

# UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

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



ANNEE : 2007

N°57

## ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES PROBLEMES DE REPRODUCTION ET LES CONCENTRATIONS DES METABOLITES PROTEO-ENERGETIQUES AUTOUR DU VELAGE CHEZ LES VACHES LOCALES DE LA ZONE PERI-URBAINE DE BOBO-DIOULASSO (BURKINA FASO)

### THESE

Présentée et soutenue publiquement le **19-11-2007** devant la Faculté de  
Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**

(Diplôme d'Etat)

Par

**MPOUAM Serge Eugène**

Né le 21 Novembre 1982 à Abong-Mbang (CAMEROUN)

---

### JURY :

**Président :**

**Mme. Sylvie GASSAMA SECK**

Professeur à la Faculté de Médecine, de Pharmacie  
et d'Odonto- Stomatologie de Dakar.

**Directeur  
de thèse :**

**M. Georges Anicet OUEDRAOGO**

Professeur à l'université polytechnique de Bobo-  
Dioulasso (U.P.B), Burkina-Faso.

**Rapporteur  
de thèse :**

**M. Germain Jérôme SAWADOGO**

Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar.

**Membre :**

**M. Serge NIANGORAN BAKOU**

Maître de conférences agrégé à l'E.I.S.M.V de  
Dakar.

---

# **ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERNAIRES DE DAKAR**



**BP 5077 - DAKAR (Sénégal)  
Tél. (221) 865 10 08 - Télécopie (221) 825 42 83**

---

---

## **COMITE DE DIRECTION**

---

---

### **LE DIRECTEUR**

▫ **Professeur Louis Joseph PANGUI**

### **LES COORDONNATEURS**

▫ **Professeur Moussa ASSANE**  
**Coordonnateur des Etudes**

▫ **Professeur Malang SEYDI**  
**Coordonnateur des Stages et**  
**de la Formation Post-Universitaires**

▫ **Professeur Justin Ayayi AKAKPO**  
**Coordonnateur Recherches / Développement**

***Année Universitaire 2006-2007***

## **PERSONNEL ENSEIGNANT**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL EN MISSION (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT DEA- PA**

## PERSONNEL ENSEIGNANT

**A-** DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

**CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Maître de conférences agrégé**

### SERVICES

#### **1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE**

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférence agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Camel LAGNIKA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Teby Fabrice ABONOU	Moniteur

#### **2. CHIRURGIE – REPRODUCTION**

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Assistant
Mlle Doris NKO SADI BIATCHO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Hermine Flore KWIN	Monitrice

#### **3. ECONOMIE RURALE ET GESTION**

Cheikh LY	Professeur
Kora Brice LAFIA	Docteur Vétérinaire Vacataire

#### **4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE**

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Assistant
Roger RUKUNDO	Moniteur

## **5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES**

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Nongasida YAMEOGO	Assistant
Justin KOUAMO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Natacha MUMPOREZE	Monitrice

## **6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION**

Ayao MISSOHO	Maître de Conférences Agrégé
Mlle Marie Rose Edwige POUTYA	Monitrice

## **B- DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT**

**CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur Rianatou BADA ALAMBEDJI**

### **S E R V I C E S**

#### **1. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)**

Malang SEYDI	Professeur
Mlle Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
Khalifa Babacar SYLLA	Attaché de recherche
Sylvain Patrick ENKORO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Clara GREGOIRE	Monitrice

#### **2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE**

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Mme Rianatou ALAMBEDJI	Professeur
Raoul BAKARI AFNABI	Docteur Vétérinaire Vacataire

Elisée KAMANZI UWILINGIYE

Moniteur

### **3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE**

Louis Joseph PANGUI

Professeur

Oubri Bassa GBATI

Maître-assistant

Abdoukarim ISSA IBRAHIM

Docteur Vétérinaire Vacataire

Olivier KAMANA

Moniteur

### **4. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE-CLINIQUE AMBULANTE**

Yalacé Yamba KABORET

Professeur

Yacouba KANE

Assistant

Mme Mireille KADJA WONOU

Assistante

Hubert VILLON

Assistant

Amadou CISSE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Ibrahima WADE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Charles Benoît DIENG

Docteur Vétérinaire Vacataire

Mlle Aurélie BOUPDA FOTSO

Docteur Vétérinaire Vacataire

Marc NABA

Docteur Vétérinaire Vacataire

### **5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE**

Félix Cyprien BIAOU

Maître - Assistant (en disponibilité)

Assiongbon TEKO AGBO

Assistant

Lucain WALBADET

Moniteur

Anselme SHYAKA

Moniteur

## **C- DEPARTEMENT COMMUNICATION**

**CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur YALACE YAMBA KABORET**

### **S E R V I C E S**

### **1. BIBLIOTHEQUE**

Mme Mariam DIOUF

Documentaliste

### **2. SERVICE AUDIO-VISUEL**

Bouré SARR

Technicien

### **3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ELEVAGE (O.M.E.)**

Marcel Ohoukou BOKA

Docteur Vétérinaire Vacataire

## **D- SCOLARITE**

El Hadj Mamadou DIENG

Vacataire

Mlle Franckline ENEDE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Mlle Naomie KENMOGNE

Monitrice

## **PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)**

### **1. BIOPHYSIQUE**

Mamadou MBODJ

Maître-assistant

Boucar NDONG

Assistant Faculté de Médecine et  
de Pharmacie UCAD

### **2. BOTANIQUE**

Dr Kandioura NOBA

Maître de Conférences (Cours)

Dr Mame Samba MBAYE

Assistant IFAN – UCAD

### **3. AGRO-PEDOLOGIE**

Modou SENE

Directeur de Recherche

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie  
(ENSA THIES)

### **4. ZOOTECHNIE**

Abdoulaye DIENG

Docteur Ingénieur

Enseignant à ENSA - THIES

Léonard Elie AKPO

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et

Techniques UCAD

### **5. H I D A O A**

#### **NORMALISATION ET ASSURANCE QUALITE**

Mme Mame S. MBODJ NDIAYE

Chef de la division Agro- Alimentaire  
de l'Association Sénégalais  
de Normalisation

#### **ASSURANCE QUALITE – ANALYSE DES RISQUES DANS LES REGLEMENTATIONS**

Abdoulaye DIAWARA

Direction de l'Elevage du Sénégal

Ousseynou Niang DIALLO

Direction de l'Elevage du Sénégal

## **6. ECONOMIE**

Oussouby TOURE

Adrien MANKOR

Sociologue

Docteur Vétérinaire –Economiste

Chercheur à l'I.S.R.A.

## **PERSONNEL EN MISSION (Prévu)**

### **1. ANATOMIE**

Mohamed OUASSAT

Professeur

I.A.V. Hassan II (Rabat)  
(Maroc)

### **2. TOXICOLOGIE CLINIQUE**

A. EL HRAIKI

Professeur

I.A.V. Hassan II (Rabat)  
(Maroc)

### **3. PATHOLOGIE MEDICALE**

Marc KPODEKON

Maître de Conférences Agrégé  
Université d'ABOMEY-CALAVI  
(Bénin)

### **4. PARASITOLOGIE**

Sahdou SALIFOU

Maître de Conférences Agrégé  
Université d'ABOMEY-CALAVI  
(Bénin)

### **5. BIOCHIMIE**

Georges Anicet OUEDRAOGO

Professeur Université de BOBO-  
DIOULASSO (Burkina Faso)

### **6. H.I.D.A.O.A**

Youssouf KONE

Maître de conférences Université  
de NOUAKCHOTT (Mauritanie)

### **7. REPRODUCTION**

Hamidou BOLY

Professeur Université de BOBO-  
DIOULASSO (Burkina Faso)

## PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (Prévu)

### 1. MATHEMATIQUES

Sidi Demba TOURE

Assistant  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

### 2. PHYSIQUE

Issakha YOUM

Maître de Conférences  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

- **Travaux Pratiques**

André. FICKOU

Maître-Assistant  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

### 3. CHIMIE ORGANIQUE

Abdoulaye SAMB

Professeur  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

### 4. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

- **T.P. CHIMIE**

Rock Allister LAPO

Assistant  
EISMV – DAKAR

- **T.D. CHIMIE**

Momar NDIAYE

Maître-Assistant  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

### 5. BIOLOGIE VEGETALE

Dr Aboubacry KANE  
Dr Ngansomana BA

Maître-Assistant  
Assistant Vacataire  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

## **6. BIOLOGIE CELLULAIRE**

Serge N. BAKOU

Maître de conférences agrégé  
EISMV – DAKAR

## **7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE**

Karamokho DIARRA

Maître de Conférences  
Faculté des Sciences et  
Techniques UCAD

## **8. PHYSIOLOGIE ANIMALE**

Moussa ASSANE

Professeur  
EISMV – DAKAR

## **9. ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES**

Cheikh T. BA

Professeur  
Faculté des Sciences et  
techniques UCAD

## **10. BIOLOGIE ANIMALE (T.P.)**

Serge N. BAKOU

Maître de conférences agrégé  
EISMV - DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Maître - Assistant  
EISMV – DAKAR

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant  
EISMV – DAKAR

## **11. GEOLOGIE . FORMATIONS SEDIMENTAIRES**

Raphaël SARR

Maître de Conférences  
Faculté des sciences et  
techniques UCAD

**. HYDROGEOLOGIE**

Abdoulaye FAYE

Maître de Conférences  
Faculté des sciences et  
techniques UCAD

**12. CPEV**

• **TRAVAUX PRATIQUES**

Mlle Franckline ENEDE

Mlle Naomie KENMOGNE

Docteur Vétérinaire Vacataire  
Monitrice

## PERSONNEL ENSEIGNANT du D.E.A. – P.A.

**Coordination des stages et formation post – universitaires.**

**Responsable du D.E.A. – PA :** Professeur Malang SEYDI

### **MODULES**

#### **1- ZOOTECHNIE – ALIMENTATION**

**Responsable :** Ayao MISSOHOU, Maître de Conférences agrégé

#### **Intervenants :**

Moussa ASSANE	Professeur EISMV – Dakar
Serge N. BAKOU	Maître de conférence agrégé EISMV - Dakar
Abdoulaye DIENG	Ingénieur ENSA- Thiès
Yamba Y. KABORET	Professeur EISMV - Dakar
Ayao MISSOHOU	Maître de Conférences EISMV - Dakar
Germain J. SAWADOGO	Professeur EISMV – Dakar

#### **2. SYSTEME DE PRODUCTION – ENVIRONNEMENT**

**Responsable :** Professeur Yamba Y. KABORET

#### **Intervenants :**

Moussa ASSANE	Professeur EISMV Dakar
Abdoulaye DIENG	Ingénieur ENSA- Thiès
Moussa FALL	Docteur Vétérinaire
Yamba Y. KABORET	Professeur

	EISMV - Dakar
Eléonar Elie AKPO	Professeur Faculté de Sciences et Techniques UCAD
Ayao MISSOHO	Maître de Conférences agrégé EISMV - Dakar
Véronique ANCEY	Docteur chargé de recherche
Ibra TOURE	Docteur

### **3- REPRODUCTION – AMELIORATION GENETIQUE**

**Responsable** : Professeur Moussa ASSANE

**Intervenants** :

Moussa ASSANE	Professeur EISMV Dakar
Serge N. BAKOU	Maître de conférences agrégé EISMV - Dakar
Papa El Hassan DIOP	Professeur EISMV - Dakar
Alain Richi KAMGA WALADJO	Assistant EISMV – Dakar
Racine SOW	Chercheur à I.S.R.A. Dakar
Germain J. SAWADOGO	Professeur EISMV – Dakar
Hamidou BOLY	Professeur Université de BOBO-DIOULASSO (Burkina Faso)

### **4. ECONOMIE – STATISTIQUES- EPIDEMIOLOGIE**

**Responsable** : Professeur Justin Ayayi AKAKPO

**Intervenants** :

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur EISMV – Dakar
---------------------	-----------------------------

Louis Joseph PANGUI

Professeur  
EISMV – Dakar

Cheikh LY

Professeur  
EISMV – Dakar

Adrien MANKOR

Docteur Vétérinaire Chercheur

Guillaume DUTEURTRE

Docteur Chercheur

Lamine GUEYE

Docteur Vétérinaire PAPEL

## **5. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)**

**Responsable** : Professeur Malang SEYDI

### **Intervenants** :

Rianatou BADA ALAMBEDJI

Professeur  
EISMV – Dakar

Bellancille MUSABYEMARIYA

Assistante  
EISMV – Dakar

Serigne K. H. A. SYLLA

Docteur Vétérinaire  
Attaché de Recherche  
EISMV – Dakar

Malang SEYDI

Professeur  
EISMV - Dakar

Issakha YOUM

Maître de Conférences  
Faculté de Sciences et  
technique UCAD

Youssef KONE

Maître de Conférences  
Université Nouakchott

Ousseynou Niang DIALLO  
Abdoulaye DIAWARA

Ingénieurs de la Direction  
de l'Elevage. Dakar

Harouna SISSOKO  
Bénédicte SISSOKO :

Consultants qualités

Barama SARR

Ingénieur Normalisateur

Amadou KANE

Chercheur à l'Institut de Technologie  
Alimentaire (I.T.A.)

Babacar NDIR

Chercheur à l'Institut de Technologie  
Alimentaire (I.T.A.)

Daba GNINGUE

Chercheur à l'Institut de Technologie  
Alimentaire (I.T.A.)

## IN MEMORIUM

A la mémoire de :

Ma grand mère, ABEMBAH Jacqueline

Tu nous as quitté au moment où nous avions le plus besoin de toi. Et même plus d'une décennie après ton départ, tu nous manques d'avantage chaque jour qui passe. Tu avais cru en l'avènement de ce jour et nous aurions souhaité nous en réjouir ensemble, mais le bon DIEU en a décidé autrement. Ton petit fils, que tu appelais du nom affectueux « Mon mari », car homonyme de l'homme que tu as aimé accompli aujourd'hui une étape importante de sa vie. Tes conseils, ta détermination en toute humilité, mais aussi et surtout l'amour du prochain resteront l'empreinte indélébile que tu auras portée à mon cœur et qui m'identifie et me rassure face aux épreuves. Là où tu es, reçois ce travail, fruit de tes œuvres. Trouve ici le témoignage de ma pleine gratitude.

Ma belle mère, ZEH Jacqueline

Reposez en paix !

## DEDICACES

Grâce à DIEU le père Tout Puissant,

Je dédie ce travail :

A mon père, Monsieur MANDJOM MPOUAM

Je ne saurais comment vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour mon éducation. Retrouvez à travers ce travail tout l'effort que vous avez consenti en ce fils qui n'a pas toujours été des moins turbulents.

A ma mère, ALLONGO Adèle

Je suis particulièrement fière de vous. Femme africaine de volonté et de dévouement pleine d'amour pour son rejeton, vous n'avez jamais baissé les bras dans les moments les plus difficiles. Vous vous êtes sacrifiée avec amour, attention et patience. Ce jour est entièrement le votre.

A mon petit frère Patrick et mes sœurs Nounou, Mamita, Titi considérez ce travail comme un exemple et faites en mieux.

A mon grand-père, homonyme MPOUAM Luc ; ce travail est aussi le tien

A mon grand père, le Conseillé ANDOULO Paul Henri. Aussi modeste qu'il soit, ce travail est également le votre.

A ma grand-mère Amezine ce travail t'est également dédié.

A tous mes oncles et tantes ; pour une fraternité sans cesse grandissante.

A mes cousins et cousines

A Mlle Rita,

A mon ami, parrain et promotionnaire Dr François xavier NDUNGUTSE

A mes amis (e) et « frères » de Dakar ;

Jean Marc FEUSSOM , Dr Moctar MOUICHE, Christian MOUNDJOA, MOSSUS Jean Blaise, Jean Blaise N'JANGUI , Dr Geraud HELLOW, Dr

MOHAMADOU, Protais, Bofia, Elie BADAÏ, Gilbert, Daniel, Zanga, Eric DOMBOU, Protais, Dr PENDA, Dr Achille YEPKA, Dr HABUREMYI Sosthène .

A ma « petite sœur » Nathalie TINAK ; courage petite sœur ce n'est pas facile le véto, mais le bout tunnel est proche.

A mes amis (e) du Cameroun :Kévin , Kadé, Beko, Carine...

A tous les membres de l'AEVD.

A tous les membres de la CAVESTAS.

A tous les membres de la CEVEC

A tous mes camarades de la 34<sup>e</sup> Promotion de l'EISMV de Dakar.

Au Burkina Faso, pays des hommes intègres pour la gentillesse et la disponibilité de ton peuple à mon égard pendant mes travaux à Bobo-Dioulasso ; « ANITIE ! »

Au Sénégal, pays de la Téranga, pour l'accueil chaleureux qu'il nous a réservé ces 6 années passées ; « DIEUREDIEUF ! »

A ma chère patrie, berceau de mes ancêtres, le Cameroun pour m'avoir donné l'opportunité de poursuivre mes études à l'EISMV de Dakar.

# REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements :

Au Professeur Georges Anicet OUEDRAOGO, pour avoir initié et suivi ce travail ;

Au Professeur Germain Jérôme SAWADOGO,

Au Professeur Rianatou ALAMBEDJI, pour les réactifs du test du Rose Bengale

Au Docteur Nongasida YAMEOGO,

A la famille EHODE,

A tous les enseignants de l' EISMV,

A Madame Sidibé ANAGO de la station INERA de Farako Ba pour ses conseils et son appui sur le terrain.

Aux bouviers de la station INERA de Farako Ba :Sadjo , Adama et Moumouni .

Aux éleveurs qui ont accepté de nous accueillir dans le cadre de ce travail.

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

# ***A NOS MAITRES ET JUGES***

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

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de thèse. Votre abord facile et la spontanéité avec laquelle vous avez répondu à notre sollicitation nous ont beaucoup marqué. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude. Hommage respectueux.

**A notre Maître et Directeur de thèse , Professeur Georges Anicet OUEDRAOGO**  
Professeur à l'UPB de BOBO-DIOULASSO.

Vous avez accepté d'encadrer ce travail malgré vos multiples occupations. Vos qualités humaines et d'homme de science suscitent respect et admiration. Soyez rassuré de notre sincère reconnaissance.

**A notre Maître, et Rapporteur de thèse, Professeur Germain Jérôme SAWADOGO,** Professeur à l'EISMV de Dakar.

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger à ce jury de thèse comme rapporteur. Vos qualités scientifiques et votre simplicité nous ont profondément marqué. Veuillez trouver ici, l'assurance de notre profonde gratitude

**A notre Maître et Juge, Monsieur Serge Niangoran BAKOU,** Maître de conférences agrégé à l'EISMV. de Dakar.

Enseignant, vous nous avez impressionnés: tant votre adresse de communication et vos qualités humaines nous ont séduites. Juge, vous nous donnez l'opportunité de vous écouter à nouveau et de profiter de vos connaissances scientifiques pour améliorer ce travail qui nous est très cher. Sincère gratitude.

**“ Par délibération, la faculté et l’école ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leurs sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu’elles n’entendent leur donner aucune approbation ni improbation”.**

## **LISTE DES ABBREVIATIONS**

**ATP** : Adénine triphosphate

**CO<sub>2</sub>** : Dioxide de carbone

**CIRDES** : Centre International pour la Recherche et Développement en zone Sub-humide

**EISMV** : Ecole Inter-Etats Des Sciences et Médecine Vétérinaire

**FAD** : Flavine Adénine Dinucléotide (forme oxydée)

**FADH** : Flavine Adénine Dinucléotide réduite

**g/L** : Gramme par litre

**GnRH** :Gonadotropin realizing hormon

**IA** :Insémination artificielle

**IV-IA1** : Intervalle mise bas-1ère IA

**IV-IF** : l'Intervalle mise bas – Insémination fécondante

**IVV** : Intervalle Vêlage – Vêlage

**LPL** : Lipoprotéine Lipase

**MAD**: Matière Azotée Digestible

**mmol/L**: millimole par litre

**MS** : Matière Sèche

**UFL**: Unité Fourragère Laitière

**NAD** : Nicotinamide Adenine Dinucléotide (forme oxydée)

**NADH**: Nicotinamide Adenine Dinucléotide Réduite

**NADPH** : Nicotinamide Adenine Dinucléotide Phosphate Réduite

**PDI** : Protéines digestibles dans l'intestin

**PDIA** : Protéines Digestibles dans l'Intestin d'Origine Alimentaire

**PDIE** : Protéines Digestibles dans l'Intestin lorsque l'Energie est le facteur limitant

**PDIN** : Protéines Digestibles dans l'Intestin lorsque l'azote est le facteur limitant

**PDIM** : Protéine Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne

**TRIA1** : taux de réussite en première IA

**UEMOA** : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

**SOGEAO** : société de gestion des abattoirs de Ouagadougou

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Evolution de l'état corporel moyen au cours du postpartum chez les vaches laitières (d'après DRAME et al., 1999).....	15
<b>Figure 2</b> : Perte d'état corporel au cours des 60 premiers jours de lactation chez les vaches maigres, normales et grasses au moment du vêlage (d'après DRAME et al., 1999).....	16
<b>Figure 3</b> : Vue générale du métabolisme des hydrates de carbone chez la vache. (WATTIAUX Michel A., 1994a).....	20
<b>Figure 4</b> : Convergence hépatique des voies métaboliques du glucose, des acides aminés glucoformateurs et des acides gras au niveau du cycle de Krebs (inspiré de HERDT, 1988).....	22
<b>Figure 5</b> : Cétogenèse à partir des AGNE et des AGV chez les ruminants.....	24
Figure 6: Vue générale du métabolisme lipidique chez la vache (WATTIAUX MICHEL A., 1994b).....	27
<b>Figure 7</b> : Vue générale du métabolisme protéique chez la vache lait (WATTIAUX MICHEL A. ,1994c).....	30
<b>Figure 8</b> : Représentation schématique des flux de nutriments chez la vache en excédent alimentaire entre les organes (tractus digestif, tissu adipeux, muscle et mamelle) et selon leur nature (glucides en bleu ; lipides, AGV, AG, corps cétoniques en vert, protéines en rouge).....	34
<b>Figure 9</b> : Représentation schématique des flux de nutriments chez Vache en déficit énergétique en début de lactation entre les organes (tractus digestif, tissu adipeux, muscle et mamelle) et selon leur nature (glucides en bleu ; lipides, AGV, AG, corps cétoniques en vert, protéines en rouge).(BOCQUIER et al., 1998). ....	35
<b>Figure 10</b> : Régulation hormonale du flux de nutriments (ENJALBERT F , 1996 ).....	37

<b><u>Figure 11</u></b> : Effet du déficit énergétique sur la reprise d'activité ovarienne (STAPLES et THACHER, 1990).....	42
<b><u>Figure 12</u></b> : Conséquences d'un bilan énergétique négatif sur l'expression des chaleurs (d'après SPICER, 1990).....	44
<b><u>Figure 13</u></b> : Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (d'après RODENBURG, 1992).....	46
<b><u>Figure 14</u></b> : Burkina Faso en Afrique.....	49
<b><u>Figure 15</u></b> : Carte du Burkina Faso.....	50
<b><u>Figure 16</u></b> : Répartition du matériel animal utilisé dans l'étude.....	58
<b><u>Figure 17</u></b> : Résultats du suivi de la gestation et de la mise-bas.....	67
<b><u>Figure 18</u></b> : Evolution de la note d'état corporel péri-partum dans les trois groupes de vaches .....	68
<b><u>Figure 19</u></b> : Evolution de l'urémie dans les 3 groupes de vaches.....	71
<b><u>Figure 20</u></b> : Evolution de la protéinémie dans les trois groupes de vaches.....	73
<b><u>Figure 21</u></b> : Evolution de la glycémie dans les trois groupes de vaches.....	77
<b><u>Figure 22</u></b> : Evolution de la cholestérolémie dans les trois groupes de vaches.....	79

## LISTE DES TABLEAUX

<b><u>Tableau 1</u></b> : Evolution des besoins alimentaires quotidiens de la vache selon son âge et son état physiologique .....	5
<b><u>Tableau 2</u></b> : Besoins en minéraux pour l'entretien et la croissance des bovins.....	10
<b><u>Tableau 3</u></b> : Apports vitaminiques recommandés (en UI/kg MS de la ration).....	11
<b><u>Tableau 4</u></b> : Nombre de vaches utilisés dans l'étude et total de vaches de chaque troupeau.....	5
<b><u>Tableau 5</u></b> : Classes de NEC suivant le stade physiologique.....	70
<b><u>Tableau 6</u></b> : Urémie suivant le stade physiologique.....	75
<b><u>Tableau 7</u></b> : Electrophorèse des protéines sériques 4 semaines ou 2 semaines avant la mise-bas ou l'avortement dans les trois groupes de vaches.....	75
<b><u>Tableau 8</u></b> : Electrophorèse des protéines sériques 4 semaines ou 2 semaines après la mise-bas ou l'avortement dans les trois groupes de vaches.....	76

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** : Grille de notation d'état corporel des zébus soudaniens

**Annexe 2** : Schéma de zébus en fonction de leur NEC

**Annexe 3** : Profil électrophorétique chez une vache normale

**Annexe 4** : Profil électrophorétique chez une vache qui a avorté

**Annexe 5** : Résultats électrophorèse chez les vaches qui ont mis bas normalement

**Annexe 6** : Résultats électrophorèse chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire

**Annexe 7** : Résultats électrophorèse chez les vaches qui ont avorté

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE I : CONDUITE ALIMENTAIRE DE LA VACHE AUTOUR DU VELAGE.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1. BESOINS ET APPORTS NUTRITIFS CHEZ LA VACHE AUTOUR DU VELAGE.....</b>	<b>4</b>
I.1.1. Besoins et apports énergétiques .....	4
I.1.1.1. Entretien.....	4
I.1.1.2. Production .....	6
I.1.1.2.1. Gestation .....	6
I.1.1.2.3. Croissance.....	8
I.1.2. Besoins et apports azotés .....	8
I.1.3. Besoins en eau.....	9
I.1.4. Besoins et apports en minéraux et vitamines.....	10
<b>I.2. NOTION DE NOTE D'ETAT CORPOREL DANS LA CONDUITE DES VACHES .....</b>	<b>11</b>
I.2.1. Notation d'état corporel .....	11
I.2.1.1. Principes et échelles de notation.....	12
I.2.1.2. Intérêts de la notation de l'état corporel chez la vache.....	12
I.2.1.2.1. Représentativité du statut énergétique de l'animal .....	12
I.2.1.2.2. Fiabilité de la méthode.....	13
I.2.1.2.3. Autres intérêts zootechniques .....	13
I.2.2.1. Influence du stade du postpartum .....	14
I.2.2.2. Influence de l'état d'engraissement au moment du part sur la note d'état corporelle.....	15
I.2.2.3. Influence de la saison du vêlage.....	16
I.2.2.4. Influence de la parité.....	17
I.2.2.5. Relations avec le niveau de la production laitière.....	17
I.2.2.5.1. Chez la vache laitière .....	17
I.2.2.5.2. Chez la vache allaitante .....	18
<b>CHAPITRE II : METABOLISME PROTEO-ENERGETIQUE CHEZ LA VACHE ...</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>19</b>
<b>II.1. PRESENTATION DE CERTAINS DETERMINANTS PLASMATIQUES DU STATUT ENERGETIQUE DE LA VACHE .....</b>	<b>19</b>
II.1.1. Acides gras volatils (AGV).....	19
II.1.2. Glucose .....	21
II.1.2.1. Origine.....	21
II.1.2.2. Glycémie et ses variations.....	23

II.1.2.3. Utilisation du glucose .....	24
II.1.3. Corps cétoniques (CC).....	24
II.1.3.1. Origine (cétogénèse).....	24
II.1.3.2. Valeurs .....	25
II.1.3.2.1. Valeurs sériques.....	25
II.1.3.2.2. Valeurs dans l'urine et le lait.....	25
II.1.4. Acides gras non estérifiés (AGNE ou AGL) et des triacylglycérols.....	26
II.1.4.1. Origine des AGNE .....	26
II.1.4.2. Valeurs sériques des AGNE.....	27
II.1.5. Cholestérol .....	28
II.1.5.1. Définition.....	28
II.1.5.2. Valeurs sériques.....	28
II.1.5.3. Variations.....	29
II.1.6. Protéines .....	29
II.1.6.1. Définition.....	29
II.1.6.2. Rôle biologique.....	31
II.1.6.3. Valeurs sériques.....	31
II.1.7. Urée .....	32
II.1.7.1. Définition.....	32
II.1.7.2. Valeurs sériques.....	32
II.1.7.3. Variations.....	33
II.1.7.3.1. Variations physiologiques .....	33
II.1.7.3.2. Variations pathologiques .....	33
<b>II.2. REGULATIONS METABOLIQUES S'OPERANT CHEZ LA VACHE AUTOUR DU VELAGE .....</b>	<b>33</b>
II.2.1. Orientations et utilisations des substrats énergétiques.....	33
II.2.2. Endocrinologie de la régulation des flux de nutriments et de la mobilisation des réserves en début de lactation.....	36

## **CHAPITRE III : PROFILS D'ETAT CORPOREL, BALANCE ENERGETIQUE ET REPRODUCTION .....**

### **INTRODUCTION.....**

#### **III.1. CONSEQUENCES POSSIBLES DE LA NUTRITION ENERGETIQUE EN PERIODE DE TARISSEMENT SUR LE DEROULEMENT DU PART.....**

III.1.1. Dystocie.....	38
III.1.1.1. Généralités.....	38
III.1.1.2. Facteurs de risques liés au statut énergétique.....	39
III.1.2. Rétention placentaire ou non délivrance .....	39
III.1.2.1. Définition.....	39
III.1.2.2. Facteurs de risques liés au statut énergétique.....	40

#### **III.2. NUTRITION PROTEO-ENERGETIQUE ET FERTILITE.....**

III.2.1. Effets de la balance énergétique sur la reproduction.....	40
III.2.1.1. Relation entre la perte d'état corporel post-partum et les performances de reproduction.....	40
III.2.1.1.1. Chez la vache laitière .....	40
III.2.1.1.2. Chez la vache allaitante.....	41
III.2.1.2. Déficit énergétique et cyclicité ovarienne post-partum .....	41
III.2.1.2.1. Chez la vache laitière .....	41

III.2.1.2.2. Chez la vache allaitante.....	43
III.2.1.3. Déficit énergétique et mortalité embryonnaire .....	43
III.2.1.4. Déficit énergétique et expression des chaleurs .....	43
III.2.1.5. Etat corporel et affections du post-partum .....	44
III.2.1.5.1. Affections de l'appareil génital .....	44
III.2.1.5.2. Maladies métaboliques .....	45
III.2.1.6. Profils optimaux d'état corporel chez la vache laitière.....	45
III.2.3. Impact de l'alimentation azotée sur la reproduction .....	46
III.2.3.1 Carences azotées .....	46
III.2.3.2. Excès azotés.....	46

## **DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE..... 48**

### **CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES..... 49**

#### **I.1. MATERIEL..... 49**

I.1.1. Milieu d'étude.....	49
I.1.1.1. Burkina Faso en général.....	49
I.1.1.1.1. Repères géographiques .....	49
I.1.1.1.2. Climat.....	51
I.1.1.1.3. Données démographiques .....	51
I.1.1.1.4. Elevage.....	51
I.1.1.1.4.1. Situation actuelle.....	51
I.1.1.1.4.2. Filière bovine .....	52
I.1.1.1.4.3. Politiques et perspectives .....	53
I.1.1.2. Monographie de Bobo-Dioulasso.....	54
I.1.1.3. Présentation de la station de Farâko-Ba.....	54
I.1.2.1. Vaches de la ferme de Farâko-ba.....	56
I.1.2.2. Vaches des autres élevages .....	56
I.1.2.2.1. Vaches suivies en continu pendant l'étude .....	57
I.1.2.2.2. Autres vaches .....	57
I.1.3.1. Matériel de déplacement .....	58
I.1.3.2. Matériel de notation d'état corporel.....	58
Un registre, un stylo et une grille de notation d'état corporel des zébus soudaniens (voir annexe 1 et 2) étaient utilisés pour l'attribution des NEC.....	58
I.1.3.3. Matériel de prélèvement de sang.....	58
Il s'agissait d'aiguilles, de tubes secs et d'une glacière pour le transport de la glace et la conservation du froid.....	58
I.1.3.4. Matériel de conservation.....	59
I.1.3.5. Matériel d'analyse .....	59
I.1.3.5.1. Matériel de dosage .....	59
I.1.3.5.2. Matériel de diagnostic de la brucellose.....	59
I.1.3.5.3. Matériel d'électrophorèse .....	59
<b>I.2. METHODES .....</b>	<b>60</b>
I.2.1. Etudes mises en œuvre sur le terrain.....	60
I.2.1.1. Etude longitudinale.....	60
I.2.1.1.1. Prélèvements de sang.....	60
I.2.1.1.2. Notation d'état corporel .....	60
I.2.1.1.3. Gestion et suivi de la gestation et de la mise bas.....	60

I.2.1.2. Etude transversale.....	60
I.2.1.2.1. Prélèvements de sang.....	61
I.2.1.2.2. Notation d'état corporel.....	61
I.2.2. Protocole de prélèvements de sang et d'analyses.....	61
I.2.2.1. Protocole de prélèvements de sang.....	61
I.2.2.2.1. Test au Rose Bengale.....	62
I.2.2.2.2. Dosage de l'urée.....	62
I.2.2.2.3. Dosage des protéines totales.....	63
I.2.2.2.4. Electrophorèse des protéines sériques.....	63
I.2.2.2.5. Dosage du glucose.....	65
I.2.2.2.6. Dosage du cholestérol.....	65

## **CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION..... 67**

<b>II.1. RESULTATS.....</b>	<b>67</b>
II.1.1. Résultats du suivi de la gestation et des mise-bas dans l'étude longitudinale.....	67
II.1.2. Résultats du dépistage de la brucellose.....	68
II.1.3. Note d'état corporel (NEC) et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	68
II.1.3.1. NEC dans l'étude longitudinale.....	68
II.1.3.2. NEC dans l'étude transversale.....	69
II.1.4. Urémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement). 70	
II.1.4.1. Urémie dans l'étude longitudinale.....	70
II.1.4.2. Urémie dans l'étude transversale.....	72
II.1.5. Protéïnémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	73
II.1.6. Electrophorèse des protéines sériques et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	74
II.1.6.1. Electrophorèse des protéines sériques avant la mise bas et avant l'avortement.....	75
II.1.6.2. Electrophorèse des protéines sériques après la mise-bas et après l'avortement.....	76
II.1.7. Glycémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	76
II.1.8. Cholestérolémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	78
<b>II.2. DISCUSSION.....</b>	<b>79</b>
II.2.1. Suivi de la gestation et de la mise-bas.....	79
II.2.2. Test au Rose Bengale.....	80
II.2.3. Note d'état corporel et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	80
II.2.4. Paramètres plasmatiques azotées (indicateurs de l'équilibre nutritionnel en protéines).....	81
II.2.4.1. Urémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	81
II.2.4.2. Protéïnémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	83
II.2.5. Electrophorèse et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	83
II.2.6. Paramètres énergétiques.....	84

II.2.6.1. Glycémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	84
II.2.6.2. Cholestérolémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).....	85
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>89</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>99</b>

## INTRODUCTION GENERALE

Chez les ruminants, à certains stades du cycle de reproduction, quel que soit le niveau alimentaire, la mobilisation des réserves est inévitable pour combler le déficit énergétique causé par l'état physiologique de l'animal (**MORAND-FEHR et al., 1986**). En outre, dans des milieux difficiles tels que les parcours au Sud du Sahara, les disponibilités alimentaires ne sont qu'exceptionnellement suffisantes. Ainsi, le cycle de reproduction se caractérise par des phases de déplétion et de réplétion des réserves corporelles qui sont surtout de nature lipidique (**GIBON et al., 1985**). Chez la vache, les besoins énergétiques post-partum étant maximaux, cette dernière apparaît systématiquement en déficit énergétique après le vêlage, et ce déficit pourrait expliquer en partie les résultats médiocres de production dans la filière lait. Dans un tel contexte, sans ignorer l'importance des aspects sanitaires, la question de la durabilité des systèmes d'élevage repose sur les potentiels adaptatifs des animaux à la sous-alimentation et sur l'efficacité des régulations physiologiques (métaboliques, digestives et hormonales) et comportementales impliquées dans la réponse adaptative. De nombreuses études s'attachent en effet depuis plusieurs années à évaluer l'impact réel du déficit énergétique post-partum sur la fertilité et à en appréhender les mécanismes.

