

Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB)

Institut de Développement Rural (IDR)

Département d'élevage

Programme Doctoral en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN)

Mémoire

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'ETUDE APPROFONDIE (DEA)

Option : Génétique et Reproduction Animale

par :

SANON Mawrobi Henri Guillaume

Thème :

**PROTEINES ASSOCIEES A LA GESTATION (PAG) CHEZ
LE ZÉBU AZAWAK «*Bos indicus*»
AU BURKINA FASO**

Présenté et soutenu devant le jury :

Président : Gustave KABRE, Maître de Conférences, UFR/SVT/U.O.

Membres : Hamidou BOLY, Professeur Agrégé, IDR/UPB.

Bismarck NACRO, Maître-Assistant, IDR/UPB.

Avril 2002

DEDICACE

A Maman Gabrielle Marie et Papa Albert !

A mon Frère, Hugues !

A mes Sœurs Viviane, Sonia et Olivia !

REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à de nombreuses personnes que je ne saurais nommer toutes individuellement. Cependant, je tiens à remercier personnellement le Professeur **Hamidou BOLY**, mon Directeur de Mémoire. Je lui exprime ma profonde gratitude d'avoir accepté de guider mes tous premiers pas sur le laborieux chemin de la recherche. Ses enseignements continuellement actualisés, sa clairvoyance et sa disponibilité constante ont été des stimulateurs pour moi tout au long de cette étude.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres de son équipe de recherche du laboratoire de physiologie de la reproduction de l'unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre de l'Université de Ouagadougou : Mes aînés le Docteur **Moussa ZONGO** et le Doctorant **Wéré PITALA** pour leur aide combien inestimable et leurs conseils lors de l'élaboration du protocole expérimental et pendant la rédaction de mon document ; mes collègues – amis Tony LAKOUETENE et Albert SOUDRE avec lesquels nous surmontons les difficultés inhérentes aux novices de la recherche. Mes reconnaissances à BA Yaya, COULIBALY Issouf, BOUNDAOGO Mansour qui ont contribué à mon travail. Je leur souhaite du courage dans leurs activités de recherche.

Mes sincères reconnaissances s'adressent aux initiateurs et animateurs du Programme doctoral en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN) de l'Université Polytechnique de Bobo- Dioulasso pour l'intérêt qu'ils portent sur le développement harmonieux des systèmes de productions. Je les remercie également de nous avoir donné la chance d'approfondir nos connaissances professionnelles.

Mon travail a reçu le soutien financier de la coopération Belge, à travers le projet CIUF/SPA de l'équipe du Professeur **Pascal LEROY**. Nous leur sommes reconnaissants pour tout ce qu'ils mettent en œuvre afin que nous obtenions des résultats crédibles aux yeux de la communauté scientifique internationale.

Mes remerciements les plus cordiaux à mes collègues de la promotion : Salifou OUEDRAODO pour son dynamisme et son dévouement pour le groupe ; Moussa OUEDRAOGO, Régis BANCE, André KIEMA, Ferdinand OUBOULBIGA, Rahasmané SANFO, Isidore YANDA pour les échanges fructueux et leur expérience qu'ils ont bien voulu partager avec nous.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : Mensurations des vaches Azawak.....	6
Tableau N°2 : Performances zootechniques de la femelle Azawak.....	7
Tableau N°3 : Arbre phylogénique (séquences nucléotidiques) des PAG construit suivant la méthode de Fitch et Margoliash.....	24
Tableau N°4 : Caractéristiques des animaux de l'expérience.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure N°1 : Schéma des modifications de la concentration hormonale dans le plasma sanguin durant le cycle œstral bovin.....	15
Figure N°2 : Récapitulatif du contrôle hormonal du cycle ovarien.....	16
Figure N°3 : Migration d'une cellule binuclée dans le plasma bovin.....	22
Figure N°4 : Interface fœto-maternelle chez la vache.....	23
Figure N°5 : Ordre chronologique d'application des méthodes de diagnostic de gestation chez la vache.....	28
Figure N°6 : Profil de concentration de la PAG chez une vache gestante (D'après Zoli et al.,1992).....	31
Figure N°7 : Courbe standard du dosage radio-immunologique de la PAG.....	36
Figure N°8 : Concentration moyenne de la PAG après IA chez 3 femelles zébus Azawak.....	38
Figure N°9 : Concentration de la PAG après IA chez la vache Z 5 (a) et chez la vache Z 1 (b).....	39
Figure N°10 : Profil moyen de la PAG durant la gestation.....	40
Figure N°11 : Concentration péri-partum de la PAG chez la femelle Zébu Azawak.....	40
Figure N°12 : Concentration de la PAG post-partum chez 10 femelles zébu Azawak.....	41

Figure N°13 : Profil des PAGs chez le zébu Azawak.....	42
Figure N°14 : Profils comparés de la PAG chez une vache soumise à un régime de sous-nutrition par rapport à la moyenne générale.....	43

ABREVIATIONS ET SIGLES

Ac	: Anticorps
Ag ^o	: Antigène froid
Ag*	: Antigène marqué
AMP	: Adénosine monophosphate
ARN	: Acide Ribonucléique
ATP	: Adénosine triphosphate
Av J-C	: Avant Jésus-Christ
b CG	: Gonadotrophine Chorionique Bovine
b CS	: Somatomammotrophine Chorionique Bovine
b PL	: Lactogène Placentaire Bovin
b PAG	: bovine Pregnancy Associated Glycoprotein
BSA	: Bovin Serum Albumine
CERFA	: Centre de Recherche et de Formation Agronomique
CNEIA	: Centre National d'élevage et d'Insémination Artificielle
cpm	: Coup par minute
DASP	: Double Antibody Solid Phase
EPF	: Early Pregnancy Factor
F	: Femelle
FSH	: Folliculo-Stimulating Hormone
hCG	: Gonadotrophine Chorionique humaine
GnRH	: Gonadotrophin realising Hormone
GTP	: Guadénosine triphosphate
I.A.	: Insémination Artificielle
Ig G	: Immunoglobuline G
Kda	: Kilo Dalton
LH	: Luteinizing Hormone
M	: Masculin
MB	: Mise Bas
MgCl ₂	: Chlorure de Magnésium

MHC	: Complexe Majeur d'Histocompatibilité
ng	: nanogramme
ng/ml	: nanogramme par millilitre
pg	: picogramme
pg/ml	: picogramme par millilitre (1pg = 10 ⁻¹² g)
pI	: Point Isoélectrique
P ₄	: Progestérone
PgF ₂ α	: Prostaglandines F ₂ α
PSMG	: Pregnant Serum Mare Gonadotrophine
PSP B	: Bovine Pregnancy Specific Protein
PSP60	: Pregnancy Specific Protein 60 Kda
RIA	: Radio Immuno Assay
μg	: Microgramme
μl	: Micro litre
°C	: Degré Celsius

Résumé

La cinétique de la bPAG a été appréciée par dosage radio-immunologique (RIA) sur 11 femelles zébus Azawak en région soudano-sahélienne du Burkina Faso. Les prises de sang ont été effectuées à intervalles d'une semaine pendant la gestation. Après la parturition, elles ont été effectuées tous les 3 jours pendant 4 mois. Les résultats obtenus indiquent que la bPAG est détectable dans le sang maternel à partir de la 3^{ème} semaine après une insémination fécondante. Le taux plasmatique à cette date est de $0,39 \pm 0,27$ ng/ml. La concentration périphérique maternelle en bPAG augmente continuellement durant la gestation. Ainsi, elle passe de $6,77 \pm 1,43$ ng/ml à la 6^{ème} semaine à $167,21 \pm 104,39$ ng/ml à la 35^{ème} semaine de gestation. La mise bas est précédée par une forte élévation du taux plasmatique maternel de cette protéine. Le pic de concentration est également variable. Cette concentration maximale apparaît à la semaine de la parturition et est de $1018,04 \pm 560,85$ ng/ml. Le processus de dégradation après la parturition est progressive. Sa durée moyenne est de 12 ± 3 semaines. L'insuffisance de l'alimentation au cours de la gestation entraîne des remaniements au niveau de l'interface fœto-maternel (Hypertrophie placentaire). La sécrétion de bPAG est plus importante qu'au cours d'une gestation normale.

Mots clés : bPAG – RIA – Zébu Azawak – Diagnostic – Gestation.

Abstract

The kinetics of the bPAG were appreciated by Radio - immunology Assay (RIA) on 11 females zebu Azawak in soudano-Sahelian area of Burkina Faso. Blood tests were made in intervals of week during the pregnancy. After the parturition, they were made every 3 days during 4 months. The results indicate that the bPAG is detectable in the maternal blood from the 3th week after an insemination fecoundated. The plasmatic level is then $0,39 \pm 0,27$ ng / ml. The maternal concentration in bPAG increases regularly during the gestation. So, it $6,77 \pm 1,43$ ng / ml in the 6-th week in $167,21 \pm 104,39$ ng / ml in the 35th week of gestation. The stake low is preceded by a strong rise of the rate maternal plasmatique of this protein. The peak of concentration is also variable. This maximal concentration appears weekly of the parturition and is $1018,04 \pm 560,85$ ng / ml. The metabolic clearance after the parturition is progressive. The average length is 12 ± 3 weeks. The incapacity of the food during the gestation pulls reorganizations at the level of the interface foeto-maternel (Hypertrophies placentaire). The secretion of bPAG is more important than during a normal gestation.

Keywords: bPAG - RIA - Zebu Azawak - Diagnosis - Pregnancy.

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	V
RESUME.....	VIII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
CHAPITRE 1 : LES BOVINS D'AFRIQUE.....	4
I- Origine.....	4
II- Le zébu Azawak.....	5
II-1- Origine.....	5
II-2- Morphologie.....	6
II-3- Aptitudes.....	7
CHAPITRE 2 : PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA VACHE.....	8
I- Cycle sexuel.....	8
I-1- Définition.....	8
I-2- Les différentes phases du cycle sexuel.....	8
I-2-1- Pro-œstrus ou Phase de maturation folliculaire	8
I-2-2- Oestrus (Chaleurs).....	9
I-2-3- Post-œstrus ou Phase lutéale.....	9
II- Les hormones de la reproduction.....	10
II-1- Les sécrétions hypothalamo-hypophysaires.....	10
II-2- Les hormones stéroïdiennes de l'ovaire.....	12
II-3- Les facteurs lutéolytiques utérins : PgF2 α	15
II-4- Régulation hormonale du cycle œstral.....	16
CHAPITRE 3 : PHYSIOLOGIE DE LA GESTATION.....	18
I- Mise en place du placenta.....	18
II- Les hormones de la gestation.....	20
II-1- Early Pregnancy Factor (EPF) (Facteur Précoce de Gestation).....	20
II-2- La trophoblastine.....	20
II-3 La Gonadotrophine Chorionique Bovine (b CG).....	20

II-4- Le Lactogène placentaire Bovin (bPL) ou Somatomammotrophine Chorionique bovine (bCS).....	21
II-5- Les protéines spécifique ou associées à la gestation.....	21
II-5-1- Protéine spécifique à la gestation :PSPB.....	21
II-5-2- Protéines associées à la gestation : PAGs.....	22
a) Origine.....	22
b) Isolement et caractérisation de la PAG.....	23
c) Rôles de la PAG.....	25
d) Limites éventuelles de la PAG.....	26
III Les méthodes de diagnostic de gestation.....	26
III-1- Les méthodes cliniques.....	26
III-1-1- Les manifestations externes de la gestation.....	26
III-1-2- La palpation transrectale.....	27
III-1-3- L'échographie.....	27
III-2- Les méthodes de la laboratoire.....	28
III-2-1- Les dosages hormonaux.....	28
III-2-2- Le dosage des PAGs.....	29
a) Principe de dosage RIA.....	28
b) Principe de dosage EIA.....	30
c) Concentration de la PAG au cours de la gestation.....	30
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	32
CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES.....	33
I- Matériel.....	33
I-1- Le site expérimental.....	33
I-2- Les animaux.....	33
II Méthodes.....	34
II-1 Protocole d'induction des chaleurs.....	34
II-2 Chronologie des prises de sang.....	35
II-3- Dosage radio-immunologique (RIA) de la PAG.....	35
II-3- Analyses Statistiques.....	36

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION	38
I- Résultats.....	38
I-1- Cinétique de la PAG après insémination artificiel.....	38
I-2- Cinétique de la PAG péri-partum et post-partum.....	41
I-3 Profil atypique de la PAG.....	43
II- Discussion.....	45
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	48
BIBLIOGRAPHIE.....	49

INTRODUCTION

La connaissance précoce de la gravidité d'une femelle en élevage est nécessaire pour une gestion rationnelle de la reproduction des troupeaux (Gouro, 1980). Pour cela, plusieurs méthodes sont couramment utilisées pour le diagnostic de gestation chez les animaux domestiques. Elles consistent soit à la recherche des signes de la présence physique de l'embryon, ce sont les méthodes cliniques telles que la palpation rectale et l'échographie ; soit des indicateurs de la gravidité. Dans ce cas, on parle de méthodes de laboratoire basées sur les dosages hormonaux dans le sang (Zoli, 1992; Zongo, 2001) et dans le lait (Delahaut et *al.*, 1996 ; Tainturier et *al.*, 1996). Ces différentes techniques de diagnostic de gestation présentent des limites quant à leur précision, à la dextérité du praticien, la précocité des tests, aux dangers liés à la mortalité fœtale. Zoli (1992) a indiqué que la palpation rectale précoce (35è - 45è jour) peut entraîner des pertes embryonnaires de l'ordre de 10%.

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 ; Zarrouk, 2000). Cette glycoprotéine a été identifiée et isolée en 1982 par Butler à partir de placenta bovin sous de dénomination de Pregnancy Specific Protein Bovin (PSP B). Elle est sécrétée par les cellules binuclées du placenta et déversée dans la circulation maternelle. La PAG est ainsi utilisée comme biomarqueur durant toute la gestation. Elle est détectable dans la circulation périphérique maternelle à partir du 24^e jour après la conception et permet de surveiller les relations fœto-maternelles (Beckers, 1999a.). Plusieurs applications de cette méthode ont déjà été réalisées sur les races bovines, ovines et caprines européennes. En outre, des investigations ont été menées sur la structure de cette molécule en relation avec des espèces animales aussi bien domestiques que sauvages. Ces études ont permis de mettre en évidence l'existence de la PAG ou de molécules équivalentes chez ces animaux. Ainsi les PAGs ont été identifiées chez les ovins (Xie et *al.*, 1991 ; Zoli et *al.*, 1995 ; Williard et *al.*, 1995), chez les caprins (Humblot et *al.* 1990, 1992 ; Garbayo et *al.*, 1998), chez les équins (Green et *al.*, 1994), chez le chat

(Gan et *al.*, 1997), chez le porc (Szafranska et *al.*, 1995). D'autres travaux de recherche sont orientés sur la détermination de la cinétique des protéines de gestation durant la gravidité et la relation avec le temps de la reprise de l'activité ovarienne (Delahaut, 1996).

Sous les tropiques, la plupart des données sur les diagnostics de gestation portent sur la détermination de certains paramètres physiques tels que la palpation transrectale à 3 mois, le développement des glandes mammaires, la cessation des chaleurs (Gouro, 1980). Les résultats sur les dosages d'hormones concernent la progestérone et apportent très peu d'information sur les relations fœto-maternelles. De plus le dosage de la progestérone comme diagnostic de gestation est souvent mitigé à cause de la présence des corps jaunes persistants. L'application du dosage de la PAG pour le diagnostic précoce de gestation sur les bovins vivant sous les tropiques a concerné jusqu'à présent uniquement les taurins N'Dama (Drame et *al.*, 2000).

Cette étude vise à établir la variation (cinétique) des PAGs au cours de la gestation chez la femelle zébu Azawak en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Le développement du dosage des PAGs chez cette race permettra de poser un diagnostic de gestation précis et fiable. D'autre part, il pourra être utilisé comme mesure prédictive des risques d'avortement.

Ce document est subdivisé en deux parties :

- La première partie est une étude bibliographique portant sur quelques généralités la race Azawak, la fonction reproduction chez la femelle et également un aperçu des travaux déjà réalisés sur les protéines associées à la gestation.

- Dans la seconde partie est étude expérimentale. Elle comporte le matériel et le protocole de dosage des PAGs, les résultats auxquels nous sommes parvenus, la discussion et la conclusion.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LES BOVINS D'AFRIQUE

I- ORIGINE

L'origine des Bovins en Afrique bien qu'encore sujette à de nombreuses spéculations semble s'accorder sur une origine commune avec les autres bovins du monde, c'est à dire de la Mésopotamie, entre le Tigre et l'Euphrate dans l'actuel Iran en Asie. C'est dans cette zone que le mouton, premier animal (après le chien) devrait avoir été domestiqué vers 9 000 ans Av. J-C, puis la chèvre vers 7 500 Av J-C, le porc 7 000 Av. J-C et le bovin 6 500 Av. J-C. Les flux migratoires des bovins vers l'Afrique abordent le continent par le delta du Nil et concernent d'abord le bétail hamitique, Longhorn *Bos taurus* (les fouilles archéologiques du Sahara, montrent leur présence sur des peintures rupestres 4000 – 3000 Av. J-C). Une première branche remonte la vallée du Nil en longeant la corne de l'Afrique et s'installe en Afrique centrale d'où ils donnent les taurins Kuri autour du lac Tchad. L'autre branche migre vers l'Ouest en bordant l'océan Atlantique et s'installe en Afrique de l'ouest (golf de Guinée) d'où ils sont à l'origine des taurins à longues cornes d'Afrique de l'Ouest ou N'Dama. Dans la même région de Mésopotamie, il apparaît vers 4000 Av. J-C un nouveau type de bovin de format plus réduit, au cornage atrophié semblable aux *Bos taurus* shorthorn rencontrés de nos jours en Europe (Jersey, Holstein) et en Afrique de l'Ouest ('Baoulé' ou west Africa shorthorn breed). Ces taurins à courtes cornes ont suivi le même trajet que les précédents avec comme destination majoritaire l'Afrique de l'Ouest puis beaucoup plus tard l'Afrique Centrale. Ces *Bos taurus* sont inféodés depuis longtemps au milieu humide ou pullulent de nombreux arthropodes vecteurs de maladies tropicales redoutables comme la trypanosomose animale et sont dits trypanorésistants (# de trypanotolérants).

