre les différents nutriments (déséquilibres qualitatifs).

## I.1. Influence du niveau alimentaire

### I.1.1. Effets de la sous-alimentation

Dans les pays tropicaux et subtropicaux, on s'accorde à reconnaître que la nutrition joue un très grand rôle dans la subfertilité et l'infertilité des bovins (**VANDEPLASSCHE, 1995**). La sous-alimentation provoque une infertilité qui se manifeste différemment selon qu'il s'agisse des génisses ou des vaches adultes.

- ↳ Chez les génisses, la sous-alimentation globale retarde la maturité sexuelle. En effet, l'apparition des premières chaleurs à la puberté semble plus être liée à la maturité pondérale qu'à l'âge des animaux (**THIBIER, 1986**).
- ↳ Chez les vaches adultes, la sous-alimentation est très fréquente durant la saison sèche. Le fourrage manque et les vaches perdent du poids accusant ainsi une baisse de la fertilité due surtout à l'inactivité ovarienne.

### **I.1.2. Effets de la suralimentation**

La suralimentation est surtout observée dans les élevages où les animaux ont la possibilité de disposer de concentrés à volonté. Elle affecte principalement les génisses chez lesquelles les excès alimentaires sont néfastes sur la fertilité ultérieure, sur la production laitière et sur la longévité (**TRAIL et al., 1986**)

Chez les adultes, elle provoque l'obésité en entraînant un état hypohormonal par infiltration graisseuse des ovaires. Ce qui est à l'origine des chaleurs silencieuses et des ovulations retardées (**TRAIL et al., 1986**).

Cependant, l'amélioration substantielle des rations augmente généralement la fertilité, attestée par une maturité sexuelle précoce et des cycles ovariens réguliers chez les vaches adultes.

## **I.2. Influence de l'équilibre alimentaire**

L'aspect qualitatif de la ration des vaches intervient selon l'importance relative des différents nutriments contenus dans cette ration. Ces nutriments sont les matières énergétiques, les matières protéiques, les matières minérales (minéraux et oligo-éléments) et les vitamines dont les plus importantes sont les vitamines liposolubles.

### **I.2.1. Energie**

#### **I.2.1.1. Energie et reproduction**

Pour des performances de reproduction satisfaisantes, l'énergie joue un rôle multiple : production d'hormones de la reproduction comme la LH, et la progestérone, activité ovarienne, et développement des ovocytes.

Au niveau de la reproduction, le déficit énergétique dont l'un des signes caractéristiques est l'hypoglycémie provoque une hyposécrétion de la GnRH, une atrophie des ovaires et de l'anœstrus avec hypoprogestéronémie (**SOW, 1991**).

La fécondation paraît également sensible à la glycémie et d'après **LOISEL (1977)**, la période critique se situe autour de l'insémination (une semaine avant et deux semaines après). La carence énergétique durant cette période s'accompagne d'une forte mortalité embryonnaire précoce.

Selon **WATTIAUX (1995)**, le taux de conception est bas pour les vaches inséminées pendant la phase d'équilibre énergétique négatif (vaches qui perdent du poids). Par contre, ce taux s'améliore nettement chez les vaches dont l'équilibre énergétique est positif (vaches qui gagnent du poids).

### **I.2.1.2. Côte d'état de chair**

Le bilan énergétique, qu'il soit positif ou négatif, se traduit par un changement au niveau des réserves de graisses. Un système de pointage permet l'évaluation de l'état de chair.

Il est généralement admis que la perte d'état de chair devrait être de moins d'un point (sur une échelle allant de 1 à 5) pour pouvoir maintenir des performances de reproduction acceptables. Les travaux de **BRISSON (2003)** (Tableau I) ont permis de préciser les points suivants:

- ↳ L'ovulation peut arriver même si la vache a encore un bilan énergétique négatif ;
- ↳ L'ovulation arrive généralement 10-15 jours après le moment où le déficit en énergie le plus négatif a été atteint.

Ce n'est pas seulement la valeur absolue du déficit énergétique qui compte, mais aussi la dynamique ou la manière selon laquelle la perte du poids évolue dans le temps.

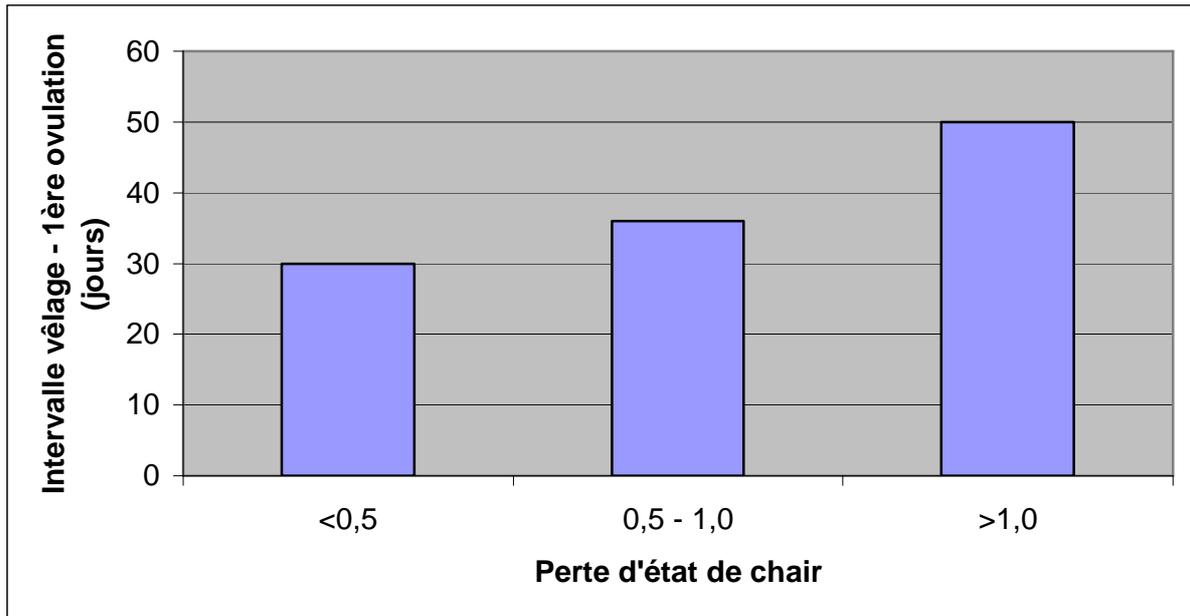
**Tableau I: Détails du bilan énergétique des vaches selon qu'elles ont ou non ovulé 24 jours après le vêlage.** (Les valeurs rapportées sont pour la période des premiers 24 jours en lactation)

<b>Paramètres</b>	<b>Groupe 1 Vaches ayant ovulé</b>	<b>Groupe 2 Vaches n'ayant pas</b>
Bilan énergétique (Mcal/jour)	- 17,5	- 16,2
Production (Kg/jour)	34,6 <sup>a</sup>	28,4 <sup>b</sup>
Perte de poids (Kg/jour)	2,8	2,2

<sup>a,b</sup> Sur une même ligne, les moyennes marquées d'une lettre différente sont statistiquement différentes ( $P < 0,02$ ).

**Source :** (BRISSON, 2003)

On constate que les vaches qui n'avaient pas ovulé dans les 24 premiers jours de lactation n'étaient pas forcément les vaches les plus fortes productrices (Figure1), ni celles qui avaient perdu le moins de poids. Un fait demeure : la perte d'état de chair affecte l'activité ovarienne.



**Figure 1** : Perte d'état de chair durant les 30 premiers jours de lactation (allonge l'intervalle vêlage-première ovulation)

**Source** : (BRISSE, 2003).

## I.2.2. Protéines

### I.2.2.1. Protéines et reproduction

#### *I.2.2.1.1. Principes fondamentaux de la nutrition protéique*

Comme tous les nutriments, la protéine est très importante, et encore davantage pour la vache haute productrice. Une production élevée requiert en effet un apport important d'acides aminés absorbés au niveau de l'intestin. Ces acides aminés proviennent, d'une part de la portion de la protéine brute ingérée non dégradée au niveau du rumen, et d'autre part de la protéine d'origine microbienne. La flore ruminale dégrade une partie de la protéine ingérée en acides aminés, qui seront à leur tour transformés en dérivés carbonés et en ammoniac. Les squelettes de carbone peuvent être oxydés par les micro-organismes constituant ainsi une source d'énergie ou réutilisés pour synthétiser de nouveaux acides aminés. L'ammoniac résultant de la dégradation des acides aminés et les sources d'azote non protéique d'origine

alimentaire sont par la suite réutilisés pour la synthèse d'acides aminés par certaines populations de micro-organismes qui les utiliseront pour fabriquer leurs propres protéines constituantes. Certaines autres populations microbiennes requièrent quant à elles des acides aminés préformés pour la synthèse protéique.

L'utilisation par les bactéries ruminales de l'ammoniac pour la synthèse d'acides aminés requiert un apport proportionnel et simultané d'énergie et de source de carbone. Celles-ci sont fournies par les glucides alimentaires. Une trop faible disponibilité d'ammoniac dans le rumen ralentira la production d'acides aminés alors qu'un déficit de sources de carbone (issues de l'hydrolyse des glucides) et d'énergie (fournie elle aussi par les glucides) par rapport à l'ammoniac disponible préviendra la captation de celui-ci. L'ammoniac s'accumulant, sa concentration dans le jus ruminal augmente et comme la paroi ruminale est perméable à l'ammoniac, sa concentration augmente également dans les fluides interstitiels et par conséquent dans le plasma sanguin. Il existe un mécanisme efficace de captation et d'élimination de l'ammoniac. Celui-ci est transformé en urée, principalement dans le foie et l'urée emprunte par la suite la circulation sanguine pour être finalement excrétée dans l'urine par les reins. L'ammoniac peut également provenir de la dégradation des acides aminés par le métabolisme de la vache. En effet, les acides aminés fournis en excès et non utilisés pour la synthèse protéique sont dégradés et oxydés donnant lieu à la libération d'ammoniac (**WATTIAUX, 1995**).

#### *1.2.2.1.2. Impact d'une nutrition protéique sur la reproduction*

L'équilibre de la ration protéique peut avoir un impact très significatif sur les performances de la reproduction. Selon **WATTIAUX (1995)** en début de lactation, une quantité insuffisante de protéines dans la ration réduit la production laitière et la fertilité de la vache.

En règle générale, les rations avec des niveaux élevés de protéines diminuent l'efficacité de la reproduction. C'est ce que nous révèle **BRISSON**

(2003) dans le tableau II qui nous montre un impact négatif très marqué de l'augmentation du niveau de protéines brutes de la ration sur la reproduction. Ainsi, un niveau élevé de protéines brutes de la ration allonge l'intervalle vêlage -1<sup>er</sup> chaleur et l'intervalle vêlage-conception. tandis que le nombre de saillies par conception est de 1,47 et 2,47 respectivement pour des niveaux de protéine brute de la ration de 12,7 % et 19,3 %.

**Tableau II : Effets du niveau de protéine brute de la ration sur les performances de reproduction.**

Critères	Niveau de protéines		
	Bas (12,7%P.B.)	Moyen (16,3 % P.B.)	Elevé (19,3 % P.B.)
Intervalle vêlage-1 <sup>er</sup> chaleur (jour)	36	45	72
Intervalle vêlage-conception (jour)	69	96	106
Saillies par conception	1,47	1,87	2,47

**Source :** (BRISSON, 2003)

Au fait, la teneur en protéines brutes de la ration ne peut pas être prise comme seul indicateur de sécurité relativement à l'adéquation des apports de la ration pour des performances de reproduction satisfaisantes. La qualité de la protéine doit également être prise en considération. Les résultats d'une expérience rapportée par **BRISSON (2003)**, montrent l'effet du niveau de protéine brute de la ration et du choix de la source de protéine supplémentaire sur certains paramètres. Il ressort de cette expérience que les performances de reproduction sont supérieures avec la ration à 16 % de protéines brutes contenant le tourteau de soja traité, en comparaison avec des rations à 16 % et à 20 % de protéine contenant le tourteau de soja régulier. Le taux de conception est respectivement de 69 % ; 56 % et inférieur à 44 %.

### ***1.2.2.1.3. Urée et reproduction***

#### ***1.2.2.1.3.1. Rapport urée du sang , du lait et la nutrition protéique***

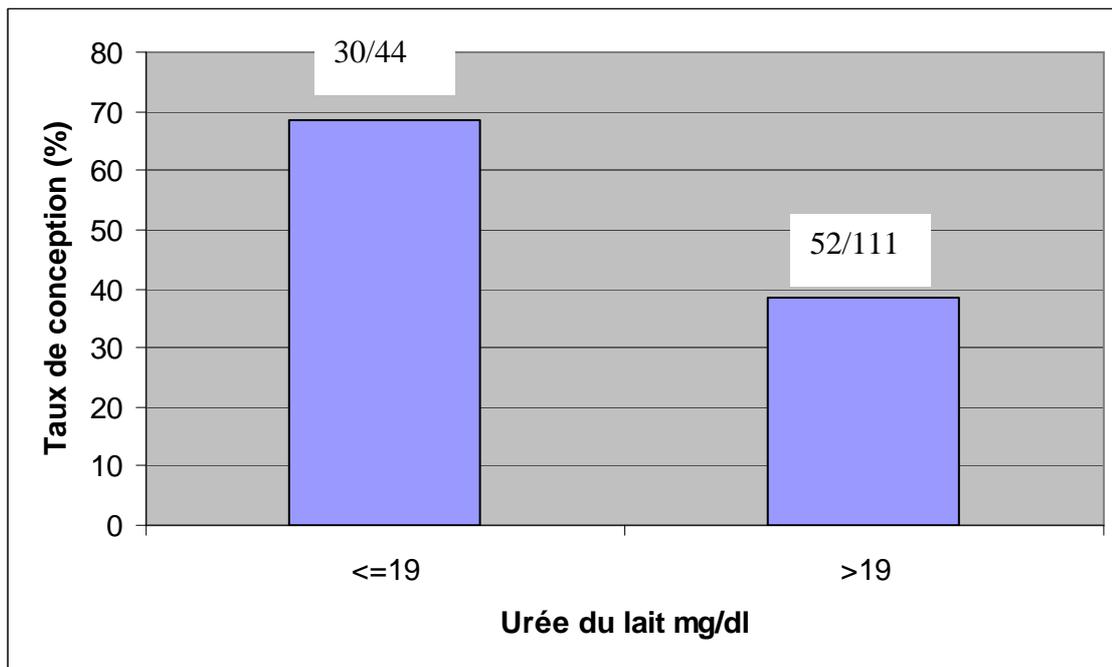
Les parois des vaisseaux sanguins étant perméables à l'urée, la concentration d'urée dans le sang se reflète également dans les autres fluides corporels. L'urée peut être recyclée vers le rumen via la salive, ou traverser l'épithélium alvéolaire de la glande mammaire pour se retrouver dans le lait en quantité proportionnelle à sa concentration sanguine. De nombreuses études ont démontré la valeur de la mesure de la concentration d'urée dans le sang ou dans le lait comme indicateur de l'efficacité d'utilisation de l'azote alimentaire (**BRISSON, 2003**). L'urée du lait est donc sensible aux apports de protéines et à leur dégradation de celle-ci ainsi qu'au ratio protéines/énergie ou protéines/glucides non fibreux. L'analyse de bilans nutritionnels indique que la plage optimale d'urée dans le lait pour une utilisation efficiente de l'azote alimentaire serait entre 10 et 16 mg/dl.

#### ***1.2.2.1.3.2. Effet de l'urée sur la reproduction***

Des études ont montré l'impact négatif d'une concentration élevée d'urée dans le lait ou le sang sur la reproduction. Ainsi, **BRISSON (2003)** a évalué la performance reproductive en fonction de catégories de taux d'urée déterminées a posteriori (indépendamment du traitement nutritionnel).

Ce chercheur a observé une réduction de 18 à 21 points du taux de conception chez les vaches présentant une concentration d'urée supérieure à 19 mg/dl comparativement aux vaches ayant une concentration d'urée inférieure (figure 2).

Une analyse statistique plus détaillée indique que l'effet est apparent dès que la concentration d'urée excède 16 mg/dl, mais qu'il est plus prononcé pour des concentrations excédant 19 mg/dl.



**Figure 2 : Effet du niveau d'urée dans le lait sur le taux de conception**  
**Source : (BRISSON, 2003)**

Outre le taux de conception, des études ont démontré une corrélation inverse entre la concentration d'urée sanguine et la réussite à l'insémination artificielle. Au delà de 0,40 g/l, la fertilité chute et ce, d'autant plus que le déficit énergétique est prononcé (glycémie basse). Aussi, certains résultats indiquent clairement que des concentrations élevées d'urée affectent le développement et diminuent les chances de survie et d'implantation de l'embryon

#### 1.2.2.1.3.3. Effet de l'urée sur le bilan énergétique

L'élimination de l'excès d'azote sous forme d'urée entraîne une dépense énergétique significative par la synthèse de l'urée à partir de l'ammoniac. Chaque molécule d'urée produite requiert l'apport de quatre molécules de phosphate provenant d'ATP, ce qui se traduit par une dépense énergétique estimée à environ 18 kcal par gramme d'azote en excès.

Comme la priorité pour les vaches en début de lactation est la production de lait, ce coût énergétique additionnel affecte plus fréquemment les réserves corporelles (mobilisation plus importante) que la production.

L'impact d'un bilan énergétique sur la reproduction (retard de la première ovulation, développement anormal des follicules et de l'embryon) a été démontré plus haut. Un taux d'urée élevé engendre une dépense énergétique supplémentaire qui détériore le bilan énergétique. C'est pourquoi, l'effet d'un taux d'urée élevé sur la reproduction a un impact négatif plus important chez des vaches ayant déjà un bilan énergétique négatif.

Le niveau d'ammoniac dans le rumen serait l'un des mécanismes de contrôle de l'appétit, une concentration trop élevée entraînant une baisse de la consommation. Tout ce qui affecte l'appétit risque d'entraîner des problèmes de reproduction, conséquence d'un déficit en énergie plus prononcé.

### **I.2.3. Constituants minéraux**

#### **I.2.3.1. Minéraux**

##### *I.2.3.1.1. Calcium*

###### *I.2.3.1.1.1. Fonctions biologiques*

C'est l'un des minéraux les plus importants sur le plan quantitatif. Environ 98% du calcium de l'organisme se trouve dans le squelette où le calcium, de pair avec l'anion phosphate, procure à l'os sa force structurelle et sa dureté. Le reste du calcium (environ 2 %) se trouve dans les liquides extracellulaires de l'organisme.

Le calcium extracellulaire est essentiel pour la formation des tissus du squelette, la transmission des impulsions des tissus nerveux, l'excitation des contractions des muscles squelettiques et cardiaques, la coagulation du sang et comme composant du lait. Le calcium intracellulaire qui ne représente que 1/1000 de la concentration du calcium extracellulaire, est impliqué dans une grande variété d'enzymes et agit comme messenger de la surface de la cellule vers l'intérieur.

#### 1.2.3.1.1.2. Calcium et reproduction

Le calcium joue un rôle dans la contraction musculaire. Si l'on sait que l'utérus est constitué d'une paroi de tissu musculaire lisse, on peut faire le lien tel que rapporté par **PUGH, (1985)** et cité par **BRISSON (2003)** entre une déficience en calcium et les paramètres suivants ::

- ↳ Vêlage difficile (contractions pas efficaces pour assurer l'expulsion du veau) ;
- ↳ Rétention placentaire (contractions pas efficaces pour assurer l'expulsion du placenta dans des délais raisonnables) ;
- ↳ Prolapsus utérin chez les multipares ;
- ↳ Retard de l'involution utérine.

Des excès en calcium pourraient interférer avec l'absorption des minéraux mineurs, notamment le zinc.

#### **1.2.3.1.2. Phosphore**

##### 1.2.3.1.2.1. Fonctions biologiques

Le phosphore représente avec le calcium 75 % des minéraux de l'organisme. Environ 80 % du phosphore de l'organisme se retrouvent dans les dents et les os, ainsi que dans toutes les autres cellules du corps. Il intervient dans la majorité des transactions d'énergie en étant impliqué dans la formation ou la dissociation de liaisons riches en énergie qui lient des oxydes de phosphate au carbone ou à des composés carbone-azote (comme l'adénosine triphosphate).

Le phosphore joue également un grand rôle dans le système du maintien de l'équilibre acide-base du sang et des autres fluides corporels, ainsi que dans la différenciation des cellules. Il constitue en outre une composante des parois cellulaires et du contenu cellulaire (phospholipides, phosphoprotéines et acides nucléiques). Il est aussi utilisé par les microbes du rumen pour la digestion de la cellulose et la synthèse de la protéine microbienne.

#### *1.2.3.1.2.2. Phosphore et reproduction*

Plusieurs symptômes sont rapportés comme étant le résultat d'une déficience en phosphore : taux de conception réduit, chaleurs irrégulières, absence de chaleurs, diminution de l'activité ovarienne, augmentation de l'incidence des kystes folliculaires.

Des recherches récentes ont montré que les chances de régler un problème de fertilité en apportant du phosphore en quantité très supérieure aux besoins sont minces (**BRISSON, 2003**).