Les vaches de la ferme de Farâko-Ba présentent en permanence des problèmes de reproduction notamment des avortements, des mortinatalités, des retentions placentaires, des anoestrus, etc, malgré le suivi sanitaire mis en œuvre. Les mêmes cas ont été rapportés dans d'autres élevages périurbains de la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Quelle serait la part de la nutrition énergétique et protéique dans l'apparition de ces anomalies?

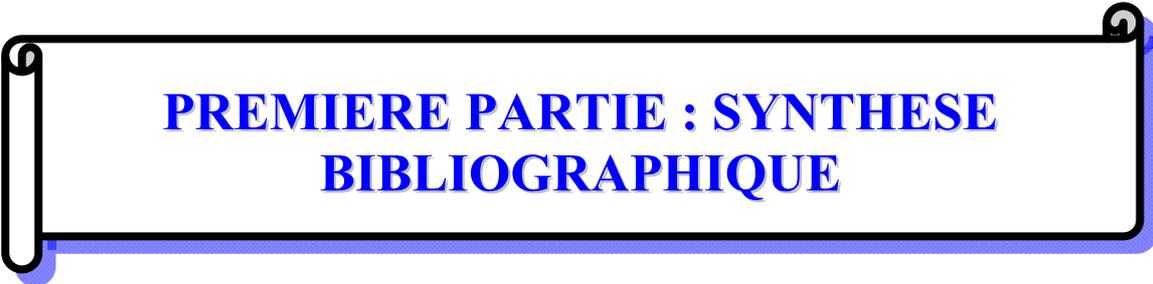
L'objectif général de ce travail est d'apprécier la relation qui existe entre le métabolisme protéo-énergétique péri-partum et l'apparition des problèmes de reproduction chez les vaches en station et en milieu réel périurbain de Bobo-Dioulasso. Comme Objectifs spécifiques, il s'agit :

- de suivre la gestation et la mise-bas chez les animaux de l'étude,
- d'apprécier par notation d'état corporel le phénomène de mobilisation des réserves qui se met en place avant et/ou après le vêlage,

- d'étudier les relations entre les concentrations des métabolites et les problèmes de reproduction.

Ce travail comprend deux parties :

- Une synthèse bibliographique portant sur des éléments de suivi de la nutrition énergétique et protéique, un aperçu sur le métabolisme protéo-énergétique chez les femelles bovines avant et après la mise-bas ainsi que l'impact de la balance énergétique sur la reproduction,
- Et une partie expérimentale qui présente le matériel, les méthodes, les résultats obtenus, la discussion et quelques recommandations.



**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

# **CHAPITRE I : CONDUITE ALIMENTAIRE DE LA VACHE AUTOUR DU VELAGE.**

## **INTRODUCTION**

La vache aussi bien laitière qu'allaitante est considérée comme une « machine de transformation ». Elle transforme les aliments qu'elle consomme en lait et en veau. Aussi, dans un tel cadre, l'importance de la maîtrise de l'alimentation ne peut être ignorée. Pour avoir une bonne production, les apports alimentaires doivent être en adéquation avec les besoins en divers constituants nutritifs qui sont essentiellement liés à l'état physiologique de l'animal.

### **I.1. BESOINS ET APPORTS NUTRITIFS CHEZ LA VACHE AUTOUR DU VELAGE.**

La période qui se situe autour du vêlage correspond à deux moments physiologiques différents :

- la fin de la période sèche, caractérisée par des besoins alimentaires modérés, synonyme de grands changements alimentaires mais surtout hormonaux. Ces changements hormonaux favorisent la baisse d'ingestion et la mobilisation des réserves corporelles à l'approche du vêlage dont résultent de grands bouleversements métaboliques qui peuvent être à l'origine de nombreuses affections,
- et le début de la lactation, avec des besoins importants.

#### **I.1.1. Besoins et apports énergétiques**

Les besoins énergétiques concernent les besoins d'entretien et de production (gestation, lait, croissance).

##### **I.1.1.1. Entretien**

Un animal est en état d'entretien lorsque sa composition corporelle demeure constante. Dans cette situation l'animal ne fournit pas d'énergie et n'assure pas de production.

D'une manière générale on peut estimer les besoins théoriques d'entretien de la vache par la formule suivante :

$$\text{UFL} = 1,4 + 0,006 \times \text{Poids vif (MAYER et DENIS, 1999)}.$$

Ces besoins seront majorés de 10% en cas de stabulation libre et d'au moins 20% lorsque l'animal est au pâturage. Il faut aussi noter que les dépenses d'entretien des vaches lactantes sont en moyennes supérieures de 15 à 20% que celles des vaches taries (VERMOREL, 1988).

Le statut énergétique d'une vache laitière varie en fonction de la saison, de l'âge, du type de stabulation, de la production laitière et principalement de son stade physiologique.

**Tableau I : Evolution des besoins alimentaires quotidiens de la vache selon son âge et son état physiologique**

Types de Besoins	Poids vif (kg)	Energie (UFL)	Matière		Minéraux		
			PDI (g)	MAT (g)	Ca (g)	P (g)	Na (g)
Entretien (stabulation entravée)	200	2,2	173	160	1	7	4
	300	3,0	234	216	-	-	-
	400	3,7	291	268	24	17	6
	500	-	344	315	-	-	-
	600	5,0	394	360	36	27	
Gestation (trois derniers mois)		+20-50%	+50%	+50%	+25-50%	+20-50%	+25%
Lactation (par kg de lait)		+0,41-0,54	48	60	3,5	1,7	0,5

Source : **MAYER et DENIS, 1999**

### **I.1.1.2. Production**

En plus des besoins d'entretien, la vache a un besoin énergétique pour la production. Dès qu'elle est saillie, se succèdent et se chevauchent généralement, les stades gestation-lactation. Ces besoins varient selon le stade physiologique de l'animal.

#### **I.1.1.2.1. Gestation**

Le fœtus sera prioritaire par rapport à sa mère pour la plupart des nutriments, à l'exception de certains oligo-éléments et des vitamines. Il sera prioritaire pour le glucose exigé comme source énergétique pour son développement mais sera, en revanche, très sensible à une carence en vitamine A (**WOLTER, 1994**).

Pendant la gestation, les besoins sont fonction de la taille du veau qui elle-même est fonction du format de la vache, de son âge et de sa race. Pour une vache de 600 kg avec un veau de 40kg à la naissance, il faut d'après **VERMOREL (1988)**, prévoir un supplément énergétique croissant au cours du dernier tiers de gestation, à savoir :

- 0,9 UFL/j pour le 7<sup>ème</sup> mois ,
- de 1,6 UFL/j pour le 8<sup>ème</sup> mois,
- de 2,6 UFL/j pour le 9<sup>ème</sup> mois.

Chez la vache laitière gestante, les besoins sont plus sensibles pendant les deux derniers mois, alors que la lactation est arrêtée (**SOLTNER, 1986**). A cette période la satisfaction de ces besoins est indispensable. Elle permet non seulement une bonne production laitière ultérieure mais aussi l'obtention des veaux bien conformés et résistants. Toutefois, il faut signaler que certains auteurs pensent que chez la vache allaitante un déficit alimentaire, même important, de la vache adulte compromet rarement le poids du veau à la naissance. Il faudrait en fait que le poids de la mère gravide diminue de plus de 5% au cours des 2 à 4 derniers mois de gestation pour qu'il soit réduit. De même la vitalité du nouveau-né ne semble compromise que dans les cas d'amaigrissement extrême (**PETIT ,1979**).

### **I.1.1.2.2. Production laitière**

Pour la production laitière il faut 0,44 UFL/kg de lait à 4% de matière grasse. Pour des laits dont le pourcentage de matière grasse est différent, la correction se fait selon la formule suivante :

Lait à 4%=Production laitière X (0,4 X 0,15 X %MG) (**SOLTNER, 1986**).

En effet, la période la plus délicate de l'alimentation de la vache laitière se situe après la mise-bas. Après le vêlage, l'appétit augmente mais beaucoup plus lentement que les besoins, les apports recommandés en énergie et en protéines triplant voire quadruplant dès la 2ème semaine de lactation, soit bien avant le pic de lactation, tandis que l'appétit n'atteint son maximum que deux à quatre mois après le vêlage. Ainsi, la balance énergétique est négative chez les vaches en début de lactation. La couverture des besoins énergétiques chez les vaches laitières à fort potentiel s'avère impossible en début de lactation (**BEAM et al., 1999**), malgré l'utilisation de fourrages de qualité (impliquant l'obligation d'une transition progressive sur 2 à 3 semaines) et l'accroissement du pourcentage de concentrés, progressif également. En effet, les très bons fourrages dépassent rarement 0,9 UFL/kg MS et les concentrés énergétiques courants, comme les céréales, avoisinent 1,2 UFL/kg MS (**ENJALBERT, 2003**).

La production laitière croît quotidiennement du vêlage au pic de lactation, vers 6 à 8 semaines post-partum. La vache présente un bilan énergétique négatif, s'accroissant de jour en jour, atteignant un maximum en valeur absolue vers 7 à 15 jours post-partum. Plus le déficit sera intense, plus il faudra de temps pour le combler. L'appétit se restaurera au fur et à mesure de la lactation, avec un pic d'ingestion de matière sèche survenant 3 à 6 semaines après le pic de lactation. Le bilan énergétique redevient donc positif vers 8 semaines chez les primipares et 12 semaines maximum chez les multipares (**BAREILLE et BAREILLE., 1995 ; BUTLER et SMITH, 1989**), ce qui autorise la reconstitution des réserves corporelles jusqu'au tarissement (**WEAVER, 1987**).

Le contrôle du déficit énergétique post-partum doit commencer avant le vêlage, par l'utilisation de fourrages riches et/ou par l'introduction de concentrés dans la

ration. Il s'agit de trouver un compromis entre une évolution trop rapide de la ration (prédisposant à l'acidose) et une insuffisance d'apports pouvant conduire à l'apparition d'une cétose primaire.

### **I.1.1.2.3. Croissance**

La croissance exige une quantité d'énergie variable selon l'âge au premier vêlage. En effet, la croissance des vaches se poursuit pendant plusieurs lactations mais n'est importante que chez les primipares, notamment lors de vêlage à 2 ans. On considère chez les multipares les besoins de croissance comme négligeables. (WOLTER, 1994)

### **I.1.2. Besoins et apports azotés**

Les ruminants quel qu'en soit leur état, subissent les pertes d'azote par divers sécrétion (les fèces, l'urine, la peau, et par le lait...). Ces pertes inévitables engendrent des besoins en acides aminés, ceux-ci constituent pratiquement la seule forme azotée utilisable par l'animal pour son métabolisme.

L'azote apporté doit donc remplir deux rôles :

- l'alimentation azoté de la microflore pour sa croissance sa multiplication et les activités métaboliques, tout en récupérant secondairement un maximum de PDIM (WOLTER, 1997)
- la couverture complémentaire des besoins protéiques propres à la vache, sous forme de PDIA assurant quantitativement et qualitativement la satisfaction des exigences en acides aminés indispensables pour l'entretien et la protéosynthèse mammaire

Pour la vache laitière, les besoins sont les suivants (SOLTNER, 1986):

- L'entretien :  $PDI = 100 + (0,5 \times \text{kg de poids vif})$ ,
- La production :  $PDI = 48 \times \text{kg de lait à 4\% de MG}$ ,
- La gestation : 75g de PDI au 7ième mois ,135g au 8ième mois ; et 205g de PDI au 9ième mois.

L'apport recommandé en PDI lors du tarissement avoisine 50 g/kg MS, ce qui est facilement permis par la majorité des fourrages. Cet apport peut toutefois s'avérer insuffisant pour la couverture des besoins en azote dégradable de la flore du rumen, justifiant l'utilisation préférable d'apports plus élevés (75 à 85 g de PDI ou 120 g de MAT par kg MS). En début de lactation, contrairement aux réserves énergétiques, les réserves protéiques sont peu abondantes et dépendent peu du niveau de production laitière. Le muscle utérin fournit l'essentiel de ces réserves au cours de l'involution. La mobilisation des protéines musculaires squelettiques reste tolérable, sans toutefois dépasser un déficit PDI cumulé supérieur à 10 kg au cours du premier mois de lactation. On conçoit la faiblesse relative de cette valeur comparée au déficit énergétique toléré chez des vaches à haut potentiel. Les apports recommandés sur les rations complètes proposent une teneur en PDI de 120 g/kg MS en début de lactation, contre 110 g/kg MS chez des vaches en milieu de lactation (**CHENAIS, 1990**).

Lorsque le déficit azoté concerne l'apport en PDI, c'est-à-dire un manque d'acides aminés absorbés, en début de lactation, on observe une diminution de la production laitière, expliquée par une moindre utilisation des réserves énergétiques. Ce déficit est rare durant le tarissement. L'excès d'azote dégradable entraîne d'une part une sollicitation supplémentaire du foie. Outre la néoglucogenèse importante en post-partum et une éventuelle stéatose, l'ammoniac absorbé au niveau ruminal active les processus hépatiques de détoxification. D'autre part, la transformation de l'ammoniac en urée est coûteuse en énergie, ce qui n'est pas souhaitable en période de déficit énergétique.

### **I.1.3. Besoins en eau**

La quantité d'eau consommée par l'animal est fonction de la composition de l'aliment qu'il ingère, de sa production et des conditions climatiques (**MAYER et DENIS, 1999**). Les besoins augmentent avec la température, la présentation de l'aliment et leur ingestion. Tout sous-abreuvement, diminue la consommation alimentaire et la production laitière (**WOLTER, 1997**). L'eau est apportée par les aliments et l'eau de boisson. La quantité d'eau bue est d'autant plus faible que l'herbe est plus aqueuse. Les bovins boivent 2 à 3 fois par jour s'ils disposent d'eau à volonté.

#### **I.1.4. Besoins et apports en minéraux et vitamines**

L'apport minéral dans l'alimentation des animaux, en général et de la vache laitière, en particulier est très important. La vache laitière a un métabolisme minéral plus « accéléré » par rapport aux autres bovins. Car en plus des échanges internes entre le squelette très riche en calcium et en phosphore, et les autres tissus ainsi que des réactions biochimiques des différentes cellules, la composition minérale du lait peut entraîner de fortes exportations de minéraux (**MAYER et DENIS, 1999**).

**Tableau II : Besoins en minéraux pour l'entretien et la croissance des bovins**

	<b>Entretien (mg/Kg de PV)</b>	<b>Croissance (g/Kg de PV)</b>
P	25	5 à 8
Ca	18	15
Mg	5	0,4
K	-	1,6 à 1,8
Na	-	0,9 à 1,4

(Source : **GUEGUEN et LAMAND M., 1988**)

Ces valeurs varient avec l'âge chez les bovins.