Le *Bos indicus* ou zébu semble avoir été domestiqué quelques 1 000 ans après le *Bos taurus* shorthorn dans une zone correspondant à l'actuel Afghanistan. Ce sont des bovins à bosse représentant une forme adaptée à la désertification. Ils auraient migré ensuite vers l'Inde, la Malaisie et le Sri Lanka. Leur pénétration en Afrique par le delta du Nil est plus tardive soit vers 2 000 Av. J-C. A la suite de la sécheresse persistante, environ 1 000 ans avant Jésus-Christ, ces bovins auraient migré vers la

vallée du Nil et de la corne de l'Afrique. La recherche de meilleur pâturage les a ensuite conduit en Afrique Centrale et en Afrique Occidentale où certaines sources signalent leurs importances dans l'économie de l'empire du Mali (12^e siècle), Sonrhâï (vers le 15^e siècle). A la suite de la dislocation de cet empire, les grandes migrations de populations et notamment des peuls ont conduit ces zébus dans l'empire du Macina au 18^e siècle où ils se seraient ensuite dispersés dans tout le Sahel. L'aire de répartition du zébu est assez vaste et coïncide avec l'habitat peul c'est à dire du fleuve Sénégal de l'atlantique au Sahel, de la boucle du Niger jusqu'au Lac Tchad et au nord du Cameroun. Ce sont des bovins habitués aux longues migrations et adaptés au climat chaud et sec. Ils sont peu résistants aux trypanosomes et sensibles aux arthropodes piqueurs qui les vecteurs de nombreuses maladies tropicales (absence de contact et donc d'immunité acquise) d'où la limite inférieure de leur aire de dispersion au 14^eème parallèle.

Dans les zones tropicales les bovins se répartissent en zébus (*Bos indicus*), en taurins (*Bos taurus*) et accessoirement en buffles (*Bubalus sp.*) rencontrés principalement en Asie et en Amérique latine.

II- LE ZEBU AZAWAK

II-1- Origine

Le zébu Azawak (*Bos indicus*) tire son nom de la région de l'Azawak, laquelle dérive d'une vallée située à cheval sur la frontière Nigéro-Malienne (Couture, 1948 ; Seydou, 1981). Elle est située entre le 3^e et le 7^e degré de longitude Est et 15-20^e degré de latitude Nord. Cette région est caractérisée par une immense étendue de sable parsemée de nombreuses dunes encaissant les lits d'oueds (Couture, 1948). Le climat y est présaharien ou saharien avec une pluviosité de 300 mm en moyenne, irrégulièrement répartie (Achard et Channo, 1994). Ceci a été à l'origine de transhumances accentuées de nomadisme parfois, et a eu pour conséquence la dissémination du zébu Azawak dans la quasi-totalité de l'Afrique de l'Ouest (Gouro, Yenikoye, 1991 ; Seydou, 1981).

II-2- Morphologie

Le zébu Azawak (*Bos indicus*) est de taille moyenne avec un dimorphisme sexuel assez marqué. C'est un animal de format moyen dont la hauteur au garrot varie entre 1,20 et 1,30 m chez le taureau et 1,10 à 1,20 m chez la femelle (Zongo, 2001). Le mâle est trapu, bien ramassé avec une bosse, un fanon et un fourreau bien développés. La femelle a une conformation plus fine et présente des traits moins développés. Le profil de la ligne fronto-nasale est rectiligne ou très légèrement busquée (Seydou, 1981). Les cornes sont très courtes voire absentes mais exceptionnellement on peut trouver des sujets à cornes moyennement développées ; elles sont épaissies à leur base et ne dépassent pas généralement 50 cm de longueur et environ 0,25 cm de diamètre. Une étude menée entre 1993 et 1995 à la station de Loumbila en zone soudanienne au Burkina Faso, sur près de 45 vaches indique les mesures entre les différentes parties (Cf. Tableau 1) de l'anatomie externe de l'Azawak (Boly et al., 2000).

Tableau 1 : Mensurations de vaches Azawak (n=45) (moyenne ± écart type)

	Mensurations (cm)								
Paramètre	LSI	HG	PT	BasLo	BasLa	MamGa	MamPa	TrayLo	Trayla
Moyenne	136,43	131,96	174,11	43,64	40,41	38,11	17,49	5,05	2,34
Ecart-type	7,7	5,2	9,4	3,61	3,57	5,35	3,42	1,07	0,37

LSI (Longueur scapulo-ischial), HG (Hauteur au Garrot), PT (Périmètre Thoracique), Bas (Bassin), Lo (longueur), la (Largeur), Mam (Mamelle), Tray (Trayon), Ga (Grand Axe); Pa (Petit Axe).

Source: Boly et al., 2000

II-3- Aptitudes

La femelle du zébu Azawak (*Bos indicus*) est l'une des meilleures races laitières des zones tropicales arides sahélio-sahariennes (Gouro et Yenikoye, 1991) avec des quantités maximales pouvant atteindre 12 litres/jour (Seydou, 1981). Certains auteurs désignent cette race comme la "jersey" d'Afrique de l'ouest (Belemsaga, 1993) avec, cependant, de très grandes variations individuelles (42,25%) (Boly et al., 2000). C'est un bon animal de boucherie avec 500-600kg à 5-6 ans d'embouche et un rendement carcasse de 50%. Le cuir pèse 8-10kg. C'est aussi un bon animal de portage : 80 à 100kg sur 20 à 30km/jour à la vitesse de 4km/heure. Des programmes de développement des performances de l'Azawak sont actuellement en cours au Niger (station de Toukounous à Filingué), au Burkina Faso (CNEIA de Loubila) et au Mali (station de Gao).

Boly et al., (2000) rapportent les performances zootechniques (Tableau 2) de la femelle Azawak suite à des travaux menés sur environ 200 vaches de la station de Loubila en zone soudanienne au Burkina Faso.

Tableau 2 : Performances zootechniques de la femelle Azawak

Paramètres	Performances
Age à la 1 ^{ère} mise bas	32 ± 6 mois
Intervalle moyen de vêlage	62 ± 9 mois
Taux de fertilité	91,62%
Taux de prolificité	99,02%
Taux d'avortement	3,36%
Taux de mortalité périnatale	1,53%
Taux de mortalité juvénile	11,14%

Source : Boly et al., 2000

CHAPITRE 2 : PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA VACHE

I- CYCLE SEXUEL

I-1 Définition

Le cycle œstral est l'ensemble des événements cellulaires (évolution du follicule ovarien), hormonaux et comportementaux qui s'établissent à la puberté et se succèdent régulièrement. Ils sont centrés sur l'œstrus, période où la femelle accepte la monte et est féconde. L'œstrus, est caractérisé par un ensemble de modifications comportementales appelé comportement de chaleur au cours duquel les femelles acceptent la monte et sur le plan ovarien, la maturation et la déhiscence du follicule ovarien.

La durée du cycle sexuel chez cette espèce varie entre 20 à 23 jours (moyenne 21 jours) (Delahaut et *al.*, 1996). Ce cycle comporte trois phases avec des composantes sexuelles, ovariennes et hormonales.

I-2 Les différentes phases du cycle œstral

I-2-1 Pro-œstrus ou Phase de maturation folliculaire

Elle correspond à la croissance et à la maturation des follicules ovariens. Ils entrent en maturation sous l'influence de la Folliculo-Stimulating Hormone (FSH). Le diamètre des follicules passe de 2 à 20 mm entre 2 à 4 jours. De ces nombreux ovocytes un seul d'entre eux persiste à la fin de cette phase : le follicule de De Graff ou follicule mûr qui est recouvert de plusieurs enveloppes périphériques (les thèques et les cellules de la granulosa) et creusé d'une cavité centrale (antrum). Le cumulus oophorus contenant l'ovule fait saillie dans cette cavité. Le début de cette phase ne peut que se définir conventionnellement ; la fin se situe lors de l'expulsion de l'ovocyte.

Au cours de cette phase, l'endocrinologie est marquée par l'action de la FSH progressivement dominante au fur et à mesure que le follicule arrive en fin de maturation. La progestérone se trouve à un faible niveau tandis qu'il y a une importante sécrétion d'œstradiol 17 β .

I-2-2 Œstrus (Chaleurs)

C'est la période d'acceptation du mâle par la femelle. Elle se traduit par des modifications organiques (rougeur de la vulve, ouverture du cervix, tonicité des cornes utérines, etc.) et des modifications du comportement de la femelle dont l'ensemble constitue les chaleurs.

La durée de l'œstrus et le moment de l'ovulation sont variables. Les manifestations des chaleurs sont plus ou moins marquées selon les individus et les conditions du milieu environnant. Elles se traduisent surtout par l'agitation, la sollicitation des congères, la diminution de la prise alimentaire.

L'œstrus est souvent silencieux et de courte durée chez les zébus (Randel, 1984 ; Dobson et Kamonpatana, 1986 ; Zongo et *al.*, 2000). Chez les femelles zébus, l'œstrus dure de 6 à 8 heures, avec 67% des ovulations se produisant entre 18 heures et 6 heures du matin.

L'écoulement muqueux et la glaire cervicale sont très réduits d'où la difficulté de choix du moment optimal pour l'insémination artificielle. L'ovulation se produit à la fin des chaleurs. Pendant la période de l'œstrus, la muqueuse vaginale est fortement congestionnée, le col est ouvert et permet le passage des spermatozoïdes. Sur le plancher du vagin s'accumule un mucus d'abord filant puis de plus en plus liquide au point culminant des chaleurs ; il disparaît presque complètement après l'œstrus.

I-2-3 Post-œstrus ou phase lutéale

Cette phase est caractérisée par l'évolution du corps jaune : Croissance, maintien puis régression brutale. Après l'ovulation, l'antrum du follicule vide est envahi par des capillaires sanguins. L'hormone folliculo-stimulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) y stimulent la prolifération et l'infiltration des cellules de la thèque et de la granulosa. La synthèse des Acides Ribonucléiques (ARN) nécessaires à la fabrication de la progestérone est stimulée (Thibier, 1977). Les cellules deviennent polyédriques et sont chargées d'un pigment jaune qui est à

l'origine de la dénomination de corps jaune ou corps progestatif. Le corps jaune sécrète surtout la progestérone.

Pendant la phase de post œstrus, l'oviducte revient au stade de repos, mais le myomètre et l'endomètre continuent à s'hypertrophier, la paroi augmente de volume. Le vagin se décongestionne, son épithélium se desquame abondamment (Péssinaba, 1978). Le corps et le col de l'utérus subissent une involution.

La phase lutéale dure plus longtemps que l'œstrus. Elle se termine par une régression du corps jaune marquée par une diminution voire un arrêt de la production de progestérone par le corps jaune. Ceci se déroule sous l'effet d'un facteur lutéolytique appelé Prostaglandine ($\text{PgF2}\alpha$). L'action inhibitrice de la progestérone sur l'antéhypophyse s'affaiblit. Une nouvelle maturation folliculaire va pouvoir ainsi commencer.

II- LES HORMONES DE LA REPRODUCTION

Les hormones intervenant dans la fonction de reproduction proviennent de plusieurs structures anatomiques distinctes. Le déroulement d'un cycle sexuel normal met en œuvre principalement les sécrétions de 4 glandes : L'hypothalamus qui libère la Gonadotrophin releasing Hormone (GnRH), l'hypophyse qui sécrète la FSH et la LH, l'ovaire qui synthétise l'œstradiol et les progestagènes, et l'utérus qui produit des prostaglandines.

II-1 Les sécrétions hypothalamo-hypophysaires

➤ *La GnRH*

La Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) appelée encore gonadolibérine est une neuro-hormone synthétisée au niveau de l'hypothalamus et stockée dans sa partie baso-médiale. Sa structure a été établie par Schally et *al.*, en 1971, il s'agirait d'un décapeptide reconstitué par synthèse et dont l'activité biologique est identique à celle de l'hormone naturelle extractive.

La gonadolibérine est identique chez tous les mammifères. Cette molécule stimule l'activité hypophysaire. Elle est responsable de la synthèse et de la sécrétion de la FSH et de LH. Cet effet a été observé aussi bien *in vivo* que *in vitro* sur des fragments d'adénohypophyse isolés. Sa libération se fait suite à des stimuli nerveux et elle est déversée au niveau du système porte hypophysaire qui la conduit alors vers le lobe antérieur de l'hypophyse (adénohypophyse). Cette substance a son point d'impact spécifique au niveau des cellules gonadotropes de l'hypophyse où elle agit par l'intermédiaire de l'adénylcyclase membranaire et l'AMP cyclique. La GnRH est sécrétée de façon pulsatile avec des fréquences et des amplitudes qui varient au cours du cycle œstral et conditionnent la libération de FSH et de LH au niveau hypophysaire. La signification fonctionnelle de cette neuro-hormone (GnRH) qui commande la sécrétion des gonadotropines apparaît dans le fait que tout ce qui interrompt la liaison vasculaire entre l'hypothalamus et l'hypophyse supprime ou réduit considérablement les sécrétions de FSH et LH.

➤ *Les gonadotropines hypophysaires*

L'hypophyse est un organe neuro-glandulaire, situé à la base du cerveau, logé dans la selle turcique, et relié à l'hypothalamus par la tige pituitaire. Sa portion antérieure ou antéhypophyse participe au contrôle de la fonction sexuelle par ses hormones gonadotropes : Ce sont l'hormone folliculo-stimulante ou follitropine (FSH) et l'hormone lutéinisante ou lutropine (LH), toutes deux glycoprotéines gonadotropes. La FSH est une glycoprotéine dont le poids moléculaire varie de 30 Kda à 67 Kda. Cette hormone a essentiellement pour organe cible l'ovaire. Elle stimule l'activité des cellules de la granulosa dont elle conditionne la croissance et leur préparation à se transformer en cellules lutéales, prépare l'ovaire à l'action de la LH. Elle active également la sécrétion des œstrogènes (Vaissaire, 1977). La LH, de même nature biochimique que la FSH, a un poids moléculaire d'environ 30 Kda. Cette hormone intervient surtout au moment de la ponte ovulaire. Elle induit l'ovulation et transforme le follicule en corps jaune. Le taux plasmatique moyen de la LH reste faible, soit de 0,5 à 2 ng/ml, tout au long de la phase lutéale. Il s'élève ensuite rapidement et fortement quelques jours avant le début des chaleurs, atteint

17,5 à 20 ng/ml pendant 8 heures (pic ovulaire) puis revient à son taux basal (Palmer, 1985). L'activité ovarienne est sous la dépendance étroite de la sécrétion hypophysaire des deux hormones gonadotropes qui présentent des mécanismes d'action similaires.

Les glycoprotéines hypophysaires circulent dans le sang sous forme libre et leur demi-vie, d'assez courte durée, est fonction de la quantité d'acide sialique présente dans la molécule. Il en découle, vu la teneur respective de la FSH et de la LH en cet acide, que la demi-vie de la FSH (5% d'acide sialique) est beaucoup plus longue que celle de la LH (2% d'acide sialique) soit respectivement de 3 à 4 heures et de 12 à 50 minutes. Lorsque les glycoprotéines arrivent au niveau de la cellule cible, elles se lient à un récepteur membranaire spécifique. Cette liaison entraîne l'activation de l'adénylate-cyclase qui transforme l'Adénosine triphosphate (ATP) en Adénosine monophosphate (AMP) cyclique. Cette dernière stimule des protéines kinases qui, par phosphorylation de différentes protéines, vont entraîner la réponse biologique.

II-2 Les hormones stéroïdiennes de l'ovaire

➤ Les œstrogènes :

Il s'agit des substances capables de déclencher l'œstrus chez la femelle (Vuillaume, 1977). Ce sont des stéroïdes en C 18 qui peuvent être naturels ou synthétiques.

Les œstrogènes naturels sont sécrétés par l'ovaire (soit aussi par les testicules, les surrénales, le placenta). Ces œstrogènes sont des dérivés du cholestérol et peuvent varier par certaines particularités d'une espèce à l'autre. Les plus courantes sont l'œstradiol 17 β , l'œstrone et l'œstriol.