#### *1.2.3.1.3. Magnésium*

##### *1.2.3.1.3.1. Fonctions biologiques*

Le magnésium est un cation intracellulaire majeur. Il est un co-facteur nécessaire à des réactions enzymatiques vitales dans chaque voie métabolique majeur. Le magnésium extracellulaire est vital pour la conduction nerveuse, les fonctions musculaires et la formation minérale des os. Environ 60 % du magnésium de l'organisme se trouvent dans les os. Il est également impliqué dans certaines réactions du métabolisme de la protéine et de l'énergie.

##### *1.2.3.1.3.2. Magnésium et reproduction*

Parmi les symptômes associés à une déficience en magnésium, il n'est jamais fait mention de reproduction. Cependant, certains cas de paralysie au vêlage s'expliquent par une déficience en magnésium (cas de la tétanie de lactation). La vache qui est paralysée risque davantage d'avoir un vêlage difficile, de ne pas délivrer, de faire une infection utérine et par conséquent d'avoir des problèmes de reproduction (**BRISSON, 2003**).

### **I.2.3.2. Oligo-éléments**

Ils existent dans l'organisme à l'état de traces mais ils jouent un rôle métabolique majeur en tant que constituants des biocatalyseurs enzymatiques (cas du cuivre et du cobalt), des vitamines (exemple du cobalt dans la vitamine B12) et de l'hormone thyroïdienne.

Les carences en oligo-éléments induisent un manque à gagner au niveau des animaux à haut niveau de production à travers la baisse de leur productivité. Il existe entre eux d'une part et avec les macro-éléments d'autre part des interactions qui peuvent limiter leur disponibilité. C'est le cas notamment entre :

- ↪ Le soufre le cuivre, le zinc et le manganèse ;
- ↪ Le zinc, le cuivre, le calcium et le fer ;
- ↪ Le cuivre, le molybdène, le fer et le soufre ;
- ↪ Le manganèse, le calcium, le potassium, le phosphore et le fer.

#### ***I.2.3.2.1. Zinc***

##### ***1.2.3.2.1.1. Fonctions biologiques***

Le zinc est impliqué dans plusieurs réactions enzymatiques associées au métabolisme des glucides, à la synthèse des protéines et au métabolisme des acides nucléiques.

##### ***1.2.3.2.1.2. Zinc et reproduction***

Le zinc est essentiel dans des cellules comme les gonades (ovaires, testicules). C'est pourquoi les fonctions reproductrices sont sérieusement affectées par une déficience en zinc. La spermatogenèse, le développement des organes sexuels primaires et secondaires du mâle et toutes les phases du processus de reproduction de la femelle, de l'œstrus jusqu'à la gestation et la lactation peuvent être affectées (**BRISSON, 2003**). Une déficience en zinc peut également modifier la synthèse des prostaglandines et donc affecter la phase lutéale.

#### ***1.2.3.2.2. Cuivre et reproduction***

Le cuivre est un constituant de plusieurs enzymes dans l'organisme. Les symptômes reliant carence en cuivre et reproduction sont : chaleurs retardées ; intervalle vêlage-premier chaleur plus long ; infertilité associée à l'absence de chaleur, à l'avortement ou à la résorption du fœtus ; taux de conception plus bas ; mortalité embryonnaire.

### **1.2.4. Vitamines et reproduction**

Les différents états physiologiques ont des exigences particulières et les besoins sont d'importances diverses selon qu'il s'agisse de l'entretien, de la croissance, de la gestation ou de la lactation. Chez les ruminants adultes, les besoins vitaminiques portent sur trois vitamines liposolubles à savoir les vitamines A, D, et E et .

#### **1.2.4.1. Vitamine A**

La vitamine A est incontestablement celle dont les besoins sont essentiels pour la santé, la croissance et la reproduction des bovins.

Chez les vaches gestantes en état de subcarence vitaminique A, on observe des avortements spontanés, une augmentation de l'incidence des rétentions placentaires et des durées de gestation réduites.

La vitamine A stimule également l'apparition des chaleurs et renforce leur manifestation. Elle agit en préservant l'intégrité des épithéliums germinatif et utérin (**MAIKANTI, 1995**). Chez la femelle, une déficience en vitamine A se traduit par la kératinisation de l'épithélium du vagin, une absence de conception et une baisse de la réponse aux œstrogènes indispensable à la sensibilité à l'ocytocine.

#### **1.2.4.2. Carotène**

Le bêta-carotène est un précurseur de la vitamine A, ce qui signifie que la vache peut le convertir en vitamine A. Outre cette fonction, le bêta-carotène

aurait d'autres fonctions spécifiques. Parmi celles-ci, il agirait comme antioxydant. Il joue aussi un rôle précis dans le fonctionnement de l'appareil génital des vaches et des génisses.

**MEISSONNIER, (1981)** cité par **MANIRARORA (1996)** a indiqué que chez les génisses carencées en carotène, l'ovulation est retardée de 24 heures à 48 heures après le pic sanguin de LH (Luteinising Hormone) ce qui compromet gravement la réussite de l'insémination artificielle. Chez les vaches gestantes, le manque de carotène se traduit par une faible sécrétion de progestérone, ce qui les prédispose aux avortements.

#### **I.2.4.3. Vitamine D**

Elle n'a pas de rôle spécifique dans la reproduction. Elle est retrouvée au niveau de l'ovaire, l'utérus, le placenta, les testicules et de l'hypophyse (**BRISSON, 2003**).

La vitamine D a un rôle capital, qui consiste à corriger les déséquilibres phosphocalciques néfastes sur la fertilité.

#### **I.2.4.4. Vitamine E**

La fonction la mieux comprise de la vitamine E est son rôle d'antioxydant cellulaire. La vitamine E est impliquée dans le maintien des membranes cellulaires, l'immunité et les fonctions reproductives.

**BRISSON (2003)** indique les effets potentiels de l'ajout de la vitamine E: diminution de l'incidence des rétentions placentaires et des métrites, diminution du nombre de jours ouverts, diminution de saillies par conception.

**Conclusion** : L'influence de la nutrition sur les capacités de reproduction des bovins est très importante. L'optimisation des performances zootechniques passe par une parfaite maîtrise de l'alimentation. Cette dernière peut influencer un certain nombre de paramètres biochimiques au cours de la gestation.

## **Chapitre II : PROTEINES ASSOCIEES A LA GESTATION (PAGs)**

Chez les mammifères supérieurs, le fœtus se développe dans l'utérus grâce au placenta. Cette structure spécialisée et unique peut se définir comme étant l'apposition intime des tissus maternels et fœtaux en vue d'établir entre eux les échanges physiologiques au cours de la gestation. Le placenta représente une barrière anatomique entre les systèmes circulatoires de la mère et du fœtus. La circulation utérine et la circulation fœtale ne sont jamais en communication directe mais elles sont suffisamment contiguës pour que les éléments nutritifs passent du sang maternel au sang fœtal et que les déchets passent dans le sens opposé. En dépit de cette proximité entre ces deux circulations et grâce à des mécanismes immunologiques particuliers, le fœtus et le placenta, bien qu'étant des organes étrangers à la mère, ne sont pas rejetés. Cette protection de l'embryon contre le rejet immunologique par les tissus maternels fait partie des processus physiologiques de la gestation, dont la régulation doit être particulièrement précise.

Le placenta élabore diverses hormones (progestérone, prolactine, cortisol, prostaglandines,) et diverses protéines et glycoprotéines qui sont impliquées dans de nombreux processus biologiques comme le maintien de gestation et du corps jaune, les croissances fœtale et mammaire. Mises en évidence au cours de ces dernières années, la plupart de ces protéines, apparemment sans activité hormonale, restent localisées au niveau de l'utérus. Cependant à l'heure actuelle, certaines de ces protéines semblent très intéressantes : elles sont mieux identifiées et surtout, se retrouvent dans le sang maternel, ce qui permet de les utiliser comme méthode de diagnostic de gestation chez les bovins.

### **II.1. Définition**

Les protéines et les glycoprotéines associées à la gestation sont des molécules synthétisées par les cellules binucléées du trophoblaste. Elles

appartiennent à la famille des protéases aspartiques. Elles possèdent une grande similarité entre elles et sont au nombre de quatre à savoir la PSPB (Pregnancy Specific Protein B), la PSP-60 (la protéine sérique de gestation), la bPAG (Pregnancy Associated Glycoprotein) et la SBU-3 identifiée pour la première fois par Gogolin-Ewens *et al* (1986) et considérée comme restant confinée dans les cellules binucléées.

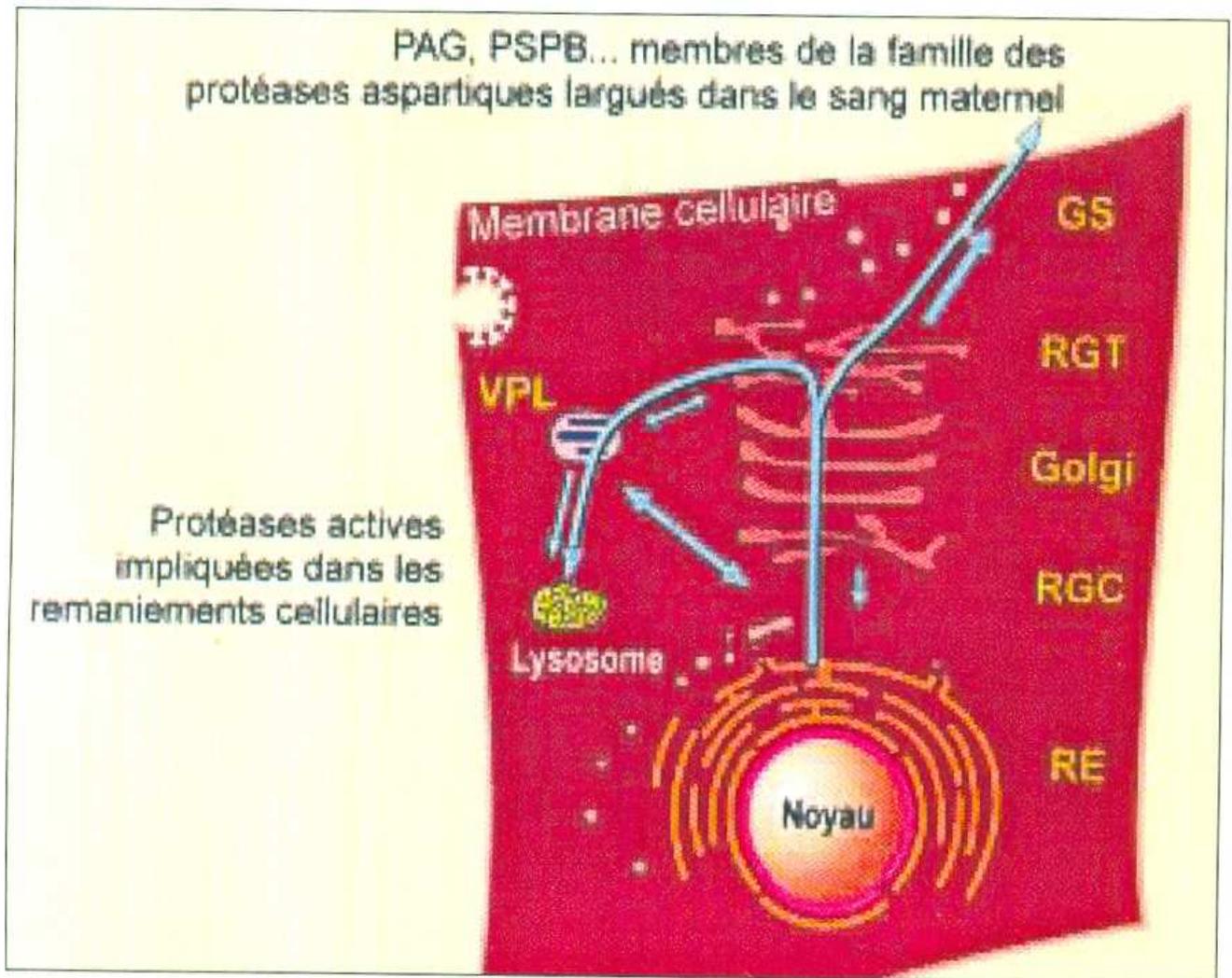
## **II.2. Historique**

En 1982, Butler et collaborateurs ont isolé à partir du placenta bovin, deux protéines spécifiques de la gestation : les pregnancy-specific proteins A et B (PSPA et PSPB).

La PSPA s'est révélée ultérieurement identique à l'alphafœtoprotéine, une protéine synthétisée par le foie du fœtus. Des concentrations non négligeables de cette protéine sont retrouvées en dehors de la gestation.

La PSPB n'a pas été caractérisée à l'époque de sa découverte mais il a été rapidement montré que cette glycoprotéine est présente dans le sang maternel et que son dosage pourrait permettre un diagnostic de gestation chez les femelles de nombreuses espèces de ruminants.

A la même époque, d'autres équipes se sont intéressées aux protéines placentaires, d'une part en attachant une importance particulière aux chaînes glycosylées telles qu'elles ont été révélées dans la SBU-3, d'autre part en insistant plus sur l'aspect de la sécrétion dans le sang maternel (Figure 3) et le développement de dosage, comme dans le cas de la PAG (Zoli *et al.*, 1991) et de la PSP-60 (Mialon *et al.*, 1993).



**Figure 3 :** Schéma hypothétique de maturation, stockage et largage des protéases aspartiques

RGT : réseau golgi Trans ; RGC : réseau golgi cis ; RE : réticule endoplasmique ; VPL : vésicule pro-lysosomiale.

**Source :** METCALF et FUSEK, 1995

Dès 1991, Xie et collaborateurs ont révélé qu'en réalité, les PAGs bovines et ovines appartiennent à la famille des protéases aspartiques dans laquelle elles co-existent avec le pepsinogène, la pepsine, la chymosine, les cathépsines D et E, la rénine, la mémapsine et la beta-sécrétase.

En 1992, Lynch et collaborateurs ont publié un article dans lequel ils rapportaient avoir déterminé la séquence nucléotidique de l'ADN

complémentaire de la PSPB. Ils en concluaient une grande similarité entre PSPB et PAG-1 et leur appartenance à la même famille. Il en est probablement de même pour la PSP- 60 et la SBU-3.

Aujourd'hui, les connaissances relatives à cette famille de protéines ont fortement évolué. Il existe cependant une grande différence entre les résultats obtenus par la biologie moléculaire et les approches biochimiques. La première approche a permis d'identifier des dizaines d'ADN complémentaires codant pour des PAGs différentes (différant d'au moins 5% dans leur séquence en acides aminés) (**Green et al., 2000**).

La deuxième a permis de séquencer la partie N-terminal de onze molécules : une chez la vache (boPAG-1) (**Zoli et al., 1991**), trois chez la chèvre (caPAG55, caPAG59 et caPAG62) (**Garbayo et al., 1998**) et sept chez la brebis (**Atkinson et al., 1993; Xie et al., 1997**).

Ces molécules isolées à partir du placenta ont été utilisées pour le développement de différents systèmes radio-immunologiques (homologues et hétérologues), permettant le dosage des PAGs dans le sérum, le plasma et le lait. Dès l'époque où les PAGs (ou PSPB) ont été découvertes, plusieurs auteurs ont recherché des relations entre ces molécules (ou le profil de leur concentration) et une fonction immunologique locale ou systémique (**Zoli et al., 1993**).

Ainsi, Dunbar et collaborateurs (1990) ont étudié l'influence de la PSPB sur l'état de neutrophiles stimulés par la concanavaline A. En se basant sur les caractéristiques du profil des concentrations hormonales (progestérone, œstrogènes, cortisol et PAG) chez la vache, et en particulier sur l'observation de concentrations élevées durant les dernières semaines précédant la parturition, Burvenich et son équipe (**Dosogne et al., 2000**) ont incriminé ces hormones, notamment la PAG comme responsable d'une chute de résistance chez la vache parturiente ou dans les jours qui suivent et de la sensibilité au syndrome métrite-mammite fréquemment observé à cette époque. Différentes publications ont porté sur le sujet, décrivant notamment la succession des concentrations élevées de PAG et la décroissance de l'activité d'oxydation des

polymorphonucléaires neutrophiles (**Moreira da Silva et al., 1997; Dosogne et al., 2000**). Récemment, Hoeben et collaborateurs (2000) ont montré que des concentrations de PAG supérieures à 1800 ng/ml modifient la capacité des granulocytes à former des colonies, la formation de colonies myéloïdes et le taux global de clonage des cellules myéloïdes. Rappelons que de telles concentrations peuvent se rencontrer chez la vache durant la semaine qui précède le vêlage.

A partir de ces expériences, il reste difficile de conclure aujourd'hui sur une intervention déterminante des PAGs sur l'état immunitaire de la mère, au moment même où les concentrations sont les plus élevées, c'est à dire, peu avant la parturition, car n'oublions pas qu'en cette période, les concentrations d'œstrogènes sont élevées également. Par ailleurs, l'équipe de Michael Roberts a formulé plusieurs hypothèses, dont celle selon laquelle les PAGs ou des molécules apparentées pourraient lier et séquestrer des peptides susceptibles d'être reconnus pour le MHC et ainsi exercer un rôle immuno-modulateur au niveau de l'interface foeto-maternel (**Roberts et al., 1996**).

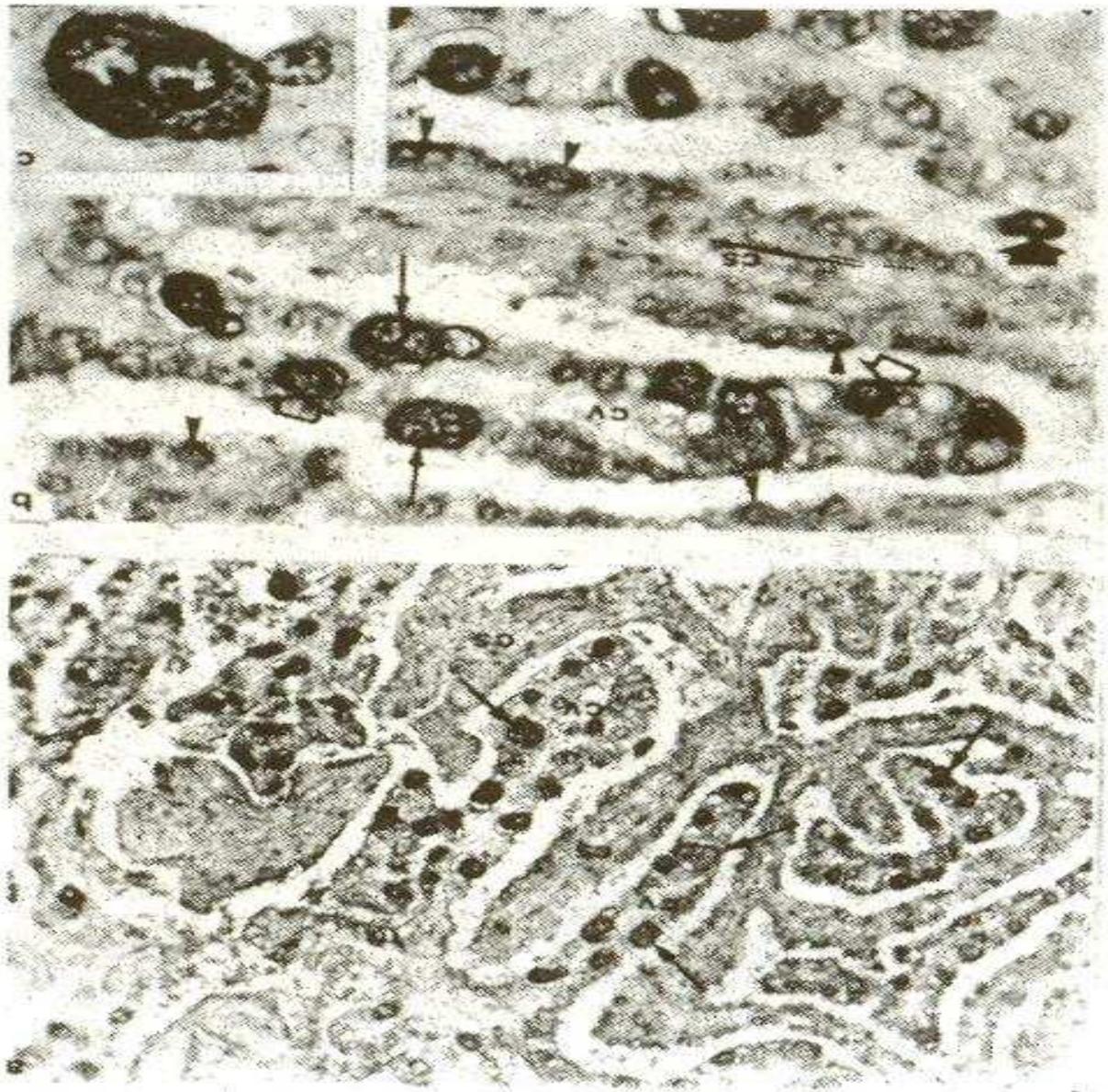
A ce jour, cette hypothèse n'a pas pu être confirmée expérimentalement. La constitution de sérothèques ainsi que la documentation plus précise sur l'apparition de problèmes reproductifs et des cas d'avortement dans les fermes pourraient constituer un nouvel effort en vue de réaliser une étude plus complète et collaborative des différentes disciplines de la biologie et de la médecine vétérinaire telles que l'immunologie, l'endocrinologie, la physiologie, la parasitologie, la virologie et la bactériologie. Lors d'antécédents d'infertilité de troupeaux ou d'avortement, lors d'images échographiques altérées ou enfin lorsque les concentrations en protéines ou hormones de la gestation paraissent modifiées ou ne pas correspondre au stade de gestation calculé, il serait intéressant de proposer des études complémentaires, des recherches d'antigènes ou d'anticorps, afin d'accroître la vigilance en vue de ne pas laisser passer inaperçus (ou mal documentés) des problèmes reproductifs ou des avortements d'origine immunitaire ou infectieuse (**Zoli et al., 1993**).