Les vitamines assurent de nombreuses réactions biochimiques en agissant comme un véhicule chimique pour les substances intervenant dans ces réactions. L'organisme animal ne synthétisant pas ces éléments, il faut les apporter dans l'alimentation. La quantité de vitamine dans les rations est faible, mais la carence ou l'absence d'une vitamine entraîne une pathologie ou une mort prématurée (**CHESWORTH, 1996**). D'où l'intérêt de donner des vitamines comme la vitamine A qui est indispensable à tous les animaux et surtout aux femelles en gestation. Durant les derniers mois de gestation, les besoins peuvent aller jusqu'à 50000 UI/ jour. Les besoins des animaux en vitamines A et E sont couverts lorsqu'ils consomment de l'herbe verte en abondance, alors qu'avec les fourrages secs, les apports sont insuffisants.

Les besoins en vitamine A et D pour une vache de 600 kg de poids vif à l'entretien sont de 45000 UI/animal/jour pour la vitamine A et 18000 UI pour la vitamine D (WOLTER, 1988).

**Tableau III : Apports vitaminiques recommandés (en UI/kg MS de la ration)**

	<b>Vitamine A</b>	<b>Vitamine B</b>	<b>Vitamine E</b>
Vaches tarées 600 kg	4000	1200	15
Vaches laitières début de lactation (0-3 semaines)	4000	1000	15
Vaches laitières en pleine lactation	3200	1000	15
Vaches allaitantes	3900	-	-

(Source : INRA, 1988)

## **I.2. NOTION DE NOTE D'ETAT CORPOREL DANS LA CONDUITE DES VACHES**

### **I.2.1. Notation d'état corporel**

L'appréciation du statut nutritionnel de la vache nécessite de connaître :

- la valeur de la ration, estimée à partir de tables ou par analyse chimique ;
- les quantités d'aliments, fourrages et concentrés, distribués ;
- les quantités d'aliments effectivement ingérées par l'animal, variables notamment suivant son stade physiologique et sa place dans la hiérarchie du troupeau ;
- la digestibilité de la ration, fonction de son état de conservation, de sa fibrosité et des éventuels traitements nécessaires à sa fabrication.

La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel. Cette méthode couramment employée a l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal,

sujette à des variations suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière (**FERGUSON, 2002**).

### **I.2.1.1. Principes et échelles de notation**

La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaire et caudale. Plus précisément, les zones anatomiques évaluées comprennent les processus transverses et épineux des vertèbres lombaires, les tubérosités iliaques (pointe de la hanche) et ischiatiques (pointe de la fesse), le détroit caudal, la base de la queue et la ligne du dos. La couverture tissulaire peut être estimée par la palpation et/ou l'inspection visuelle (**FERGUSON et al., 1994 ; VALL et BAYALA, 2004**).

Selon une grille de notation établie par l'Institut Technique de l'Élevage Bovin (**BAZIN, 1984**), chaque critère anatomique se voit attribuer par un observateur une note de 0 à 5, la note globale correspondant à la moyenne de 6 notes (avec une précision de 0,5 point), de 0 pour vache cachectique à 5 pour vache très grasse. Plus près de nous, **VALL et BAYALA (2004)** proposent une grille de notation d'état corporel des zébus soudanais (voir annexes 1 et 2). Ici, les notations d'état corporel (ou état d'engraissement) sont évaluées selon une échelle de notation qui varie de 0 à 5. Les notes sont également attribuées après observation du profil et de l'arrière de l'animal. On utilise des repères anatomiques précis : côtes, creux du flanc, apophyses épineuses, apophyses transverses... D'autres échelles de score existent : ainsi, outre-atlantique, le système de notation le plus communément utilisé s'étale également de 1 à 5 points : 1 pour vache cachectique, 2 pour maigre, 3 pour moyenne, 4 pour grasse et 5 pour très grasse, avec une précision de 0,25 unité. Des formules permettant la conversion d'une échelle à l'autre ont été établies (**FERGUSON et al., 1994**).

### **I.2.1.2. Intérêts de la notation de l'état corporel chez la vache**

#### **I.2.1.2.1. Représentativité du statut énergétique de l'animal**

Bien que subjective, la méthode de notation de l'état corporel chez la vache peut toutefois être corrélée à d'autres mesures objectives, celles-ci, comme le poids vif ou la composition des tissus corporels. La note d'état corporel reflète l'épaisseur de la

graisse sous-cutanée (EDMONSON *et al.*, 1989). Une corrélation positive a également été démontrée entre la note d'état corporel chez la vache et la lipomobilisation (DOMECQ *et al.*, 1997b), mais aussi avec la balance énergétique négative cumulée (DOMECQ *et al.*, 1997a). Une variation d'un point de la note d'état corporel représente environ 56 kg de variation de poids corporel et 400 Mcal d'énergie nette, sur une échelle de score de 1 à 5 (FERGUSON, 2001).

#### **I.2.1.2.2. Fiabilité de la méthode**

La notation de l'état corporel apparaît comme une méthode répétable mais également reproductible : une corrélation de 82 % entre les notes attribuées à un animal par le même observateur, et de 79 % entre les notes accordées par les observateurs lors d'un même test ont été rapportées (AGABRIEL *et PETIT*, 1987). Environ 90 % des notations entre 2 observateurs ne diffèrent que de 0,25 point (FERGUSON *et al.*, 1994). D'autre part, il semble que l'utilisation de grilles sous forme de diagramme permet à un observateur débutant d'évaluer la note d'état corporel avec la même précision qu'un initié (EDMONSON *et al.*, 1989). En lactation comme en période de tarissement, la notation de l'état corporel à des intervalles réguliers de 30 jours constitue une bonne méthode pour appréhender et détecter les changements de la condition corporelle au cours de ces 2 périodes, de façon significative et précise (HADY *et al.*, 1994), ce qui illustre l'intérêt pratique d'une telle méthode.

#### **I.2.1.2.3. Autres intérêts zootechniques**

La notation de l'état corporel peut constituer un outil diagnostique intéressant dans l'évaluation de l'adéquation entre les apports et les besoins d'énergie. L'observation et le suivi de l'état corporel d'un troupeau au cours de la lactation permettent une meilleure gestion de la conduite alimentaire, notamment par une correction de la ration si nécessaire. D'autre part, la note d'état elle-même ou ses variations sont associées à des troubles sanitaires nombreux comme des boiteries, des troubles métaboliques (cétose, fièvre de lait) et de nombreux troubles de la

reproduction : métrites, kystes ovariens, dystocies, rétentions placentaires et baisse de fertilité, ... (FERGUSON, 2002).

## **I.2.2. Profil d'état corporel au cour du post-partum chez la vache**

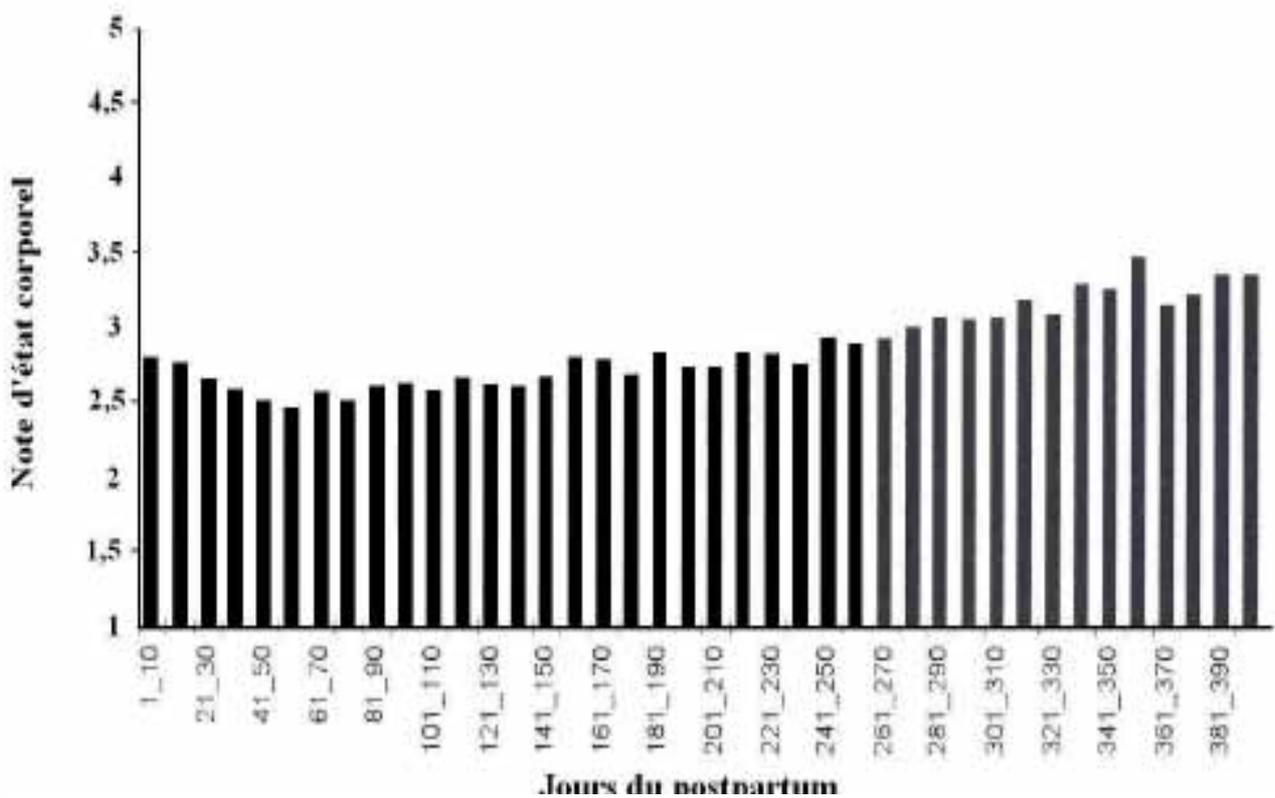
### **I.2.2.1. Influence du stade du postpartum**

L'état corporel de la vache laitière suit une évolution caractérisée par 2 grandes phases : l'une comprise entre le vêlage et le 60ème jour de lactation, l'autre au-delà du 60ème jour.

Au cours de la première phase, une diminution significative de l'état corporel est observée avec une valeur moyenne diminuant de 2,8 à 2,5 points durant les 60 premiers jours de lactation (DRAME *et al.*, 1999 ; EDMONSON *et al.*, 1989 ; FERGUSON *et al.*, 1994). Cette perte d'état est une manifestation de l'utilisation intense des réserves corporelles survenant après le part. Une mobilisation de 20 à 70 kg de lipides a été rapportée au cours des 60 jours suivant le vêlage (OTTO *et al.*, 1991). Elle se traduit par la réduction de l'épaisseur de la graisse sous-cutanée et du diamètre des adipocytes liée à la lyse des triglycérides. Elle s'accompagne d'une augmentation de la teneur plasmatique en acides gras qui atteint son pic vers le 15ème jour du postpartum. Cette augmentation reflète la lipolyse et la mobilisation des réserves adipeuses pour assurer les dépenses énergétiques de l'animal.

La seconde phase observée sur la courbe d'état corporel se situe au-delà du 60ème jour postpartum, avec une augmentation significative de 2,5 à 3,4 points (DRAME *et al.*, 1999 ; WALTNER *et al.*, 1993). Celle-ci traduit la reconstitution des réserves énergétiques de l'animal, liée au rétablissement de sa capacité d'ingestion de matière sèche ainsi qu'à l'activation de la lipogenèse au détriment de la lipolyse qui diminue. Les excédents de nutriments absorbés seront ainsi stockés dans les tissus de réserve, à l'origine d'une augmentation de la note d'état corporel.

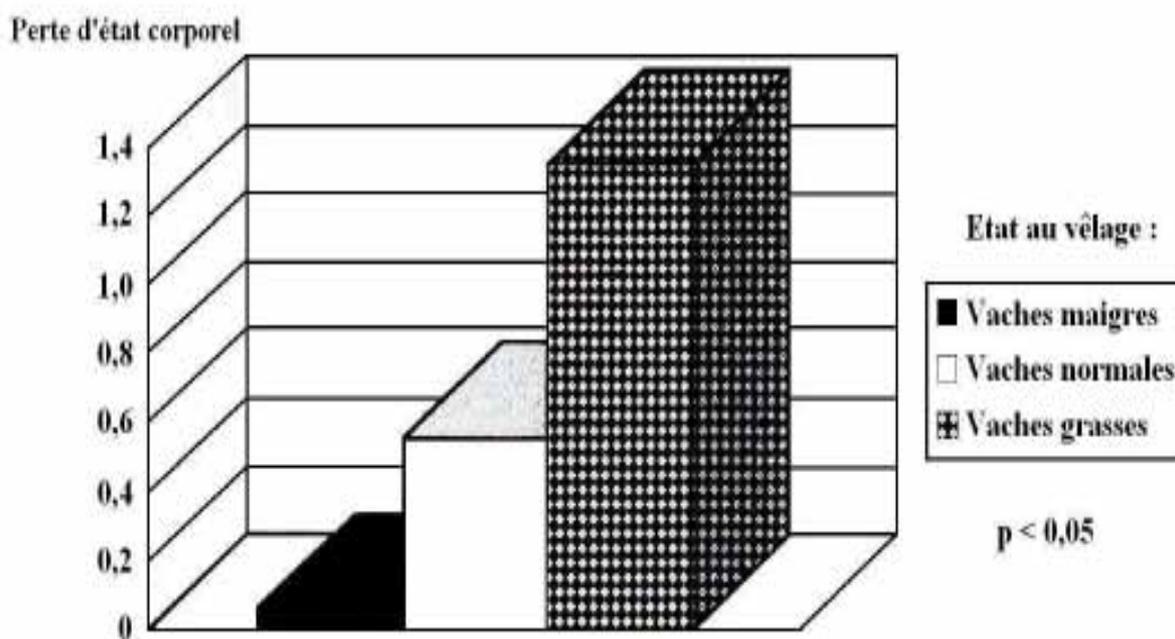
A la fin de la lactation, la note d'état corporel redevient égale à celle du vêlage (WALTNER *et al.*, 1993).



**Figure 1 : Evolution de l'état corporel moyen au cours du postpartum chez les vaches laitières (d'après DRAME et al., 1999).**

#### **I.2.2.2. Influence de l'état d'engraissement au moment du part sur la note d'état corporelle.**

Le degré d'utilisation des réserves est significativement corrélé au niveau d'engraissement de l'animal au moment de son vêlage. Ainsi, les vaches vêlant avec un état gras présentent une perte d'état corporel excessive, supérieure à un point (1,36) (DRAME et al., 1999), tandis que celle-ci se limite à 0,56 et 0,06 respectivement chez les vaches normales et maigres.



**Figure 2 : Perte d'état corporel au cours des 60 premiers jours de lactation chez les vaches maigres, normales et grasses au moment du vêlage (d'après DRAME et al., 1999).**

### I.2.2.3. Influence de la saison du vêlage

Dans les zones tempérées, un effet significatif de la saison du vêlage a été observé sur le profil de l'état corporel au cours du post-partum (DRAME et al., 1999). Les vaches vêlant en période de pâturage présentent un état corporel moyen significativement plus élevé que les vaches vêlant en stabulation. Le rôle des conditions de stabulation et d'une diminution qualitative et quantitative des fourrages distribués en hiver est évoqué. D'autres auteurs n'ont toutefois pas montré de variation significative de l'état corporel liée aux saisons (WILDMAN, 1982).

En zones tropicales, notamment en Afrique sub-saharienne, le profil d'état serait fortement corrélé aux disponibilités alimentaires. Ainsi, les vaches vêlant en période d'abondance (milieu et fin de saison de pluie) présentent un état corporel moyen significativement plus élevé que les vaches vêlant en période de soudure (fin saison sèche).

#### **I.2.2.4. Influence de la parité**

Les vaches primipares et celles en deuxième lactation atteignent leur niveau d'état corporel le plus bas au 2ème mois suivant le vêlage. La note d'état la plus basse est atteinte au 4ème mois post-partum chez les vaches en 3ème et 4ème lactation (WALTNER et al., 1993). La perte d'état post-partum augmente avec la parité, passant de 0,3 point en moyenne chez les primipares à 0,9 point pour les vaches à 4 lactations ou plus (WALTNER et al., 1993). D'autres travaux n'ont toutefois pas pu conclure à l'existence de différence significative portant sur la parité (DRAME et al., 1999).

#### **I.2.2.5. Relations avec le niveau de la production laitière**

##### **I.2.2.5.1. Chez la vache laitière**

Il est souvent admis que, pour les vaches laitières à fort potentiel de production, la quantité des graisses corporelles disponibles au vêlage est positivement corrélée au niveau de la production laitière en début de lactation. WALTNER et al. (1993) déterminent qu'une augmentation de la note d'état au vêlage de 2 à 3 points correspond à 322 kg supplémentaires de lait produit au cours des 90 premiers jours de lactation. Cette croissance est moins forte (+33 kg) lorsque l'on passe de 3 à 4 points. Au delà, un point de note d'état correspond à une diminution de production de 223 kg. Ainsi, les réserves adipeuses de la femelle au vêlage peuvent être un facteur limitant de la capacité à exprimer le potentiel laitier chez des vaches aptes à produire plus de 9000 kg de lait standard en 305 jours de lactation. Pour les mêmes auteurs, le niveau de la production laitière est davantage lié à l'utilisation des réserves de graisse corporelles en début de lactation qu'à leur niveau au vêlage. Ainsi, une perte de note d'état corporel n'excédant pas 1,5 point à 120 jours de lactation est associée à une augmentation de la production laitière. Au delà de 1,5 point de perte, une diminution de la production comparativement au potentiel laitier est constatée (WALTNER et al., 1993).