Les œstrogènes synthétiques sont aussi actifs que les précédents sur le plan physiologique. Ils sont synthétisés et résistent mieux aux sécrétions gastriques qui dénaturent les œstrogènes. Les principaux sont le diethyl stilbestrol, et l'hexostrol. L'ovaire constitue la source naturelle fondamentale des œstrogènes. Leur lieu de sécrétion est la thèque interne du follicule. En association avec d'autres hormones, les

œstrogènes assurent le développement du type femelle, la maturation de l'appareil génito-mammaire et le déroulement régulier du cycle (Derivaux, 1971). Les œstrogènes sont sous forme libre au niveau des tissus producteurs, liés aux protéines dans le sang et éliminés sous forme de glycuco ou sulfo-conjugués (Dérivaux, 1971). Les pics de concentrations plasmatiques surviennent au milieu du cycle (cf. Figure 1)

➤ *Les progestagènes :*

Les hormones du groupe des progestagènes préparent la muqueuse utérine pour la nidation et la gestation

Elles interviennent essentiellement au niveau de la sphère sexuelle : Elles inhibent l'ovulation, conditionnent la descente de l'œuf au travers de l'oviducte en équilibre avec les œstrogènes et elles assurent la préparation de l'utérus à la réception et à la fixation de l'embryon (Drion et *al.*, 1993).

La progestérone représente l'hormone essentielle de ce groupe. Elle constitue le "meilleur témoin" de la fonction sexuelle de la femelle (Thibier, 1976). Cette hormone est fabriquée essentiellement par le corps jaune et son taux dans la circulation sanguine dépend du type de corps jaune et de l'espèce. Elle est très importante non seulement parce qu'elle joue un rôle capital pour le maintien de la gestation mais elle constitue aussi un intermédiaire dans la biosynthèse des stéroïdes des surrénales à partir du cholestérol.

Chez la vache, le taux de la progestérone plasmatique est au plus bas le jour de l'œstrus (0,5 ng/ml), il augmente ensuite progressivement à partir du 3^{ème} jour, atteint un taux oscillant entre 6 et 9ng/ml pendant la période d'activité maximale du corps jaune qui se situe entre le 6^e et le 16-18^e jour, et retombe à 1,5ng entre 2 à 4 jours avant l'œstrus c'est-à-dire lors de la régression lutéale (Cf. Figure 1) (Stabenfeldt et coll., 1969 -Beckers et coll., 1975 - Lemon et coll., 1970-Plotka et coll.1967 -Snook et coll., 1971 - Henricks et coll.,1971- Lamond et coll., 1971 cité par Zoli, 1992).

➤ Mécanismes d'action des stéroïdes gonadiques

Les stéroïdes gonadiques agissent au niveau de certains tissus et organes, appelés tissus cibles ou effecteurs, capables de les retenir grâce à la présence à leur niveau de récepteurs spécifiques ou récepteurs intracytoplasmiques (Thibault et Levasseur, 1991). Ces récepteurs sont des protéines solubles, thermolabiles, non dialysables, insensibles aux enzymes protéolytiques mais détruites par la ribonucléase et la dexoyribonucléase. Ces protéines réceptrices furent particulièrement bien étudiées au niveau des cellules de l'endomètre. Le stéroïde libre du plasma sanguin traverse la membrane plasmique de l'organe récepteur puis est capté par le "récepteur cytoplasmique". Il forme avec ce dernier un complexe stéroïde-récepteur stable appelé complexe cytosolique. Ce complexe subit alors une modification de conformation, franchit la barrière nucléaire et va se fixer sur un récepteur du noyau.

Le récepteur cytosolique est spécifique, il ne se retrouve que dans les organes biologiquement sensibles à l'hormone et il est facilement saturable. La concentration intracellulaire du récepteur peut constituer un facteur déterminant de l'amplitude de la réponse tissulaire, la stabilité et la demi-vie du complexe récepteur-hormone peuvent déterminer la durée de la réponse du tissu. La pénétration dans le noyau est suivie d'une phase complexe comportant une série d'évènements biologiques correspondants à la réponse à l'hormone : activation des ARN polymérases avec comme résultat final la formation d'ARN messagers. Ceux-ci transportés dans le cytoplasme de la cellule sont "lus" par les ribosomes et, finalement, survient la formation de protéines spécifiques permettant à l'organe de répondre à l'incitation stéroïdienne (Thibault et Levasseur, 1991).

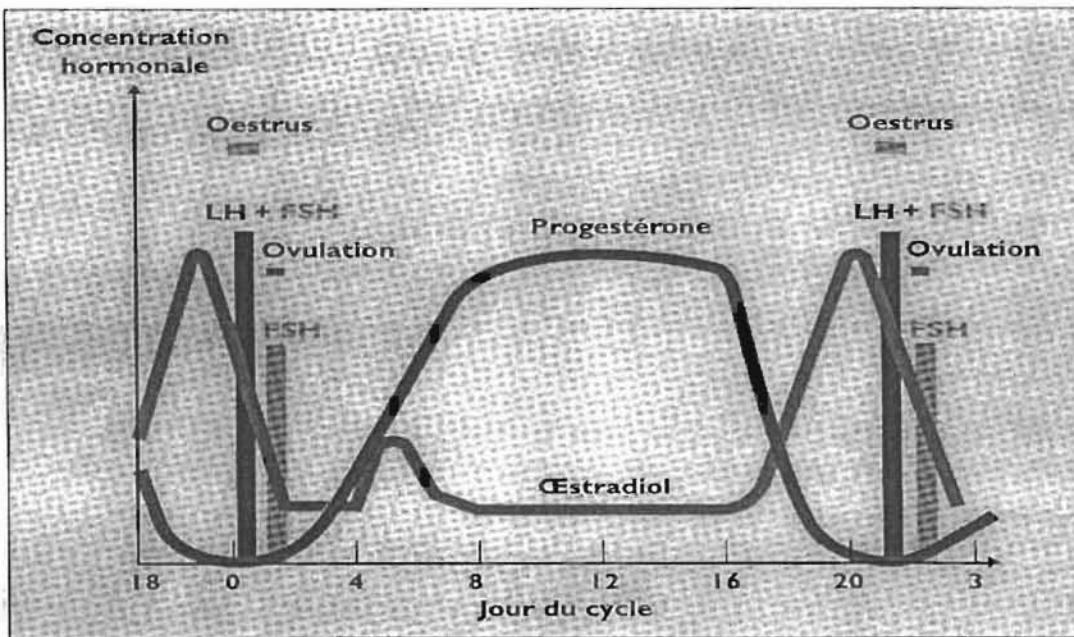


Figure 1 : Modifications des concentrations hormonales dans le plasma sanguin durant le cycle œstral bovin (d'après Peters et Ball, 1994)

II-3 Les facteurs lutéolytiques utérins: $PgF2\alpha$

Ce sont des acides gras insaturés à 20 atomes de carbone possédant une structure de base, l'acide prostanöique, composé d'un noyau pentagonal auquel sont attachées deux chaînes hydrocarburées. Leurs actions sont fonction de la nature de la prostaglandine, de l'espèce animale, de l'organe considéré. En physiologie de la reproduction bovine, il ressort que le facteur lutéolytique utérin est une prostaglandine et qu'il s'agit de la $PgF2\alpha$. Son action est locale et permet la chute du niveau de la progesterone plasmatique, ce qui favorise le retour en chaleur dans les 2 à 3 jours suivants.

Schématiquement, on peut estimer que cette $PgF2\alpha$ sécrétée par l'utérus est acheminée à l'ovaire par la veine utéro-ovarienne grâce à un mécanisme « contre-courant vasculaire ». La sécrétion de $PgF2\alpha$ se fait sous forme de pulsations intensives conduisant à une lutéolyse irréversible et à une chute définitive du taux de progesterone.

L'action des prostaglandines est liée à l'existence des récepteurs protéiques membranaires. La prostaglandine (premier messenger) se fixe sur le récepteur membranaire. Celui-ci induit l'existence intracellulaire de l'AMP cyclique (second messenger) par l'intermédiaire de l'adénylate cyclase et sous contrôle de GTP. L'AMP peut alors être inactivé par la phosphodiesterase ou bien produit ses effets biologiques par l'intermédiaire des protéines kinases.

II-4 Régulation hormonale du cycle œstral

Les modifications du tractus génital au cours du cycle œstral de même que les variations de l'appétit sexuel dépendent à la fois du rythme de sécrétion hormonale hypothalamo-hypophysaire, de l'intervention du système nerveux central et de l'action lutéolytique de l'utérus (Figure 2). Il existe en effet une interaction très importante entre les activités de l'antéhypophyse et celles des gonades. Le contrôle de l'activité endocrine de l'ovaire est l'une des plus complexes dynamiques basées sur un ensemble de rétrocontrôle ou feed-back entre l'ovaire et le complexe hypothalamo-hypophysaire et l'utérus.

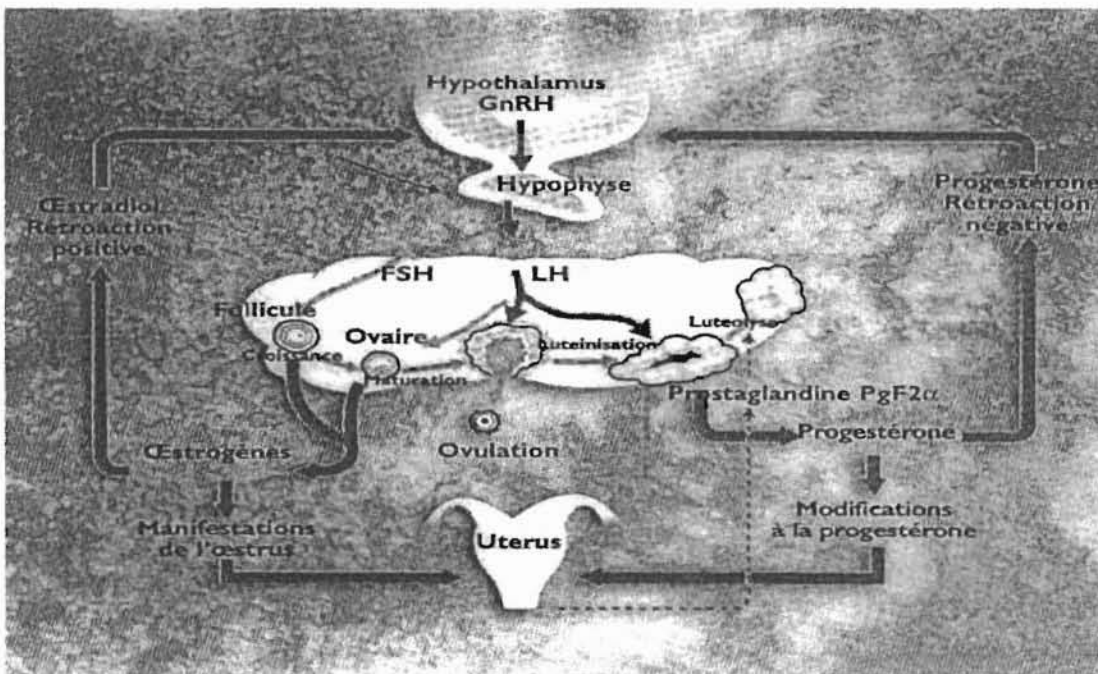


Figure 2 : Récapitulatif du contrôle hormonal du cycle ovarien (d'après A.R. PETERS et al., 1994)

L'hypothalamus va sécréter une quantité importante de GnRH libérée dans le système porte hypothalamo-hypophysaire entraînant ainsi la décharge cyclique de FSH et LH. Ces deux hormones hypophysaires contrôlent la maturation des follicules, l'ovulation et la formation du corps jaune (lutéinisation). L'induction de la croissance finale du follicule se matérialise par la sécrétion de fortes quantités d'œstrogène au niveau de l'ovaire. Celle-ci va exercer un rétrocontrôle de type positif au niveau hypothalamique. La décharge de GnRH constitue la décharge ovulante des

gonadotropines induisant l'ovulation. Après expulsion de l'ovocyte, le corps jaune se forme, croit et secrète la progestérone qui exerce, quant à elle, une rétroaction négative capitale sur le centre nerveux central. Celle-ci en effet va contrarier, empêcher toute libération massive des gonadotropines au niveau de l'hypothalamus et entraver toute croissance finale des follicules (Thibier, 1977). L'utérus, en fin de phase lutéale et en absence d'embryon *in utero*, entraîne la lutéolyse du corps jaune par l'intermédiaire d'une prostaglandine, la PgF₂α. Cette dégradation va lever l'action inhibitrice de la progestérone au niveau central et permettre le redémarrage du cycle sexuel.

CHAPITRE 3 : PHYSIOLOGIE DE LA GESTATION

I- MISE EN PLACE DU PLACENTA

La gestation est un état physiologique de la femelle qui porte un fœtus, elle s'étend de la nidation à la parturition (Dérivaux et Ectors, 1980). Elle débute par la fusion des deux membranes nucléaires de l'ovule et du spermatozoïde aboutissant à la formation d'un œuf qui entre en division : la segmentation. Au moment où celle-ci commence, c'est-à-dire environ 14 à 16 heures après la pénétration spermatique chez la vache (Derivaux et Ectors, 1980), l'œuf entame sa descente vers l'utérus. Entouré de sa zone pellucide, l'œuf se divise en 2, 4, 8, 16, 32, 64 cellules ou blastomères de plus en plus petites qui forment une masse sphérique appelée morula. C'est à ce stade, soit 3 à 4 jours la fécondation, chez la vache, que l'œuf arrive dans l'utérus où il poursuit sa transformation.

Vers le 7^{ème} jour, chez la vache, la masse compacte de la morula se creuse d'une cavité, le blastocœle. Celui-ci se remplit de liquide et s'entoure d'une couche cellulaire aplatie pour donner une blastula ou blastocyste qui possède une structure composée de deux types de cellules :

- ◆ Une couche de cellules périphériques aplaties, adhérant les unes aux autres par des complexes jonctionnels (les jonctions serrées les desmosomes) qui lui confèrent l'aspect d'un véritable épithélium. Appelée trophoblaste ou trophoctoderme, cette couche contribue à la formation des structures extraembryonnaires et plus spécialement de celles qui interviennent dans la formation du placenta.
- ◆ A un pôle du creux blastocyttaire est accolé, à la face interne du trophoblaste, un amas de grosses cellules avec un cytoplasme dense. C'est dans cet amas interne que va se différencier le disque embryonnaire qui donnera le fœtus. Le blastocyste possède ainsi un pôle embryonnaire et un pôle abembryonnaire. Il est toujours entouré de la zone pellucide contre laquelle, sous la pression exercée par le liquide du blastocœle, vient s'appliquer le trophoblaste.

La gestation peut être divisée en deux phases :

- La progestation : c'est la période pendant laquelle l'embryon mène une vie libre (non fixée) dans l'utérus. Il subit une série de divisions cellulaires. La durée de cette période est de 15 à 30 jours. (Soltner, 1993)
- La gestation : elle correspond à toute la période allant de la nidation au vêlage.

Au cours de la gestation, plusieurs événements de nature histologique ont lieu afin d'assurer la survie du fœtus et les échanges avec la mère. Les remaniements structurels consistent essentiellement à la formation du placenta dont la structure anatomique chez la vache est de type localisé cotylédonnaire. Du point de vue histologique, le placenta des ruminants est classé dans le groupe des placentas syndesmo-choriaux. Ils sont composés de cinq couches histologiques différentes.

Le placenta se développe au dépend des membranes fœtaux surtout de celle la plus externe (le chorion) et de la muqueuse utérine. Le chorion est un sac clos dont la forme générale rappelle celle de l'utérus chez les mammifères supérieurs. Il dérive directement du trophoblaste et présente au niveau de sa face externe des villosités ou cotylédons qui s'engrènent dans des formations spéciales de la muqueuse utérine pour donner naissance au placentôme. Les espaces intercotylédonnaires lisses forment le paraplacentôme. L'ensemble paraplacentôme et placentôme forme le placenta. Cette structure permet ainsi les échanges nutritionnels et hormonaux avec le fœtus durant toute la gestation.

La durée de la gestation est variable selon les races bovines. Chez *Bos indicus* on note une durée de 283 à 297 jours (Gouro, 1991) alors que chez *Bos taurus* elle varie de 285 à 288 jours. Chez une même parturiente, le sexe du fœtus semble jouer un rôle important avec une durée un peu plus longue quand il s'agit d'un sexe mâle (Belemsaga, 1993 ; Mamboué, 1987).

Le retour des chaleurs chez les vaches a lieu 40 à 50 jours après la mise bas et peut être influencé par la durée de la lactation (anœstrus post-partum de lactation). Chez la vache Gobra par exemple, la fécondation ne se fait pas tant que la lactation n'est pas terminée bien qu'elle soit courte durée (150 jours à 180 jours) et faible (Yaméogo, 1983).

II- LES HORMONES DE LA GESTATION

II-1 Early pregnancy Factor (EPF) (Facteur précoce de gestation)

Dès la fécondation, le zygote sécrète une substance appelée zygotine. C'est une molécule de faible poids moléculaire qui induit la production, par l'ovaire porteur de corps jaune, d'un facteur précoce de gestation : l'EPF. Celui-ci a été mis en évidence chez la brebis et la vache (Morton et al., 1979 ; Nancarrow et Wallace, 1980). Il apparaît dans le sang maternel quelques heures après la fécondation.

Son rôle physiologique n'est pas encore précisé. Cependant on pense qu'il pourrait avoir des propriétés immunosuppressives et permettrait, avec d'autres facteurs, la tolérance immunologique de l'embryon par sa mère.