## **II.3. Biochimie des PAGs**

### **II.3.1. Localisation Immunohistochimique**

Des microsections de placentomes bovins prélevés sur des placentas de vaches en mi ou en fin de gestation sont traités par la méthode de peroxydase antipéroxydase (PAP) en utilisant l'antisérum R498.

Le marquage immunohistochimique est limité au cytoplasme d'une population de grandes cellules binuclées situées quasi exclusivement au niveau du trophoblaste (Figure 4). Le marquage immunologique est spécifique de la bPAG. En effet il disparaît si l'antisérum est préalablement épuisé contre de la bPAG pure (**Zoli et al., 1992**). En utilisant la méthode "Immunogold" suivie d'un examen en microscopie électronique, on constate que ce sont certains granules des cellules binuclées qui sont marqués. Ce qui suggère que la bPAG synthétisée par les cellules binuclées est d'abord stockée dans ces granules qui sera ensuite déversée par exocytose dans la circulation maternelle après la migration des cellules binuclées (**Zoli et al., 1992**).



**Figure 4 : Localisation immunohistochimique de la bPAG, dans le placenta de bovin.**

La réaction spécifique est limitée à certaines cellules réparties au niveau de l'épithélium des villosités chorioniques (VC) qui s'engrènent avec les cryptes caronculeux (SC). Ces cellules sont toutes binucléées même si certains d'entre elles apparaissent mononucléées (grosses flèches ouvertes). On peut remarquer une cellule isolée (grosse flèche) en pleine migration (**a**x387 et **b**x992).

Une cellule immunoréactive a un plus fort grossissement. Les deux noyaux de la réaction spécifique intense limitée au cytoplasme. (**c**x2650)

**Source : Zoli et al., 1992**

### **II.3.2. Biosynthèse**

Les protéines et glycoprotéines associées à la gestation sont synthétisées par les cellules binucléées du trophoblaste dès le stade blastocytaire.

### **II.3.3. Cinétique**

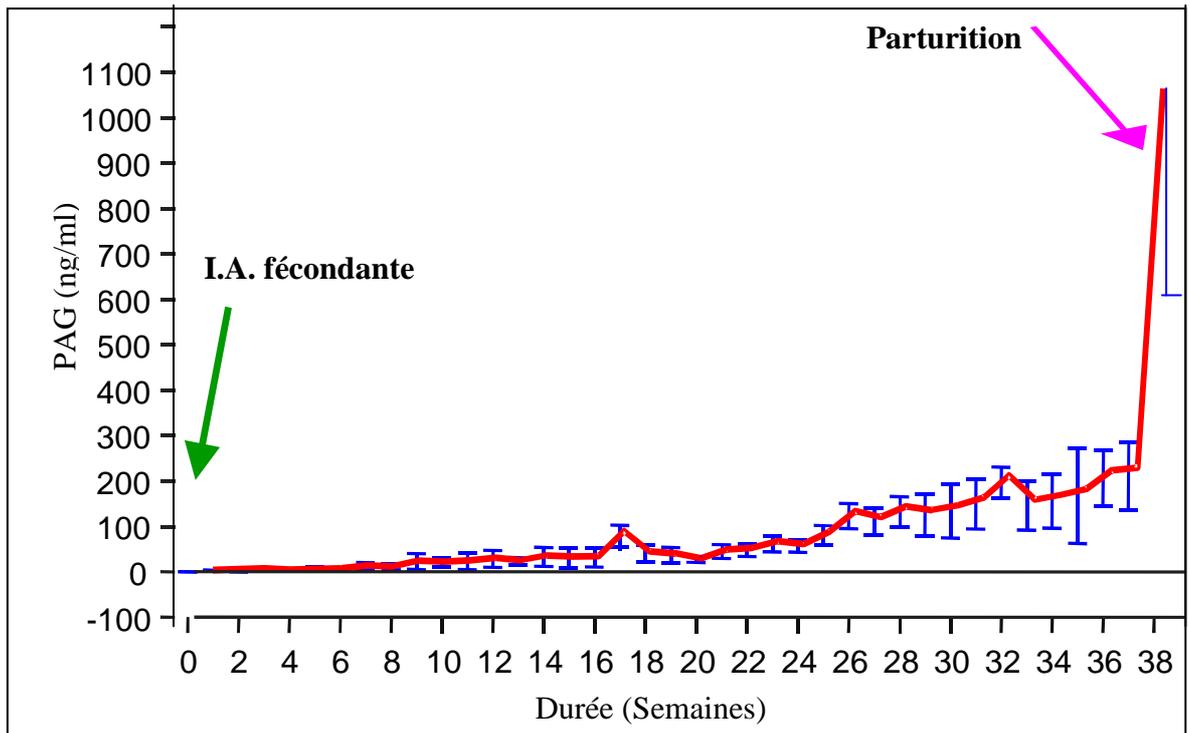
#### **II.3.3.1. Cinétique au cours de la gestation**

Les PAGs ne sont détectables dans la circulation périphérique maternelle qu'à partir du 24<sup>ème</sup> jour de conception chez la vache. En pratique, les prélèvements sont effectués à partir du 35<sup>ème</sup> jour après la saillie parce que chez plus de 98% de vaches, la détection n'est possible qu'au 30<sup>ème</sup> jour de l'insémination ou de la saillie fécondante (**ZOLI et al., 1992**).

Le seuil de positivité est de 0,8 ng/ml chez les vaches au 35<sup>ème</sup> jour de la conception. Cette concentration continue d'augmenter progressivement dans le sang maternel pour atteindre la valeur de  $9,37 \pm 8,91$  ng/ml au bout de la 8<sup>ème</sup> semaine et  $122,93 \pm 27,59$  ng/ml à la 24<sup>ème</sup> semaine c'est-à-dire en milieu de gestation (**SOUSA et al., 2003**).

Les PAGs sont donc considérées comme des indicateurs de la gestation et par conséquent présentent un intérêt pour le diagnostic.

La concentration des PAGs continue d'augmenter dans le sang maternel jusqu'au jour de la parturition ; Ainsi, **TAINTURIER et al (1996)** ont montré dans leur étude qu'à ce moment, les concentrations atteignent 1400ng/ml alors que **SOUSA et al (2003)** ont montré des concentrations de l'ordre de  $1018,04 \pm 560,85$  ng/ml chez le zébu azawak au Burkina Fasso.



**Figure 5** : Profil moyen des PAGs durant la gestation

Source : (SOUSA et al., 2003)

### II.3.3. 2. Cinétique après la gestation

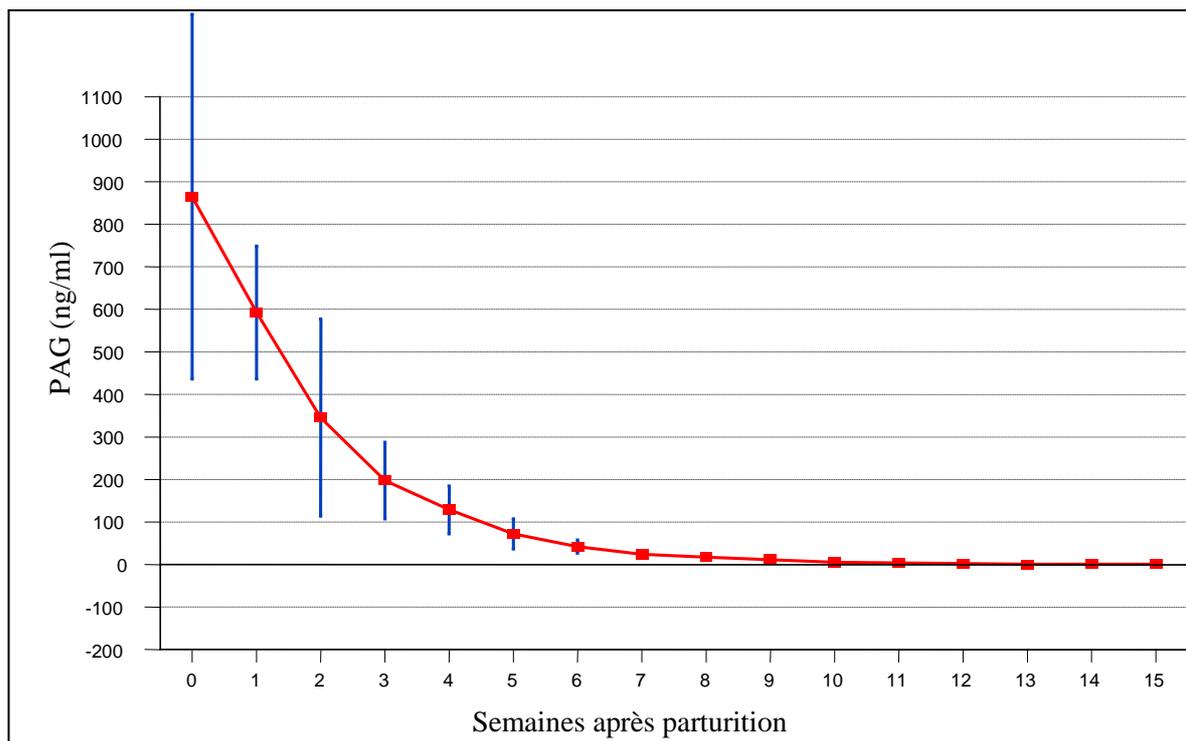
La cinétique des PAGs dans le sang maternel au cours du post-partum se caractérise par la persistance d'une quantité résiduelle importante de la protéine (CHEMLI et al., 1996).

La bPAG ne disparaît du sang maternel qu'environ 100 jours après la parturition, ce qui constitue un inconvénient majeur pour le diagnostic précoce de la gestation suivante chez les femelles bovines pluripares, particulièrement celles de race laitière bien souvent inséminées précocement après le vêlage.

**TAINTURIER et al** indiquent que les concentrations passent de 1400 ng/ml le jour du part à 165ng/ml le 21<sup>ème</sup> jour du part. Elles disparaissent complètement 100 jours après la mise bas alors que chez le zébu Azawak, de la 1<sup>ère</sup> semaine de parturition à la 6<sup>ème</sup> semaine, les concentrations des PAGs chutent considérablement (Figure 6): elles passent de 1018,04 ±

850,85 ng/ml à la parturition à  $41,27 \pm 14,85$  ng/ml à la 6<sup>ème</sup> semaine post-partum (SOUSA et al., 2003).

L'augmentation très rapide de la concentration des PAGs dans la circulation périphérique pendant les 10 jours qui précèdent la mise-bas pourrait être liée aux modifications physiologiques relatives au déclenchement de la parturition. Elle pourrait être à l'origine des changements chimiques préparant l'expulsion du placenta après la parturition.



**Figure 6 : Concentration des PAGs post-partum chez 10 femelles zébus Azawak**

**Source :** (SOUSA et al., 2003).

## II.3.4. Intérêts des PAGs

### II.3.4.1. Diagnostic de gestation

Sous les tropiques, la plupart des données sur le diagnostic de gestation porte sur la détermination de certains paramètres physiques tels que la palpation transrectale à 3 mois, le développement des glandes mammaires, la cessation des chaleurs . Les résultats sur les dosages d'hormones concernent la

progestérone et apportent très peu d'information sur les relations foeto-maternelles (**Gouro, 1980**). De plus, le dosage de la progestérone comme diagnostic de gestation est souvent mitigé à cause de la présence éventuelle de corps jaunes persistants. L'application du dosage de la PAG et sa concentration peuvent refléter la viabilité foeto-placentaire pour le diagnostic précoce de gestation sur les bovins.

Vu l'intérêt des PAGs dans le diagnostic de gestation du fait qu'elles sont stables dans le sang maternel, elles n'ont pas cessé d'intéresser les chercheurs du monde entier. C'est l'équipe du professeur Beckers qui mettra en place une technique de dosage des PAGs par la RIA (**Zoli et al., 1993**).

Grâce à l'antisérum R498 produit chez le lapin contre de la bPAG pure, un dosage radioimmunologique sensible et spécifique a été développé. L'antisérum a un titre opérationnel de 1/1.500.000 (dilution finale) qui lie 35 à 40% de la protéine marquée à l'iode 125 (traceur), avec une liaison non spécifique (NSB) inférieure à 2%. Pour augmenter la sensibilité du dosage, l'antisérum est utilisé en routine à une dilution finale de 112.500.000 qui lie 20-25% du traceur. La sensibilité est alors de 20 pg par tube.

Les PAGs sont de bons marqueurs de la gestation ; d'où leur intérêt dans le diagnostic de gestation. Le diagnostic de gestation par dosage des PAGs est une technique récente qui n'est pas encore très utilisée ici en Afrique.

En pratique, les prélèvements sont réalisés à 35 jours après l'insémination et à ce moment le seuil de positivité est entre 0,5-0,8 ng/ml. Cette technique s'est avérée très intéressante du fait de nombre d'informations qu'elle fournit.

Le diagnostic de gestation par dosage des PAGs présente cependant un inconvénient majeur, puisqu'il n'est pas applicable aux vaches n'ayant pas plus de 120 jours de post-partum (**DELAHAUT PH. et al, 1999**). Ceci s'explique par le fait qu'il existe une quantité résiduelle des PAGs après la parturition comme l'a montré la courbe de la cinétique des PAGs après la gestation

Les PAGs apparaissent alors comme de bons indicateurs de l'état du déroulement de la gestation parce que leur concentration dans la circulation périphérique maternelle renseigne sur la mortalité embryonnaire et l'avortement (**BREUKLMAN et al.2004**)

#### **II.3.4.2. Mortalité Embryonnaire**

En cas de mortalité embryonnaire, la concentration des PAG chute brutalement, Le dosage des protéines associées à la gestation permet d'envisager des études sur la mortalité embryonnaire précoce et l'avortement en vue d'en déterminer la fréquence et l'époque à laquelle ils surviennent en relation avec l'incidence de pathologies telles l'anaplasmose, la brucellose, les métrites, les vaginites et toute maladie affectant le déroulement de la gestation.

Deuxième partie :  
Etude Expérimentale

# CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

## I.1. MATERIEL

### I.1.1. Lieux d'étude

Notre étude s'est déroulée dans deux localités différentes à savoir la zone périurbaine de Dakar et le département de Mbour. Cette étude a duré 6 mois : de Novembre 2006 à Janvier 2007 pour effectuer les prélèvements de sang sur le terrain, de Février 2007 à Avril 2007 pour les dosages au laboratoire d'endocrinologie de l'EISMV(Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar).

#### I.1.1.1. Zone péri-urbaine de Dakar

Dans cette zone, nous avons travaillé au niveaux de six villages : Keur Massar, Sangalkam, Noflaye, Gorom, Tivaoune Peul, et Niacoulrab.

##### *I.1.1.1.1. Localisation*

La zone péri-urbaine de Dakar est située dans les Niayes qui représentent une bande de quelques centaines de Km<sup>2</sup>. Elle est localisée à environ 45 Km de Dakar et entre 17°2 et 17° de longitude Ouest ; 14°30 et 15° de latitude Nord.

Le relief est caractérisé par une succession de dunes et de cuvettes correspondant à des sols hydromorphes par la nappe phréatique.

##### *I.1.1.1.2. Climat*

Les Niayes sont comprises entre les isohyètes 400 et 600 mm et reçoivent en moyenne 519 mm de pluie par an ; elles offrent ainsi un microclimat particulier grâce à l'influence du courant froid des Canaries et des alizés qui tempèrent l'aridité du climat général de l'intérieur du pays. On observe un maximum

thermique à 36°C pendant l'hivernage et un minimum thermique à 10°C la nuit pendant la saison froide.

La présence de ce microclimat particulier dans la zone permet le développement de la production laitière et la proximité de la ville favorise un écoulement aisé des produits.

#### ***1.1.1.1.3. Végétation***

Le couvert végétal naturel est en rapport étroit avec le climat, le sol et le réseau hydrographique.

Les dunes littorales portent une végétation discontinue qui s'apparente à la steppe sahélienne caractérisée par une formation herbeuse peu abondante mêlée de baobabs et de plantes ligneuses avec prédominance d'épineux.

#### ***1.1.1.1.4. Activité socioéconomique***

Les activités agricoles occupent la plupart de la population active. Des cultures comme le mil, le maïs, le sésame, le haricot, les cultures maraîchères et surtout le riz sont réalisés . Cette agriculture offre ainsi des sous produits à l'élevage.

L'élevage concerne surtout les bovins et la volaille, les Niayes constituant ainsi une véritable zone d'approvisionnement en lait et en œufs pour la capitale Dakar.

Certains élevages sont de type extensif et transhumant avec l'utilisation des parcours naturels et des forages pastoraux. Mais il existe d'autres qui sont de type extensif et semi extensif.

#### **1.1.1.2. Département de Mbour**

Nous avons travaillé exactement dans sept villages de ce département à savoir : SARENE, POINTE SARENE, BOUN, SOMONE, NGUEKOKH, NGAPAROU.

#### ***I.1.1.2.1. Localisation***

Le département de MBOUR est situé dans le bassin arachidier qui s'étend sur les régions de Thiès, Diourbel, Louga, Kaolack, Fatick et la partie ouest de Tambacounda.

Il est localisé à environ 80 km au sud de Dakar et comprend plusieurs sites touristiques et hôtels qui constituent des débouchés potentiels pour l'écoulement des produits laitiers.

#### ***I.1.1.2.2. Climat***

C'est une zone qui est marquée par une saison sèche de sept mois au cours de laquelle la zone est soumise, d'une part à l'alizé maritime humide issue de l'anticyclone des Açores et d'autre part à l'harmattan, vent sec venant de l'Est. L'amplitude thermique est très accusée, entraînant une fraîcheur nocturne et une chaleur diurne.

La saison des pluies dure quatre mois de Juin à Septembre, Juillet et Août constituant les mois les plus pluvieux.

La pluviométrie annuelle varie de 500 à 800 mm avec une humidité relative assez constante.

#### ***I.1.1.2.3. Végétation***

Une étude de la composition floristique des strates herbacée, arbustive et arborée de la forêt classée de Bandia a permis de connaître plusieurs associations au sein de chaque strate qui sont :

- La strate arborée qui présente trois associations à *Adansonia digitata*, à *Azadirachta indica* et à *Eucalyptus alba* ;
- La strate arbustive qui présente six associations à *Calotropis procera*, à *Combretum sp*, à *Feretia apodanthera*, à *Grewia bicolor*, à *Tamarix senegalensis* et à *Ziziphus mauritania* ;
- La strate herbacée avec quatre associations à *Digitaria abyssinica*, à *Sesbania sesban*, à *Blainvillea gayana* et à *Cassia tora*.

#### ***I.1.1.2.4. Activité socio-économique***

Les activités agricoles occupent 75 % de la population active, avec des cultures comme l'arachide, le mil, le sorgho, le maïs, le sésame, le riz, le haricot et les cultures maraîchères. Cette agriculture offre ainsi des sous produits à l'élevage.

L'élevage concerne les bovins, les caprins, les ovins, les équins, les porcins et la volaille. Il est de type extensif et transhumant avec l'utilisation des parcours naturels et des forages pastoraux.

Les pêches maritime et continentale sont artisanales.

L'artisanat de production, d'art et de service est assez important dans la région et le commerce occupe une bonne partie de la population active.

Le tourisme occupe une place de choix dans le tissu économique de la région. Il offre une gamme assez riche de sites touristiques, une station balnéaire et des hôtels.

### **I.1.2. Matériel animal**

#### **I.1.2.1. Races et effectifs utilisés**

Ce travail a été effectué sur 81 vaches inséminées dans les départements de Mbour et Dakar. Ces vaches sont toutes de race zébus Gobra sauf quelque métisses F1 (3) issues d'une Gobra et d'une Montbéliarde à Dakar.

#### **I.1.2.2. Mode d'élevage**

Dans les départements de Mbour et Dakar, le système traditionnel ou extensif est dominant, et est caractérisé par la transhumance avec comme objectif primordial la recherche de pâturage et de points d'eau.

Cependant, il se développe de plus en plus des élevages dans lesquels l'utilisation des sous-produits agricoles est importante.

On note aussi des élevages dans lesquels des animaux sont parqués dans les enclos où ils bénéficient du fourrage à volonté et du concentré (Zone de Dakar).

Les conditions imposées par le programme d'insémination sont les suivantes : pratiquer la stabulation pour les animaux sélectionnés, la possibilité d'assurer la complémentation et en cas de nécessité apporter des soins (déparasitage, vaccination) aux animaux.