#### **I.2.2.5.2. Chez la vache allaitante**

Chez la vache allaitante par contre, La plupart des études indiquent qu'une réduction modérée du niveau d'alimentation de la vache allaitante ne modifie que très peu sa production laitière et donc la croissance de son veau dans le jeune âge, même si on peut observer une légère baisse de production quand la sous alimentation est longue et que les vaches sont en mauvais état. La production de lait peut d'ailleurs se compenser par la suite si le niveau d'alimentation revient à volonté grâce à la stimulation de la tétée. **PETIT (1988)** a cependant proposé la note d'état limite de 1,5 en dessous de laquelle prolonger l'amaigrissement risquerait de réduire la production des meilleures laitières adultes.

## **CHAPITRE II : METABOLISME PROTEO-ENERGETIQUE CHEZ LA VACHE**

### **INTRODUCTION**

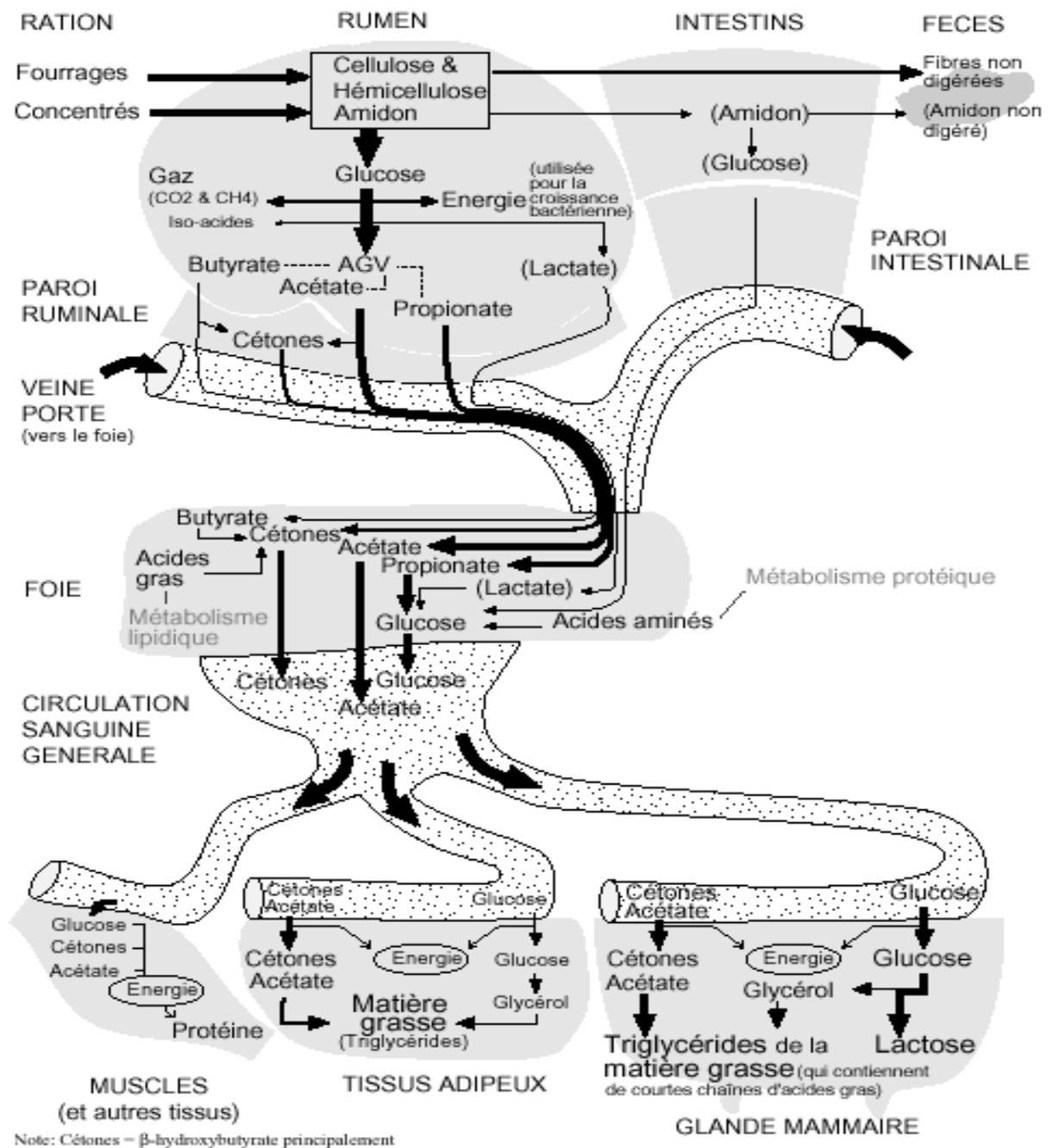
Le métabolisme énergétique de la vache présente plusieurs spécificités, dues principalement aux particularités de sa physiologie digestive. Après absorption, les nutriments sont véhiculés par le sang vers le foie, puis les cellules où ils sont métabolisés. Ce métabolisme revêt deux aspects : un aspect catabolique, qui sert à la fourniture d'énergie à partir des substances énergétiques et l'autre, anabolique dont l'intérêt est la synthèse de nouvelles matières. De plus il faut signaler que chez les ruminants, le métabolisme du glucose est étroitement associé au métabolisme des acides aminés et des lipides (**HUNTINGTON, 1997**). Aussi, plusieurs catégories de substrats énergétiques peuvent être identifiées au sein des tissus. Certains de ceux-ci sont apportés par la circulation sanguine : le glucose, le lactate, les acides gras volatils (AGV), les corps cétoniques, les acides gras non estérifiés à longue chaîne carbonée (AGNE) et les triacylglycérols. D'autres ont une origine endogène : le glycogène et les triacylglycérols.

### **II.1. PRESENTATION DE CERTAINS DETERMINANTS PLASMATIQUES DU STATUT ENERGETIQUE DE LA VACHE**

#### **II.1.1. Acides gras volatils (AGV)**

Les AGV sont issus de la dégradation des hydrates de carbone alimentaires par les microorganismes du rumen. Les 3 principaux AGV formés à ce niveau et absorbés sont l'acétate, le propionate et le butyrate. Cependant, seul l'acétate constitue véritablement un substrat pour le tissu musculaire. En effet, lors du premier passage hépatique des AGV à partir de la veine porte, 85 à 90 % du propionate sont transformés en glucose et plus de 80 % du butyrate sont directement utilisés par le foie. La majorité de l'acétate capté est directement et complètement oxydé ( $\pm 80\%$ ), le reste étant utilisé comme précurseur carboné pour la synthèse des acides gras (**PETHICK, 1984**). L'énergie nécessaire pour la synthèse de la matière grasse et du

lactose du lait dans le pis provient de la combustion des corps cétoniques. La figure 3 présente une vue générale du métabolisme des hydrates de carbone chez la vache.



**Figure 3 : Vue générale du métabolisme des hydrates de carbone chez la vache. (WATTIAUX, 1994a).**

## II.1.2. Glucose

### II.1.2.1. Origine

Chez la vache laitière comme chez les autres ruminants le glucose sanguin a deux origines :

- Exogène par l'absorption intestinale du glucose à partir de l'amidon et aussi au glucosanes microbiennes. Le glucose exogène représente seulement 1% de l'énergie totale absorbée dans le cas d'une ration composée de fourrage. Elle résulte de la digestion enzymatique dans l'intestin grêle de l'amidon non dégradé dans le rumen, mais serait pour la plus grande partie consommé par les viscères abdominaux (**JEAN-BLAIN., 1995**).
- Endogène qui provient essentiellement de la néoglucogenèse à partir des substances glucoformatrices au niveau du foie (85%), à moindre degré au niveau rénal (8%). La néoglucogenèse fourni environ 85% du glucose total ; c'est donc un phénomène capital chez les ruminants (**LANDAU et al.1997**).

Ainsi les substances glucoformatrices sont :

- ✓ Le propionate (55%) qui provient de la digestion ruminale des glucides (**GRIZARD et al., 1996**) principal précurseur du glucose capté par le foie et transformé en glucose via le succinyl CoA ;
- ✓ Lactate : recyclage du lactate endogène d'origine musculaire ;
- ✓ Glycérol : libéré par lipolyse ;
- ✓ Acides aminés glucoformateurs circulants (25%) (alanine, glutamine, acide glutamique, acide aspartique, proline, sérine) après désaminations en glucose (**MARX, 2002**).

Ainsi le statut énergétique d'un animal est le résultat de nombreuses régulations biologiques qui interfèrent entre les différents métabolismes (glucidique, protéique, lipidique).



### II.1.2.2. Glycémie et ses variations

La glycémie est le taux de glucose circulant dans le sang. Il est nécessaire de toujours tenir compte de la production laitière et du stade physiologique de la vache dans l'interprétation d'une valeur de la glycémie (**VAGNEUR, 1996**). En effet, on assiste en début de lactation (pendant les deux premiers mois) à une diminution d'environ 10% du taux du glucose sanguin chez une vache laitière. La teneur en glucose du sang serait minimale dans le courant de la deuxième semaine après mise bas (**DALE et al., 1979**) et remonterait en général dès la troisième semaine puisque la production laitière n'augmentant plus et l'ingestion s'accroissant, le bilan énergétique redeviendrait alors positif (**SCHULTZ, 1971**).

Les valeurs normales de la glycémie sont (d'après **AUBADIE-LADRIX, 2004**) :

- En début de lactation : de 0,4 à 0,55 g/l, soit 2,1 à 3,1 mmol/l. **RADIGUE** considère dans un article récent que les valeurs usuelles sont situées entre 0,5 et 0,6g/l (2,75-3,3 mmol/l) en début de lactation, mais cela semble un peu élevé.
- Après 100J (> 13 semaines) de lactation : de 0,6 à 0,75g/l soit 3,3 à 4.13 mmol/l.

La glycémie est considérée fréquemment comme un indicateur du statut énergétique. Cependant, de fortes variations de la néoglucogenèse et de l'utilisation du glucose ne se traduisent pas obligatoirement par des variations importantes de la glycémie (**BRUGERE-PICOUX, REMY D, 1995a**). La glycémie n'est interprétable que si le niveau azoté est suffisant ; Cela correspond à une urémie supérieure à 0.30g/L (5,8 mmol/l environ) pour les vaches en fin de gestation et en début de lactation.

Il existe également des facteurs indépendants de l'animal et inhérents à tout prélèvement qui sont susceptibles d'intervenir (**TREMBLAY A, 1996a**) :

- le type d'anticoagulant utilisé dans le tube de prélèvement : les tubes à fluorure de sodium limitent la consommation du glucose par les hématies.
- le délai de récupération du sérum après la prise de sang : il existe en effet une dégradation du glucose par les globules rouges tant que l'échantillon n'a pas été centrifugé et séparé.

- la température de conservation des échantillons avant analyse

### II.1.2.3. Utilisation du glucose

Le glucose intervient à différents niveaux et dans différentes fonctions dans l'organisme d'une vache : la fourniture d'énergie à l'ensemble des tissus de l'organisme (en particulier mamelle et fœtus), la transformation en lactose et exportation dans le lait, la transformation en glycérol pour former les triglycérides (Graisses corporelles ou du lait) et l'utilisation pour la synthèse des acides gras dans les graisses corporelles uniquement (pas celles du lait).

### II.1.3. Corps cétoniques (CC)

#### II.1.3.1. Origine (cétogène)

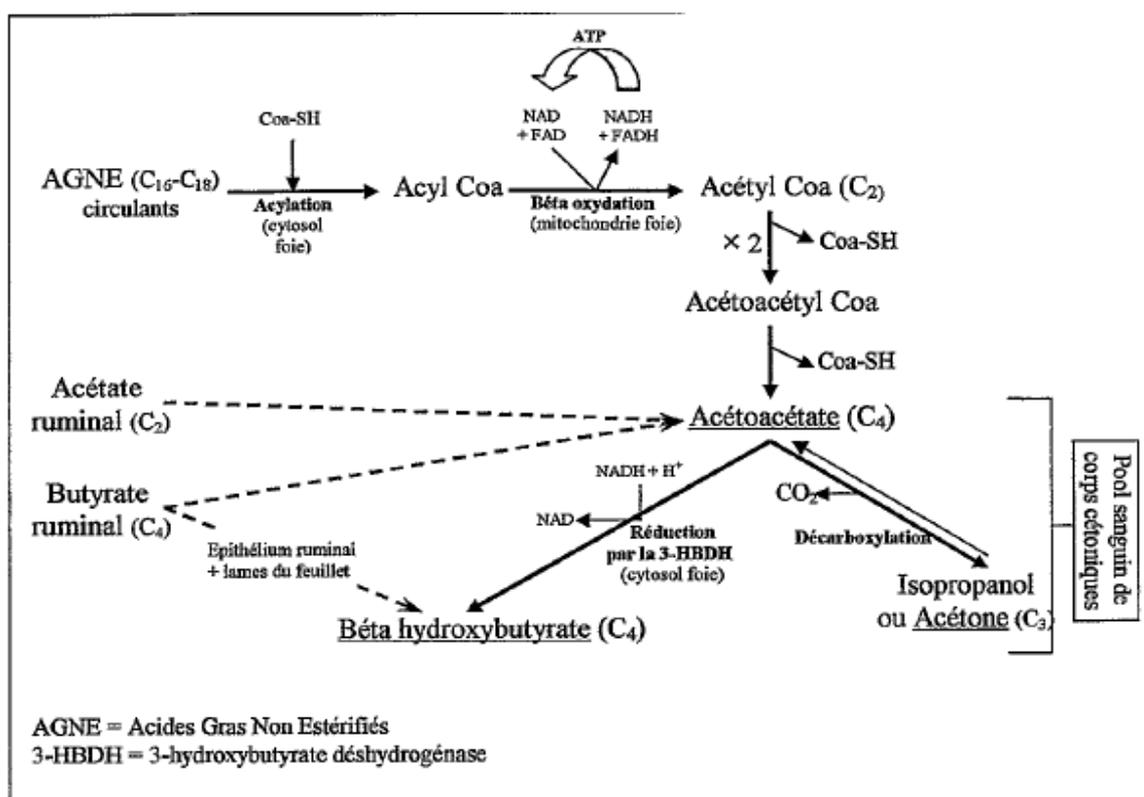


Figure 5 : Cétogénèse à partir des AGNE et des AGV chez les ruminants.

Tout comme pour les AGV, l'importance de la contribution des CC au métabolisme énergétique est une spécificité du ruminant (PETHICK, 1984). Les CC acétoacétate et  $\beta$ -hydroxybutyrate sont produits soit au niveau de l'épithélium

ruminal, soit au niveau hépatique. Le  $\beta$ -hydroxybutyrate constitue cependant le principal CC circulant chez le ruminant (**PETHICK, 1984**).

### **II.1.3.2. Valeurs**

#### **II.1.3.2.1. Valeurs sériques**

Il faut être vigilant quant à l'interprétation des concentrations en corps cétoniques puisqu'elles peuvent varier en fonction de la méthode employée et du laboratoire qui a réalisé les mesures. Cette concentration est le résultat d'un équilibre entre leur production entre le foie et le rumen et leur utilisation par les tissus périphériques (**RADOSTITS et al., 2000**).

Pour une détermination quantitative de la concentration dans un échantillon de sérum ou de plasma, il vaudra mieux mesurer le taux de  $\beta$ -hydroxybutyrate qui est non modifié par le stress (à la différence de la glycémie (**AUBADIE-LADRIX ,2004**). En effet l'acétoacétate est présent en quantité moindre dans le sang et est plus difficile à doser que le  $\beta$ -hydroxybutyrate car il est plus volatile donc instable. Par contre en présence de ration riche en sucre de betterave ou en mélasse, il sera important de doser également l'acétoacétate puisqu'il est apporté en quantité non négligeable par ces deux composés (**WENSING T, 1992**).

D'autre part, il est important de ne pas effectuer de prélèvement par la veine mammaire car la glande mammaire tend à extraire du  $\beta$ -hydroxybutyrate et à relarguer de l'acétoacétate, ce qui fausserait les valeurs de ces deux corps cétoniques (**AUBADIE-LADRIX ,2004**).

#### **II.1.3.2.2. Valeurs dans l'urine et le lait**

Lorsque l'on dépasse un certain seuil, les corps cétoniques sont rejetés par voies urinaire, pulmonaire et dans le lait (**FERRE et al., 2004**). Ce seuil est variable selon les auteurs et les publications (**FERRE et al., 2004**) ; Certains le définissent à 1 mmol /l pour la cétonimie, d'autres à 1,2mmol/L en considérant la concentration en  $\beta$ -hydroxybutyrate sanguin.