II- 2 La trophoblastine

C'est une protéine antilutolytique qui a été mise en évidence chez la brebis par , chez la vache par Zoli. Elle est spécifique aux ruminants. Ces auteurs ont démontré que cette protéine était impliquée dans le contrôle de la sécrétion de la progestérone par le corps jaune. Elle apparaît dès le 12^{ème} jour de la gestation et disparaît au 22 - 23^{ème} jour. Elle est sécrétée par les cellules trophoblastiques, d'où son nom de trophoblastine.

II-3 La Gonadotrophine Chorionique Bovine (bCG)

C'est une hormone de nature glycoprotéine sécrétée au niveau du placenta de bovin. Son équivalent chez l'espèce humaine est la hCG. Son activité a été mise en évidence chez la vache par Foote et Kanshik (1963). Elle a une activité biologique comparable à celle de la LH et peut être extraite dans les cotylédons fœtaux entre 20 et 100 jours après la fécondation.

II-4 Le Lactogène placentaire Bovin (bPL) ou somatomammotrophine Chorionique bovine (bCS)

Le bPL est une hormone qui appartient à la famille de la prolactine/hormone de croissance. Son poids moléculaire oscille entre 20000 et 32000 Da. Elle est sécrétée par les cellules binuclées du trophoblaste. Elle intervient dans la croissance embryonnaire, le développement et l'activité des glandes mammaires. Son activité somatotrope est primordiale durant le premier mois de la gestation car elle jouerait le rôle de l'hormone de croissance hypophysaire qui n'est pas encore apparue à ce stade de la gestation. Elle est détectable à partir du 44^{ème} jour de gestation dans le sang maternel.

II-5 Les protéines spécifiques ou associées à la gestation

Les protéines spécifiques ou associées à la gestation sont sécrétées dans le sang maternel dès le début de la gestation. Ces molécules ont d'abord été mises en évidence chez les ruminants domestiques et sauvages. Par la suite, elles ont été révélées chez d'autres animaux tels que le porc, le zèbre, le cheval et le chat (Gan et al., 1997, Szafranska et al., 1995).

II-5-1 Protéine spécifique à la gestation bovine: PSPB

Elle est synthétisée par les cellules binuclées et a une activité liée à la gestation. Il s'agit d'une glycoprotéine multiforme de poids moléculaire 90, 85, 78, 69 et 48 Kda (Sasser et al., 1989) et 60 Kda pour la PSP60 isolée par Camous et al. (1988).

La PSPB est détectable dans le sang maternel dès le 15^{ème} jour de la gestation (Sasser et al., 1986 ; Humblot et al., 1988). Le seuil de détection est de 2 ng/ml. Son dosage peut être utilisé comme un test de diagnostic précoce de gestation à partir du 30^{ème} jour.

II-5-2 Protéines associées à la gestation PAGs

a) Origine

Les PAGs appartiennent à la grande famille des protéases aspartiques au même titre que la pepsine, la cathepsine D et la cathepsine E (Zarrouk, 1999). Elles sont synthétisées par les cellules binuclées du placenta. Vers le 6^{ème} jour après la fécondation, la différenciation du trophoblaste aboutit rapidement à la mise en place de l'endoderme et du trophectoderme. C'est de ce dernier que sont issues les cellules binuclées. Ce sont des cellules qui subissent une division du noyau mais pas du cytoplasme et qui peuvent migrer vers l'épithélium maternel perdant ainsi le contact avec la membrane basale et les autres cellules (Wooding, 1992 ; Figure 3). Leur proportion varie de 2 à 3% vers le 14^{ème} jour après la fécondation à 20% à des stades plus avancés.

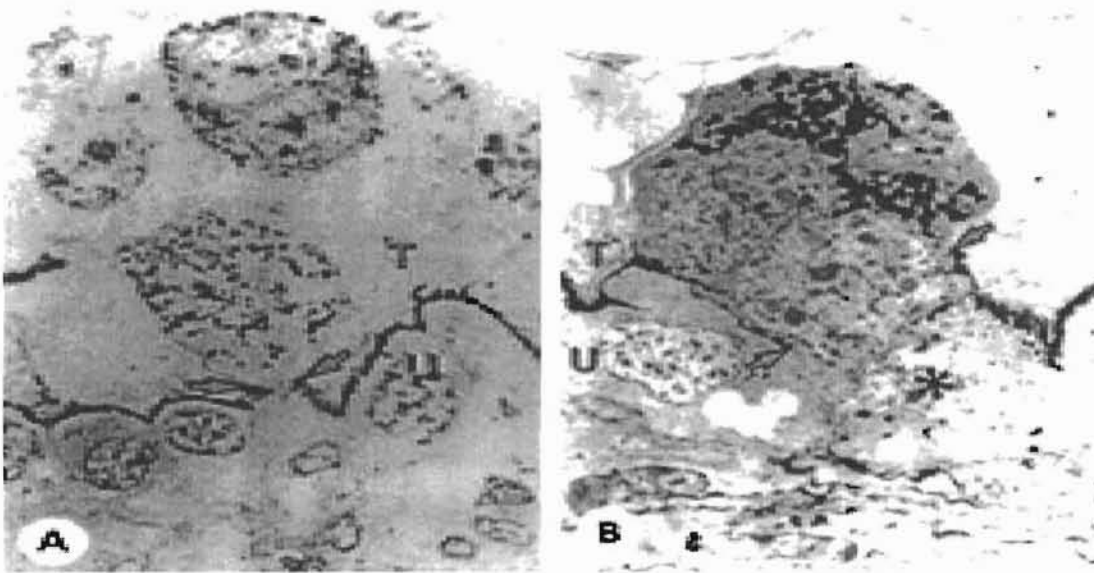


Figure 3 : Migration d'une cellule binuclée dans le placenta bovin
(Source: Wooding et Beckers, 1987)

U = Utérus ; T= Trophectoderme

A : Une cellule binuclée, chargée de granulations, a migré jusqu'à la jonction microvilleuse

B : Une cellule binuclée juste après fusion avec une cellule épithéliale (*) de l'endomètre maternel.

Les cellules binuclées sont riches en granules qui constituent le lieu de synthèse et de stockage de stéroïdes (progestérone), d'hormones lactogènes placentaires et autres protéines dont les plus connues sont les protéines spécifiques (ou associées) à la gestation (PSP et PAG).

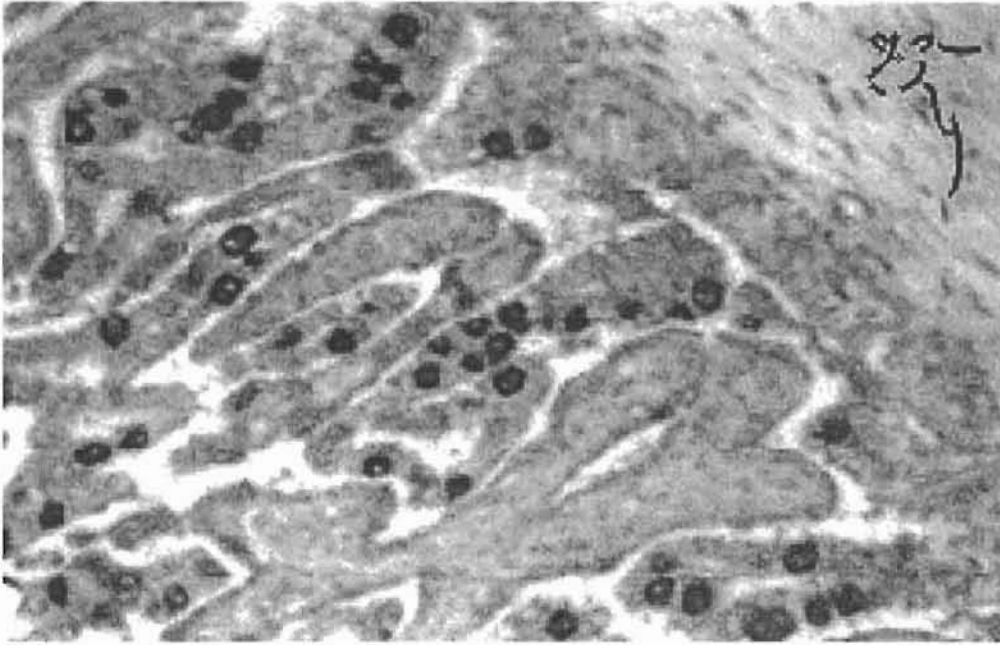


Figure 4 : Interface foeto-maternelle chez la vache.
(D'après Verstegen *et al.*, 1982)

Cette figure montre la localisation des cellules binuclées (Brun) dans les villosités du trophoblaste.

b) Isolement et caractérisation de la PAG

La PAG a été purifiée jusqu'à l'homogénéité et caractérisée par l'équipe du Professeur Beckers (Zoli *et al.*, 1991) à partir d'extraits placentaires. L'isolement et la purification ont été faits de la façon suivante : la première étape à consister à broyer des extraits cotylédonaires et d'en extraire les protéines solubles. Ces protéines ont été fractionnées par précipitation à l'aide d'une série de concentrations de sulfate d'ammonium à des concentrations de 40% à 80% puis séparées par chromatographie sur résine échangeuse d'anions (DEAE Sephadex).

Dans un second temps sur chacune des fractions obtenues, les protéines déjà identifiées sont éliminées. Ceci se fait par chromatographie d'affinité et grâce à des

anti-sérums (albumine sérique, hémoglobine, immunoglobines, hormones lactogène placentaire). A l'issue de cette opération, chacune des fractions résiduelles est utilisée pour l'immunisation de lapins par injections répétées de petites quantités (500µg).

Ainsi plusieurs protéines associées à la gestation ont été isolées et caractérisées par différentes équipes de chercheurs. Les ADN codant pour les PAGs présentent quelques séquences nucléotidiques communes. Le degré de similitude de ces différentes protéines est très variable. Il va d'environ 48,8% à 86,1% (Guruprasad et al., 1996) (Tableau 3).

Tableau 3 : Arbre phylogénique (séquences nucléotidiques) des PAGs construit suivant la méthode de Fitch et Margoliash d'après Guruprasad et al., 1996 (Modifiée)

	bPAG1								
bPAG1	100	bPAG1v							
bPAG1v	86,1	100	bPAG2						
bPAG2	57,8	58,8	100	oPAG1					
oPAG1	70,6	71,6	58,5	100	oPAG2				
oPAG2	60,4	60,2	63,4	60,4	100	poPAG1			
poPAG1	48,8	50,5	48,5	47,4	52,5	100	poPAG2		
poPAG2	56,2	55,1	56,7	54,2	57,4	61,8	100	eqPAG	
eqPAG	54,9	55,2	55,4	55,5	54,6	55,3	58,5	100	

- bPAGv : Bovin Pregnancy Associated Glycoprotein variant
- oPAG : Ovin Pregnancy Associated Glycoprotein
- poPAG : Porcin Pregnancy Associated Glycoprotein
- eqPAG : Equin Pregnancy Associated Glycoprotein

Chez les bovins, deux variantes de la protéine ont pu être identifiées: La PAG1 et la PAG2 qui diffèrent par leur poids moléculaire et leur point isoélectrique (pI).

La PAG1 est une glycoprotéine acide de masse moléculaire de 67 Kda qui a été retrouvée dans les gonades aussi bien chez les mâles que les femelles non

gestantes. Elle présente quatre isoformes de pI :4,4 ; 4,6 ; 5,2 et 5,4. Des expériences de clonage moléculaire, réalisées par Lynch et *al.*, (1992), ont montré l'existence de similitudes entre une forme de 64 Kda de la PSP B et la PAG1.

Cette protéine peut être précocement détectée dans le plasma maternel 3 à 5 semaines après la fécondation (Beckers, 1999a).

Quant à la PAG 2, elle n'a pas été purifiée jusqu'à l'homogénéité. Cependant, des études menées sur sa séquence nucléotidique montrent une similarité de 57,8% entre les deux bPAG (Guruprasad et *al.*, 1996).

Une variante de la PAG 1 (PAG1v) a été identifiée par un antisérum anti-PAG1. Sa séquence nucléotidique est similaire à 91,5% à celle de la PAG 1 (Xie et *al.*, 1995).

c) Rôles de la PAG

Les fonctions physiologiques de la PAG ne sont pas encore clairement définies. Roberts et *al.* (1995), dans un article de synthèse paru dans *Biology of reproduction*, formulaient plusieurs hypothèses et en particulier selon laquelle la PAG ou les molécules apparentées, pourraient exercer un rôle immunomoderateur au niveau de l'interface fœto-maternel en liant et en séquestrant des peptides susceptibles d'être reconnus par le Complexe Majeur d'Histocompatibilité (MHC) (Roberts et *al.*,1995). A ce jour, cette hypothèse n'a pas pu être confirmée expérimentalement.

En zootechnie, le dosage de la PAG permet de répondre à deux interrogations majeures sur l'état reproductif de la vache (du ruminant de façon générale) :

1°) La vache est-elle gestante ou non ?

2°) Sa gestation est-elle normale ou interrompue ?

Ainsi, la PAG constitue un outil de diagnostic pertinent et permanent durant toute la période de gestation.

Plusieurs facteurs tels que la race (Guilbault et *al.*, 1994), le nombre de fœtus (Benitez - Ortiz, 1992) et la période de mise en culture *in vitro* de l'embryon (Ectors et *al.* , 1996) affectent les concentrations périphériques de la PAG.

d) Limites éventuelles de la PAG

La PAG est considérée comme un outil de pointe dans le diagnostic et le suivi de la gestation. Cependant, elle présente quelques inconvénients par rapport aux autres techniques de dosages hormonaux (Progestérone). Cette méthode est moins intéressante à cause de la montée lente des concentration entre le 25^{ème} et 60^{ème} jour après la conception et la disparition plus lente après la parturition. Chez la vache, son taux décroît lentement après la parturition. Si la fécondation survient après le vélage (moins de 70 jours) le télescopage de 2 profils peut entraîner des erreurs (Beckers, 1999b).

III- LES METHODES DE DIAGNOSTIC DE LA GESTATION

Le diagnostic de gestation chez la vache peut se faire selon différentes méthodes. Généralement, elles sont classées en deux grandes catégories : les unes reposent sur appréciation sensorielle (méthodes cliniques) et les autres donnent des indices de la présence d'une gestation (méthodes de laboratoire).

III-1 Les méthodes cliniques

III-1-1 Les manifestations externes de la gestation

Ces méthodes sont basées sur l'observation du comportement des animaux. L'éleveur est tenu de surveiller les femelles mises en reproduction. Après chaque insémination, deux situations se présentent au plus tard dans les 21 jours qui suivent :

- Le retour en chaleurs des vaches. Ceci indique qu'elles ne sont pas gestantes
- La cessation de chaleurs. On émet par conséquent des présomption de gestation à confirmer.

L'application de ces méthodes exige donc de l'éleveur un contrôle régulier des signes de chaleurs au moins 2 fois par jour .de 15 à 30 minutes, matin et soir (Seibou, 2000).

III-1-2 La palpation transrectale

C'est la fouille rectale de la vache. Elle nécessite une parfaite connaissance de la conformation et de la position des organes génitaux internes. Elle permet d'apprécier l'aspect et la consistance du col de l'utérus, de sentir au toucher une dissymétrie des cornes en cas de gestation unique. Au niveau de l'ovaire, il est possible de détecter la présence d'un corps jaune persistant.

Chez la vache, la palpation rectale permet de diagnostiquer la gestation dès la 7^{ème} semaine (Delahaut et *al.*, 1996). Cette technique pourrait présenter certains dangers et notamment les mortalités embryonnaires. Ainsi, Franco et *al.* (1987) ont montré que la palpation rectale précoce (34^{ème} - 35^{ème} jour) peut entraîner des pertes embryonnaires de l'ordre de 10%.

III-1-3 Echographie

Cette technique permet, de visualiser les différentes parties de l'appareil génital et aussi pouvoir observer la présence ou non d'un fœtus.

L'équipement nécessaire pour cette exploration est l'échographe. Il est composé d'une sonde ou capteur de fréquence et de forme variables, et d'un boîtier électronique. Son principe de fonctionnement est basé sur l'émission d'ultrasons et la réception des échos par la sonde. Ces échos sont traduits par la partie électronique.

Selon le stade de la gestation, les images reçus mettent en évidence les vésicules embryonnaires (entre le 11^{ème} et 17^{ème} jour après la fécondation) sous forme d'un massif échogène allongé de 3,8 mm (20^è jour) (Pierson et Guinther, 1988), l'embryon sous forme de « C » (25^è jour) et de « L » (32^è jour) (Seibou, 2000).

Un schéma (Figure 5) a été proposé par Seibou (2000) pour l'application des méthodes les plus utilisées pour le diagnostic de gestation chez la vache par rapport à la date de fécondation.