### **I.1.3. Matériel technique**

#### **I.1.3.1. Matériel de prélèvement de sang**

Ce sont des aiguilles Venoject, des portes tubes, des tubes secs (sans anticoagulants) et des tubes héparinés (Héparinate de lithium).

#### **I.1.3.2. Matériel de traitement et de conservation**

Une centrifugeuse réfrigérée a été utilisée, de même qu'un congélateur (-20°C) pour la conservation des sérums et des tubes à hémolyse pour la conservation du sérum.

#### **I.1.3.3. Matériel de dosage**

Le matériel de dosage comprend des pipettes de 100 µl et 1000 µl , des pipettes répétitives, des béchers, des erlenmeyers, des portoirs, des tubes, des ballons, des réactifs différents en fonction du paramètre dosé, un mélangeur « vortex » qui est un agitateur électrique pour homogénéiser les échantillons, un spectrophotomètre à plaque (analyse des paramètres nutritionnels) et un compteur Gamma pour mesurer la radioactivité lors du dosage des PAGs.

#### **I.1.3.4. Matériel informatique**

Un ordinateur type HP a été utilisé pour le traitement des données et la rédaction de cette thèse.

## **I.2. Méthodes**

Les méthodes de prélèvement de sang, de traitement, d'analyse des échantillons et l'analyse statistique des échantillons sont les points essentiels qui seront abordés dans ce paragraphe.

### **I.2.1. Prélèvements de sang et leur traitement**

Le sang a été prélevé au niveau de la veine jugulaire au 1<sup>er</sup> jour (J<sub>0</sub>), au 35<sup>ème</sup> jour (J<sub>35</sub>) et au 60<sup>ème</sup> jour (J<sub>60</sub>) de l'insémination sur toutes les vaches. Il a été ensuite recueilli dans des tubes secs ou héparinés portant le numéro de l'animal, puis centrifugé à 3500 tours par minutes pendant 20 minutes au laboratoire d'endocrinologie de l'Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar (E.I.S.M.V). Le sérum a été récupéré à l'aide des pipettes Pasteur puis mis dans des tubes à hémolyse et conservé dans un congélateur à -20°C jusqu'au jour du dosage.

### **I.2.2. Analyse des prélèvements**

Les dosages ont été effectués au laboratoire d'endocrinologie de l'E.I.S.M.V

#### **I.2.2.1. Dosage des PAGs (dosage RIA)**

La RIA (Radio Immunology Assay) est une technique de mesure qui consiste à doser des hormones, des enzymes et des vitamines dans le sang ou dans tout autre liquide biologique. Ce dosage se fait en ajoutant des substances radioactives aux échantillons à analyser. Nous avons dosé les prélèvements à J<sub>0</sub>, J<sub>35</sub> et J<sub>60</sub> après l'insémination.

##### ***I.2.2.1.1. Principe***

Cette méthode repose sur la compétition entre la PAG naturelle c'est-à-dire présente dans l'échantillon et la PAG marquée par un isotope (Iode <sup>125</sup>) pour

un nombre limité de sites de fixation qui sont présents sur des anticorps spécifiques anti-PAG en phase solide.

La quantité de PAG marquée à l'iode<sup>125</sup> est inversement proportionnelle à la quantité de PAG présente dans l'échantillon.

Le dosage RIA est basé sur la compétition, qui est régie par la loi d'action de masse pour l'occupation d'un site réactionnel d'un anticorps de deux espèces moléculaires identiques à un détail près : l'un est marqué par un atome radioactif (Iode 125) dont l'autre en est dépourvu. Cette dernière est l'antigène qui génère l'anticorps et est dite « froide ». En fin de réaction, le complexe Ag-Ac, isolé de l'Ag marqué en excès, sera d'autant moins réactif que la quantité d'Ag froid mis en jeu dans la prise d'essai est grande.

#### ***1.2.2.1.2. Mode opératoire***

Le dosage RIA comme développé par l'équipe du Professeur Beckers de l'université de Liège se déroule en deux jours.

Le 1<sup>er</sup> jour est consacré à la préparation des solutions tampons et au dosage des échantillons jusqu'à l'incubation et le second jour aux étapes suivantes. Nous avons pris le soin, la veille du dosage, de retirer tous les échantillons du congélateur pour permettre une bonne décongélation.

Le dosage RIA de la PAG utilise une solution tampon qu'il faut préparer avant d'entamer les étapes du dosage.

##### **a. La préparation de la solution tampon**

- ↳ Dans 10 litres d'eau distillée (ou désionisée), mettre 30g de Tris, 2g de NaN<sub>3</sub> (acide de sodium ou 2 pastilles par litres) et du HCl jusqu'à un pH de 7,5 (environ 17ml). Ce tampon doit être conservé au réfrigérateur
- ↳ Ajouter du BSA (1g/litre) pour le dosage RIA de la PAG

##### **b. Dosage des échantillons**

Les étapes du dosage sont les suivantes de façon chronologique :

- ↪ S'assurer que les échantillons, les étalons et tout le matériel qui était conservé au frais ont pris la température ambiante du laboratoire.
- ↪ Numéroté tous les tubes nécessaires en double (étalons, contrôles, TC, NSB, échantillons). Les échantillons porteront le numéro de l'animal correspondant.
- ↪ Numéroté en simple des tubes pour la dilution de la gamme standard (sur un autre portoir de préférence): 25ng/ml; 12,5ng/ml; 6,25ng/ml; 3,12ng/ml; 1,6ng/ml; 0,8ng/ml; 0,4ng/ml; 0,2ng/ml.
- ↪ Faire la gamme de dilution en mettant 500µl du tampon Tris BSA dans tous les tubes de la gamme sauf au tube 25ng/ml et en mettant 500µl de standard 25ng/ml (reconstitué éventuellement) dans le tube 25ng/ml,
- ↪ prélever 500µl pour mettre dans le 12,5ng/ml, mixer et recommencer la même opération jusqu'au tube 0,2ng/ml.
- ↪ Mettre du tampon TrisBSA dans les tubes de dosages selon les volumes suivants : 300µl dans le tube NSB, 200µl dans les tubes échantillons, QC et étalon 0 et 100µl dans les autres tubes étalons (0,2 à 25 ng/ml).
- ↪ Mettre 100µl d'étalon, d'échantillon et de contrôle dans les tubes correspondants ( sauf dans les TC et NSB).
- ↪ Mettre 100µl de sérum Free dans les tubes étalons et NSB
- ↪ Mettre 100µl de l'anticorps anti-PAG (1er antisérum) dans tous les tubes sauf TC et NSB (le hyophilisat antisérum est d'abord reconstitué avec 15ml de tampon Tris BSA).
- ↪ Mixer et Incuber durant toute la nuit à la température ambiante

Au deuxième jour, nous avons poursuivi comme suit :

- ↪ Mettre 100µl de PAG\* (marquée à l'iode 125) dans tous les tubes (la PAG reçue est diluée par 20µl dans 15ml de tampon TrisBSA ou plus pour avoir 20-25000cpm dans 100µl).

- ↪ Mixer et incuber à la température ambiante pendant 4h
- ↪ Mettre 1ml du PEG-2ème anticorps par tube qui est préalablement préparé en mettant dans 1 litres de tampon (Tris-BSA ou phosphate) : 4g de BSA 40g de Polyéthylène Glycol 6000 (PEG 6000), 0,5g de cellulose, 2,5g de bromocressole et 1 fiole de 5ml du 2ème anticorps (fiole orange) reconstitué avec du tampon.

Il faut ajouter un peu de colorant pour faire la différence. Mixer et incuber à la température ambiante pendant 30mn

- ↪ Mettre 2ml de tampon TrisBSA
- ↪ Centrifuger à 3500 tours pendant 20mn à 10°C puis décanter le surnageant par retournement des tubes et les faire égoutter
- ↪ Mesurer la radioactivité des tubes pendant 60s à l'aide du compteur Gamma (photo 1). On calcule le pourcentage de liaison entre les PAGs et l'anticorps par la formule :

Moyenne des valeurs de l'étalon en CPM

$$\% \text{ de liaison} = \frac{\text{Moyenne des valeurs de l'étalon en CPM}}{\text{Moyenne de TC en CPM}}$$

- ↪ Le programme de calcul est basé sur le principe de la méthode RIA selon laquelle la quantité des PAG marquée liée à l'anticorps est inversement proportionnelle à la quantité d'antigène non marqué présente dans les tubes.

Grâce à ce programme, les différentes données (radioactivités des étalons ) sont introduites dans le micro-ordinateur dont le programme R-BAT permet de tracer la courbe d'étalonnage dont l'axe des ordonnées représente la radioactivité exprimée en CPM ( coup par minute) et l'axe des abscisses la concentration des PAGs en ng/ml. On en déduit la concentration des divers échantillons à doser.

### **I.2.2.2. Dosage des paramètres nutritionnels (dosage colorimétrique)**

Les méthodes de dosage varient selon chaque paramètre. Le dosage va consister à déterminer les concentrations de chaque paramètre dans le sang à  $J_0$  et  $J_{35}$  après IA. Le principe général du dosage colorimétrique consiste à faire agir sur le prélèvement biologique un réactif aussi spécifique que possible du paramètre à doser. De l'interaction paramètre – réactif, résulte directement ou indirectement une coloration dont l'intensité est mesurée par spectrophotométrie (photo 2).

Les kits utilisés dans l'ensemble des dosages proviennent du laboratoire BIOSYSTEMS.

#### ***I.2.2.2.1. Protéines totales***

La détermination des protéines totales a été effectuée à l'aide des protéines – kit .

##### **Principe**

Le dosage des protéines totales du plasma ou du sérum se fait selon la réaction de biuret.

Les protéines présentes dans l'échantillon réagissent avec les ions cuivre en milieu alcalin pour donner un complexe de couleur violette quantifiable par spectrophotométrie.

#### ***I.2.2.2.2. Albumine***

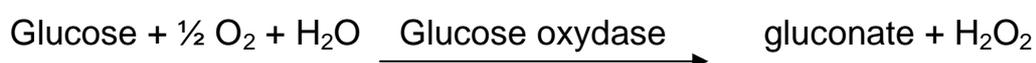
##### **Principe**

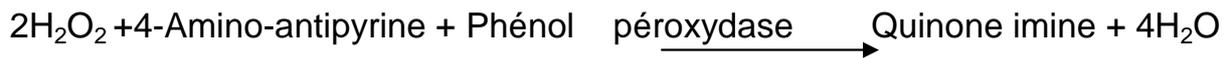
L'albumine présente dans l'échantillon réagit avec le vert de bromocrésol, formant un complexe coloré pouvant être mesuré par spectrophotométrie.

#### ***I.2.2.2.3. Glucose***

##### **Principe**

Le glucose présent dans l'échantillon donne, selon les réactions couplées décrites ci-dessous, un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.

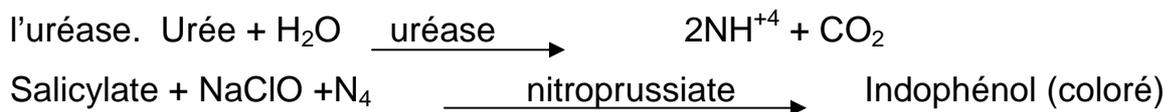




#### *1.2.2.2.4. Urée*

##### **Principe**

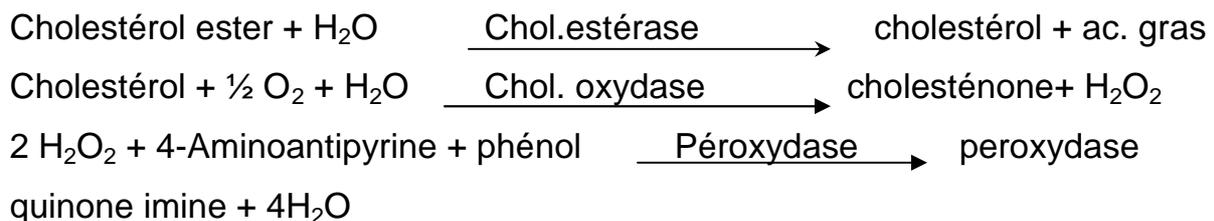
L'urée présente dans l'échantillon donne, selon les réactions décrites ci-dessous, un indophénol coloré quantifiable par spectrophotométrie (méthode à l'uréase).



#### *1.2.2.2.5. Cholestérol*

##### **Principe**

Le cholestérol libre ainsi que le cholestérol estérifié présents dans l'échantillon, donnent, selon les réactions couplées décrites ci-dessous, un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.



#### *1.2.2.2.6. Minéraux*

##### *1.2.2.2.6.1. Calcium*

Le Ca –kitND a été utilisé pour la détermination de la calcémie.

##### **Principe**

Il est basé sur le dosage colorimétrique sans déprotéinisation.

Le calcium dans le sérum est relevé par un indicateur : le bleu de menthyl-thymol. La présence de 8-hydroxyquinoléine évite l'interférence des ions  $\text{Mg}^{2+}$  jusqu'à la concentration de 4 mmol/l.

##### *1.2.2.2.6.2. Phosphore*

Nous avons utilisé le P-Kit ND pour la détermination du phosphore sérique.

La méthode de dosage utilisée se fait sans déprotéinisation.

Elle est réalisée à l'aide d'un mono réactif conduisant à un complexe phosphomolybdique en présence d'un réducteur en l'occurrence le sulfate ferreux.

#### 1.2.2.2.6.3. Magnésium

Le magnésium présent dans l'échantillon réagit avec la calmagite en milieu alcalin intermédiaire formant un complexe coloré qui peut être mesuré par spectrophotométrie.



**Photo 1 : Compteur Gamma**



**Photo 2 : Spectrophotomètre à plaque**

### **1.2.3. Diagnostic par palpation transrectale à 2 mois**

L'appréciation de la présence d'un fœtus par la palpation de l'utérus à travers la fouille rectale a été effectuée à partir de 2 mois après l'I.A. sur toutes les vaches inséminées. Les signes de confirmation étaient une asymétrie des cornes avec amincissement de la paroi de la corne gestante, une fluctuation liquidienne et une membrane amniotique.

#### **I.2.4. Analyse statistique**

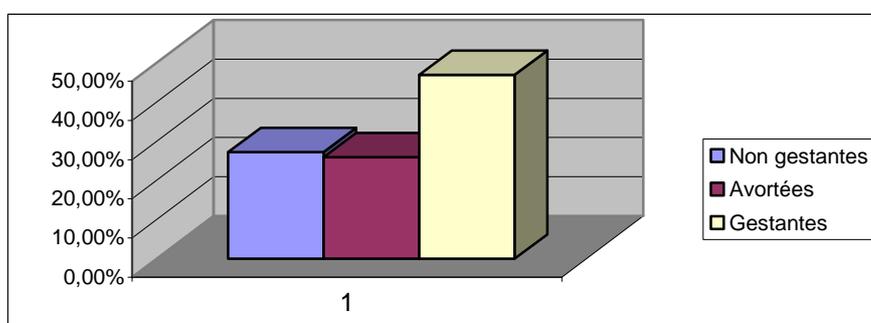
Les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel Excel 2003 pour les différents calculs (moyenne, écart type et coefficient de corrélation) et les représentations graphiques. Après analyse des résultats, ceux-ci ont été exprimés en moyenne bornée d'écart type et présentés sous forme de tableaux et graphiques. Le logiciel Epi-Info a été utilisé pour l'analyse statistique des résultats. Les tests de significativité de variation ont été effectués par l'analyse de variance (ANOVA) (significativité à  $p < 0,05$ ).

## Chapitre II : RÉSULTATS

### II.1. Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique

Le diagnostic de gestation par palpation transrectale (à 60 jours) et par dosage des PAGs (35 et 60 jours) nous a permis de classer les vaches inséminées en gestantes, non gestantes et avortées. Les avortées correspondent aux vaches diagnostiquées positives au dosage de la PAG à J<sub>35</sub> et négatives au dosage de la PAG et à la palpation transrectale à J<sub>60</sub>.

Sur 81 vaches inséminées, 38 (46,91%) sont gestantes, 21 (25,92%) ont avorté et 22 (27,16%) sont vides au 60<sup>ème</sup> jour de l'IA (Figure 7).



**Figure 7** : Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique

### II.2. Relation entre état physiologique des vaches et paramètres nutritionnels

#### II.2.1. Relation avec la glycémie

Le tableau III présente les moyennes de la glycémie calculées chez les animaux

**Tableau III** : Glycémie en fonction de l'état physiologique des vaches

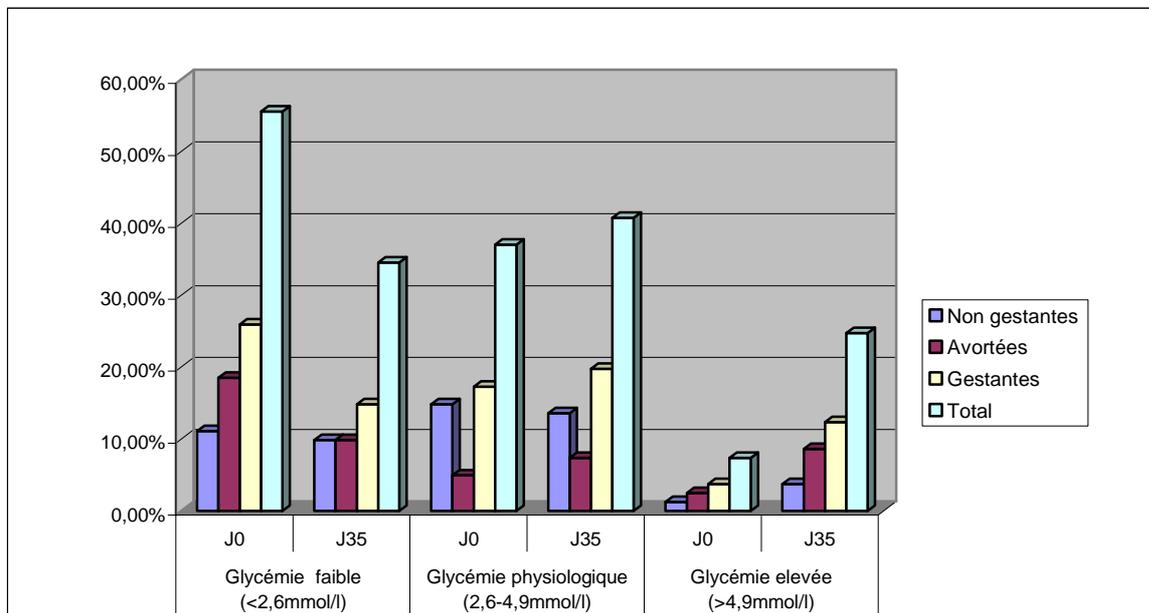
		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Glycémie (mmol/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	2,84±1,25	1,85±1,85	2,33±1,82	ns
	J <sub>35</sub>	3,35±1,56	3,7±2,32	4,03±2,1	ns

ns (non significatif)

L'analyse statistique des résultats présentés dans le tableau III ne montre pas de différences significatives dans les différents groupes.

Les concentrations plasmatiques usuelles (physiologiques) de glucose généralement rapportées chez la vache sont comprises entre 2,6 et 4,9 mmol/l. Les animaux sont dits en hypoglycémie lorsqu'ils ont une concentration  $< 2,6$  mmol/l et en hyperglycémie lorsqu'ils ont des glycémies  $> 4,9$  mmol/l.

La figure 8 présente la répartition de l'ensemble des vaches en fonction de l'état physiologique et de la glycémie.



**Figure 8 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration du glucose**

## II.2.2. Relation avec l'urémie

Le tableau IV présente les moyennes de l'urémie calculées chez les animaux regroupés selon leur état physiologique.

**Tableau IV : Urémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

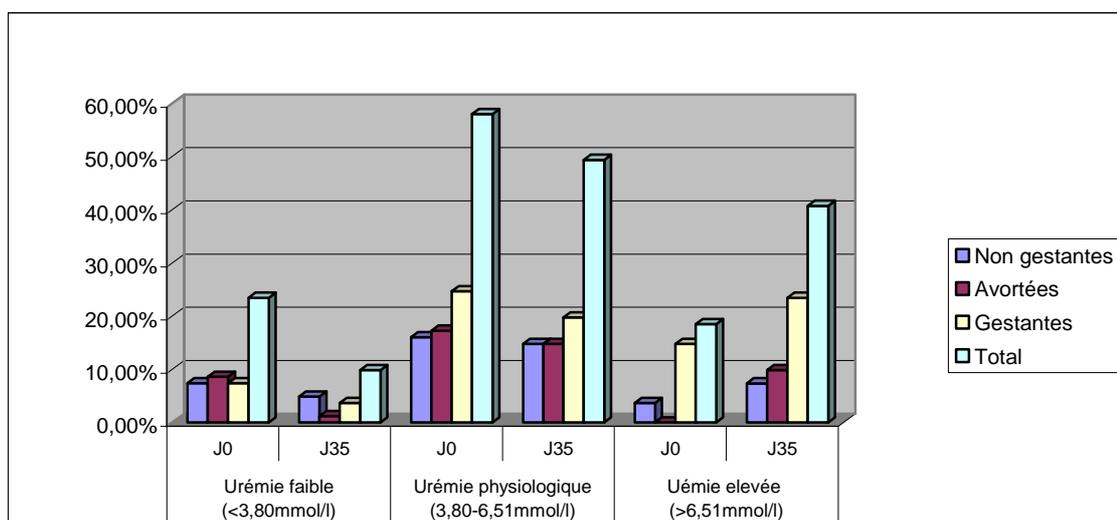
		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Urémie (mmol/l)	J <sub>0</sub>	4,84±1,33	3,93±1,40	5,41±1,75	ns
	J <sub>35</sub>	5,83±1,59	6,99±2,62	6,7±2,45	ns

ns (non significatif)

L'analyse statistique des moyennes de l'urée ne montre pas de différences significatives en fonction de l'état physiologique.