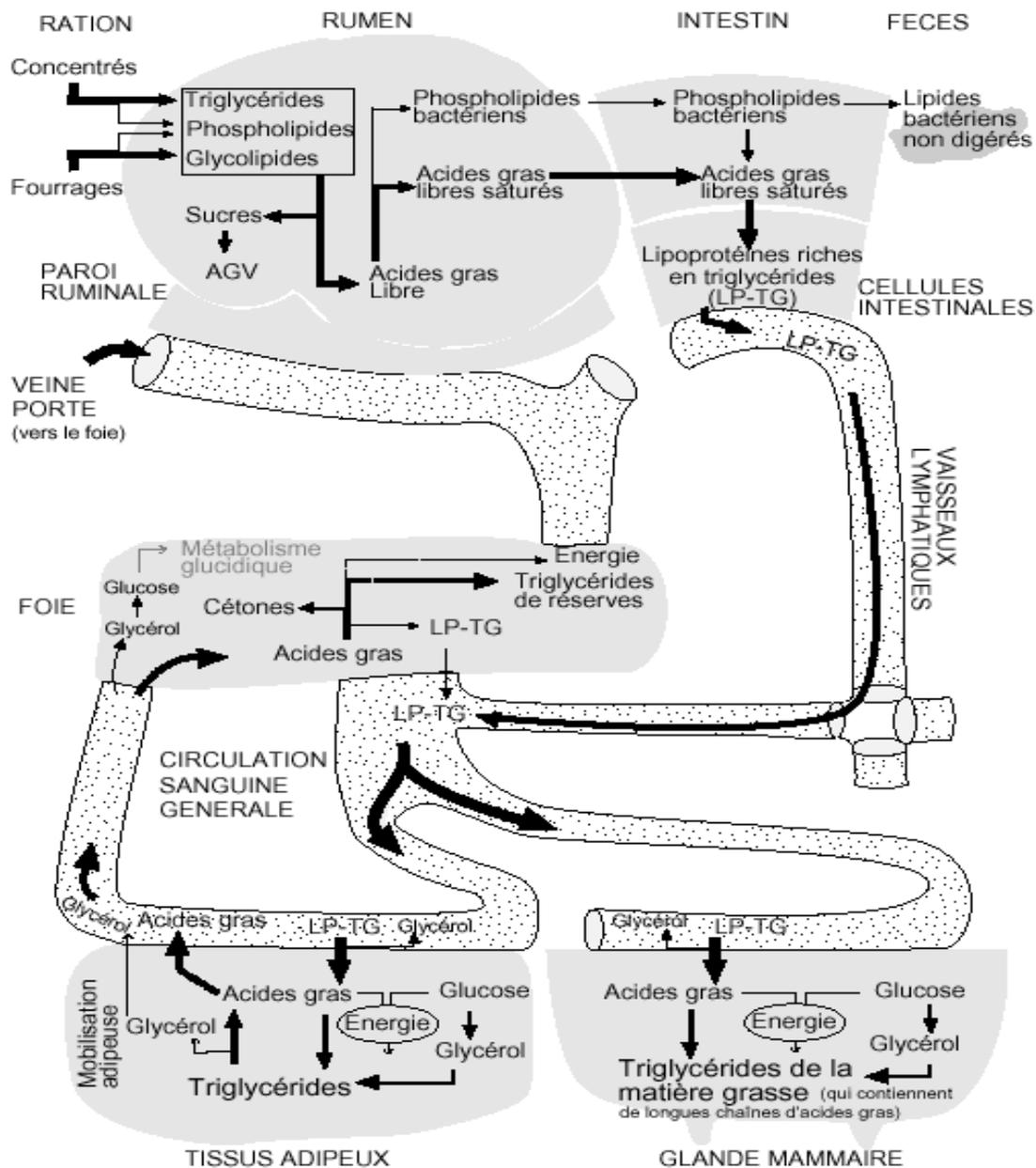
Les tests sur le lait ou l'urine sont réalisés à l'aide de tests semi-quantitatifs basés sur la vision d'un changement de coloration. Les réactifs doivent être stockés à l'abri des moisissures afin d'éviter les faux négatifs.

#### **II.1.4. Acides gras non estérifiés (AGNE ou AGL) et des triacylglycérols**

Les acides gras à longue chaîne présents dans le courant sanguin se trouvent soit sous forme de triacylglycérols, soit sous forme libre, c'est-à-dire d'AGNE (**HOCQUETTE et al., 2000**). Les triacylglycérols circulants, transportés par les lipoprotéines, sont hydrolysés par la LPL en acides gras libres ou non estérifiés, qui sont ensuite captés par le tissu musculaire sous-jacent (**CUVELIER et al., 2005**).

##### **II.1.4.1. Origine des AGNE**

Les AGNE plasmatiques, transportés par l'albumine, sont issus soit de la mobilisation des réserves lipidiques, soit de l'hydrolyse des triacylglycérols circulants par la LPL (**PETHICK et DUNSHEA, 1993**). La concentration plasmatique en AGNE est fonction de l'état physiologique et/ou nutritionnel de l'animal (**PETHICK et DUNSHEA, 1993 ; HOCQUETTE et al., 2000**). Ainsi, une nette augmentation de la concentration peut être observée lors de mobilisation des réserves lipidiques, en cas de jeûne ou de sous-alimentation par exemple (cas de la vache en début de lactation) (**PETHICK et DUNSHEA, 1993**). Les AGNE représentent par ailleurs moins de 5 % de la masse totale des lipides plasmatiques chez le ruminant (**PETHICK et DUNSHEA, 1993**).



**Figure 6: Vue générale du métabolisme lipidique chez la vache (WATTIAUX, 1994b).**

#### II.1.4.2. Valeurs sériques des AGNE.

Le degré d'élévation du taux d'AGNE par rapport à la normale permet de juger de la lipomobilisation et donc du déficit énergétique instantané. Leur concentration est augmentée dans l'urine, le sang et le lait lors d'état cétosique. Il est en général noté que les cas cliniques sont associés à des concentrations en AGNE supérieures à

1000 $\mu$ Eq /l (**HERDT et al., 1999**). Ils sont surtout très augmentés dans le « syndrome de la vache grasse » (**BRUGERE-PICOUX et REMY. 1995a**).

Beaucoup d'études ont montré que le paramètre sanguin mettant le mieux en évidence une stéatose hépatique est la concentration en AGNE (**GERLOFF et al. 1999**), exceptée une étude expérimentale de 1995 dont parle **JEAN-BLAIN** qui montrerait qu'il n'existe pas de corrélation entre la concentration en AGL dans le sang et l'importance de la stéatose hépatique. Cependant, des augmentations des AGNE, même si elles s'avèrent être moins importantes, sont également rencontrées lors de beaucoup de maladies du post-partum, et pas seulement lors de la cétose et de stéatose hépatique : déplacement de la caillette à gauche, fièvre du lait et rétention du placenta (**YAMAMOTO et al., 2001**).

## **II.1.5. Cholestérol**

### **II.1.5.1. Définition**

Le cholestérol est un alcool insaturé, synthétisé par le foie (en majeure partie) et les glandes endocrines à partir de l'acétyl COA. Une petite partie du cholestérol seulement est issue de l'alimentation. Le cholestérol est catabolisé dans le foie. Il joue un rôle indispensable dans l'organisme : Il intervient comme précurseur des hormones thyroïdiennes et des acides biliaires ainsi que dans la composition des membranes cellulaires

Le catabolisme du cholestérol conduit aux sels biliaires qu'on divise en 2 groupes (primaire et secondaire). Ces sels sont indispensables à la digestion des graisses qu'ils émulsionnent.

### **II.1.5.2. Valeurs sériques**

Chez l'homme cholestérol est responsable de l'athérosclérose.

Chez la femelle zébu *Gobra* en gestation et en lactation, **SAWADOGO (1998)** signale une cholestérolémie de  $3,74 \pm 1,02$  mmol /L.

### **II.1.5.3. Variations**

La concentration du cholestérol chez les bovins est sujette à d'importantes variations en rapport avec l'âge, l'alimentation, la gestation, et la lactation. Ce qui limite fortement son intérêt dans l'étude de la fonction hépatique.

Les hypercholestérolémies se rencontrent dans les atteintes hépatiques, (fasciolose, diabète). Les hypocholestérolémies sont fréquentes lors de l'anémie et cachexie.

### **II.1.6. Protéines**

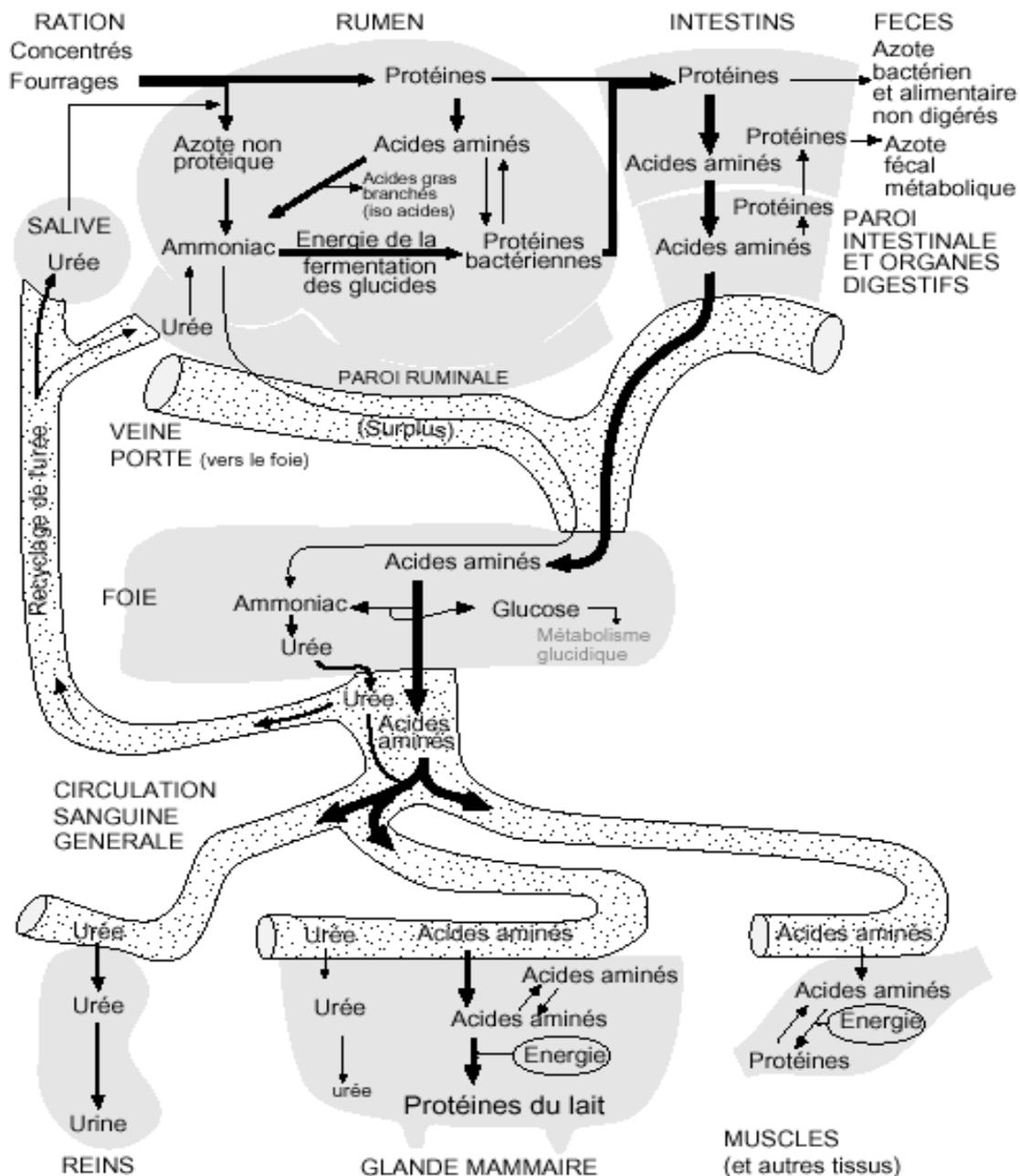
#### **II.1.6.1. Définition**

Les protéines sont des macromolécules cellulaires, polymères d'acide aminés, liés par des liaisons peptidiques.

L'électrophorèse des protéines sériques permet habituellement de mettre en évidence 4 fractions protéiques :

- ✓ l'albumine : C'est la fraction la plus importante du point de vue pondérale. Elle est synthétisée au niveau du foie,
- ✓ les globulines : alpha, bêta et gamma.

Les protéines alimentaires sont dégradées par les micro-organismes du rumen d'abord en acides aminés et ensuite en ammoniac et acides gras branchés (Figure 7). L'azote non-protéique des aliments et l'urée recyclée dans le rumen par l'intermédiaire de la salive ou la paroi du rumen contribuent aussi à la formation de l'ammoniac dans le rumen. Lorsque la quantité d'ammoniac est insuffisante pour le besoin des microbes, la digestibilité des aliments tend à diminuer. Par contre, trop d'ammoniac dans le rumen entraîne un gaspillage d'azote et la possibilité d'intoxication, ce qui dans les cas extrêmes peut entraîner la mort de l'animal.



**Figure 7 : Vue générale du métabolisme protéique chez la vache lait (WATTIAUX ,1994c)**

L'azote non-protéique des aliments et l'urée recyclée dans le rumen par l'intermédiaire de la salive ou la paroi du rumen contribuent aussi à la formation de l'ammoniac dans le rumen. Lorsque la quantité d'ammoniac est insuffisante pour le besoin des microbes, la digestibilité des aliments tend à diminuer. Par contre, trop d'ammoniac dans le rumen entraîne un gaspillage d'azote et la possibilité d'intoxication, ce qui dans les cas extrêmes peut entraîner la mort de l'animal.

### II.1.6.2. Rôle biologique

D'une manière générale, les protéines jouent un rôle fondamental dans l'organisme. On distingue entre autres les fonctions suivantes : catalyse les réactions enzymatiques, réserve d'acides aminés, contrôle de la croissance et de la différenciation, contraction, protection immune.

Les différentes fractions des protéines sériques participent chacune, à son niveau, à diverses activités. Ainsi :

- l'albumine intervient dans le maintien de la pression oncotique des liquides internes et le transport de nombreuses molécules en l'occurrence la bilirubine, les sels biliaires, les acides gras non estérifiés, l'iode, le calcium etc ;
- les alpha globulines jouent un rôle fondamental dans le transport des lipides ; d'hormones et de vitamines liposolubles. Elles peuvent également inhiber l'action de la progestérone, de la trypsine et des thromboplastines. Les alphas globulines interviennent aussi dans le métabolisme du tissu conjonctif ;
- les bêta globulines interviennent principalement dans le transport des substances aussi diverses que les lipides, le fer, les vitamines et les hormones stéroïdes ;
- les gammaglobulines jouent un rôle essentiel dans les phénomènes d'immunité.

### II.1.6.3. Valeurs sériques

La mesure des protéines totales plasmatiques comprend à la fois les albumines, les globulines et les fibrinogènes (**VAGNEUR, 1992**). La plus part de ces protéines plasmatiques (sauf les immunoglobulines) sont synthétisées dans le foie. Cependant lors d'atteinte Hépatique, la diminution de ce paramètre est longue à se mettre en place et elle ne sera significative que lors de nécrose hépatique avancée. La diminution du taux (inférieur à 65 g/L) est souvent liée à une diminution du taux d'albumine (**BRAUN et al., 1992; VAGNEUR 1992**). Le taux de protéines totales augmente (à plus de 80 g/L) en cas d'hémoconcentration qui a lieu dans la majorité des cas lorsque l'animal présente une déshydratation (état de choc) ou lors d'élévation du taux de gamma globuline suite à un processus infectieux ou inflammatoire aigu ou chronique (ex: abcès, boiterie, mammites...). Le taux dépasse alors souvent les 100 g/L (**BRAUN**

et *al.* 1992; BRUGERE-PICOUX et REMY, 1995b; SATTLER, 2003). Des mesures peuvent montrer une fausse augmentation de la protéinémie lors d'ictère ou d'hyperlipémie (VANDEPUTTE, 2003), c'est pourquoi il faut toujours comparer le résultat de la mesure de la protéinémie avec l'hématocrite (VAGNEUR, 1992).

## II.1.7. Urée

### II.1.7.1. Définition

L'urée est le produit de la dégradation des protéines, synthétisé par le foie à partir de l'ammoniac sanguin et par désamination des acides aminés endogènes ou exogènes non utilisés et éliminé principalement par le rein. La concentration de l'urée dans le sang est un reflet de l'importance du catabolisme protidique et un témoin de la fonction rénale. Chez les ruminants, on trouve l'urée dans le sang, l'urine, la salive et dans le lait chez les femelles en lactation.

### II.1.7.2. Valeurs sériques

L'urée sérique est chez une vache en bonne santé, un indicateur de l'équilibre entre apport azotée et énergétique des protéines de la ration (elle permet de vérifier l'équilibre PDIN/PDIE de la ration) et de la capacité de la biomasse du rumen à bien transformer l'azote alimentaire en composée azotée microbiens (TREMBLAY, 1996b; VAGNEUR, 1992): elle reflète la balance énergie/protéines. Selon AMSTUTZ et *al.* (1996), les valeurs usuelles chez la vache laitière en début de lactation sont de 2.8 à 8.8 mmol/L soit 200 à 400 mg/L environ. Chez la femelle zébu *Gobra*, SAWADOGO (1998) donne des valeurs suivantes :  $3,58 \pm 0,52$  mmol/L et  $8,73 \pm 1,13$  mmol/L en début et en fin de gestation,  $7,03 \pm 1,90$  mmol/L pendant la lactation.