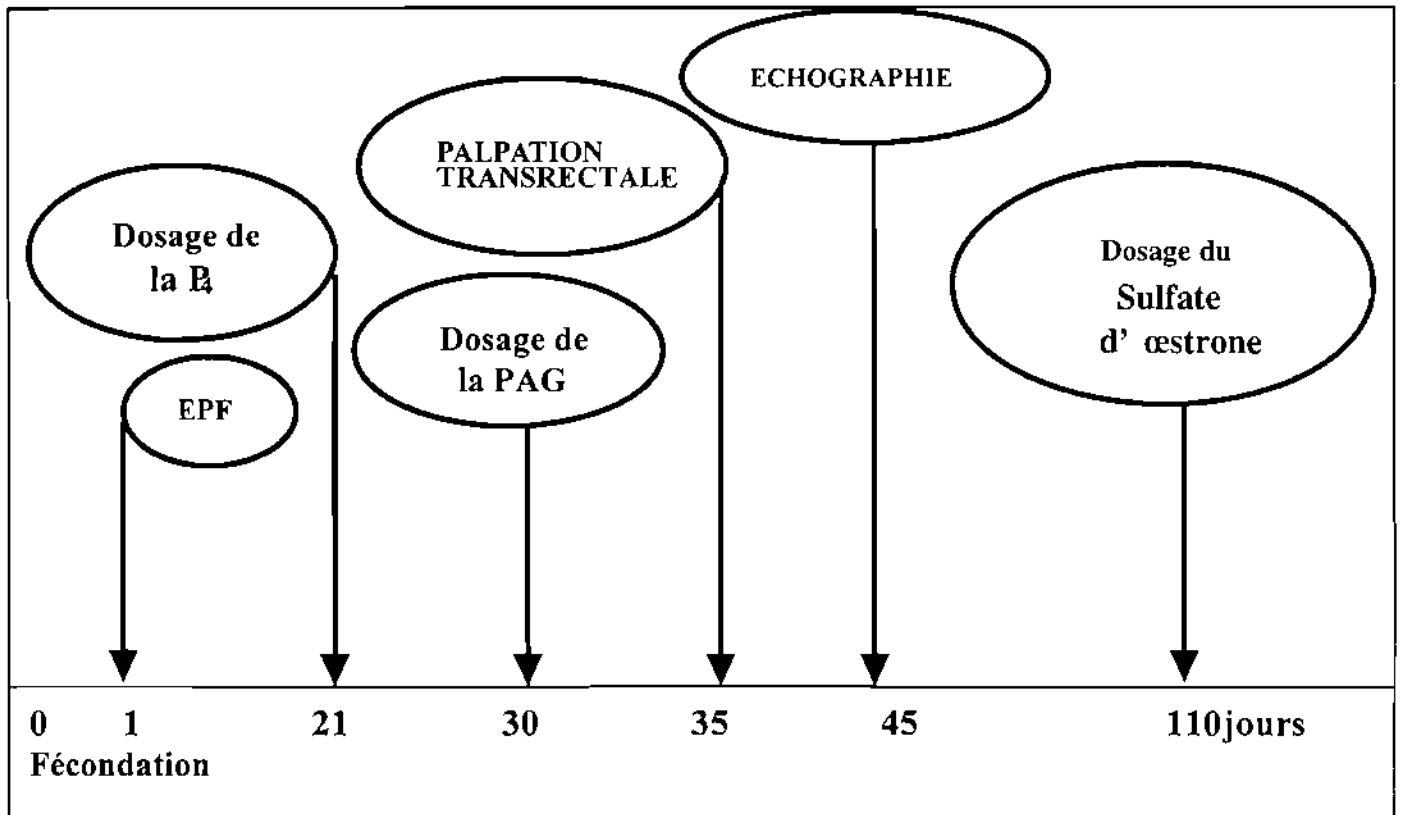


Figure 5: Ordre chronologique d'application des méthodes de diagnostic de gestation chez la vache (D'après Seibou, 2000)

III-2 Les méthodes de laboratoire

III-2-1 Les dosages hormonaux

* *Progestérone*

Le dosage de la progestérone peut s'effectuer dans le sang, dans le lait ou dans la crème (Delahaut, 1978). Chez la vache, la progestérone peut être décelée entre le 19^{ème} et 23^{ème} jour du cycle. Son dosage aux environs du 21^{ème} jour peut constituer un moyen de diagnostic. Cependant, cette technique montre des limites car elle peut conduire à un test positif chez une vache non gestante.

* *Sulfate d'œstrone*

Le sulfate d'œstrone peut être dosé dans le lait ou dans le plasma et permet un diagnostic de gestation spécifique mais tardif. Il aide à distinguer une gestation d'une pseudogestation. Il n'est applicable qu'au delà de 110 jours de gestation, puisque sa

concentration n'augmente fortement qu'après 110 jours de gestation (Flechter et Worsfold, 1988 ; Worsfold et *al.*, 1989).

III-2-2 Le dosage des PAGs

a) Principe de dosage RIA

Le dosage des PAGs plasmatiques s'effectue grâce au principe de compétition entre un antigène marqué (Ag^*) par un élément radioactif (généralement l'iode 125) et un antigène froid (c'est à dire non marqué) pour les anticorps spécifiques (Ac). Deux réactions fondamentales sont la base de ce dosage radioactif des PAGs dans le plasma :

- Fixation des antigènes radioactifs (Ag^*) sur les anticorps (Ac) : Réaction I
- Substitution des Ag^* par des antigènes froids (Ag^o) : Réaction II



La quantité d'antigènes marqués (Ag^*) et d'anticorps restant constante, toute addition d'antigènes non marqué entraîne un déplacement des antigènes déjà fixés aux anticorps et ce déplacement est proportionnel à la quantité connue d'antigènes non marqués introduite dans le milieu d'incubation.

La mesure de la radioactivité du complexe $Ac-Ag^*$ (en coup/minute) s'effectue ensuite grâce à un compteur gamma et les concentrations sont déterminées à l'aide d'une courbe standard préalablement établie. Cette courbe de référence exprime la proportion (B/B_0) Ag^* dans des quantités connues de sérum ou de milieux biologiques connus.

b) Principe de dosage EIA

Le dosage ELISA des PAGs est une technique immuno-enzymatique basée sur le principe de la réaction en sandwich en deux étapes pour la détection de ces molécules dans le sérum ou le plasma des ruminants :

- La première étape consiste à fixer les molécules des PAGs sur des protéines porteuses.
- La seconde étape consiste à provoquer une liaison entre les molécules de PAGs et un substrat approprié.

La formation du complexe PAGs-Substrat se matérialise par un changement de coloration (Virage de la coloration du bleu au jaune-orange) du milieu réactionnel ;

La lecture de la densité optique (D.O.) permet de déterminer la concentration plasmatique ou sérique en PAGs, ce grâce à une courbe standard.

c) Concentration de la bPAG au cours de la gestation

La bPAG est détectable dès le 24^e jour après une saillie fécondante. Sa concentration dans le sang maternel augmente au fur et à mesure que la gestation avance pour atteindre de forts taux sanguins au 9^e mois. La concentration maximale est atteinte dans les 48 heures qui précèdent le vêlage. Ensuite elle diminue jusqu'à 78 ng/ml à 21 jours après la mise bas et n'est plus détectable au-delà du 120^eme jour. (Tainturier et *al.* , 1996)

D'autres auteurs estiment le taux maximum dans la circulation périphérique dans l'ordre de 2462 ng/ml entre le 1^{er} et le 5^{ème} jour avant la parturition (Zoli et *al.*, 1992b) chez les races européennes.

Après la parturition, les concentrations en PAG décroissent lentement. Chez les bovins, le seuil de positivité du diagnostic précoce à 35 jours a été fixé à 0,8 ng/ml ; ceci entraîne un délai minimum de 100 jours post-partum pour la réalisation d'un diagnostic précoce d'une éventuelle gestation suivante (Delahaut et *al.*, 1996). Chez la brebis, la chute du taux est plus rapide (3 à 4 semaines).

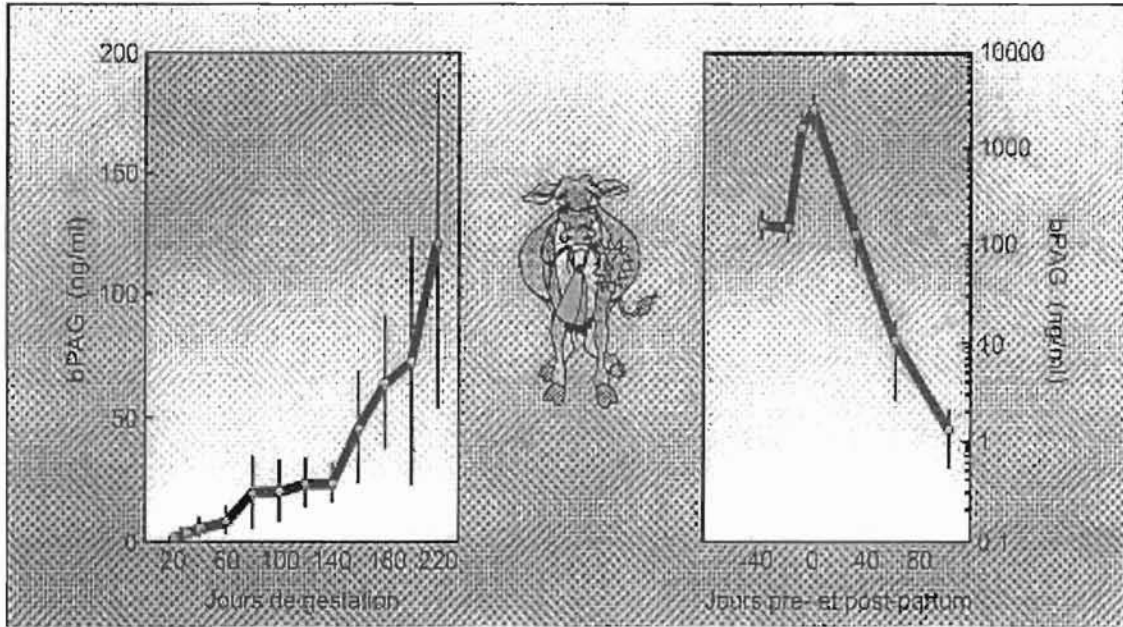


Figure 6 : Profil de concentration de la bPAG chez la vache gestante.
(D'après Zoli et *al.*, 1992b)

DEUXIÈME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES

I- MATÉRIEL

I-1 Le site expérimental

Cette étude a été réalisée à la station expérimentale du Centre de Recherche et de Formation Agronomique (CERFA) de Gampela située en zone soudano-sahélienne à 25 km à l'Est de Ouagadougou (Burkina Faso). La station couvre une superficie de 400 hectares avec pour coordonnées 12°22 latitudes Nord et 1°31 longitudes ouest.

Ce climat est caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. La hauteur d'eau recueillie au cours de cette décennie sur la station est 737,81 mm (600 à 800 mm/an). La température moyenne est de 33°C avec des minima de 8°C à 20°C de décembre à janvier et des maxima de 34°C à 40°C de mars à avril. L'amplitude de variation de la photopériode est de 1 heure 27 mn avec un maximum de 12 heures 45 mn d'éclairement le 21 juin et un minimum de 11 heures 16 mn le 21 décembre.

La végétation est de type savane arborée à arbustive avec strates herbacées dominées par les graminées (*Pennisetum*, *Cenchrus*, *Aristida* et *Brachiaria*) et les ligneux (*Combretum*, *Lanea*, *Parkia* et *Vitellaria*).

L'élevage des bovins dans cette station est de type semi-intensif avec quotidiennement 5 heures de parcours sur le pâturage naturel.

I-2 Les animaux

Les animaux utilisés dans cette expérience sont issus du troupeau de base de la station expérimentale de l'Institut de Développement Rural (IDR) de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. Un ensemble de 11 femelles a été retenu après diagnostic de gestation. Huit (8) vaches ont été confirmées gestantes et les 3 non gestantes ont été inséminées après induction d'œstrus avant être soumises à une série de prise de sang selon une chronologie bien définie. L'âge moyen de ces animaux est $5,4 \pm 1,17$ ans et un nombre de mise bas variant entre 1 et 3. L'alimentation de ces

animaux est constituée essentiellement de pâturage naturel, complétée au retour du pâturage par des tourteaux de coton et du son cubé. L'eau est disponible à volonté.

Le suivi sanitaire du troupeau expérimental est effectué en même temps que celui du troupeau de base. Les animaux subissent un traitement trimestriel systématique contre les parasites internes et externes, la trypanosomiase et la péripneumonie bovine. Dans le cas d'une pathologie infectieuse, un traitement à base d'antibiotique à large spectre associé à un anti-inflammatoire est appliqué. Si la bête en question éprouve des difficultés à s'alimenter, une compensation sous forme de complexe vitaminé lui est administrée.

Tableau 4 : caractéristiques des animaux de l'expérience

Code de la vache	Nombre de vêlages	Age(Mois)	Sexe/Race du veau
Z 1	3	60	F/Local
Z 2	2	84	F/local
Z 3	1	60	F/local
Z 5	3	60	M/local
Z 6	3	48	F/Local
Z 13	2	60	F/Local
Z 179	2	84	F/local
Z 185	2	84	F/local
Z 214	1	60	M/local
Z 222	1	48	F/local
Z Sand	1	60	F/local

II- METHODES

II-1 Protocole d'induction des chaleurs

Le protocole d'induction des chaleurs utilisé pour la synchronisation des vaches inséminées est le suivant :

- Jour 1 : Pose de l'implant Crestar®, Intervet (3mg de Norgestomet) par voie sous cutanée dans le pavillon externe de l'oreille et injection de 2 mg de

solution huileuse de 3 mg de Norgestomet et de 3,8 mg de valérate d'œstradiol.

- Jour 8 : Injection de prostaglandine $F_{2\alpha}$ (solution injectable de luprostiol ; Prosolvin®, Intervet) : 5 mg/100 Kg.
- Jour 10 : Retrait de l'implant et injection de PMSG (Folligon®, Intervet) : 400 U.I./300 Kg.

Les animaux sont ensuite placés sous observation jusqu'à l'apparition des chaleurs où ils sont inséminés.

II-2 Chronologie des prises de sang

Les prises de sang sont effectuées à partir de la veine jugulaire avec des tubes S-monovette héparinés (10% d'heparin) à intervalle d'une semaine pendant la gestation et ce jusqu'à la parturition.

- Prise de sang pour les vaches gestantes.
- Après la parturition, des prises de sang ont été effectuées à intervalle de 3 jours pendant 4 mois.

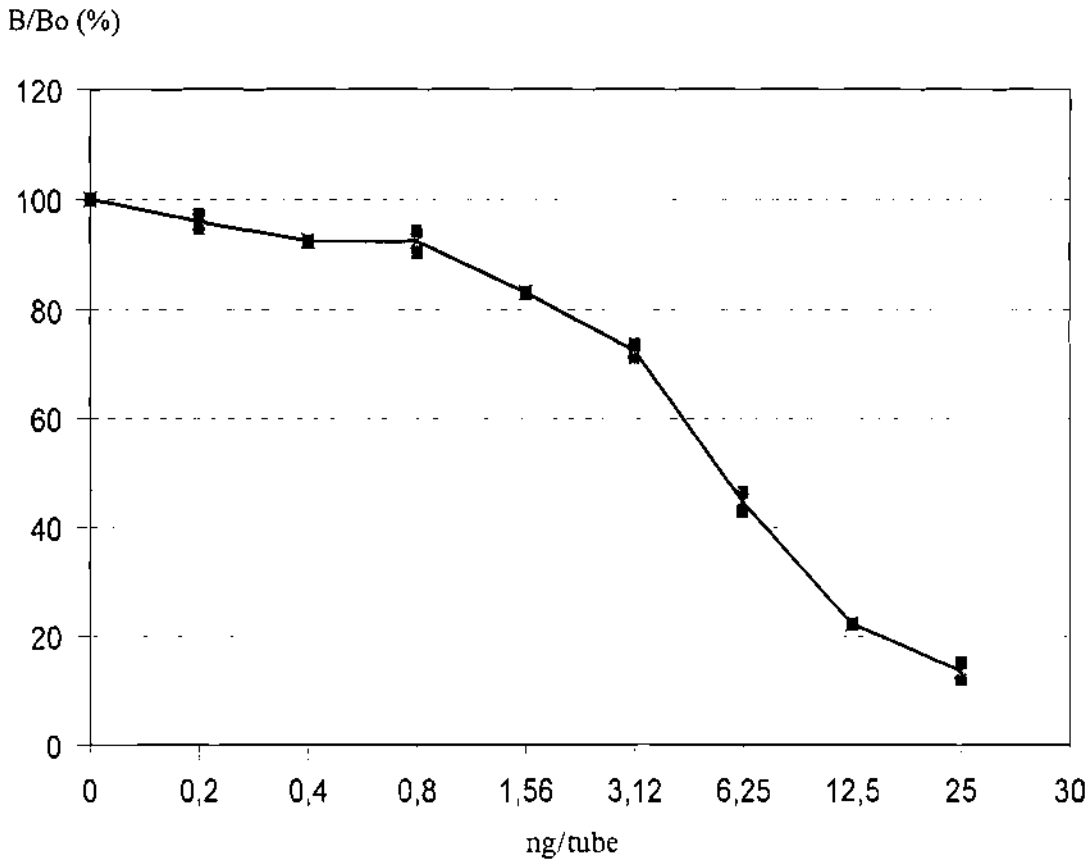
Le sang prélevé est immédiatement centrifugé à 3000 tours/minute pendant 20 minutes et le plasma recueilli dans des cônes et conservé à -20 °C jusqu'au dosage.