L'urémie plasmatique physiologique des vaches est comprise entre 3,8 et 6,5 mmol/l. Les animaux sont dits en hypo-urémie lorsqu'ils ont une concentration < à 3,8 mmol/l et en hyper-urémie lorsqu'ils ont une concentration > à 6,5 mmol/l.

La figure 9 présente la répartition de l'ensemble des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration de l'urée.



**Figure 9 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration de l'urée**

### II.2.3. Relation avec la cholestérolémie

Le tableau V présente les moyennes de la cholestérolémie calculées chez les animaux regroupés selon leur état physiologique.

**Tableau V : Cholestérolémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Cholestérolémie (mmol/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	2,69±1,2 <sup>a</sup>	5,37±2,41 <sup>b</sup>	4,49±2,34 <sup>b</sup>	*
	J <sub>35</sub>	2,78±1,19 <sup>a</sup>	4,7±1,9 <sup>b</sup>	4,72±2,46 <sup>b</sup>	*

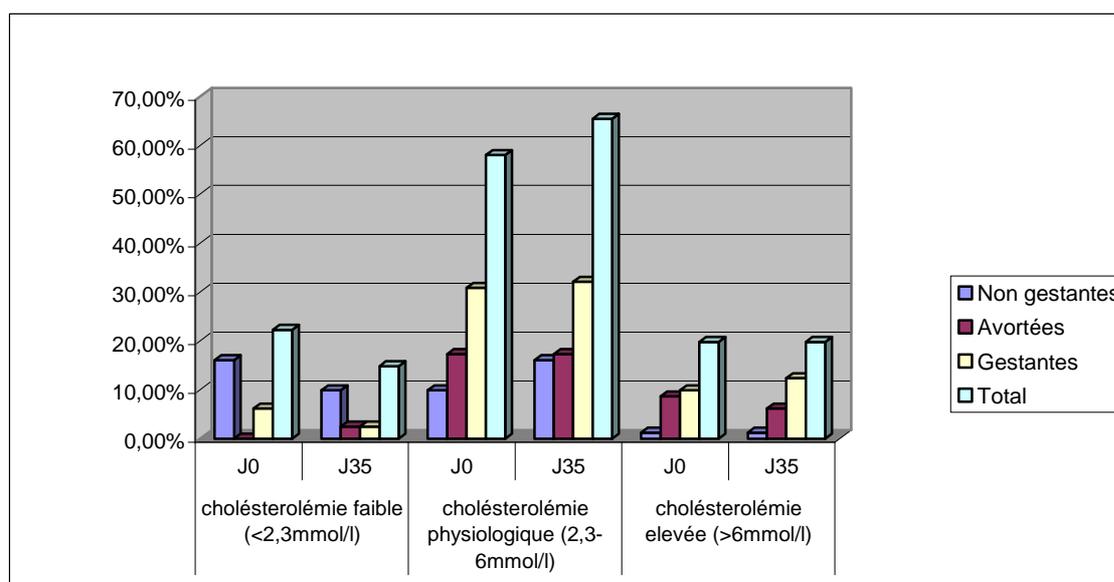
\* (significatif pour  $p < 0,05$ )

<sup>a,b</sup> les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Les concentrations moyennes de cholestérol présentées sur le tableau V montrent que les vaches gestantes et avortées ont une cholestérolémie statistiquement plus élevée à J<sub>0</sub> et J<sub>35</sub> que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

La cholestérolémie plasmatique usuelle (physiologique) des vaches est comprise entre 2,3 et 6,0 mmol/l. Les animaux sont dits en hypocholestérolémie lorsqu'ils ont une concentration  $<$  à 2,3 mmol/l et en hypercholestérolémie lorsqu'ils ont des concentrations  $>$  à 6,0 mmol/l.

La figure 10 présente la répartition de l'ensemble des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration du cholestérol.



**Figure 10 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration du cholestérol**

## II.2.4. Relation avec la protéinémie totale

Le tableau VI présente les moyennes de la protéinémie totale calculées chez les animaux regroupés selon leur état physiologique.

**Tableau VI: Protéinémie totale en fonction de l'état physiologique des vaches**

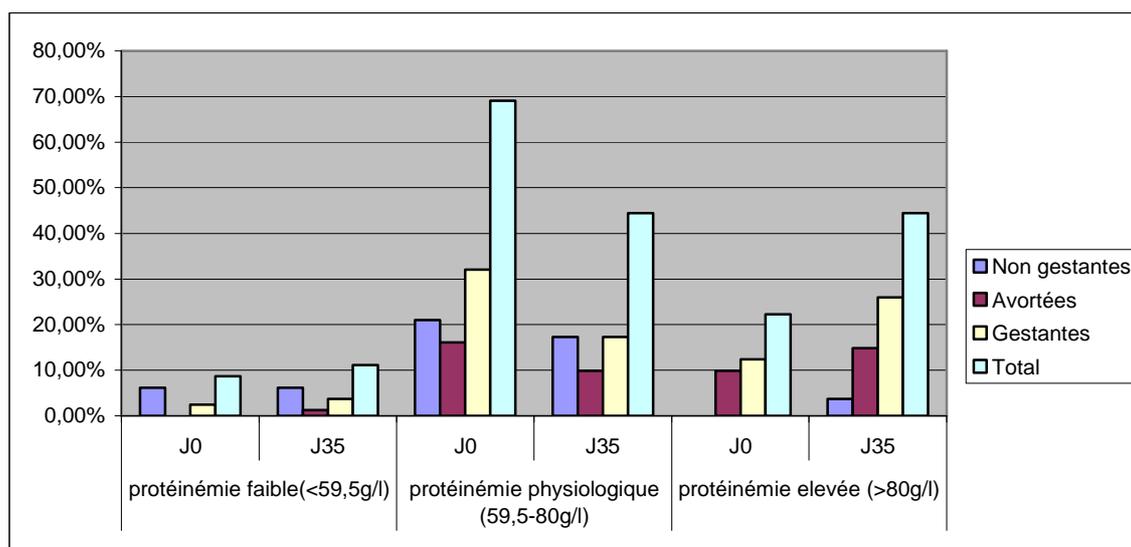
		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Protéinémie (g/l)	J <sub>0</sub>	65,5±6,33 <sup>a</sup>	76,09±9,3 <sup>b</sup>	74,95±9,37 <sup>b</sup>	*
	J <sub>35</sub>	68,68±12,7 <sup>a</sup>	81,48±14,9 <sup>b</sup>	79,75±12,34 <sup>b</sup>	*
Moy. ± E.T					

\* (significatif pour  $p < 0,05$ )

<sup>a,b</sup> les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Les concentrations moyennes en protéines totales présentées sur le tableau VI montrent que les vaches gestantes et avortées ont une protéinémie statistiquement plus élevée à J<sub>0</sub> et J<sub>35</sub> que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

Les valeurs usuelles de la concentration en protéines totales chez les vaches sont comprises entre 59,5 et 80 g/l. La figure 11 illustre la répartition des animaux selon le niveau de protéines totales et en fonction de l'état physiologique.



**Figure 11 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration en protéines totales**

## II.2.5. Relation avec la globulinémie totale

Le tableau VII présente les moyennes de la globulinémie totale calculées chez les animaux regroupés selon l'état physiologique.

**Tableau VII : Globulinémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

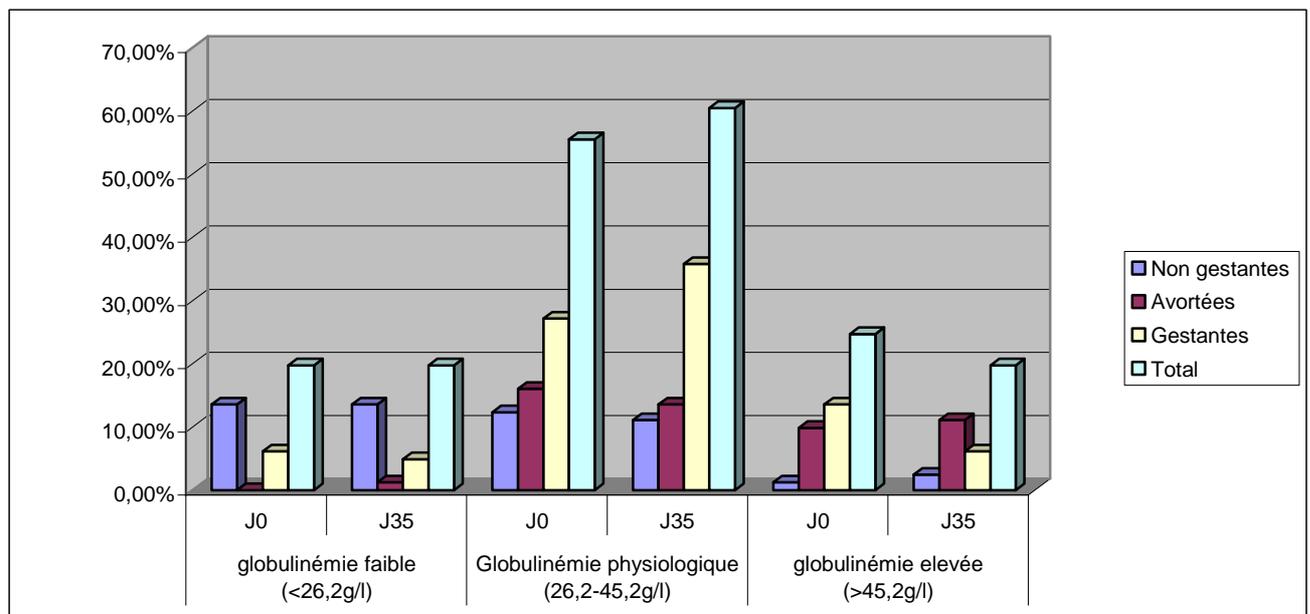
		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Globulinémie (g/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	29,82±11,07 <sup>a</sup>	42,19±9,1 <sup>b</sup>	39,01±10,77 <sup>b</sup>	*
	J <sub>35</sub>	30,69±13,1 <sup>a</sup>	45,54±14,63 <sup>b</sup>	42,11±11,87 <sup>b</sup>	*

\* (significatif pour  $p < 0,05$ )

<sup>a,b</sup> les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Les vaches gestantes et avortées ont une globulinémie statistiquement plus élevée à J<sub>0</sub> et J<sub>35</sub> que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

La concentration normale en globulines dans le sang chez les vaches varie de 26,2 à 45,2 g/l. La figure 12 présente la répartition des animaux selon l'état physiologique et la concentration en globuline.



**Figure 12 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration en globulines**

## II.2.6. Relation avec l'albuminémie

Le tableau VIII présente les moyennes de l'albuminémie calculées chez les animaux regroupés selon l'état physiologique.

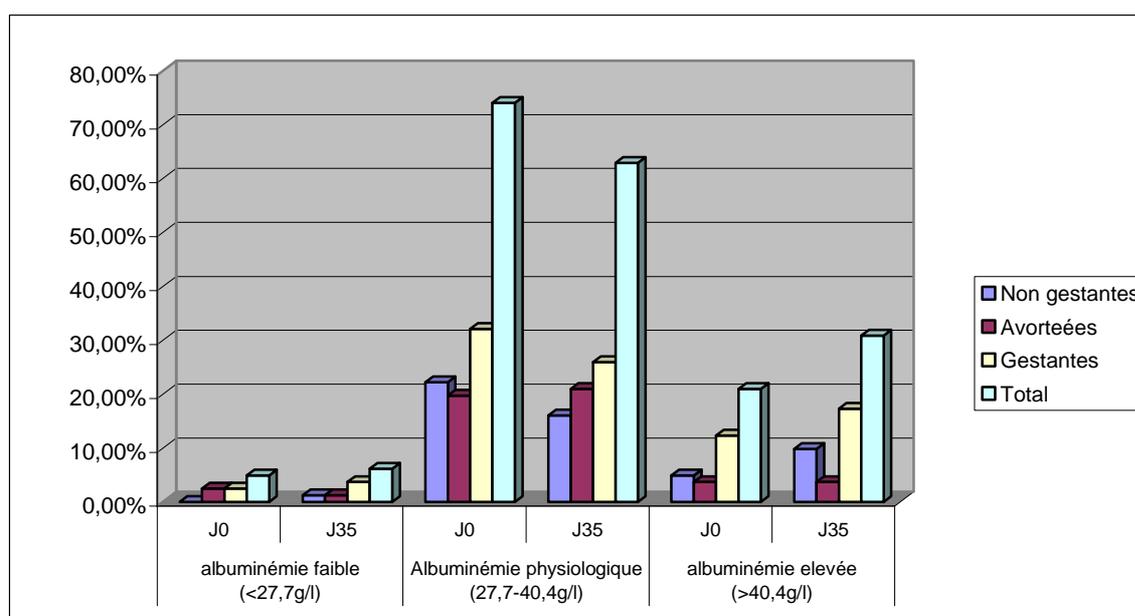
**Tableau VIII : Albuminémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
Albuminémie (g/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	37,38±4,2	33,9±5,58	35,92±5,44	ns
	J <sub>35</sub>	37,98±6,06	35,93±5,37	37,63±7,15	ns

ns (non significatif)

L'analyse statistique des moyennes de l'albumine ne montre pas de différences significatives en fonction de l'état physiologique.

La concentration normale d'albumine dans le sang chez les vaches varie de 26,2 à 45,2 g/l. La figure 13 présente la répartition des animaux selon l'état physiologique et la concentration d'albumine.



**Figure 13 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration d'albumine**

## II.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore

Les tableaux IX, X et XI présentent respectivement les moyennes de calcémie, de magnésémie et de phosphorémie chez les animaux regroupés selon l'état physiologique.

**Tableau IX : Calcémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
<b>Calcémie</b> (mmol/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	2,61±0,87	2,4±0,78	2,39±0,59	ns
	J <sub>35</sub>	2,49±1,01	2,4±0,78	2,47±0,81	ns

ns (non significatif)

**Tableau X : Magnésémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
<b>Magnésémie</b> (mmol/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	0,88±0,34	1,08±0,29	0,93±0,33	ns
	J <sub>35</sub>	0,6±0,36 <sup>a</sup>	0,91±0,32 <sup>b</sup>	1,15±0,69 <sup>b</sup>	*

ns (non significatif)

\* (significatif pour  $p < 0.05$ )

<sup>a,b</sup> les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0.05$ ).

**Tableau XI: Phosphorémie en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
<b>Phosphorémie</b> (mmol/l) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	1,46±0,92	1,73±0,69	1,71±0,81	ns
	J <sub>35</sub>	1,62±0,64	1,75±0,72	1,78±0,62	ns

ns (non significatif)

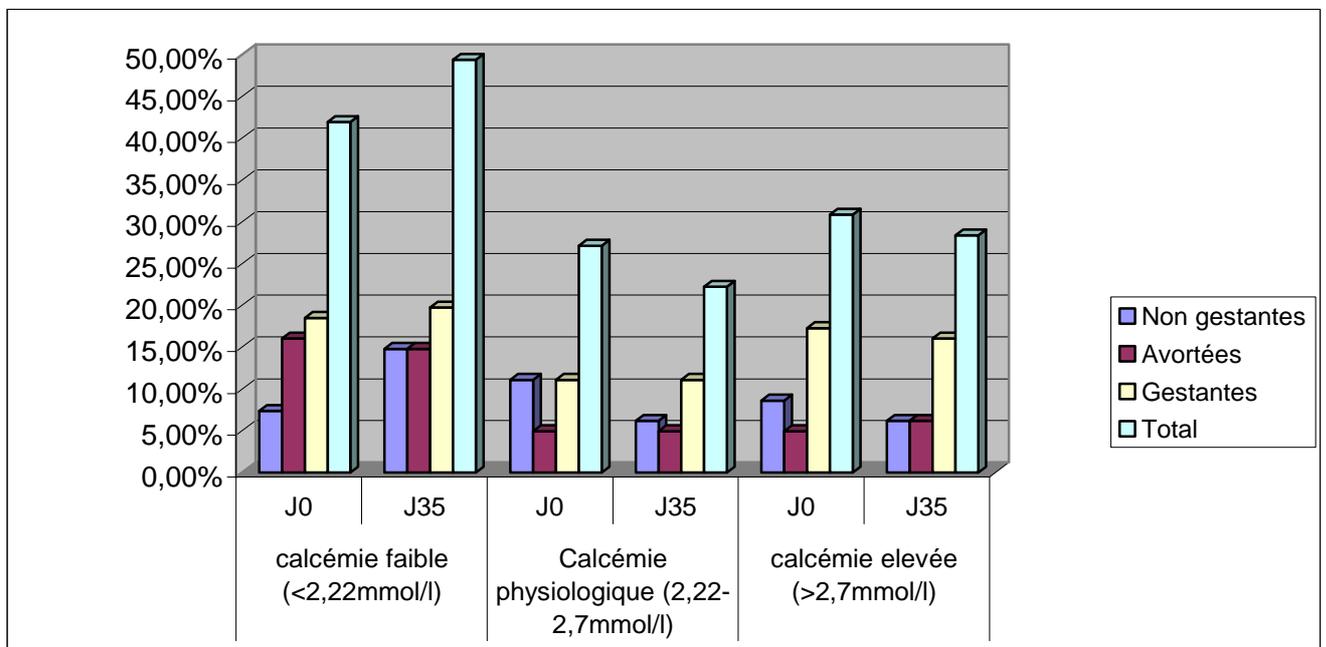
Les vaches gestantes et avortées ont une magnésémie statistiquement plus élevée à J<sub>35</sub> que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ). Nous ne constatons pas

de différence statistiquement significative pour le calcium et le phosphore en fonction de l'état physiologique.

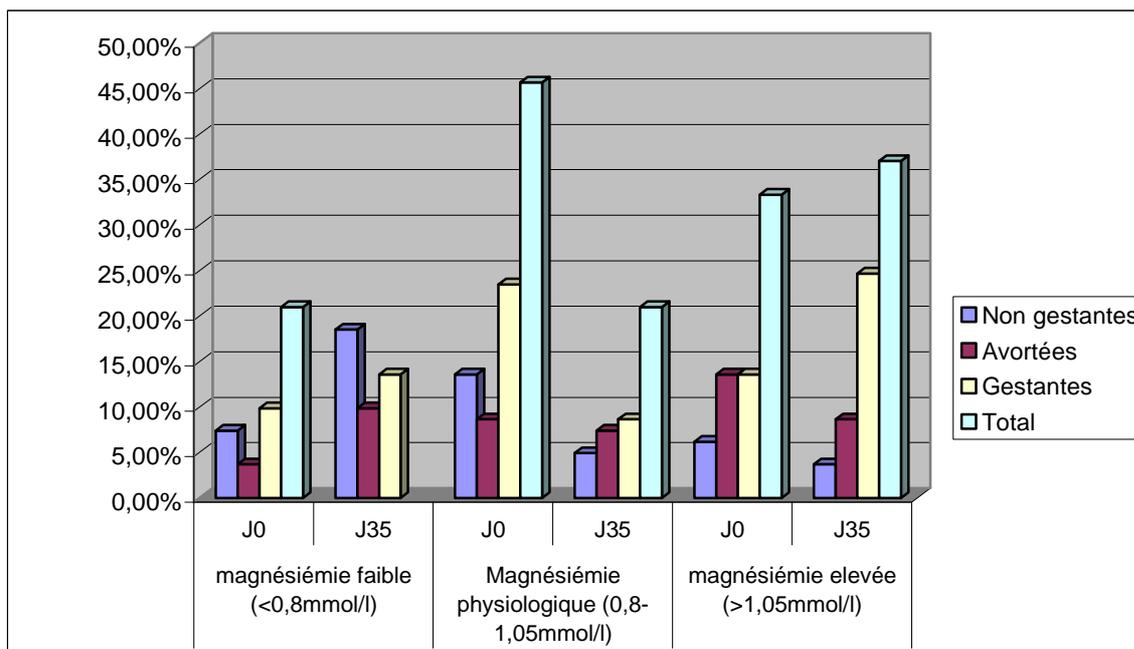
Les valeurs usuelles chez la vache pour les différents minéraux sont :

- ↪ Calcium : 2,22 à 2,7 mmol/l
- ↪ Magnésium : 0,8 à 1,05 mmol/l
- ↪ Phosphore : 1,05 à 2,83 mmol/l

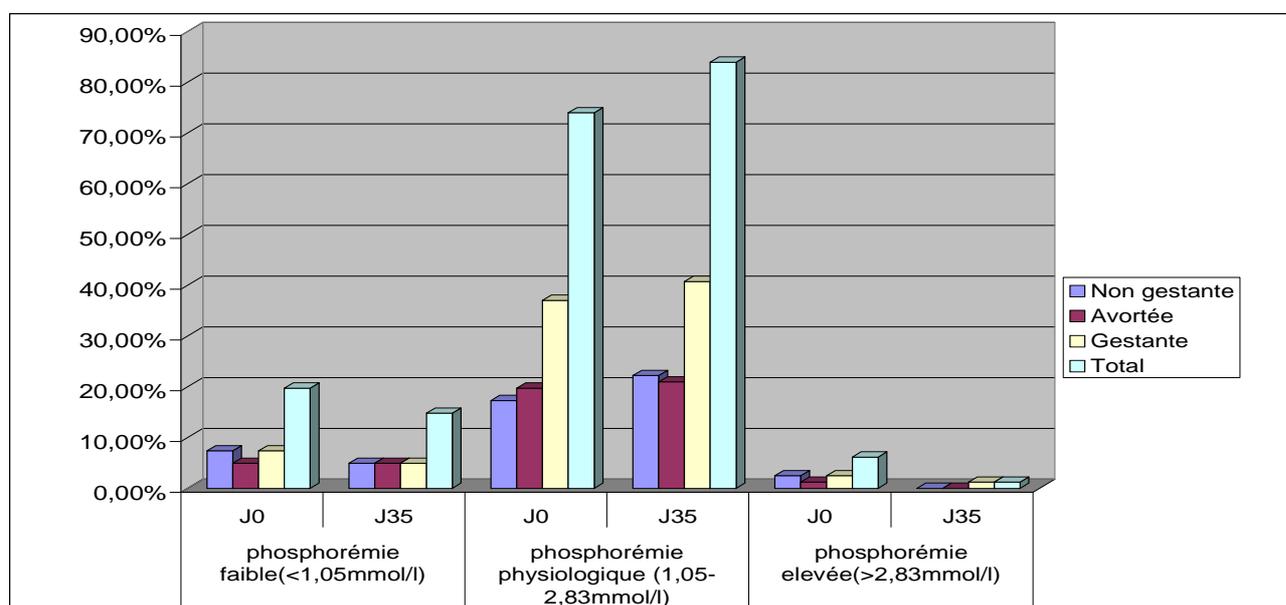
Les figures 14, 15 et 16 présentent la répartition de l'ensemble des animaux en fonction de leur concentration plasmatique en minéraux et de leur état physiologique (gestantes, non gestantes et avortées).