Le taux d'urée sanguine est le même que le taux d'urée du lait (WENSING, 1992). L'urémie s'interprète en fonction de la glycémie et on considère que le rapport glycémie/urémie en début de lactation doit être voisin de 2 chez une vache saine (raisonnement en g/L) (WENSING, 1992).

### **II.1.7.3. Variations**

#### **II.1.7.3.1. Variations physiologiques**

Elles sont liées à l'alimentation, à l'importance de la sécrétion salivaire et à des facteurs climatiques. Chez les bovins l'urémie subit des fluctuations au cours de la journée d'un moment à l'autre et d'un jour à l'autre. On note des hyper urémie d'origine alimentaire et les hypo-urémies dans l'apport alimentaire insuffisant. Certains auteurs observent une influence significative de la race, mais non significative entre les classes d'âge, et citent également la saison et la région comme facteur de variation. **SAWADOGO (1998)** a mis en évidence une différence significative entre les classes d'âges.

#### **II.1.7.3.2. Variations pathologiques**

Les hyper-urémies s'observent lors de néphrites aiguës et chroniques, dans l'insuffisance rénale et l'intoxication urémique, par hyper-uréogénèse et dans les maladies cardiaques. On note cette augmentation sérique d'urée dans les affections hépatiques, maladie fébriles, diabète.

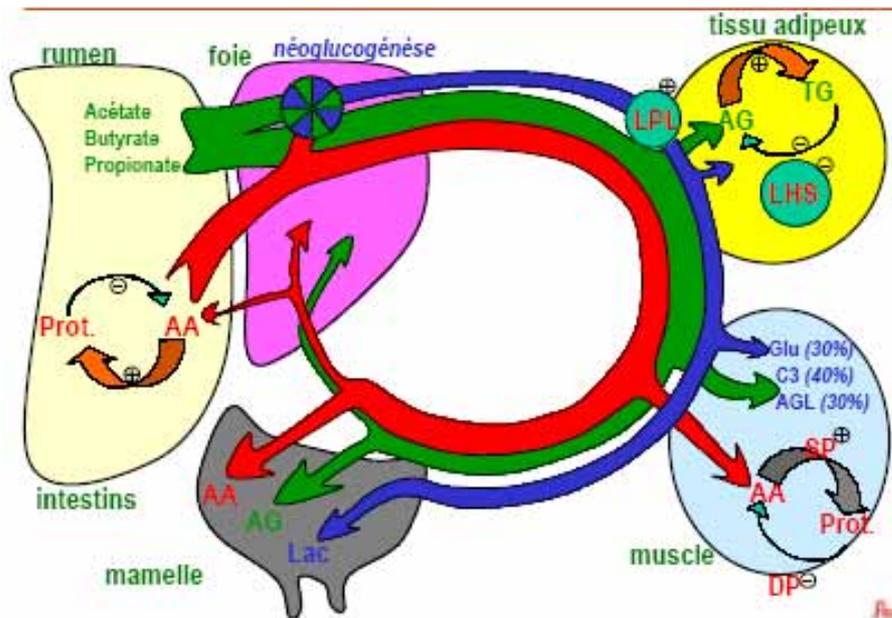
L'hypo-urémie est observée dans l'atteinte hépatique (parce que l'urée est synthétisée par le foie, s'il y a atteinte hépatique avec diminution de la capacité de synthèse, la quantité d'urée diminue).

## **II.2. REGULATIONS METABOLIQUES S'OPERANT CHEZ LA VACHE AUTOUR DU VELAGE**

### **II.2.1. Orientations et utilisations des substrats énergétiques**

Comme présenté plus haut, La première particularité des ruminants est de parvenir à satisfaire leurs besoins en glucose par un processus de néoglucogénèse hépatique intense. La seconde particularité est que les formes et les lieux de stockage des excédents énergétiques se situent principalement dans le tissu adipeux qui temporise les excédents et les déficits énergétiques autant à court terme (entre repas) qu'à long terme (situation chronique de sur- ou sous-alimentation). Ainsi en situation de lipomobilisation (Figures 8 & 9) (cas du début de lactation) la lipolyse l'emporte

sur la lipogenèse et inversement. Il en est de même pour l'accrétion protéique qui correspond à un bilan net positif au niveau du muscle : la croissance musculaire peut correspondre à une diminution de la protéolyse (CHILLIARD *et al.*, 1995).



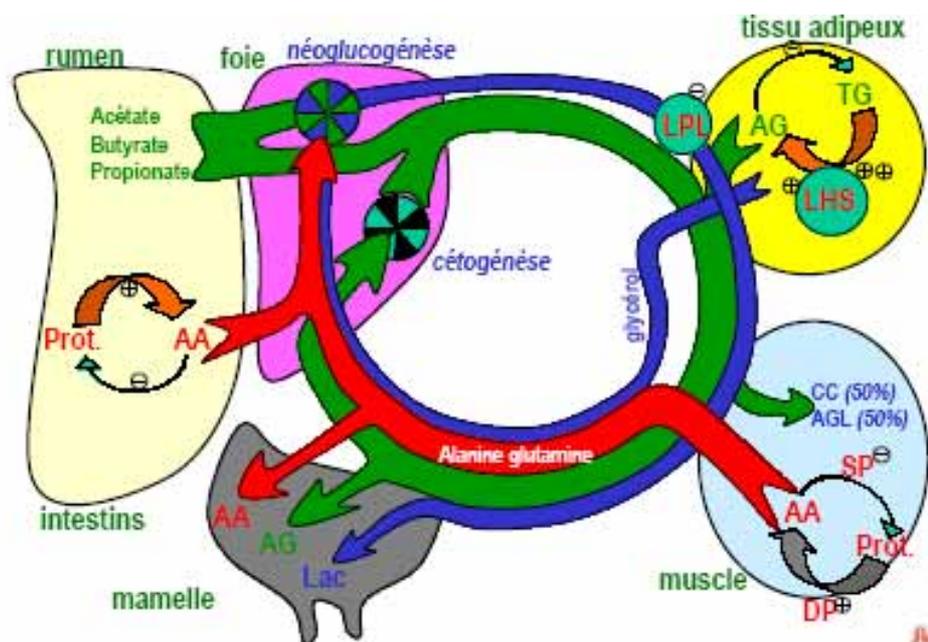
**Figure 8 : Représentation schématique des flux de nutriments chez la vache en excédent alimentaire entre les organes (tractus digestif, tissu adipeux, muscle et mamelle) et selon leur nature (glucides en bleu ; lipides, AGV, AG, corps cétoniques en vert, protéines en rouge).**

**Abréviations :** AGV : acides gras volatils ; AG : acides gras, TG : triglycérides ; LHS : lipase hormono-sensible ; Glu : glucose ; C3 : propionate ; AGL: acides gras libres plasmatiques ; AA : Acides Aminés ; Prot. : Protéines ; SP : synthèse protéique ; DP : dégradation protéique ; Lac : lactose. (BOCOUIER, *et al.*, 1998).

Pendant la plus grande partie de la période sèche, la vache a des besoins qui sont suffisamment faibles pour pouvoir les couvrir entièrement par l'alimentation en dépit d'une capacité d'ingestion réduite. Des risques de sous alimentation apparaissent néanmoins dans les deux dernières semaines avant le vêlage, lorsque les besoins de gestation sont maximums et que l'appétit chute. Le déficit énergétique apparaît souvent au cour des deux dernières semaines de gestation, la vache commençant à mobiliser ses réserves de graisses corporelles avant le vêlage (GRUMMER, 1993). Mais ce déficit augmente après le début de la lactation. En effet, lors du démarrage de la lactation, l'animal se trouve dans une situation de forte demande énergétique pour

la production de lait qui prend alors le pas sur les autres fonctions métaboliques de l'organisme. Il en résulte une lipomobilisation intense avec libération d'AGL qui peuvent servir de carburant pour certains tissus ou entrer dans les mitochondries hépatiques et être transformés en corps cétoniques. Ces derniers peuvent alors être utilisés comme sources d'énergie pour le cœur, la mamelle, les muscles... La formation et le relargage de  $\beta$ -hydroxybutyrate est d'ailleurs un moyen par lequel le foie peut exporter du pouvoir réducteur (hydrogène) aux tissus périphériques pour la combustion et la génération d'énergie.

Très souvent, une vache en déficit énergétique pendant les deux voire six premières semaines de sa lactation. Pendant cette période, le niveau d'ingestion ne suit pas le rythme rapide d'augmentation de la demande en énergie pour la production de lait.



**Figure 9 : Représentation schématique des flux de nutriments chez Vache en déficit énergétique en début de lactation entre les organes (tractus digestif, tissu adipeux, muscle et mamelle) et selon leur nature (glucides en bleu ; lipides, AGV, AG, corps cétoniques en vert, protéines en rouge).(BOCQUIER et al., 1998).**

## **II.2.2. Endocrinologie de la régulation des flux de nutriments et de la mobilisation des réserves en début de lactation**

La répartition des nutriments entre les tissus corporels et la production de lait est appelée partage des nutriments. Elle est sous la dépendance d'un contrôle hormonal relativement strict. Les hormones de l'homéorhèse permettent l'atteinte et le maintien d'un état physiologique donné. On parle par exemple d'homéorhèse lorsque la régulation hormonale dirige préférentiellement les nutriments vers la mamelle. (ENJALBERT, 1996 ; ENJALBERT, 2002). La vache peut utiliser l'énergie dont elle dispose à deux fins : pour produire du lait et pour former les tissus corporels. Trois hormones jouent un rôle majeur dans le partage des nutriments et l'orientation du métabolisme énergétique : l'insuline, le glucagon, l'hormone de croissance (SEREYS, 1997). Cependant, même si les hormones thyroïdiennes, la leptine et le cortisol semblent avoir une action sur le métabolisme et l'adaptation à la balance énergétique négative, leurs rôles ne sont pas aussi importants que ceux de l'insuline, des catécholamines et de l'hormone de croissance (GH) (HERDT, 2000).

Pendant la période sèche, l'équilibre entre insuline, glucagon et hormone de croissance favorise la formation de tissus. En outre, les œstrogènes et l'hormone placentaire lactogène (sécritée en grande quantité par le placenta en fin de gestation) ont également un effet anabolisant : ce phénomène est connu sous le nom d'anabolisme de gestation.

Sur des vaches en début de lactation, la priorité est donnée à la production laitière par rapport aux besoins métaboliques tissulaires : Cet effet est appelé effet somatotropinique car il est essentiellement dû à l'action d'une hormone : la somatotropine. En effet, l'utilisation de glucose par la glande mammaire n'est pas soumise à l'influence de l'insuline (HERDT T. H., 2000)

Au contraire en fin de lactation et en période de tarissement, la production laitière n'est plus prioritaire : on observe donc une diminution de la production si il s'avère y avoir une sous alimentation (ENJALBERT, 1996 ; VAGNEUR, 1992.).

Les perturbations hormonales au vêlage destinées à orienter le métabolisme vers la synthèse de lait, favorisent la mobilisation des réserves du tissu adipeux (GERLOFF, 1988). Presque toutes les vaches ont une balance énergétique négative

(HERDT, 2000) et donc une concentration en AGNE élevée en tout début de lactation, avec un pic une à deux semaines après le part.

L'hormone de croissance possède des actions globalement opposées à celles de l'insuline (figure 10) : elle favorise le prélèvement des nutriments circulants par la mamelle pour la synthèse de lactose et elle aide à épargner le glucose en participant à la stimulation de la mobilisation des réserves adipeuses, sauf lorsque les apports alimentaires sont excédentaires.

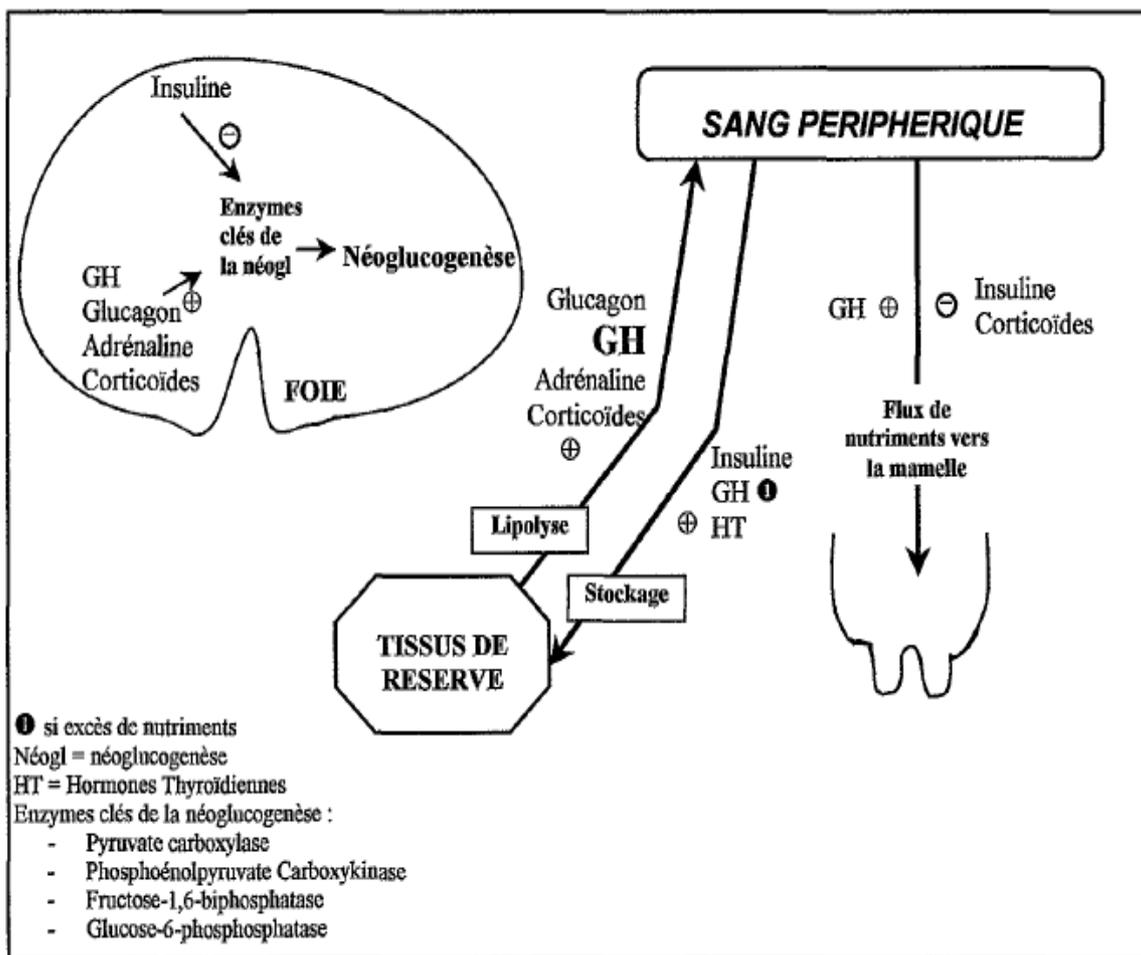


Figure 10 : Régulation hormonale du flux de nutriments (ENJALBERT F, 1996)

## **CHAPITRE III : PROFILS D'ETAT CORPOREL, BALANCE ENERGETIQUE ET REPRODUCTION**

### **INTRODUCTION**

L'impact des effets de l'état nutritionnel des vaches sur la fonction de reproduction dépend de la dynamique des événements reproductifs. Ainsi, dans le Sud Sénégal (Kolda), les vaches de race N'Dama se reproduisent à leur rythme, ce qui se traduit par un âge moyen à la première mise bas de 5 ans et des intervalles moyens entre vêlages de 27 mois (EZANNO et al, 2003). Dans le cas des systèmes d'élevage intensifs, les rythmes de reproduction sont imposés à l'animal (recours aux traitements hormonaux par exemple) et ce sont les pratiques de l'éleveur (alimentation, renouvellement, réforme) qui accompagnent et orientent la dynamique du système. Ainsi, les rythmes de reproduction tendent à talonner les limites physiologiques.

La fertilité peut se définir comme la capacité de se reproduire, ce qui correspond chez la femelle à la capacité de produire des ovocytes fécondables.

La fécondité, elle, caractérise l'aptitude d'une femelle à mener à terme une gestation, dans des délais requis. La fécondité comprend donc la fertilité, le développement embryonnaire et fœtal, la mise bas et la survie du nouveau-né. Il s'agit d'une notion économique, ajoutant à la fertilité un paramètre de durée.