II-3 Dosage radio-immunologique (RIA) de la bPAG

Les concentrations plasmatiques de PAG ont été mesurées par le système de dosage radio-immunologique (RIA) tel que développé par l'équipe du Professeur Beckers (Zoli et *al.*, 1992) au laboratoire de physiologie de la reproduction de la faculté de médecine vétérinaire de Liège en Belgique.

Les concentrations de PAG des plasmas ont été déterminées en utilisant une préparation pure bPAG comme traceur et standard. L'anti-sérum utilisé est obtenu chez des lapins immunisés par une préparation sémi-purifiée de bPAG :100 µl de sérum de bovin ont été dilués dans 200 µl de tampon Tris BSA pH 7,5 (0,025 M Tris, 0,01 MgCl₂, 0,1% BSA et 0,01% de sulfate de néomycine). La courbe standard (0,2 à 25ng/ml) (Figure 7) est réalisée par adjonction d'une quantité de bPAG dans 200 µl de tampon Tris et 100 µl de sérum de vache non gestante. 100 µl de l'anti-sérum anti

bPAG à la dilution 1/120000 ont été ajoutés au mélange. Après une nuit d'incubation, 100 µl de ^{125}I bPAG (25000 cpm) sont additionnés et laissés à incubation pendant 4 heures. Ensuite les fractions libres et liées sont séparées par ajout de 1 ml d'Ig G de mouton anti lapin couplé à la cellulose (système DASP : double antibody solid phase). Le milieu réactionnel est laissé à incubation pendant 2 heures avant l'addition de 2 ml de tampon. Les tubes sont centrifugés à 1500g pendant 15 minutes, le surnageant est éliminé et la radioactivité des culots est mesurée dans un compteur multigamma (Wallac 1261). Les tubes pour lesquels un pourcentage de liaison B/Bo est inférieur à 20% ou supérieur à 80% ont été dosés à nouveau avec la technique sans préincubation.



En abscisse : B/Bo x 100

En ordonné : (échelle logarithmique) Quantité d'hormone froide additionnée au milieu bPAG ajoutée au milieu

Figure 7 : Courbe standard du dosage radio-immunologique de la bPAG

II-3 Analyses statistiques

Les données ont été traitées à l'aide des logiciels Excel 97 pour les différents calculs (moyennes, écarts types). Les représentations graphiques ont été réalisées avec le logiciel Havard graphics. Les résultats sont exprimés en Moyenne \pm écart-type et les différences considérées significatives au seuil de probabilité $p < 0,05$. Les différents facteurs de variation ont été effectués par l'analyse de variance non orthogonale de Fredman (ANOVA) à effet fixe.

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

I RÉSULTATS

I-1 Cinétique de la bPAG après Insémination Artificielle

Le suivi de la bPAG depuis l'insémination artificielle chez 3 femelles a permis de préciser le moment de détection de cette molécule dans le sang périphérique de la vache zébu Azawak. Des traces de bPAG sont détectables 4 semaines après la conception (Figure 8). Cette concentration est de $0,39 \pm 0,27$ ng/ml. Elle augmente progressivement pour atteindre la valeur de $9,37 \pm 8,91$ ng/ml au bout de la 8^{ème} semaine. A cette période, la gestation peut être également diagnostiquée par les techniques antécédentes (échographie, palpation transrectale, dosage de progestérone, etc.).

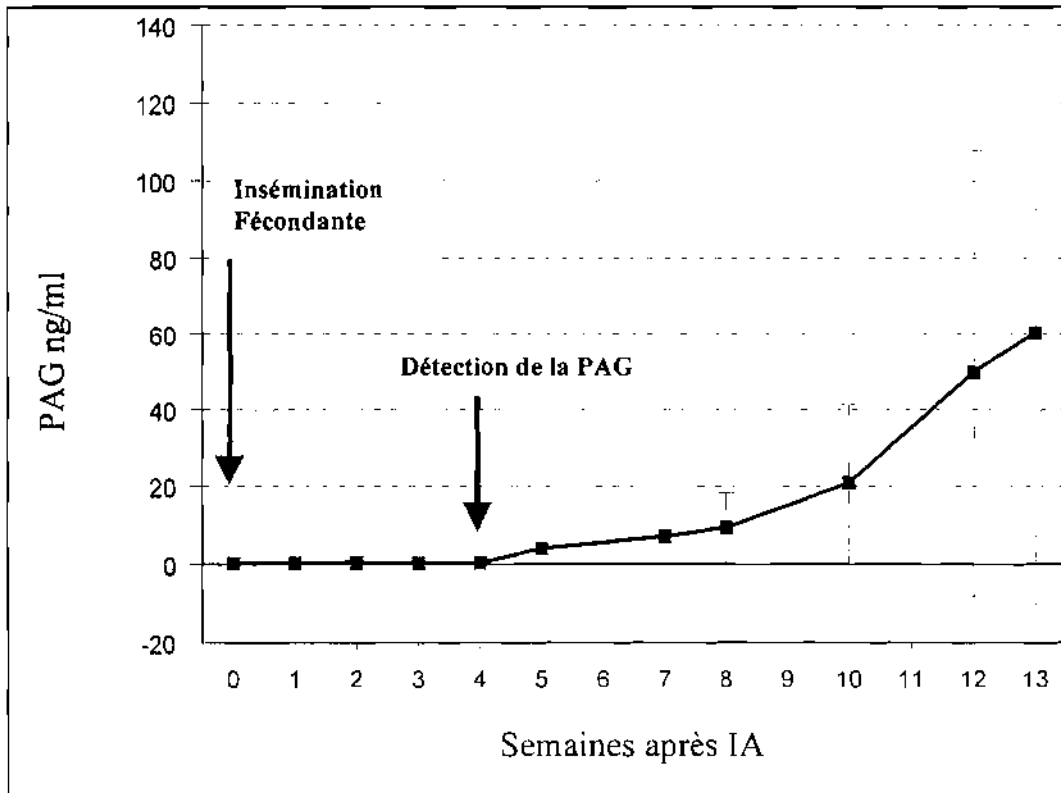


Figure 8 : Concentration moyenne de la PAG après IA chez 3 femelles zébus Azawak (Moyennes ± Ecart-type, n=3)

La concentration de PAG à la 4^{ème} semaine après IA dans le sang maternel est variable selon les vaches. Elle est de 0,58.ng/ml chez la vache Z5 (Figure 9 a) et de 4,01ng/ml pour la Z 1.(Figure 9 b)

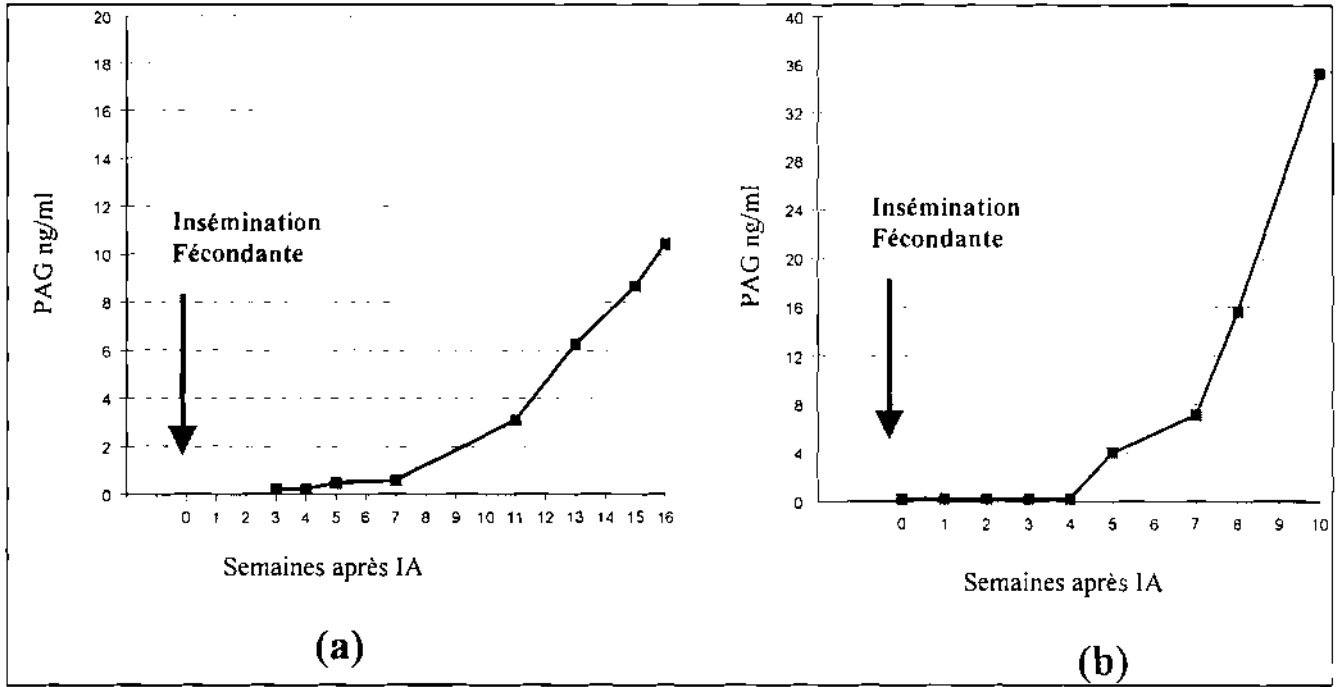


Figure 9 : Concentration de la PAG après IA chez la vache Z 5 (a) et chez la vache Z 1 (b)

La figure 10 montre le profil moyen de la PAG sur l'ensemble de la période de gestation pour (n=10) femelle zébu Azawak.

Les taux moyens de PAG sont détectables par RIA à la 4^{ème} semaine, ils augmentent progressivement pour atteindre des valeurs de $122,93 \pm 27,59$ ng/ml à la 24^{ème} semaine c'est à dire en milieu de gestation et $1018,04 \pm 560,85$ ng/ml la semaine de la mise bas. L'établissement de courbes de tendance de ces trois stades de la gestation montre des différences au niveau du pourcentage d'augmentation de la concentration plasmatique de cette glycoprotéine.

. Durant la première phase la pente de la courbe de PAG est faible. Cette pente de la courbe de tendance est de 1,97 %, elle augmente en milieu de gestation (11,68 %) et en fin de gestation, elle est très importante (36,79 %).

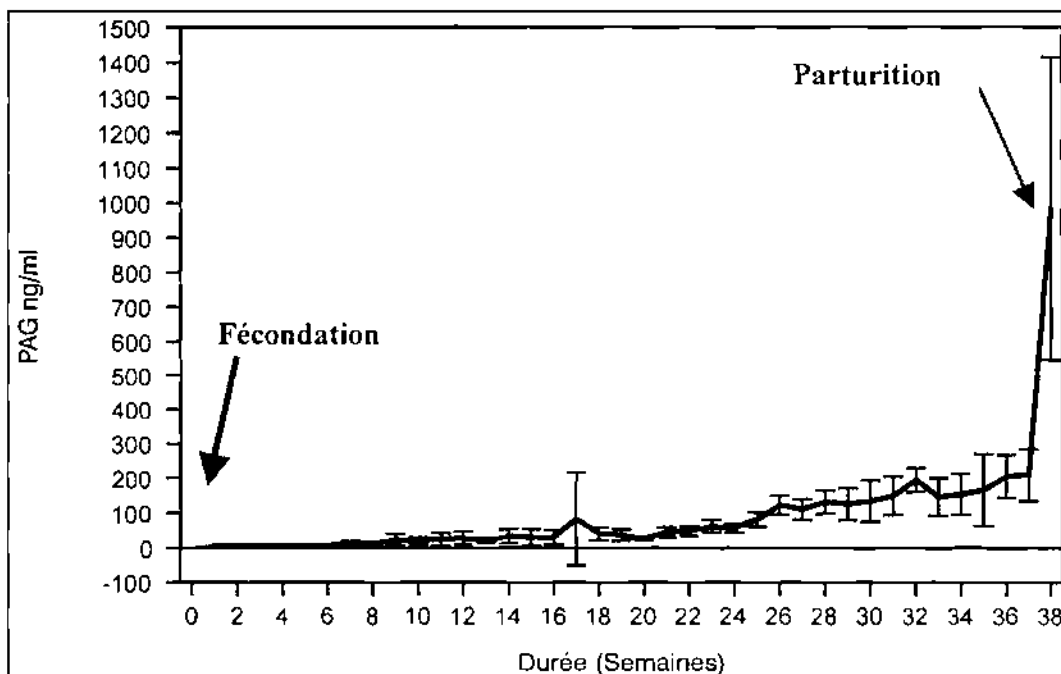


Figure 10 : Profil moyen de la PAG durant la gestation
(Moyenne \pm Ecart-type, n=10)

L'analyse statistique effectuée montre que l'augmentation de la concentration de PAG entre le début (0,29 ng/ml) et le milieu c'est à dire vers la 20^{ème} semaine de gestation (37,93ng/ml) est significative ($p < 0,05$). L'augmentation de la concentration de PAG est plus forte que en début de gestation.

I-2 Cinétique de la PAG péri-partum et post-partum

La figure 11 traduit l'évolution de la concentration de PAG (moyenne \pm écart-type) autour de la parturition.

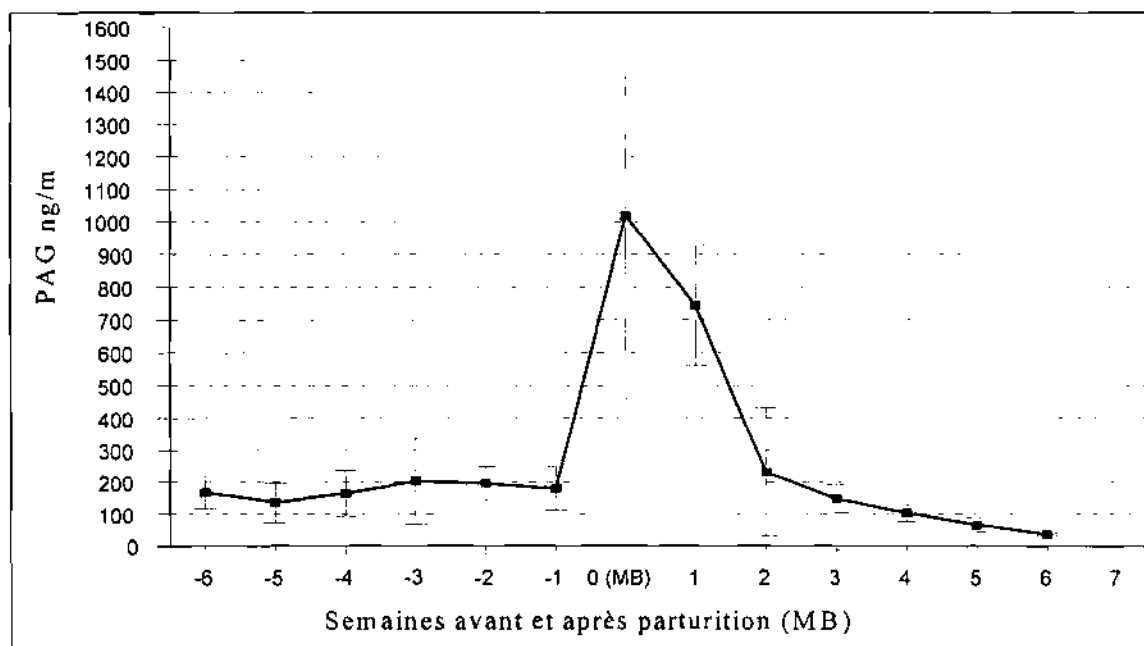


Figure 11 : Concentration péri-partum de la PAG chez la femelle zébu Azawak

On constate une rapide augmentation de la concentration de PAG la semaine précédant la mise bas (environ une augmentation de 502,90%). Le pic de PAG (1018,04 ± 560,85 ng/ml) est atteint dans la semaine de vêlage (1 à 2 jour avant la mise bas). La valeur de l'écart-type à la parturition montre une grande variation du pic selon les vaches.

Après la parturition, les concentrations de PAG dans la circulation périphérique (figure 12) chute rapidement durant les semaines suivantes à des valeurs 345,37 ± 231,52 ng/ml à la 2^{ème} semaine. Ensuite, cette baisse est ralentie et les concentrations sont de 41,27 ± 14,85 ng/ml à la 6^{ème} après parturition. L'évolution de la courbe de tendance à ce moment donne une pente à la chute de 5,11% avec un coefficient de détermination de 0,79.