**Figure 14:** Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration en calcium



**Figure 15 : Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration en magnésium**



**Figure 16: Répartition des animaux en fonction de l'état physiologique et de la concentration en phosphore**

### II.3. Relation entre concentrations de PAGs et paramètres nutritionnels

Le dosage des PAGs à J<sub>0</sub>, à J<sub>35</sub> et à J<sub>60</sub> nous a permis de déterminer les concentrations moyennes en fonction de l'état physiologique (gestantes, non gestantes et avortées) (Tableau XII).

**Tableau XII : Moyennes de PAGs en fonction de l'état physiologique des vaches**

		Non gestantes	Avortées	Gestantes	
PAGs (ng/ml) Moy. ± E.T	J <sub>0</sub>	0,22±0,3	0,44±0,57	1,365±2,84	ns
	J <sub>35</sub>	0,18±0,27 <sup>a</sup>	4,7±6,66 <sup>b</sup>	7,33±5,77 <sup>b</sup>	*

ns (non significatif)

\* (significatif pour  $p < 0.05$ )

<sup>a,b</sup> les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

La sécrétion des PAGs semble être plus forte à J<sub>35</sub> qu' à J<sub>0</sub>. En effet, il existe une différence significative de production de cette molécule en fonction de l'état physiologique. L'analyse statistique effectuée montre que l'augmentation de la concentration de PAGs chez les vaches gestantes et avortées de J<sub>0</sub> (0,44±0,57 et 1,36 ±2,84 ng/ml) à J<sub>35</sub> (4,7± 6,66 et 7,33 ±5,77ng/ml) est significative ( $p < 0,05$ ).

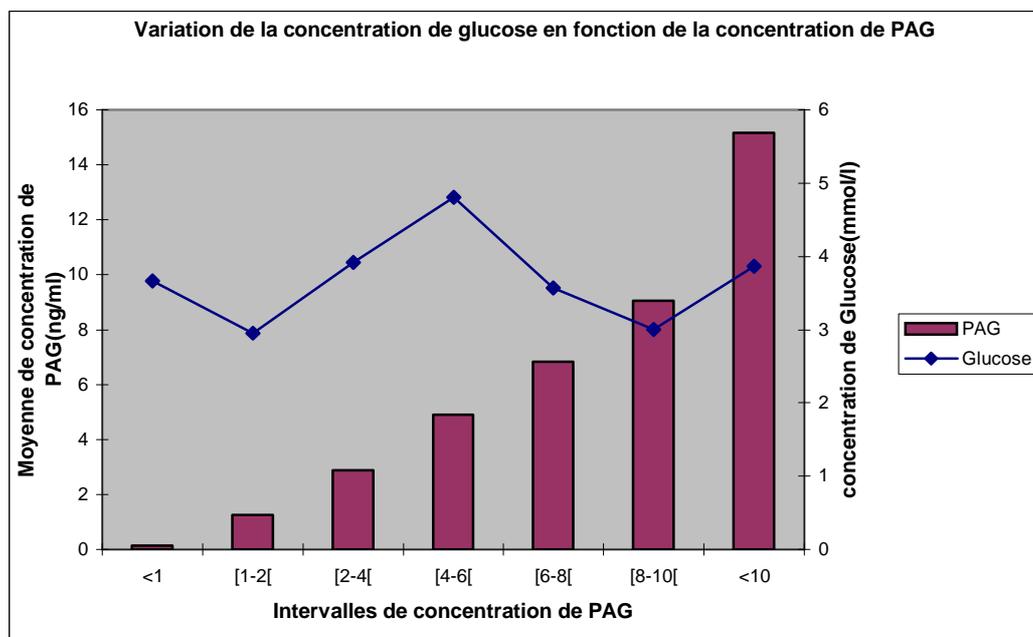
#### II.3.1. Relation avec la glycémie

Les concentrations de PAGs ont été regroupées en plusieurs classes. Dans chaque classe, on a déterminé la moyenne de concentration plus ou moins l'écart type. Le tableau XIII présente les moyennes de la glycémie dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XIII : Glycémie dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Glucose (mmol/l)</b>							
Moy. ± E.T	3,67±1,83	2,948±0,82	3,92±2,05	4,81±2,60	3,57±2,39	3,004±1,32	3,87±2,55

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles du glucose chez les animaux est de 0.05. Cela traduit qu'il n'y a pas de corrélation entre ces deux variables dans notre étude (figure17).



**Figure 17 : Variation de la concentration de glucose en fonction de la concentration de PAGs**

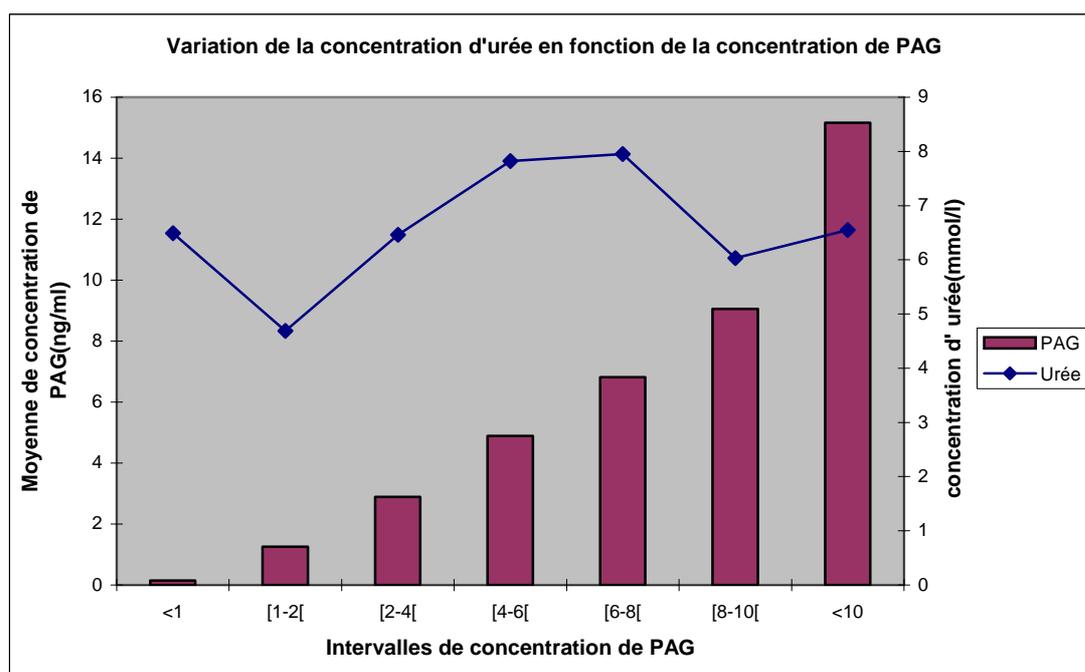
### II.3.2. Relation avec l'urémie

Le tableau XIV présente les moyennes de l'urémie dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XIV : Urémie dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs</b> Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Urée</b> (mmol/l) Moy. ± E.T	6.49±2.1	4.69±0.68	6.46±2.29	7.82±2.26	7.95±3.44	6.032±2.63	6.55±2.61

Le coefficient de corrélation (compris entre -1 et 1) entre les concentrations de PAGs et celles de l'urée chez les animaux est de 0,2. Ce coefficient est faible, ce qui montre qu'il n'y a pas de corrélation entre ces deux variables dans notre étude (figure18).



**Figure 18 : Variation de la concentration de l'urée en fonction de la concentration de PAGs**

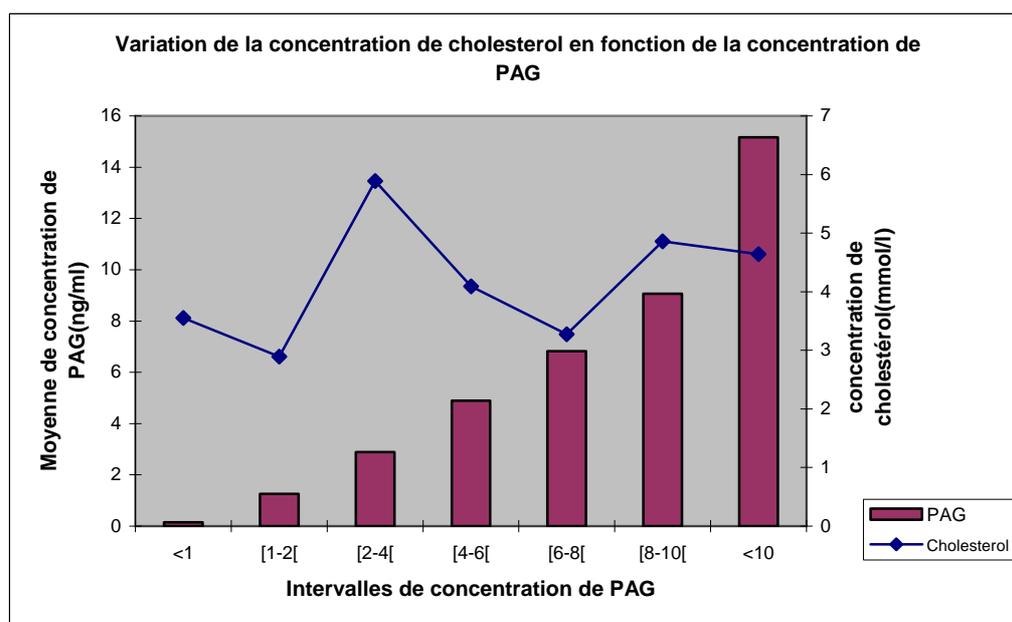
### II.3.3. Relation avec la cholestérolémie

Le tableau XV présente les moyennes de la cholestérolémie dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XV : Cholestérolémie dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Cholestérol (mmol/l)</b>							
Moy. ± E.T	3,55±1,89	2,89±0,98	5,89±2,76	4,09±2,34	3,275±1,006	4,86±1,51	4,64±2,21

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles du cholestérol chez les animaux est de 0,3. Ce coefficient est faible, traduisant ainsi l'absence de corrélation entre ces deux variables dans notre étude (figure19).



**Figure 19 : Variation de la concentration de cholestérol en fonction de la concentration de PAGs**

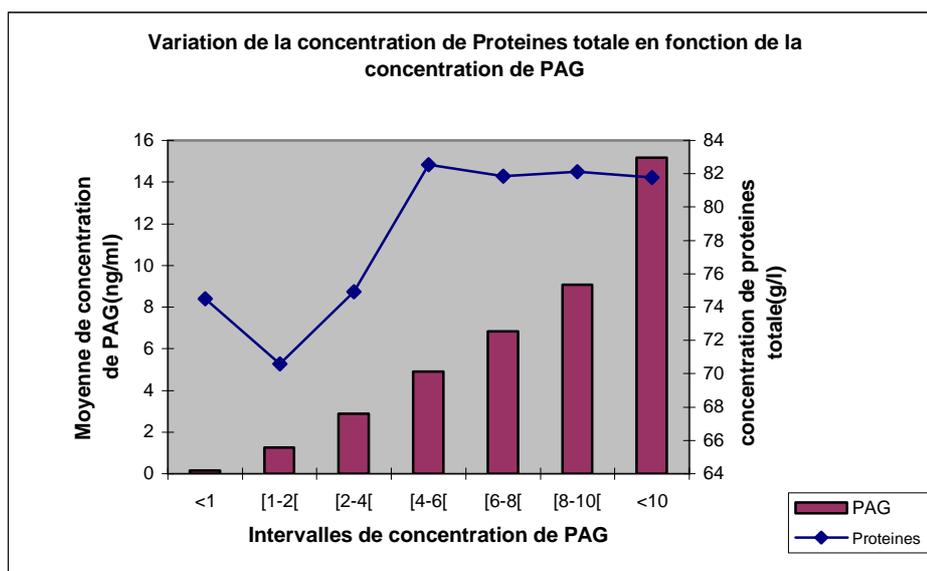
### II.3.4. Relation avec la protéinémie totale

Le tableau XVI présente les moyennes de la protéinémie totale dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XVI: Protéinémie totale dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Protéine (g/l)</b>							
Moy. ± E.T	74,48±16,22	70,59±10,49	74,92±10,4	82,54±17,52	81,84±14,69	82,12±7,16	81,76±11,55

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles de l'urée chez les animaux est de 0,7. Ce coefficient est proche de 1, ce qui traduit qu'il y a une corrélation positive entre ces deux variables, c'est-à-dire lorsque les concentrations de PAGs augmentent, la protéinémie augmente également (figure20).



**Figure 20 : Variation de la concentration de protéines totales en fonction de la concentration de PAGs**

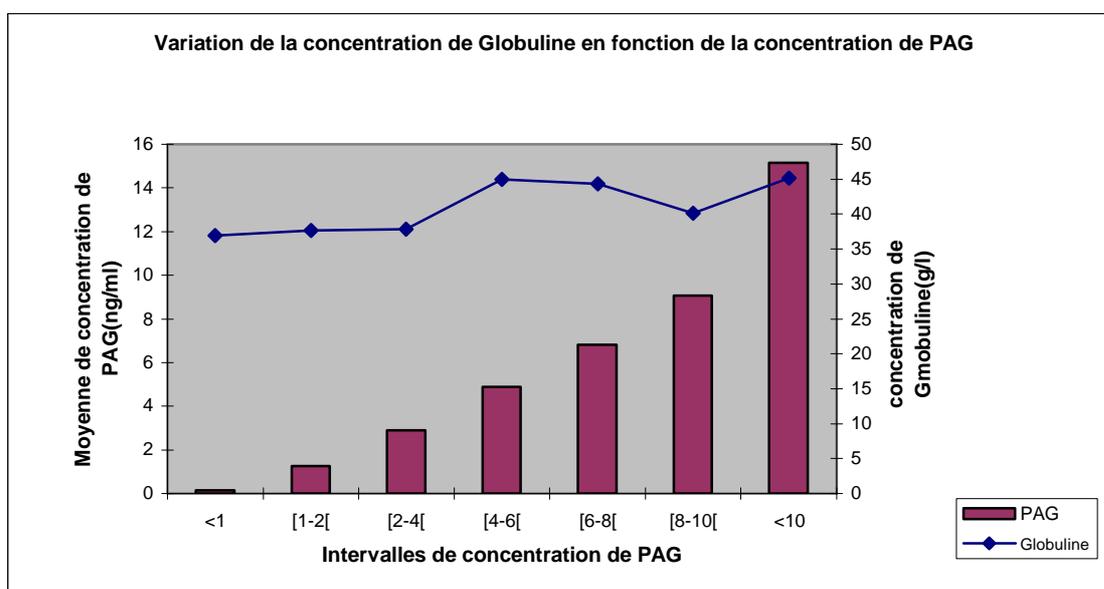
### II.3.5. Relation avec la globulinémie totale

Le tableau XVII présente les moyennes de la globulinémie totale dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XVII : Globulinémie dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Globuline (g/l)</b>							
Moy. ± E.T	36,91±16,61	37,65±14,55	37,86±11,31	44,95±17,30	44,32±9,77	40,16±3,47	45,17±11,064

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAG et celles de l'urée chez les animaux est de 0,71. Ce coefficient est proche de 1, traduisant ainsi une corrélation positive entre ces deux variables, c'est-à-dire que la globulinémie augmente avec la concentration de PAGs (figure21).



**Figure 21 : Variation de la concentration de Globuline en fonction de la concentration de PAGs**

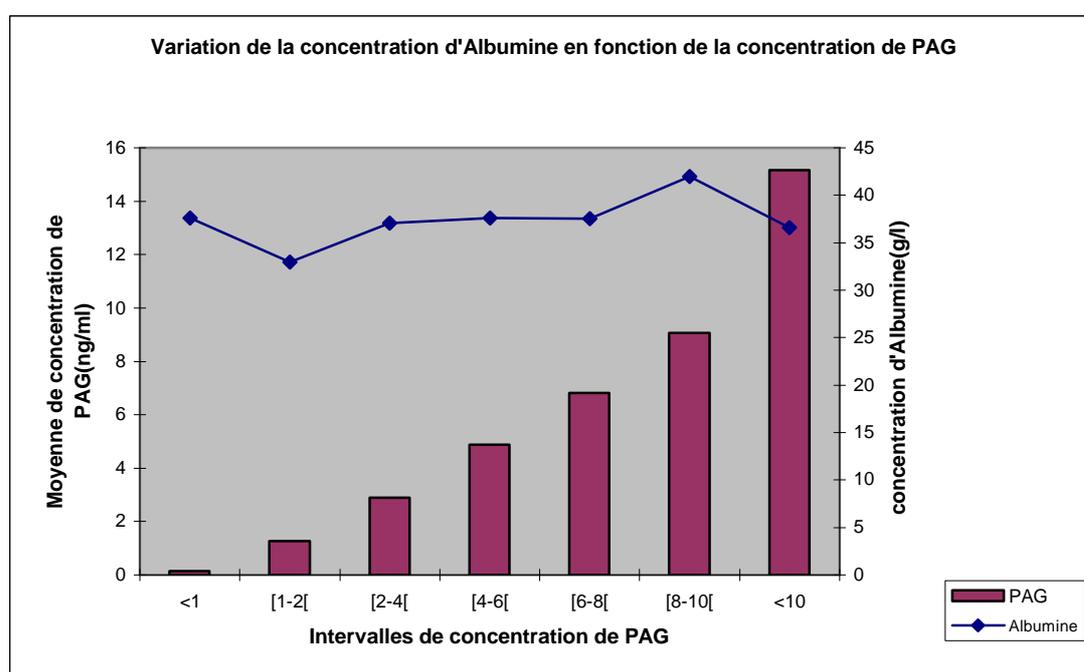
### II.3.6. Relation avec l'albuminémie

Le tableau XVIII présente les moyennes de l'albuminémie dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XVIII : Albuminémie dans les différentes classes de PAGs**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Albumine (g/l)</b>							
Moy. ± E.T	37,57±5,63	32,94±7,98	37,05±6,28	37,58±9,61	37,51±5,34	41,95±8,99	36,59±5,38

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celle du cholestérol chez les animaux est de 0,29. Ce coefficient est faible, ce qui montre qu'il n'y a pas de corrélation significative entre ces deux variables dans notre étude (figure22).



**Figure 22 : Variation de la concentration d'Albumine en fonction de la concentration de PAGs**

## II.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore

Les tableaux XIX, XX et XXI présentent respectivement les moyennes de calcémie, de magnésémie et de phosphorémie dans les différentes classes de PAGs.

**Tableau XIX : Calcémie dans les différentes classes de PAGs.**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>calcium (mmol/l)</b>							
Moy. ± E.T	2,37±0,88	2,18±1,23	2,43±0,8	2,4±0,57	2,62±1,18	3,2±1,07	2,5±0,91

**Tableau XX : Magnésémie dans les différentes classes de PAGs.**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Magnesium (mmol/l)</b>							
Moy. ± E.T	0,69±0,35	1,63±1,17	1,32±0,44	1,01±0,85	0,78±0,52	0,92±0,49	0,93±0,41

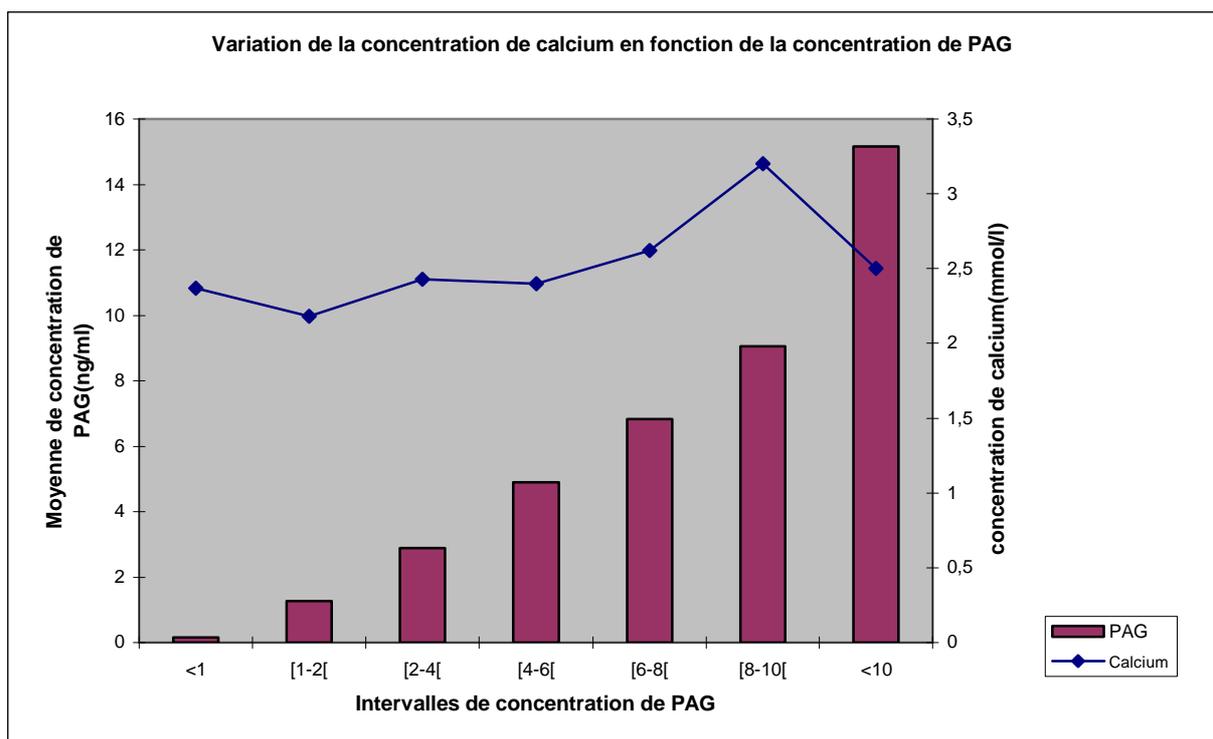
**Tableau XXI: Phosphorémie dans les différentes classes de PAGs.**

	Classes de PAGs						
	<1	[1-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	≥10
<b>Moy. des classes de PAGs (ng/ml)</b>							
Moy. ± E.T	0,15±0,21	1,26±0,37	2,89±0,64	4,89±0,5	6,82±0,38	9,06±0,67	15,16±4,68
<b>Phosphore (mmol/l)</b>							
Moy. ± E.T	1,71±0,63	1,92±0,62	2,09±0,41	2,03±0,35	2,12±0,23	1,58±0,94	1,19±0,66

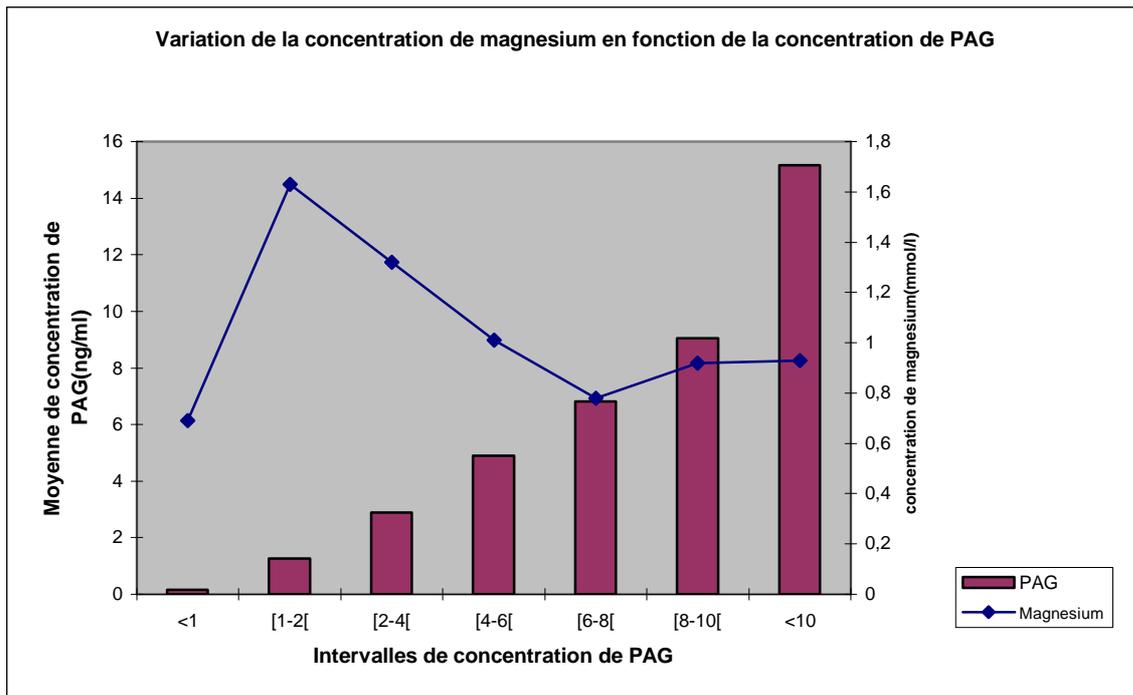
Les coefficients de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des minéraux chez les animaux sont de :

- ✓ 0,4 pour le calcium, cela montre qu'il y a une faible corrélation ces deux variables dans notre étude,
- ✓ - 0,6 pour le phosphore, cela traduit qu'il y a une corrélation négative entre les deux variables dans notre étude, c'est-à-dire lorsque les concentrations de PAGs augmentent, la concentration de phosphore diminue.
- ✓ - 0,31 pour le magnésium, cela traduit qu'il y a une faible corrélation négative entre ces deux variables dans notre étude.

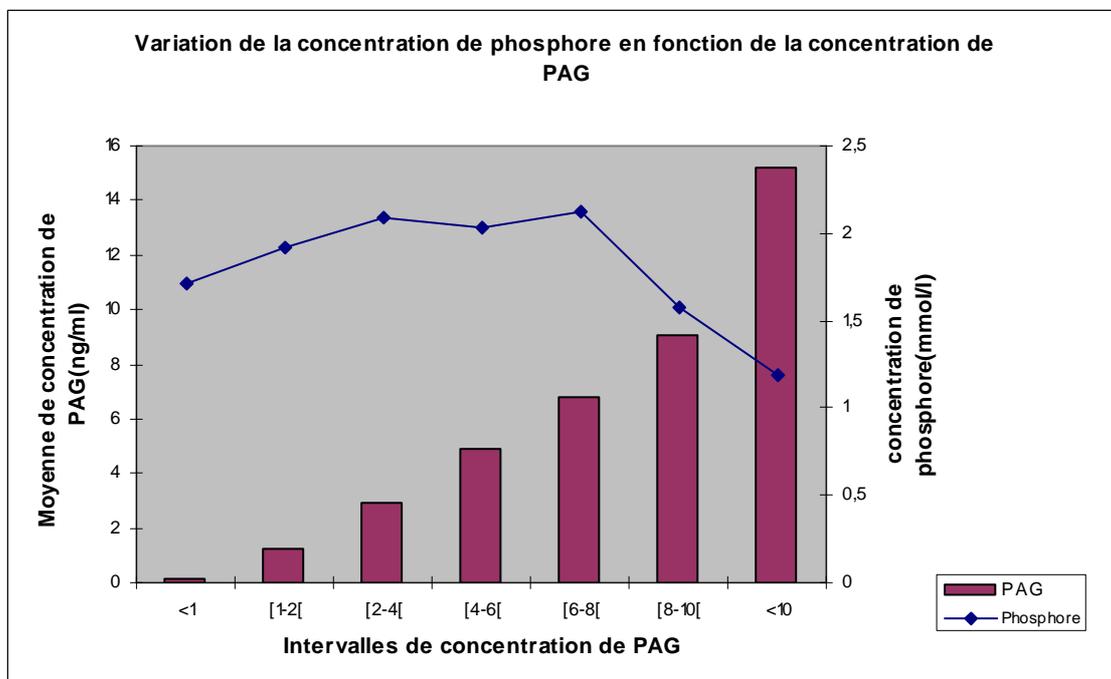
Les figures 23, 24 et 25 représentent la variation de la concentration plasmatique en minéraux en fonction de la concentration de PAGs.



**Figure 23:** Variation de la concentration de calcium en fonction de la concentration de PAGs



**Figure 24** : Variation de la concentration de magnésium en fonction de la concentration de PAGs



**Figure 25**: Variation de la concentration de phosphore en fonction de la concentration de PAGs

## Chapitre III : DISCUSSION

### III.1. Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique

Le taux de réussite de l'IA dans notre étude est de 46,91%. Sur 81 vaches inséminées, 46,91% sont gestantes, 25,92% ont avorté et 27,16% sont vides au 60<sup>ème</sup> jour de l'IA (Figure 7).

Le taux de réussite (46,91%) est comparable à celui obtenu par **BADJI (2007)** qui est de 44,93 % (Fatick, Kaolack, Louga) et proche de celui de 45,41 % obtenu par **NGOM (2002)** dans la localité de Fatick. Il est supérieur à ceux de 39,32 % et 38,64 % rapportés respectivement par **DIENG (2003)** et **DIAKHOUMPA (2003)** dans le bassin arachidier.

La proportion de vaches avortées est très élevée (25,92%). Ces avortées correspondent aux vaches diagnostiquées positives au dosage de la PAG à J<sub>35</sub> et négatives à J<sub>60</sub> au dosage de la PAG et à la palpation transrectale. La mortalité embryonnaire réduit considérablement le taux de réussite de l'IA.

D'autres travaux ont obtenu des résultats de 8,6% (**SZENZI, 2000**) et 5,3% (**ALEXANDER, 1995**) chez les races européennes.

La mortalité embryonnaire peut avoir plusieurs origines à savoir : génétique, endocrine, immunologique, nutritionnelle et environnementale. Elle peut aussi être due à une aberration chromosomique, une infection ou à une lactation (**JAINUDEEN, 2000**).

### III.2. Relation entre état physiologique des vaches et paramètres nutritionnels

#### III.2.1. Relation avec la glycémie

Les moyennes de la glycémie à J<sub>0</sub> chez les vaches non gestantes est de 2,84 ± 1,25 mmol /l, les avortées de 1,85 ± 1,85 mmol/l contre 2,33 ± 1,82 mmol/l chez les vaches gestantes. Les concentrations plasmatiques physiologiques de glucose généralement rapportées chez la vache sont

comprises entre 2,6 et 4,9 mmol/l. Nous constatons que la majorité de nos animaux sélectionnés pour l'insémination sont en hypoglycémie (55%). Le déficit de glucose chez les animaux est la conséquence d'un déséquilibre énergétique de la ration alimentaire (**THEBAULT, 2005**). L'analyse statistique des résultats des moyennes de la glycémie présentées sur le tableau III ne montre pas de différences significatives dans les différents groupes. Cependant chez les vaches avortées, la moyenne est plus faible que dans les autres groupes.

La fécondation paraît également sensible à la glycémie et d'après **LOISEL (1977)**, la période critique se situe autour de l'insémination (une semaine avant et deux semaines après). La carence énergétique durant cette période s'accompagne d'un fort taux de mortalité embryonnaire précoce, ce qui peut probablement expliquer les causes des avortements chez ces vaches.

Nous constatons une augmentation de la glycémie chez les animaux à J<sub>35</sub> (tableau III) pouvant s'expliquer par le fait que dans le programme d'insémination, lorsque les animaux sont sélectionnés, on oblige les éleveurs à les stabuler et à leur donner un complément alimentaire (concentré).

Nos résultats de la glycémie chez les vaches gestantes à J<sub>35</sub> ( $4,03 \pm 2,1$  mmol/l) sont comparables à ceux trouvés par **SAWADOGO (1998)** chez des vaches en début de gestation ( $4,06 \pm 1.87$  mmol/l).

### **III.2.2. Relation avec l'urémie**

L'urémie plasmatique usuelle (physiologique) des vaches est comprise entre 3,8 et 6,5 mmol/l.

Dans notre étude, nous avons obtenu des concentrations en urée de  $5,83 \pm 1,59$  mmol/l,  $6,99 \pm 2,62$  mmol/l et  $6,7 \pm 2,45$  mmol/l respectivement pour les vaches non gestantes, avortées et gestantes à J<sub>35</sub>. Les proportions de vaches gestantes et avortées ont une urémie supérieure aux valeurs physiologiques.

L'urémie est un indicateur de la nutrition azotée et joue un rôle important dans l'équilibre énergétique de la ration. En effet quand les sources d'azote dégradable sont supérieures aux disponibilités en énergie, il y a une surproduction d'urée par le foie d'où une hyperurémie. A l'inverse, quand les sources d'azote sont inférieures aux disponibilités en énergie, il n'y a pas assez de production d'ammoniac dans la panse des animaux d'où une hypo-urémie (**WATTIAUX, 1995**).

L'hyperurémie est donc généralement associée à un déficit énergétique et favorise la cétose. Cette hypothèse peut expliquer le fait que 24% des vaches gestantes soient en hyperurémie (figure 9) contre 7,4% et 9.87% respectivement pour les vaches non gestantes et les vaches avortées. Lors de la gestation, les besoins en énergie de la vache augmentent et cette baisse de la balance énergétique peut causer une hyperurémie.

### **III.2.3. Relation avec la cholestérolémie**

La cholestérolémie renseigne sur la mobilisation des réserves de graisses corporelles par l'animal. Nos résultats montrent que la majorité des animaux ont une cholestérolémie normale. La cholestérolémie plasmatique physiologique des vaches est comprise entre 2,3 et 6,0 mmol/l. La cholestérolémie chez les vaches est de  $2,69 \pm 1,2$  mmol/l,  $5,37 \pm 2,41$  mmol/l et  $4,49 \pm 2,34$  mmol/l à  $J_0$  respectivement pour les vaches non gestantes, avortées et gestantes. Cette cholestérolémie ne varie presque pas pour ces animaux à  $J_{35}$ . Les concentrations moyennes de cholestérol présentées sur le tableau V montrent que les vaches gestantes et avortées ont une cholestérolémie statistiquement plus élevée que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ). Cette différence peut s'expliquer, car près de 45% de ces vaches gestantes et avortées sont en hypoglycémie à  $J_0$ . Selon certains auteurs, il existe une relation entre la concentration du cholestérol total dans le sang et le déficit énergétique (**TREMBLAY cité par VAGNEUR, 1992**).

### **III.2.4. Relation avec la protéinémie totale**

La protéinémie totale plasmatique est le paramètre le moins significatif chez la vache. Elle est en effet dépendante des valeurs de l'albumine et des globulines totales. Elle sera donc basse ou élevée selon les concentrations de ces deux paramètres. Les valeurs usuelles de la concentration en protéines totales chez les vaches sont comprises entre 59.5 à 80 g/l. Dans notre étude, la majorité de vaches ont des concentrations physiologiques.

Les concentrations moyennes en protéines totales présentées dans le tableau VI montrent que les vaches gestantes et avortées ont une protéinémie statistiquement plus élevée à  $J_0$  et  $J_{35}$  que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ). Ces différences sont dues à l'augmentation des globulines et des albumines chez les vaches gestantes et avortées.

### **III.2.5. Relation avec la globulinémie totale**

La concentration physiologique en globulines dans le sang chez les vaches varie de 26,2 à 45,2 g/l. La moyenne de globulines totales chez les vaches est de  $29,82 \pm 11,07$ g/l,  $42,19 \pm 9,1$ g/l,  $42,19 \pm 10,77$ g/l à  $J_0$  et  $30,69 \pm 13,1$ g/l,  $45,54 \pm 14,63$ g/l,  $42,11 \pm 11,87$ g/l à  $J_{35}$  respectivement pour les vaches non gestantes, avortées et gestantes. Les concentrations en globulines (Tableau VII) chez les vaches gestantes et avortées sont statistiquement plus élevées à  $J_0$  et  $J_{35}$  que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

Les globulines sont synthétisées par les lymphocytes et les plasmocytes et augmentent dans le sang en cas de processus infectieux inflammatoire.

Les vaches avortées en hyperglobulinémie représentent 10% des vaches inséminées. Chez ces dernières, on note une augmentation de la globulinémie de  $J_0$  à  $J_{35}$ . On peut donc suspecter des pathologies ou des phénomènes inflammatoires comme étant à l'origine de ces avortements.

### **III.2.6. Relation avec l'albuminémie**

L'albumine est synthétisée par le foie à partir des protéines absorbées dans l'intestin et des protéines corporelles. La concentration d'albumine dans le sang est donc directement fonction de la différence entre les apports alimentaires et les prélèvements corporels. L'analyse statistique des résultats des moyennes de l'albumine (tableau VIII) ne montre pas de différences significatives en fonction de l'état physiologique.

Une majorité des vaches dans notre étude ont une albuminémie normale d'environ 65 % (figure 13). Les cas d'hyper-albuminémie que nous avons eu avec nos résultats peuvent être expliqués par l'alimentation très riche en azote dégradable. Cependant, des cas d'hyper magnésémie provoquent l'hyper-albuminémie.

### **III.2.7. Relation avec les concentrations sanguines de minéraux : cas du calcium, du magnésium et du phosphore**

Les concentrations moyennes en magnésium chez les vaches gestantes et avortées sont statistiquement plus élevées à J<sub>35</sub> que chez les vaches non gestantes ( $p < 0.05$ ). Les valeurs usuelles chez la vache pour le magnésium sont de 0,8 à 1,05 mmol/l. Près de 25% des vaches gestantes sont en hypermagnésémie (figure15), conséquence d'un déficit énergétique (PRERET, 1980). Ce dernier peut être expliqué par les besoins de gestation de la vache.

Nous ne constatons pas de différence statistiquement significative pour les concentrations de calcium et de phosphore en fonction de l'état physiologique. Mais une grande proportion des animaux est en hypocalcémie (figure14). Des insuffisances d'apport en calcium dans l'alimentation peuvent expliquer cette hypocalcémie chez ces vaches.

### **II.3. Relation entre concentrations de PAGs et paramètres nutritionnels**

Au cours de la gestation, la concentration en PAGs augmente au fur et à mesure de l'état d'avancement de la gestation. Il existe une différence significative de production de ces molécules en fonction de l'état physiologique. L'analyse statistique effectuée montre que l'augmentation de la concentration en PAGs chez les vaches gestantes et avortées de J<sub>0</sub> (0,44 ±0,57 et 1,36 ±2,84 ng/ml) à J<sub>35</sub> (4,7± 6,66 et 7,33 ±5,77ng/ml) est significative (p< 0.05).

D'autres résultats ont été rapportés dans d'autres travaux : 3,6 ±1,73 ng/ml à J<sub>30</sub> (**ZOLI, 1992**) ; 6 ± 4,2ng/ml à la 8ème semaine (**SOUSA, 2003**).

Les valeurs des PAGs dans cette étude sont plus élevées par rapport à celles trouvées par ces chercheurs (**ZOLI, 1992**) et (**SOUSA, 2003**).

Dans la plupart des cas, les vaches sur le continent africain sont mal nourries. La mauvaise alimentation peut être matérialisée par de fortes concentrations de PAGs. Des situations semblables ont déjà été constatées chez d'autres espèces comme l'homme et les ovins. En effet, il semble que la carence alimentaire est caractérisée par une augmentation de la surface du placenta (**LUMEY, 1998, WALLACE, 1996 ; WALLACE., 1997a**). **Wallace (1997b)** rapporte que l'apport excessif d'énergie (alimentation) chez la brebis au cours de la gestation réduit la taille du placenta. Ces résultats laissent supposer que dans certaines conditions de sous-nutrition, une hypertrophie placentaire pourrait s'en suivre pour assurer la survie du fœtus, ce qui entraînerait alors ces concentrations élevées des PAGs.

### **III.3.1. Relation avec les paramètres énergétiques (glucose et cholestérol)**

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres énergétiques (glucose et cholestérol) chez les animaux est faible (r=0,05 pour le glucose et r=0,3 pour le cholestérol). Cela signifie qu'il n'y a pas de corrélation entre ces variables dans notre étude.