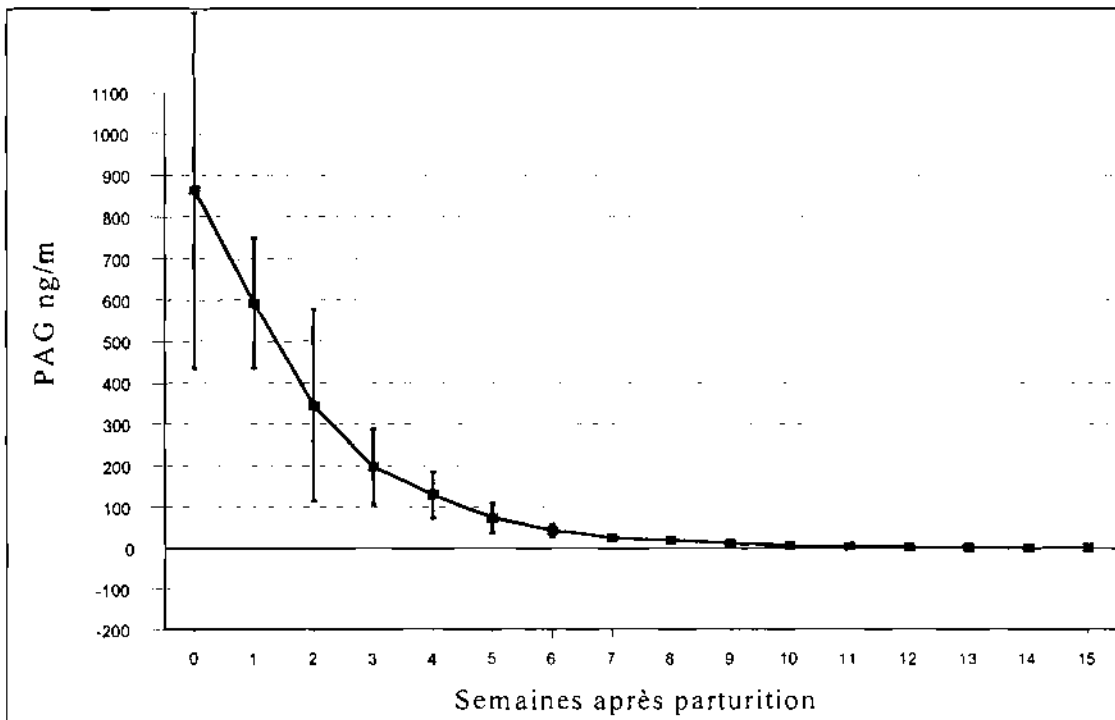


Figure 12 : Concentration de la PAG post-partum chez 10 femelles zébus Azawak. (Moyenne ± Ecart-type)

Il faut en moyenne 15 ± 2 semaines pour que la concentration de PAG ne soit plus dosable dans le sang maternel. De la 1^{ère} semaine de parturition à la 6^{ème} semaine le taux de PAG chute considérablement : Elle passe de 1018,04 ± 850,85 ng/ml à la parturition à 41,27 ± 14,85 ng/ml à la 6^{ème} semaine post-partum. Elle met ensuite 7

semaines pour passer au-dessous du seuil de détection (0,5 ng/ml). La comparaison de la concentration entre la 6^{ème} et la 2^{ème} semaine indique une différence significative au seuil de probabilité $p < 0,05$. Les valeurs entre la 6^{ème} et la 15^{ème} semaine sont également différentes.

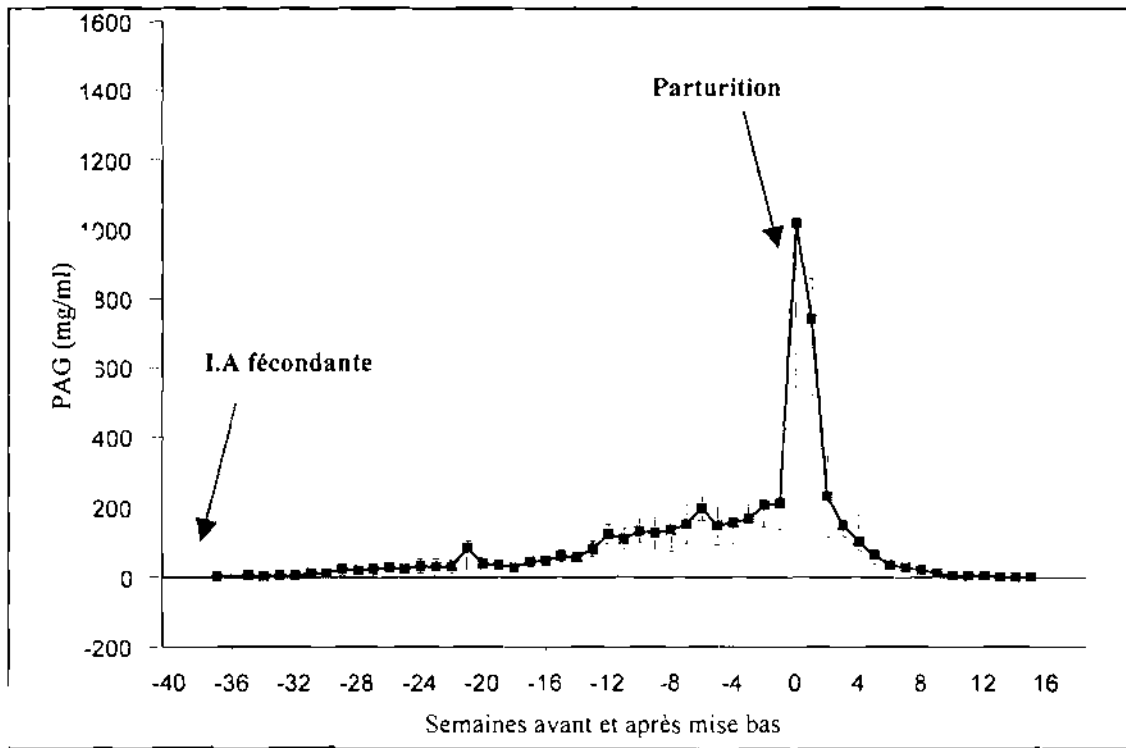


Figure13 : Profil des PAGs chez le Zébu Azawak

I-3 Profil atypique de la PAG

Le suivi de la PAG dans son entièreté a permis d'identifier, au cours de l'expérience, une femelle zébu soumise à un régime de sous nutrition alimentaire. Cette femelle se différencie par un profil atypique de PAG. Les concentrations de PAG au cours de la gestation sont plus élevées et nettement au dessus de la moyenne générale des 10 autres vaches.

Au début de la gestation notamment à la semaine -37 c'est à dire 4 semaines après la fécondation, la concentration de PAG chez cette vache est de 3,35 ng/ml contre 3,07 ng/ml pour la moyenne. Par contre en milieu de gestation, les profils de

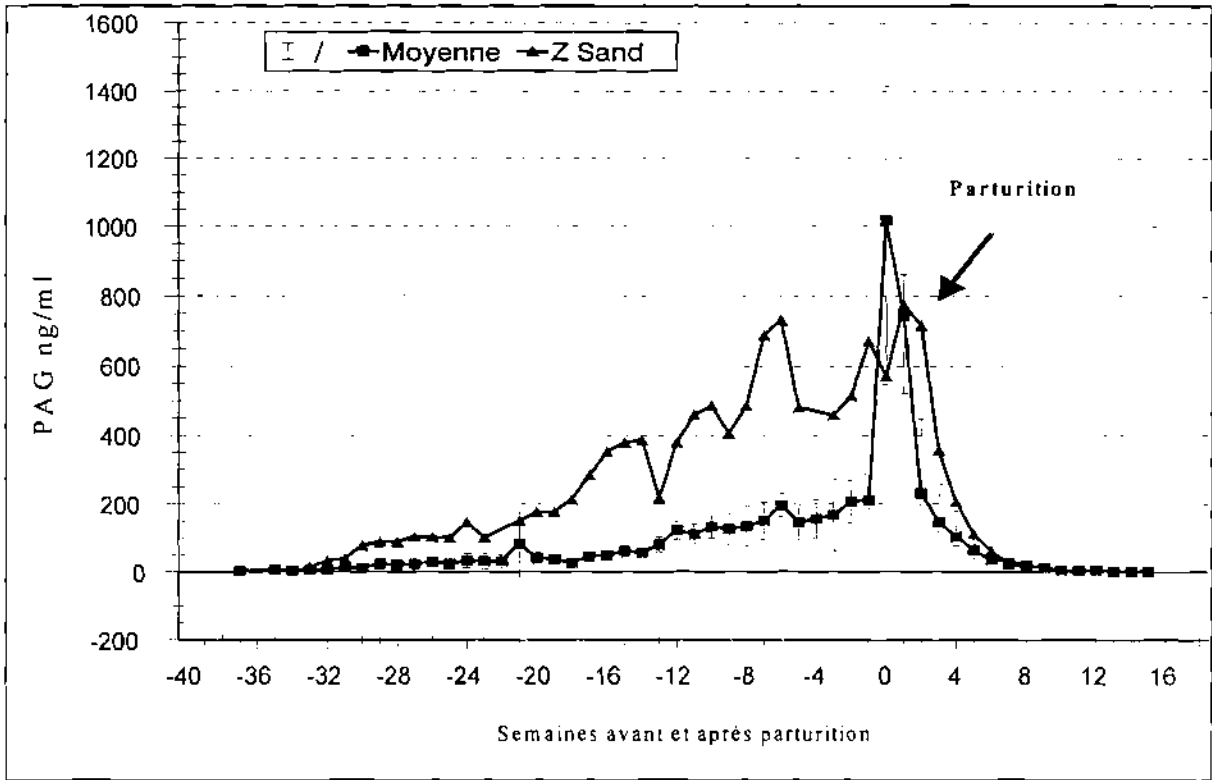


Figure 14 : Profils comparés de la PAG chez une vache soumise à un régime de sous nutrition par rapport à la moyenne générale

concentrations plasmatiques sont distincts. A la 15^{ème} semaine (second tiers de la durée totale de gestation), elle atteint 145,45 ng/ml chez Z Sand contre 33,15 ng/ml pour la moyenne des vaches. A la parturition, le pic de PAG chez la moyenne des vaches normales est plus élevé que chez la Z Sand (respectivement $1018,04 \pm 560,85$ ng/ml ($n=10$) contre 774,48 ng/ml). La comparaison des deux concentrations donne une valeur de $p=0,21$. Après la parturition, la PAG disparaît plus lentement chez cette vache que la résultante des autres vaches. En effet à la 2^{ème} et à la 6^{ème} semaines après la mise bas, les concentrations de PAG sont respectivement de $345,37 \pm 231,52$ ng/ml ($n=5$) et $41,27 \pm 14,85$ ng/ml chez les vaches normales contre 716,22 et 61,45 ng/ml aux mêmes périodes pour la Z Sand. L'analyse statistique fait

ressortir une différence significative à la 2^{ème} semaine ($p=0,023$) ainsi qu'à la 6^{ème} semaine ($p=0,37$).

II- DISCUSSION

Le dosage des PAGs chez le zébu Azawak a permis d'établir pour la première fois le profil des concentrations des différentes périodes de la gestation du zébu vivant sous les tropiques. Ainsi pour une vache donnée, il est possible d'indiquer la durée approximative de gestation, d'apprécier l'évolution de la gestation et de préciser le stade de la gestation.

Le diagnostic précoce de gestation par le dosage de bPAG présente des variations suivant le moment du prélèvement. Sur les trois femelles qui ont fait l'objet de cette étude durant cette période, le seuil de positivité peut être atteint plus ou moins rapidement. Les concentrations moyennes de la bPAG au stade précoce de la gestation (entre 3^{ème} semaine et 6^{ème}) déjà utilisée par Chemli et *al.* (1996) peuvent servir de base de comparaison. Le taux moyen de la bPAG chez le zébu Azawak de la conception à la 6^{ème} semaine est $4,74 \pm 2,71$ ng/ml ($n=4$). Les concentrations mesurées n'indiquent pas de différence significative entre les individus étudiés ($p < 0,05$).

Chemli et *al.* (1996) fixent précisément le seuil de positivité (taux $>0,8$ ng/ml) au 22^e jour pour certaines vaches et le 35^e jour après la conception pour toutes les femelles de race Prim'Holstein. La fiabilité et l'exactitude de ces tests dépendraient alors des antécédents de la vache en question (date de la dernière mise bas, survenue récente d'une interruption de gestation, etc.)

La durée moyenne de la gestation observée est de 39 semaines. Les tracés des différentes femelles ($n=10$) montrent une variation de concentration de $20,58 \pm 10,49$ ng/ml (10^{ème} semaine) à $167,27 \pm 104,59$ ng/ml (35^{ème} semaine de gestation). Les différences entre les taux plasmatiques de PAG à ces différentes périodes sont significatives ($p=0,003$). La concentration de la PAG, dans la circulation périphérique maternelle, augmente continuellement tout au long de la gestation. Cependant la cinétique de sécrétion de cette molécule est différente selon que l'on se situe en début, milieu ou fin de gestation. Ces variations s'expliquent par l'augmentation de la surface de contact fœto-maternel liée à la croissance du fœtus et à l'apparition

d'autres boutons cotylédonaires. Cette situation semble être classique chez les bovins (Beckers et *al.*, 1988) à la différence des ovins dont le profil présente un palier à la période équivalente. Zarrouk et *al.* (1998) ont fait le constat que la concentration de PAG n'augmentait pas considérablement au cours de la gestation des ovins. Selon Willard et *al.* (1995), la structure du placenta serait à l'origine de cette différence. De plus, ils notent l'existence de deux pics.

Il est important de souligner que le dosage ponctuel de la PAG comme biomarqueur de gestation ne donne pas de renseignements fiables sur l'état de vie du fœtus. C'est plutôt l'évolution de la concentration de cette molécule dans le sang maternel sur une période donnée, c'est à dire sa cinétique, qui permet de se prononcer sur les relations fœto-maternelles.

La concentration de PAG à l'approche de la parturition s'élève rapidement pour atteindre un pic de $1018,04 \pm 560,85$ ng/ml. Ceci serait lié à une activité plus accrue du placenta se préparant pour la parturition. Ce pic varie énormément selon les vaches d'où les écart-types très élevés. Sasser et *al.* (1986) ont pu mesurer des taux plus faibles en situation normale (542ng/ml). Selon Zoli et *al.* (1992), le pic est de 2462ng/ml chez des races taurines européennes. D'autres équipes ont détecté des valeurs différentes des précédentes mais comprises dans la limite des valeurs de 1975 ± 159 ng/ml pour les vaches de races européennes et 1714 ± 86 ng/ml pour celles de races de l'Amérique du Nord (Dosogne et *al.*, 1999). Cette grande variation semble être soumise à des facteurs relevant de la race des géniteurs, de l'état immunitaire fragile de la mère à l'approche de la mise bas (Sousa, 2000), de l'âge de vache portant la gestation.

Après la parturition, les concentrations de PAG diminuent progressivement. En effet après la mise bas, la PAG présente dans le sang de la mère est soumise uniquement à une activité catabolique compte tenu de la disparition de la principale source de production. Chez la femelle Azawak, ce taux diminue de 22,70% au cours des 2 semaines suivant la parturition. Tainturier et *al.* (1996) observent une baisse de 18,71% pour les vaches laitières et pour la même durée. La PAG n'est plus détectable dans le sang à la 15^{ème} semaine. Cette durée est plus courte que celle indiquée par Beckers (1987), la PAG ne disparaîtrait qu'à la 17ème semaine. Zoli (1992) rapporte

que la concentration sérique de la bPAG revient au dessous du seuil de détection entre la 11^{ème} semaine et la 17^{ème} semaine. La persistance de ce taux résiduel serait liée au remaniement post-partum de l'utérus, ce qui aurait une influence sur le métabolisme de la PAG.

Au cours de cette étude, une femelle zébu Azawak a présenté un état corporel maigre et de forts taux de PAG au cours des deux derniers trimestres de la gestation. Cette femelle a été fécondée en saison fraîche (juillet) et a mis bas en fin de la saison sèche (Avril), quand le disponible fourrager était rare et de mauvaise qualité. Chez d'autres espèces comme l'homme et les ovins, la carence alimentaire est caractérisée par une augmentation de la surface du placenta (Lumey, 1998, Wallace, 1996 ;Wallace et *al.*, 1997a). Wallace et *al.* (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. Par ailleurs, de fortes concentrations de PAG au cours de la gestation chez Z Sand pourraient être liées à la lenteur du processus de disparition de la PAG dans la circulation maternelle.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le dosage RIA de la bPAG a permis pour la première fois d'établir la cinétique de cette glycoprotéine chez la femelle zébu Azawak en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Il a permis en outre de préciser le moment d'apparition de cette protéine dans le sang maternel.

La cinétique de cette protéine est semblable dans son ensemble à celle des taurins de race européenne : Les concentrations de PAG augmentent continuellement jusqu'à la parturition ; après le part le profil est indique la disparition progressive de cette PAG.

Au cours de cette même étude, l'effet de la sous alimentation sur la sécrétion de la PAG a pu être mis en évidence chez une femelle sous nutrie. En effet, le suivi de la gestation dans son entièreté a permis de mettre en évidence l'effet de l'alimentation sur les échanges fœto-maternels chez une femelle soumise à une sous nutrition. Il serait envisageable que la cinétique de la PAG soit étudiée en relation avec l'alimentation avec un lot sous alimenté et un lot sur alimenté afin de tirer des conclusions définitives. Par ailleurs, l'étude des corrélations entre les taux plasmatiques de PAGs et l'âge des vaches, le poids et le rang de vêlage pourront permettre de mieux suivre la gestation.

BIBLIOGRAPHIQUE

Achard F., Channo M., 1994. Un système d'élevage performant bien adapté à l'aridité à Toukounous, dans le Sahel nigérien. Note méthodologique. *Sécheresse* 1995. n°2, vol. 6 : 215-22.

Beckers J.F., 1988. Folliculogénèse et transplantation embryonnaire chez les ruminants. *Bull. Acad. Méd. Bel.*, n° 12, Vol. 144 : 607-620

Beckers J.F., 1999a. Les protéines associées à la gestation chez les ruminants: Biomarqueurs au service du diagnostic. *Ann. Méd. Vét.*, vol. 143 : 253-263.