Les paramètres énergétiques n'ont pas une grande influence sur les concentrations de PAGs en début de gestation. **SOUSA (2003)** confirme cette hypothèse car il observe, sur des vaches de race zébu Azawak en début de gestation, notamment 4 semaines après la fécondation, que la concentration des PAGs des vaches en sous-alimentation est de 3,35 ng/ml contre 3,07 ng/ml pour la moyenne. Par contre, en milieu de gestation, les profils de concentrations plasmatiques de PAGs sont différents. A la 15ème semaine (second tiers de la durée totale de gestation), elles atteignent 145,45 ng/ml chez les vaches sous alimentées contre 33,15 ng/ml pour la moyenne des vaches. La mauvaise alimentation peut être matérialisée par de fortes concentrations de PAGs.

### **III.3.2. Relation avec les paramètres indicateurs de l'équilibre nutritionnel en protéines (urée et albumine)**

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres indicateurs de l'équilibre nutritionnel en protéines (urée et albumine) chez les animaux est faible ( $r=0,2$  pour l'urée et  $r=0,29$  pour l'albumine). Cela traduit qu'il n'y a pas de corrélation significative entre ces variables.

### **III.3.3. Relation avec les paramètres indicateurs du système de défense des animaux (globuline et protéine totale)**

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres indicateurs du système de défense des animaux (globuline et protéines totales) est élevé ( $r=0,7$  pour les protéines totales et  $r=0,71$  pour les globulines). Il existe donc une corrélation positive entre ces variables dans notre étude. C'est-à-dire lorsque les concentrations de PAGs augmentent, les concentrations en protéines totales et globulines augmentent également. Cela est d'autant compréhensible du fait de la nature protéique des PAGs.

### **III.2.4. Relation avec les paramètres indicateurs de l'équilibre minéral (calcium, magnésium et phosphore)**

Le coefficient de corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres indicateurs de l'équilibre minéral chez les animaux est faible pour le calcium et le magnésium et négativement significatif pour le phosphore ( $r=0,4$  pour le calcium,  $r= -0,6$  pour le phosphore et  $r= -0,31$  pour le magnésium).

Ceci peut s'expliquer par le fait que les besoins de la vache en minéraux en début de gestation sont minimes.

## CONCLUSION

L'influence de la nutrition sur les capacités de reproduction des mammifères domestiques et des bovins en particulier est connue des éleveurs depuis très longtemps. L'optimisation des performances zootechniques passe par une parfaite maîtrise de l'alimentation.

D'une manière générale, les performances de reproduction des animaux domestiques sont fortement perturbées si les besoins énergétiques et protéiques de l'organisme ne sont pas couverts en cas de sous nutrition, de malnutrition dans les élevages extensifs, ou de forte augmentation des besoins (lactation, gestation) en élevage intensif (**MONGET, 2004**).

Ce travail avait pour objectif d'établir la relation entre le statut nutritionnel des vaches inséminées et leur état physiologique par dosage des Protéines Associées à la Gestation. En termes d'objectifs spécifiques, il s'agit de :

- ✎ Caractériser le statut nutritionnel en fonction de l'état physiologique ;
- ✎ Déterminer les concentrations de PAGs en fonction de l'état physiologique.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons travaillé sur 81 vaches inséminées provenant de la région de Dakar et celle de Thiès (Mbour). Ces animaux sont principalement des zébus Gobra évoluant en élevage extensif pour la zone de Mbour. Dans la région de Dakar, nous avons des métisses F2 de montbéliarde (3) et des zébus Gobra qui évoluent respectivement en élevage semi intensif et extensif

L'étude a duré 6 mois. Elle consistait en des prélèvements de sang par ponction de la veine jugulaire de l'animal le jour de l'insémination ( $J_0$ ) puis 35 jours ( $J_{35}$ ) et 60 jours ( $J_{60}$ ) après, en vue du dosage des PAGs et des paramètres nutritionnels (glucose, urée, cholestérol, albumine, protéines totales, calcium, phosphore et magnésium).

Les résultats obtenus sont les suivants :

- ↳ Répartition des animaux en fonction de leur état physiologique

Sur 81 vaches inséminées, 46,91% sont gestantes, 25,92% ont avorté et 27,16% sont non gestantes au 60ème jour de l'IA. La proportion de vaches avortées est très élevée. Ce taux de mortalité embryonnaire réduit considérablement le taux de réussite de l'IA.

#### ↳ Relation entre l'état physiologique et les paramètres nutritionnels

La majorité des animaux sélectionnés pour l'insémination sont en hypoglycémie (55%). De plus chez les vaches avortées, la moyenne est plus faible que dans les autres groupes.

Les proportions de vaches gestantes et avortées ont une urémie supérieure aux valeurs physiologiques, respectivement de  $6,99 \pm 2,62$  mmol/l et  $6,7 \pm 2,45$  mmol/.

Les concentrations moyennes de cholestérol montrent que les vaches gestantes et avortées ont une cholestérolémie statistiquement plus élevée que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

Les concentrations en globulines chez les vaches gestantes et avortées sont statistiquement plus élevées à  $J_0$  et  $J_{35}$  que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ). Les vaches avortées en hyperglobulinémie représentent 10% des vaches inséminées.

Les concentrations moyennes en protéines totales montrent que les vaches gestantes et avortées ont une protéinémie statistiquement plus élevée à  $J_0$  et  $J_{35}$  que les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

Les concentrations moyennes en magnésium chez les vaches gestantes et avortées sont statistiquement plus élevées à  $J_{35}$  que chez les vaches non gestantes ( $p < 0,05$ ).

#### ↳ Relation entre les concentrations de PAGs et les paramètres nutritionnels

La concentration en PAGs augmente au fur et à mesure de l'état d'avancement de la gestation. Il existe une différence significative de production de ces molécules en fonction de l'état physiologique.

L'étude de la relation entre PAGs et paramètres nutritionnels nous montre que :

- ✓ Les corrélations entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres énergétiques (glucose et cholestérol), des paramètres indicateurs de l'équilibre nutritionnel en protéines (urée et albumine), et des paramètres indicateurs de l'équilibre minéral (calcium et phosphore) chez les animaux sont faibles ;
- ✓ La corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres indicateurs du système de défense des animaux (globulines et protéines totales) est élevée ( $r=0,7$  pour les protéines totales et  $r=0,71$  pour les globulines).
- ✓ Il existe une corrélation négative entre la phosphorémie et les concentrations de PAGs ( $r= -0,6$ ).

En définitive, on peut dire que les concentrations de PAGs chez les vaches influent sur les concentrations des fractions protéiques. La glycémie semble jouer un rôle très important sur le maintien de la gestation. Le choix des animaux lors de l'insémination est un facteur déterminant pour sa réussite. En effet, il est important d'avoir des animaux bien portants et indemnes de pathologie.

La recherche sur ce thème pourra s'étendre sur toute la durée de la gestation, afin de mieux percevoir les relations entre les concentrations de PAGs, qui apportent l'information la plus riche sur la gestation et les paramètres nutritionnels qui indiquent l'état d'embonpoint de la vache.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) **ALEXANDER B.M.; JOHNSON M.; GUARDIA R. et VAN DE GRAFF W.L., 1995.**

Embryonic loss from 30 to 60 days post breeding and the effect of palpation per rectum on pregnancy. *Theriogenology* **43**, 551-600.

- 2) **ATKINSON Y.H.; GOGOLIN-EWENS K.J.; HOUNSELL E.F.; DAVIES M.J.; BRANDON M.R. et SEAMARK R.F., 1993**

Characterization of placentation-specific binucleate cell glycoproteins possessing a novel carbohydrate. Evidence for a new family of pregnancy-associated molecules. *J. Biol. Chem.*, **268**(35) : 26679-85.

- 3) **BADJI A., 2007.**

Suivi et évaluation de la qualité des services de l'insémination artificielle bovine dans la zone sylvopastorale et dans le bassin arachidier. Mémoire DEA :Productions Animales :Dakar(EISMV) ;7.

- 4) **BRISSON J., 2003.**

Nutrition, alimentation et reproduction : Symposium sur les bovins laitiers, 30 octobre 2003, Saint-Hyacinthe.- Québec : CRAAQ,- 66p

- 5) **BROUTIN C. et DIOKHANE O., 2000.**

La Filière « lait et produits laitiers » au Sénégal : Atelier d'échange, Dakar, 30 mars 2000.- Dakar : Grét Sénégal, - 38p

- 6) **CHEMLI J.; TAINTURIER D.; BECKERS J. F.; HAMDY L. et al., 1996**

Diagnostic de gestation chez les bovins par dosage d'une protéine trophoblastique : la protéine bovine associée à la gestation (BPAG. : bovine pregnancy associated protein) (179p-192p). *In* : Reproduction et

production laitière.-Tunis : SERVICED. -294p.-(Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

7) **DELAHAUT PH. ; J. SULON ; E ECTORS et J.F. BECKERS, 1999.**

Le diagnostic au service de la reproduction : Fertilité - Gestation – Anoestrus. *Cahiers Agricultures*, **6** (2) : 137-148.

**DIAKHOUMPA M., 2003.**

Analyse coût / bénéfice de l'insémination artificielle bovine au Sénégal. Mémoire DEA : Productions Animales : Dakar (EISMV) ; 3

8) **DIENG C., 1994.**

Maîtrise de la reproduction chez la vache Jersiaise. Thèse.: Méd. Vét. : Dakar; 31

9) **DIENG D. A., 2003** Bilan d'une campagne d'insémination artificielle dans les régions de Kaolack, Fatick et Diourbel. Thèse : Méd. Vét: Dakar ; 1.

10) **DIREL., 2006.**

Rapport d'activités 2005-2006. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Division des productions animales, Dakar

11) **DOSOGNE H.; MASSART-LEEN A.M. et BURVENICH C., 2000.**

Immunological aspects of pregnancy-associated glycoproteins. *Adv. Exp. Med. Biol.*, **480**: 295-305.

12) **GARBAYO J.M.; REMY B.; ALABART J.L.; FOLCH J.; WATTIEZ R.; FALMAGNE P. et BECKERS J.F., 1998.**

Isolation and partial characterization of a pregnancy-associated glycoprotein family from the goat placenta. *Biol. Reprod.*, **58**: 109-115.

13) **GOURO S.A., 1980.**

Le diagnostic de la gestation chez la femelle zébu. Collection: A.C.C.T. :1-4

14) **GREEN J.A.; XIE S.; QUAN X.; BAO B.; GAN X.; MATHIALAGAN N.;  
BECKERS J.F. et ROBERTS R.M., 2000**

Pregnancy-associated glycoproteins exhibit spatially and temporally distinct expression patterns during pregnancy. *Biol. Reprod.*: **62**, 1624-1631.

15) **HUMBLOT P. et THIBIER P., 1984**

Evaluation comparée des méthodes de diagnostic chez les bovins. *Elev. Et Insém.*, (200): 3-18.

16) **HUMBLOT P., 1988.** Reconnaissance maternelle de la gestation et maintien du corps jaune. *Elev. Insém.*, (222) : 23-26

17) **LOISEL J., 1977.**

Analyse d'ensemble des problèmes de fertilité dans un troupeau : Compte rendu session I.T.E.B-U.N.C.E.I.A.- Paris : (Physiologie et pathologie de la reproduction).- 140 p.

18) **Lumey L.H., 1998** Compensatory placental growth after restricted maternal nutrition in early pregnancy. *Placenta.* (19) : 105-111.

19) **MAIKANTI A., 1995** Contribution à l'étude de l'anœstrus post-partum chez la femelle zébu dans les petits élevages traditionnels de la zone des Niayes (Sénégal).Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1995 ; 28

20) **MANIRARORA J.N., 1996.**

Etude des effets des conditions alimentaires sur la productivité du zébu dans les petits élevages traditionnels au Sénégal. Thèse :Méd. Vét. : Dakar : 1996 ;

1

21) **METCALF P. et FUSEK M., 1995.**

Cathepsin D crystal structures and lysosomal sorting. In : Takahashi, K. (Ed.), Aspartic Proteinases : Structure, Function, Biology and Biomedical Implications. New York: *Kluwer Academic Publishers* : **362**, 193-200.

22) **MIALON M.M., CAMOUS S., RENAND G., MARTAL J. et MENISSIER F., 1993.**

Peripheral concentrations of a 60-kDa pregnancy serum protein during gestation and after calving and in relationship to embryonic mortality in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.*: **33**, 269-282.

23) **MONGET P. ; FROMENT P. ; MOREAU C. ; GRIMARD B. et BUPONT J., 2004.**

Les interactions métabolismes - Reproduction chez les bovins : 23e Congrès Mondial de Buitarie, 11-16 juillet 2004, -Québec : CRAQ 2003. -7p

24) **MOREIRA DA SILVA F.; BURVENICH C.; PAAPE M.J.; BECKERS J.F. et LEEN A.M., 1997**

Effect of cortisol, estradiol, progesterone and pregnancy-associated glycoprotein on oxidative burst (OB) activity of bovine neutrophils (PMN). 32th National Meeting Hyatt Regence BaltimoreUSA, 214 p.

25) **MOUDI B. M., 2004.**

Contribution à la connaissance de la fertilité des vaches holstein et métisses au Sénégal : cas de la ferme de Niacoulrab. Thèse. Med. Vét. : Dakar; 7

26) **NGOM R., 2002.**

Evaluation du diagnostic précoce de gestation par le dosage de la progestérone dans le sang chez les vaches inséminées en élevage traditionnel. Mémoire DEA : Productions Animales : Dakar (EISMV) ; 2.

27) **PERRET G., 1980.**

Application du concept des profils biochimiques dans les élevages laitiers Ille et Vilaine. Thèse : Med. Vét : Alfort, 16

28) **ROBERTS R.M.; XIE S., et MATHIALAGAN N., 1996.**

Maternal recognition of pregnancy. *Biol. Reprod.*, 54, 294-302.

29) **SASSER G. R.; RUDER C.A.; IVANI K. A.; BUTLER J. E., 1986**

Detection of pregnancy bip RIA of a Novel pregnancy Specific protein in serum of cows and profil of serum concentration during gestation. - *Biology of reproduction*, **35**: 936-942.

30) **SAWADOGO G. J., 1998**

Contribution à l'étude des conséquences nutritionnelles sub-sahéliennes sur la biologie du zébu gobra au Sénégal. Th. Doctorat. Toulouse-202p.

31) **SOUSA N.M.; ZONGO M.; PITALA W.; BOLY H.; SAWADODO L.; SANON M.; DE FIGUEIREDO J. R.; EL AMIRI B. et BECKERS J.F., 2003.**

Pregnancy associated glycoprotein concentrations during pregnancy and post partum period in azawak zebu cattle. *Theriogenology*: **59**: 1131-1142.

32) **SZENCI O., P. HUMBLLOT, J.F. BECKERS, G. SASSER, J. SULON, R., BALTUSEN, J. VARGA, CS. A. BAJCSY and M. A. M. TAVERNE. 2000.**

Plasma Profiles of Progesterone and Conceptus Proteins in Cows with Spontaneous Embryonic/Fetal Mortality as Diagnosed by Ultrasonography. *Veterinary. Journal* : **159**, 287–290.

- 33) **TAINTURIER D.; BEDEL M.; BECKERS J. F. et FIENI F., 1996**  
Cinétique de la bPAG (Bovine Pregnancy Associated Glyco Protin) dans le plasma et dans le lait au cours des trois mois suivant le part chez la vache laitière (129-134). - In : Reproduction et production laitière. - Tunis : SERVICED, -294 (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)
- 34) **THEBAULT A., 2005.**  
L'acétonémie de la vache laitière. *L'hebdo vétérinaire*, (153) :24-29
- 35) **TRAIL J.C.M. ; SONES K. ; JIBBO J.M.C. ; DURKIN J. ; LIGHT A.G. et MURRAY M., 1986.**  
Productivité des bovins Boran protégés par chimioprophylaxie contre la trypanosomiase.- ADDIS-ABEBA : C.I.P.E.A, 1986.- 78p
- 36) **VANDEPLASSCHE M., 1995** Fertilité des bovins.- Rome : FAO,- 101p  
(Production et santé animale ; 25)
- 37) **Wallace J.M., Aitker R. P., Cheyne M. A., 1996.** Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes, *J. Reprod. Fert.*, **107**, 183-190.
- 38) **Wallace J.M.; Aitker R. P.; Cheyne M. A. et Humblot P. 1997a**  
Pregnancy- specific protein B and progesterone concentrations in relation to nutritional regimen, placental mass and pregnancy outcome in growing adolescent ewes carrying singleton fetuses. *Journal Reprod. Fertil.*; (109):53-58.
- 39) **Wallace J.M.; Da Silva P.; Aitken R.P.et Cruickshank M.A.,1997b.**  
Maternal endocrine status in relation to pregnancy outcome in rapidly growing adolescent sheep. *Journal Endocrinol.*; (155) : 359-368.

40) **WATTIAUX M.A., 1995**

Guide Technique Laitier : Reproduction et Sélection génétique.-  
Madison :Institut Babcock pour la Recherche et le Développement  
International du Secteur Laitier, -167 p

41) **XIE S.; GREEN J.A; BAO B.; BECKERS J.F.; VALDEZ K.E.; HAKAMI  
L. et ROBERTS R.M., 1997.**

Multiple pregnancy-associated glycoproteins are secreted by day 100 ovine  
placental tissue. *Biol. Reprod.*, **57**, 1384-1393.

42) **ZOLI A; GUILBAUT L.A.; DELAHAUT P. et BECKERS J.F., 1992**

Radioimmunoassay of bovine pregnancy associated glycoprotein in serum, its  
application for pregnancy diagnosis. *Biology of reproduction*, **46**: 83-92.

43) **ZOLI A. P.; BECKERS J.F.; BENITEZ-ORTIZ W. et ECTORS F., 1993**

Isolement, purification et caractérisation d'une glycoprotéine placentaire  
bovine : Mise au point d'un dosage Radio-immunologique sensible et  
spécifique (235-247). *In* : Maîtrise de la reproduction et amélioration  
génétique des ruminants : Apport des technologies nouvelles. - Dakar :  
NEAS.-290p.(Actualité scientifique AUPELF/UREF)

44) **ZOLI A.P.; BECKERS J.F.; WOUTERS-BALLMAN P.; CLOSSET J.;  
FALMAGNE P. et ECTORS F., 1991** Purification and characterization of a

bovine pregnancy-associated glycoprotein. *Biol. Reprod.*, **45**, 1-10. 82

## SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de **Claude BOURGELAT**, fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes Maîtres et mes Aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

**Que toute confiance me soit retirée s'il advient que je me parjure. »**

# **Etude de la relation entre le statut nutritionnel des vaches inséminées et leur état physiologique par dosage d'un biomarqueur de gestation : Les Protéines Associées à la Gestation**

## **Résumé :**

L'impact du statut nutritionnel de la vache sur sa reproduction est indéniable : bonne expression de chaleurs, réussite à l'insémination en sont les effets positifs. La nécessité d'alimenter les génisses et les vaches avec des rations adéquates s'impose. Les animaux en mauvaise condition, ou perdant du poids, ont généralement des performances reproductrices décevantes. Aristote a écrit que la nutrition était le facteur environnemental le plus important dans le contrôle de la conception. Ces dernières années, une technique de diagnostic précoce par dosage radio-immunologique de glycoprotéines associées à la gestation (PAGs) a été mise au point. Elle permet de surveiller les relations foëto-maternelles, de déterminer les mortalités embryonnaires précoces et ainsi d'accroître la rentabilité d'un élevage.

L'objectif du présent travail est d'établir la relation entre le statut nutritionnel des vaches inséminées et leur état physiologique par dosage des Protéines Associées à la Gestation.

Pour ce faire, 83 vaches inséminées provenant des régions de Dakar et Thiès (Mbour) ont subi des prélèvements à J<sub>0</sub>, J<sub>35</sub> et J<sub>60</sub>. Ces prélèvements ont ensuite fait l'objet de dosages radio immunologiques et d'indicateurs nutritionnels sériques.

L'étude révèle 46,91% gestantes, 25,92% avortées et 27,16% non gestantes au 60ème jour de l'IA. 55% des vaches sélectionnées pour l'insémination sont en hypoglycémie. Les vaches gestantes et avortées sont en hyperurémie et 25% d'entre elles sont en hypermagnésémie. Chez les avortées, il n'y a pas d'augmentation significative de la globulinémie de J<sub>0</sub> à J<sub>35</sub>. La corrélation entre les concentrations de PAGs et celles des paramètres indicateurs du système de défense des animaux (globuline et protéines totales) est positive et élevée ( $r=0,7$ ), négative avec la phosphorémie ( $r= -0,6$ ).

Les concentrations en PAGs chez les vaches influent sur les concentrations des fractions protéiques. La glycémie semble jouer un rôle très important sur le maintien de la gestation.

**Mots Clés : PAGs, Paramètres nutritionnels, Etat physiologique, Insémination Artificielle**

Mouiche Mouliom Mohamed Moctar

Email: [mouichemoctar@yahoo.fr](mailto:mouichemoctar@yahoo.fr) Tel: 00(237) 77 33 81 60 (CAMEROUN)