Bekers J.F., 1999b. Les protéines associées à la gestation chez les ruminants : Biomarqueurs du 3^{ème} millénaire. Paru dans *Elevage & Santé*, Périodique trimestriel, July 1999(n°1).

Bèlemsaga D.M.A., 1993. Contribution à l'étude de la biologie et de la productivité du zébu Azawak (*Bos indicus*) en exploitation semi-intensive au Burkina Faso. Thèse Méd. Vét. Dakar 105 p.

Benitez-Ortiz W., 1992. Diagnostic de gestation et étude de la mortalité embryonnaire chez les ruminants par la Pregnancy-associated Glycoprotein (PAG). Ph. D. Thèse, Institut de Médecine Tropicale Prince Leopold, Antwerp, Belgique.

Boly H., Somé S.S., Kabré A., Sawadogo L., Leroy P., 2000. Performance laitière du zébu Azawak en zone soudano-sahélienne (station de Loumbila au Burkina Faso), *Annales de l'Université de Ouagadougou. série B*, vol. 8 : 127-139

Camous S., Charpigny G., Guillomot M., Martal J., Sasser R.G., 1988. Purification of one bovine specific protein by high- performance liquid chromatography (HPLC) *In*

Proc. Int. Workshop on maternal recognition of pregnancy and maintenance of the corpus luteum. Jerusalem.

Chemli J., Tainturier D., Beckers J. F., Hmidi L., Zaiem I., 1996. Diagnostic précoce de gestation chez les bovins par dosage d'une protéine trophoblastique (b PAG : Bovin Pregnancy associated Glycoprotein) *Actualité Scientifique : Reproduction et Production laitière*, Edition. Aupelf-Uref, 179-192 (communication).

Couture A., 1948. Contribution à l'ethnologie du zébu dit de «l'Azawak» *Bull. Service. Elev. Méd. Vét. AOF*, n°1, Vol. 1 : 42-49.

Delahaut Ph., Beckers J.F., Ectors F., 1978. Diagnostic précoce de gestation chez les différentes espèces animales. *Ann. Méd. Vét.*, n° 122 : 205-208.

Delahaut Ph., Sulon J., Ectors F., Beckers J.F., 1996. Le diagnostic au service de la reproduction : fertilité – gestation – anoestrus. *Actualité Scientifique : Reproduction et production Laitière*. Edition. Aupelf-Uref, 95-102.(Communication).

Derivaux J., 1971. Reproduction sur les animaux domestiques : physiologie. Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège , 5-82.

Dérivaux J., Ectors F., 1980. Physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Paris: édition du point vétérinaire 273 p.

Dobson H. et Kamponpatana M., 1986. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparaison between buffaloes, cows and zebu. *Journal Reprod. Fert.*, n° 77: 1-36.

Dosogne H., Burvenich C., Freeman A.E., Kehrli M.E., Detilleux J.C., Sulon J., Beckers J.F., Hoeben D., 1999. Pregnancy-associated glycoprotein and decreased

polymorphonuclear leukocyte function in early post partum dairy cows. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, January 1999, n°67, Vol.1 : 47-54 (Article).

Drame E.D., Zongo M., Sousa N.M., Fall A., Diack A. Sulon J., Hanzen C., Beckers J.F., 2000. Pregnancy Associated Glycoprotein concentration in N'Dama cows followed several months after parturition and mated with a fertile bull. *16th Annual Meeting*, 8-9 September 2000, Santander Spain, p.138.

Drion P.V., Beckers J.F., Derivaux J., Ectors F., 1993. Physiologie de la reproduction d'après le manuel "Reproduction chez les animaux domestiques " Vol. 1.

Ectors F.J., Smith L.C., Sulon J., Delval A., Remy B., Avery B., Beckers J.F., 1996. bPAG profiles in recipient heifers after transfert of ivf and nuclear transfert embryos. *Theriogenology*; n° 45 : 283.

Fletcher N. A., Worsfold A. I., 1988. A direct RIA for oestrone sulphate in serum. *British Vet. J.*, n°144 : 269-272.

Foote W.C., Kaushik D.K.; 1963. LH activity in bovine reproductive tissue, *J. Animal Sciences* 22, 857-858.

Gan X., Xie S., Green J., Roberts R. M. 1997 : Identification of transcripts for pregnancy associated glycoprotein (PAG) in Carnivora and Perissodactyla. *Biol. Reprod.* n° 56 : Abstract 431.

Garbayo J. M., Remy B., Alabart J.L., Folch J. Wattiez R., Falmagne P., Beckers J. F., 1997. Isolation and partial characterization of a pregnancy associated glycoprotein family from the goat placenta. *Biol. Reprod.* n° 58 : 109-115.

Gouro S.A., 1980. Le diagnostic de la gestation chez la femelle zébu. Collection A.C.C.T. p.1-4

Gouro S. A.; Yenikoye A., 1991. Etude préliminaire sur le comportement d'œstrus et la progestéronémie de la femelle zébu (*Bos indicus*) Azawak au Niger : *Rév. Elev. Vét. Pays tropi.*, n°44, Vol 1 : 100-103.

Guruprasad K., Blundell TL, Xie S., Green J., Szafranska B., Nagel RJ., McDowell K., Ben Baker C., Roberts RM., 1996. Comparative modeling and analysis of amino acid substitutions suggests that the family of pregnancy-associated glycoproteins includes both active and inactive aspartic proteinases. *Protein Engineering*.

Green J., Xie S., Newman A., Szafranska B., Roberts R. M. Baker C. B., McDowell K., 1994. Pregnancy associated glycoproteins of the horse. *Biol. Reprod.* n° 50, Suppl.1 : Abstract 152.

Humblot P., Camous S., Martal J., Charlery J., Jean-Guyot N., Thibier M., Sasser R. G., 1988. Pregnancy Specific Protein B, progesterone concentrations and embryonic mortality during early pregnancy in dairy cows. *Journal Reprod. Fert.*, n° 83: 215-223.

Humblot P., de Montigny G., Jeanguyot N., Tetedoie F., Payen B., Thibier M., Sasser R. G., 1990. Pregnancy-specific protein B and progesterone concentrations in French alpine goats throughout gestation. *Journal Reprod. Fert.* n° 89:205-212.

Humblot P., Courtin H., Jeanguyot N., Thibier M., Sasser R. G., 1992. Pregnancy specific protein B and oestrone sulfate concentrations during pregnancy and mortality in dairy goats. 12th International Congress on Animal Reproduction. The Hague, Netherlands. pp. 2 .

Lynch R.A., Alexander B.M., Sasser R.G., 1992. The cloning and expression of the bovine Pregnancy specific Protein B. *Biol. Reprod.*, n°46, suppl. 1: 73

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

Mamboué D., 1987. Quelques aspects de la reproduction chez la femelle Baoulé «*Bos taurus*» : Comportement d'œstrus – Etude post-partum. Mémoire de fin d'étude. I.D.R. 89pages.

Mialon M.M., 1991. Etude de la mortalité embryonnaire en race charolaise par une protéine sérique de gestation : La PSP60. DEA de biologie et agronomie, ENSA Rennes. France.

Morton H., Clunie G.J., Shaw F.D., 1979. A test for early pregnancy in sheep. *Res. Sci.* 26, 261-262

Nancarrow C.D., Wallace A.L.C., 1980. Detection of fertilization in sheep and cattle : serological estimation and description of properties of an early pregnancy factor, *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Reprod. & I.A.* 3. 85 (Abstract)

Palmer E., 1985. Cycle œstrien en saison ovulatoire. *GTV*. n° 85. 1Eq. 016.

Pessinaba I.Y., 1977. Contribution à l'étude du cycle œstral de la femelle zébu "*Bos indicus*" par des techniques cytologiques. Thèse méd. Vét. Alfort n° 117 : 147p.

Randel R., 1984. Reproduction endocrinology of Brahman cattle *In* Reproduction des ruminants en zone tropicale, INRA, Colloque n°20 : 905-922.

Roberts R. M., Xie S., Nagel R. J., Low B., Green J., Beckers J. F., 1995. Glycoproteins of the aspartyl proteinase gene family secreted by the developing placental. Aspartic proteinases: Structure, Function, *Biology and Biomedical Implications* : 231-240.

Sasser R.G., Crok J., Ruder C.A., 1989. Characteristic of pregnancy- specific protein B in cattle. *Journal Reprod. Fert.*, n° 35 : 936-942.

Sasser R.G., Ruder C.A., Ivani K.A., Butler J.E. Hamilton W.C., 1986. Detection of pregnancy by radioimmunoassay of a novel pregnancy-specific protein in serum of cows and a profile of serum concentrations during gestation. *Biol. Coll. Sciences et techniques agricoles. Journal. Reprod.*, n° 35 : 936-942.

Seibou O. K., 2000. Moyens de diagnostic de gestation chez la vache. Thèse de Médecine Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Royaume du Maroc.

Seydou B., 1981. Contribution à l'étude de la production laitière du zébu Azawak au Niger. Thèse. Méd. Vét., Lyon. France.

Soltner D., 1993. La reproduction des animaux d'élevage, 2^e édition, *Coll. Sciences et techniques agricoles.*

Sousa N.M., Figueiredo J.R., Derivaux J., Beckers J.F., 2000. Influences potentielles des hormones de la gestation sur l'état immunitaire de la mère. Conséquences diagnostiques. Carré des Sciences sur Immunologie et Gestation. Association pour l'étude de la Reproduction Animale, Paris, France. December 2000, pp. 29-48. (Communication).

Szafranska B., Xie S., Green J., Roberts R. M., 1995. Porcine pregnancy associated glycoproteins : New member of the aspartic proteinase gene family expressed in trophectoderm. *Biol. Reprod.* n° 53 : 21-28.

Tainturier D., Bedel M., Beckers J.F., Fieni F., Bruyas J.F., 1996. Cinétique de la bPAG (bovin pregnancy associated glycoprotein) dans le plasma et dans le lait au cours des

trois semaines suivant le part chez la vache laitière. *Actualité Scientifique : Reproduction et production Laitière*, Edition Aupelf-Uref : 129-133.(Communication).

Thibault C. et Levasseur M.C., 1991. La reproduction chez les mammifères et l'homme. D.I.S.T./I.N.R.A. 768P : 13-486.

Thibier M., 1976. Les bases physiologiques de la reproduction chez la vache. Journées régionales GTV 76.2B054.

Thibier M., 1977. Rappel physiologique du cycle sexuel chez les bovins dans *Physiologie et pathologie de la reproduction ITEB-UNCEIA* Institut de l'élevage, Journée d'information 8, 9, 10, novembre 1977.

Vaissaire, J.P., 1977. Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Ed. Maloine S.A. : 157-228.

Vuillaume R., 1977. Biochimie des hormones. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. : 35-95.

Wallace J.M., Aitker R. P., Cheyne M. A., 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes, *J. Reprod. Fert.*, n° 107, 183-190.

Wallace J.M., Aitker R. P., Cheyne M. A., 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.*; n°109:53-58.

Wallace J.M., Da Silva P., Aitken R.P., Cruickshank M.A., 1997b. Maternal endocrine status in relation to pregnancy outcome in rapidly growing adolescent sheep. *Journal Endocrinol.*; n° 155 : 359-368.

Williard J.M., White D.R., Wesson C.A.R., Stellflug J., Sasser R.G., 1995. Detection of fetal twins in sheep using a radioimmunoassay for pregnancy-specific protein B. *J. Anim. Sci.*, n° 73, 960-966.

Wooding F.B.P., 1992. Current topic: The synpintheliochorizl placenta of ruminants: Binucleate cell fusions and hormone production. *Placenta* n°13 : 101-113.

Wooding F.B.P, Beckers J.F.,1987. Trinucleate cells and the ultrastructural localisation of bovine placenta lactogen. *Cell Tissue Res.*, n° 247 : 667-673.

Worsfold A.I., Williams G., Williams D.O., 1989. Oestrogen sulphate measurement in serum during late pregnancy and its relationship with the number of calves born. *British Vet. J.*, n°145: 46-49.

Xie S., Low B. G., Nagel R. J., Kramer K. K., Anthony R. V., Zoli A. P., Beckers J. F. Roberts R. M., 1991. Identification of the major pregnancy-specific antigens of cattle and sheep as inactive members of the aspartic proteinase family. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, n° 88 : 10247-10251.

Xie S., Green J., Beckers J.F., Roberts R.M., 1995. The gene encoding bovine pregnancy-associated glycoprotein-1, an inactive member of the aspartic proteinase family. *Gene* ; n° 159 : 193-197.

Yaméogo R.B., 1983. Le point de nos connaissances actuelles sur la reproduction des femelles zébus Gabra. Problèmes à résoudre et perspectives d'avenir. Thèse Méd. Vét. : Dakar, 21pages.

Zarrouk A., Remy B., Sulon J., Sasser G., Drion P.V., Desbuleux H. et Beckers J.F., Mai 1998. Endocrinologie de la Gestation chez les ruminants : Les protéines placentaires. *Annales de Médecine Vétérinaire*, n° 142 : 171-184 (Review Article)

Zarrouk A.,2000. Les protéines associées à la gestation : Reflet d'une insuffisance placentaire au cours de al gravidités défailantes chez la chèvre. Thèse en Sciences Vétérinaires, Université de Liège. Belgique.

Zoli A.P., Beckers J.F., Wouters-Ballman P., Closset J.,Falmagne P., Ectors F.,1991. Purification and Characterization of a Bovine Pregnancy-Associated Glycoprotein. *Biol. Reprod.* ; n° 45 :1-10.

Zoli A. P, 1992. Isolement, purification et caractérisation d'une protéine associée à la gestation chez les bovins. Thèse spéciale en Sciences Vétérinaires, Université de Liège.

Zoli A. P., Guilbault L. A., Delahaut P., Benitez-Ortiz W., Beckers J. F., 1992b. Radioimmunoassay of bovine pregnancy-associated glycoprotein in serum: its application for pregnancy diagnosis. *Biol. Reprod.*, n° 46 : 83-92.

Zoli A. P., Beckers J. F., and Ectors F., 1995. Isolation and partial characterization of a pregnancy associated glycoprotein in sheep (in French). *Ann. Méd. Vét.* n°139 : 177-184.

Zongo M., Boly H., Sawadogo L., Pitala W., Sousa N.M., Beckers J.F., Leroy P., 2000. Insémination artificielle des vaches zébus Azawak et taurin Gourunsi au Burkina Faso. *Tropicicultura* (acceptée) :14 p.

Zongo M., 2001. Fonction sexuelle des femelles zébus Azawak et taurins Gourunsi au Burkina Faso. Thèse de 3è cycle, Université de Ouagadougou. Burkina Faso.

Résumé

La cinétique de la bPAG a été appréciée par dosage radio-immunologique (RIA) sur 11 femelles zébus Azawak en région soudano-sahélienne du Burkina Faso. Les prises de sang ont été effectuées à intervalles d'une semaine pendant la gestation. Après la parturition, elles ont été effectuées tous les 3 jours pendant 4 mois. Les résultats obtenus indiquent que la bPAG est détectable dans le sang maternel à partir de la 3^{ème} semaine après une insémination fécondante. Le taux plasmatique à cette date est de $0,39 \pm 0,27$ ng/ml. La concentration périphérique maternelle en bPAG augmente continuellement durant la gestation. Ainsi, elle passe de $6,77 \pm 1,43$ ng/ml à la 6^{ème} semaine à $167,21 \pm 104,39$ ng/ml à la 35^{ème} semaine de gestation. La mise bas est précédée par une forte élévation du taux plasmatique maternel de cette protéine. Le pic de concentration est également variable. Cette concentration maximale apparaît à la semaine de la parturition et est de $1018,04 \pm 560,85$ ng/ml. Le processus de dégradation après la parturition est progressive. Sa durée moyenne est de 12 ± 3 semaines. L'insuffisance de l'alimentation au cours de la gestation entraîne des remaniements au niveau de l'interface foeto-maternel (Hypertrophie placentaire). La sécrétion de bPAG est plus importante qu'au cours d'une gestation normale.

Mots clés : bPAG – RIA – Zébu Azawak – Diagnostic – Gestation.

Abstract

The kinetics of the bPAG were appreciated by Radio - immunology Assay (RIA) on 11 females zebus Azawak in soudano-Sahelian area of Burkina Faso. Blood tests were made in intervals of week during the pregnancy. After the parturition, they were made every 3 days during 4 months. The results indicate that the bPAG is detectable in the maternal blood from the 3th week after an insemination fecoundated. The plasmatic level is then $0,39 \pm 0,27$ ng / ml. The maternal concentration in bPAG increases regularly during the gestation. So, it $6,77 \pm 1,43$ ng / ml in the 6-th week in $167,21 \pm 104,39$ ng / ml in the 35th week of gestation. The stake low is preceded by a strong rise of the rate maternal plasmatique of this protein. The peak of concentration is also variable. This maximal concentration appears weekly of the parturition and is $1018,04 \pm 560,85$ ng / ml. The metabolic clearance after the parturition is progressive. The average length is 12 ± 3 weeks. The incapacity of the food during the gestation pulls reorganizations at the level of the interface foeto-maternel (Hypertrophies placentaire). The secretion of bPAG is more important than during a normal gestation.

Keywords: bPAG - RIA - Zebu Azawak - Diagnosis - Pregnancy.