### **III.1. CONSEQUENCES POSSIBLES DE LA NUTRITION ENERGETIQUE EN PERIODE DE TARISSEMENT SUR LE DEROULEMENT DU PART.**

#### **III.1.1. Dystocie**

##### **III.1.1.1. Généralités**

Les dystocies se définissent par la difficulté ou le prolongement du part suite à un excès de volume du veau par rapport à la filière pelvienne de la mère et/ou par des présentations anormales du fœtus ou encore par des troubles chez la parturiente tels que : inertie ou torsion utérine, insuffisance de dilatation du col de l'utérus, de la vulve. Il s'agit alors de mise bas nécessitant une extraction forcée, par au moins deux personnes, le plus souvent aidées d'une vêreuse. Ces vêlages difficiles peuvent se

conclure par une césarienne ou une embryotomie le cas échéant. La fréquence des dystocies varie en fonction des races mais aussi des études au sein d'une même race. La moitié des auteurs estiment la fréquence de ce trouble en races laitières entre 4 et 6%(CHESNEAU, 1997).

### **III.1.1.2. Facteurs de risques liés au statut énergétique**

CURTIS et al. (1985) rapportent qu'une augmentation des apports énergétiques 2 à 3 semaines avant le vêlage est associée à une diminution des risques de dystocie. Selon PARAGON (1991), chez les génisses qui doivent supporter leur propre croissance ainsi que celle du veau, un déficit énergétique ou protéique augmente d'autant les risques de dystocie. À l'inverse d'après MARKUSFELD (1985), un engraissement excessif des vaches suite à une alimentation trop énergétique pendant le tarissement est responsable de l'accumulation de graisses dans la filière pelvienne, ceci rendant l'expulsion du veau plus difficile. De plus, des vaches suralimentées ont tendance à interrompre précocement le travail pendant le part avec arrêt des contractions utérines lorsque le col est dilaté et que le fœtus s'engage dans la filière pelvienne. Ce part languissant se rencontre aussi chez des femelles maigres au vêlage, il se caractérise par des faiblesses musculaires et un manque de tonus défavorables au bon déroulement du part.

### **III.1.2. Rétention placentaire ou non délivrance**

#### **III.1.2.1. Définition**

La rétention placentaire, encore appelée rétention des annexes fœtales ou non délivrance, est définie par un défaut d'expulsion des annexes fœtales après l'expulsion du fœtus au-delà d'un délai considéré comme physiologique (ARTHUR et al., 2001). Pour la plupart des vaches, l'expulsion physiologique a lieu dans les 12 heures (VAN WERVEN et al., 1992). On considèrera comme de nombreux auteurs que le délai pathologique se trouve à partir de 12 heures post-partum. La rétention placentaire est considérée comme un facteur à haut risque pour le développement d'infections utérines précoces qui est à l'origine d'un retard d'involution utérine.

### **III.1.2.2. Facteurs de risques liés au statut énergétique**

Au cours des dernières semaines avant la mise bas, pour assurer les besoins énergétiques du veau, la vache puise dans ses réserves ce qui entraîne une lipomobilisation (d'où amaigrissement) et surcharge graisseuse du foie. Cette surcharge se traduit par une augmentation de la concentration sanguine des corps cétoniques, une diminution de l'activité des enzymes intervenant dans la synthèse des prostaglandines F<sub>2</sub> (**CHASSAGNE et CHACORNAC, 1994**) et favorise la rétention placentaire. C'est ainsi que **MARKUSFELD et al. (1997)** disent que la perte de poids pendant le tarissement est le véritable facteur de risque de la rétention placentaire.

En fin de gestation, un déficit protéique est présenté comme facteur de risque de la rétention placentaire par **CURTIS et al. (1985)**. Des apports supérieurs aux recommandations sont préconisés durant les deux à trois dernières semaines de la gestation. En ce qui concerne les excès azotés, ce sont les excès d'azote fermentescible qui sont les plus préjudiciables en induisant une inflammation des zones de jonction fœto-maternelle, qui peut accroître le risque de non délivrance.

## **III.2. NUTRITION PROTEO-ENERGETIQUE ET FERTILITE**

### **III.2.1. Effets de la balance énergétique sur la reproduction**

#### **III.2.1.1. Relation entre la perte d'état corporel post-partum et les performances de reproduction**

##### **III.2.1.1.1. Chez la vache laitière**

Dans de nombreuses études, le déficit énergétique a souvent été apprécié à travers l'amaigrissement des vaches en début de lactation, grâce à la notation de l'état corporel. Une tendance générale vers une détérioration des performances de reproduction est observée lorsque la perte d'état corporel après vêlage s'accroît.

Pour **PRYCE et al. (2001)**, les vaches qui perdent de l'état, celles qui sont plus maigres à la 10<sup>ème</sup> semaine et au delà, affichent une dégradation de leurs performances de reproduction.

Le TRIA1 apparaît significativement inférieur (d'environ 10%) chez les vaches mettant bas avec une note d'état corporel insuffisante (<2,5) (**LOPEZ-GATIUS et al.**,

2003). Les femelles dont la note d'état est supérieure à 3,5 au vêlage ou à la première insémination présentent un IV-IF significativement réduit par rapport aux autres animaux au même stade (LOPEZ-GATIUS *et al.*, 2003). Une perte sévère d'état corporel (au delà de 1 point) en début de lactation semble reliée à une augmentation significative de l'IV-IF (+ 10,6 jours), ce qui n'est pas le cas lors de variation faible (de 0 à 0,5 point gagné ou perdu) ou modérée ( $\pm$  0,6 à 1 point) de la note d'état durant cette même période (LOPEZ-GATIUS *et al.*, 2003).

#### **III.2.1.1.2. Chez la vache allaitante**

Une série d'observations réalisées dans des élevages charolais a montré qu'un point de note d'état corporel en moins de 2,5 à la fin de la période hivernale correspondait à 8-10 jours d'IVV en plus et jusqu'à 30 jours chez les primipares. L'effet de l'état est d'autant moins marqué que la période de vêlage est tardive en saison (la reproduction étant réalisée totalement à l'herbe) et que la perte hivernale d'état est faible. Au delà de 2,5 l'effet est moindre voire nul. L'allongement de l'IVV chez les vaches amaigries résulte en premier lieu d'un retard de la première ovulation et de la première chaleur, plus que d'une réduction de la fertilité; celle-ci reste souvent normale dès lors que la chaleur est survenue, au moins en monte naturelle. Il semble que l'état à la mise bas soit décisif. Dans une analyse des résultats bibliographiques, l'effet sur la durée d'ancestrus d'un point de note par rapport à 2,5 est de près de 20 jours. Chez les primipares, les premières ovulations peuvent ainsi être retardées d'un mois (PETIT et AGABRIEL, 1993).

#### **III.2.1.2. Déficit énergétique et cyclicité ovarienne post-partum**

##### **III.2.1.2.1. Chez la vache laitière**

La première ovulation peut survenir alors que le déficit énergétique est encore très important, tout en étant plus tardive chez les vaches dont le bilan énergétique reste longtemps très négatif. Plus précisément, le moment auquel intervient un éventuel pic de déficit énergétique a une importance capitale dans la reprise d'une activité ovarienne normale. Il existe une corrélation forte ( $r=0,75$ ) entre l'intervalle vêlage-première ovulation et l'intervalle vêlage-pic de déficit énergétique (CANFIELD *et al.*,

1990). En comparant l'évolution de la balance énergétique chez des vaches, il ressort que la différence entre les animaux à reprise précoce d'activité ovarienne et ceux à reprise tardive est davantage liée à l'existence d'un pic de déficit énergétique et à son intensité qu'à l'importance globale du déficit (DE VRIES *et al.*, 2000 ; STAPLES et THACHER, 1990 ; ZUREK *et al.*, 1995) ; d'autre part, un fort décalage dans le temps existe entre ce pic et l'absence de reprise d'activité ovarienne (figure 13).

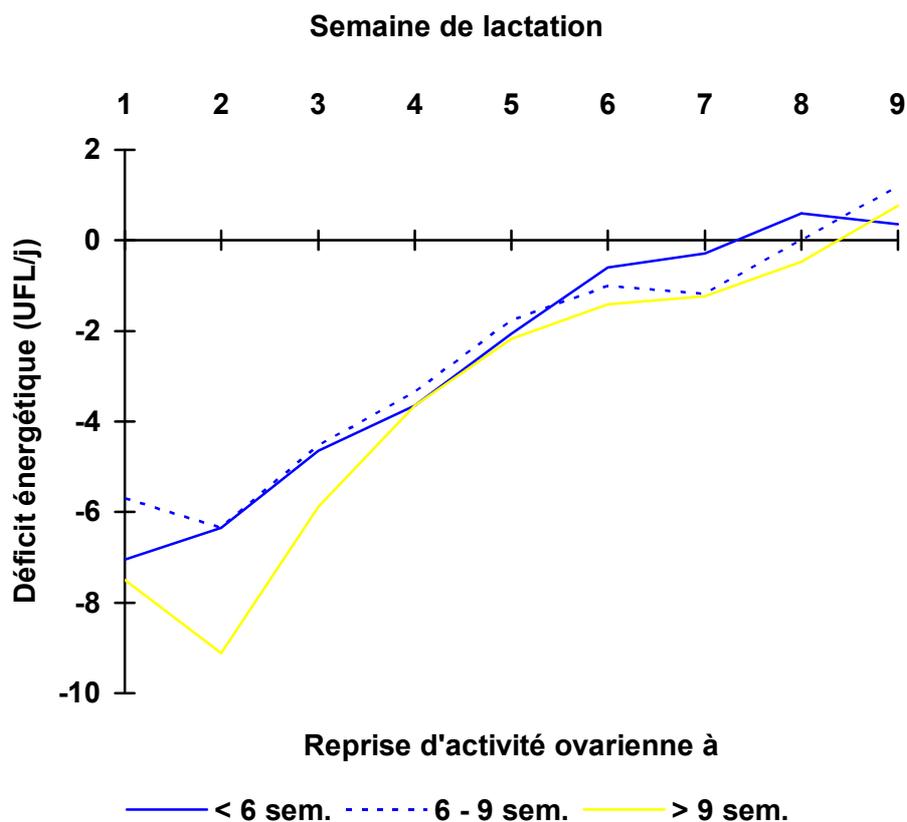


Figure 11 : Effet du déficit énergétique sur la reprise d'activité ovarienne (STAPLES et THACHER, 1990).

Dans une étude portant sur les profils métaboliques et l'activité cyclique sur des vaches primipares, les animaux à inactivité ovarienne prolongée ont perdu davantage de note d'état corporel post-partum que les vaches à la cyclicité normale (TAYLOR *et al.*, 2003).

#### **III.2.1.2.2. Chez la vache allaitante**

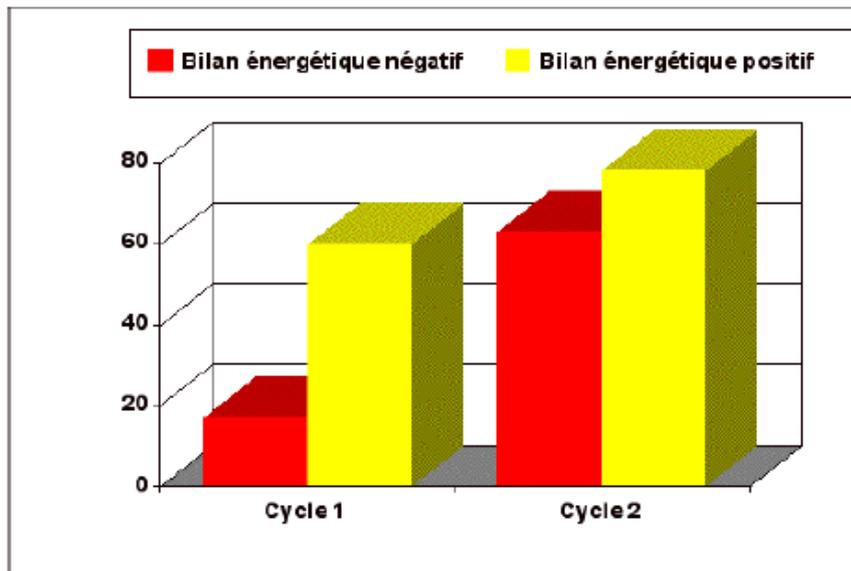
Chez la vache allaitante, les effets du niveau alimentaire post-partum sur la reprise de cyclicité sont plus controversés. De plus, la durée de l'anoestrus post-partum dépend de la balance énergétique mais également du lien de la mère à son veau, ce qui rend plus compliquée l'étude de l'impact strict de la nutrition. Ainsi, **AGABRIEL et PETIT (1987)** observent qu'une réduction des apports alimentaires post-partum n'a pas d'effet sur la proportion de vaches cycliques 65 jours post-partum. D'autres travaux sur d'autres génotypes, mettent en évidence qu'un accroissement des niveaux alimentaires post-partum chez des vaches présentant un état corporel critique au vêlage, permet de réduire significativement la durée de l'intervalle vêlage-reprise de cyclicité (**RICHARDS et al, 1986**).

#### **III.2.1.3. Déficit énergétique et mortalité embryonnaire**

Pour **VILLA-GODOY et al. (1988)**, la progestéronémie augmente du 1er au 3ème cycle ovulatoire post-partum avec une augmentation moins forte chez les vaches au déficit énergétique plus marqué, et ce relatif défaut hormonal pourrait limiter les chances de survie de l'embryon. D'autre part, l'activité hépatique augmentée exacerbe ce déficit de progestérone par un catabolisme accru de cette hormone lors de balance énergétique négative. La perte d'état corporel entre 0 et 60 jours post-partum semble liée au profil de cyclicité et au taux de non-fécondation ou mortalité embryonnaire précoce (**FRERET et al., 2005**). **SILKE et al. (2002)** observent que les vaches maigrissant le plus après vêlage ont de plus forts taux de mortalité embryonnaire tardive.

#### **III.2.1.4. Déficit énergétique et expression des chaleurs**

Les vaches dont la balance énergétique est négative expriment significativement moins fréquemment leurs chaleurs lors de la première ovulation post-partum. En revanche, il ne semble pas y avoir d'effet significatif du niveau de la balance énergétique sur l'expression des chaleurs lors du cycle suivant (**SPICER et al., 1990**).



**Figure 12 : Conséquences d'un bilan énergétique négatif sur l'expression des chaleurs (d'après SPICER, 1990)**

### **III.2.1.5. Etat corporel et affections du post-partum**

#### **III.2.1.5.1. Affections de l'appareil génital**

##### **➤ Kystes ovariens post-partum**

Cette pathologie ovarienne reste considérée comme une cause majeure d'infertilité en élevage laitier. La plupart des kystes se développant durant le post-partum régressent spontanément. Parmi les facteurs de risque d'apparition et/ou de non-régression spontanée de ces kystes post-partum, la saison du vêlage (risque augmenté l'été), l'augmentation du rang de lactation et de la production laitière sont identifiés.

Concernant l'influence de l'état corporel sur l'incidence des kystes ovariens, l'augmentation importante (> 1 point) de la note d'état au cours des 60 derniers jours précédant le vêlage constitue un facteur de risque (**LOPEZ-GATIUS et al., 2002**).

Les vaches présentant un kyste ovarien post-partum ont une note d'état corporel avant le vêlage supérieure à celle des vaches normales ou à phase lutéale prolongée, et perdent plus d'état en post-partum (**ZULU et al., 2002**).

### ➤ **Métrites post-partum**

En cas de suralimentation énergétique au cours du tarissement, les vaches prêtes à vêler peuvent présenter un embonpoint excessif (note d'état corporel supérieure à 4). Ceci les expose à un risque augmenté de vêlage dystocique et, en conséquence, à des rétentions placentaires et des métrites post-partum, retardant l'involution utérine et prédisposant à des anomalies de reprise de cyclicité ovarienne.

Les vaches perdant de 1,0 à 1,5 point de note d'état corporel sont davantage exposées aux métrites que les vaches perdant 0,75 point ou moins (**KIM et al., 2003**).

#### **III.2.1.5.2. Maladies métaboliques**

Les vaches souffrant d'un épisode d'hypocalcémie sub-clinique post-partum présentent une perte d'état corporel plus marquée et durant plus longtemps que celle des vaches normocalcémiques (**KAMGARPOUR et al., 1999**).

Chez les vaches perdant plus de 1 point de note d'état post-partum, l'incidence de l'acétonémie et des déplacements de caillette est significativement augmentée par rapport aux vaches endurent moins d'amaigrissement (**KIM et al., 2003**). **GILLUND et al. (2001)** observent qu'une note d'état corporel au vêlage supérieure ou égal à 3,5 est significativement associée à une augmentation du risque d'acétonémie.

#### **III.2.1.6. Profils optimaux d'état corporel chez la vache laitière**

Le profil idéal de note d'état corporel s'inscrit entre deux courbes limites. Sa description sur un cycle de production permet de mettre en exergue 5 étapes importantes :

1. Au vêlage, la note d'état optimale devrait avoisiner les 3,5-4,0 pour les multipares (enlever 1 point environ pour une vache primipare) ;
2. En début de lactation, la perte d'état doit être inférieure à 1 point ;
3. La valeur minimale de la note d'état doit être acquise entre le 2ème et le 4ème mois post-partum
4. La reprise d'état progressive en milieu puis en fin de lactation doit permettre d'aboutir à une note comprise entre 3,5 et 4,0 ;

5. La période du tarissement correspond à une période de stabilisation de la note d'état, éventuellement à une reprise d'état pour les vaches encore trop maigres.

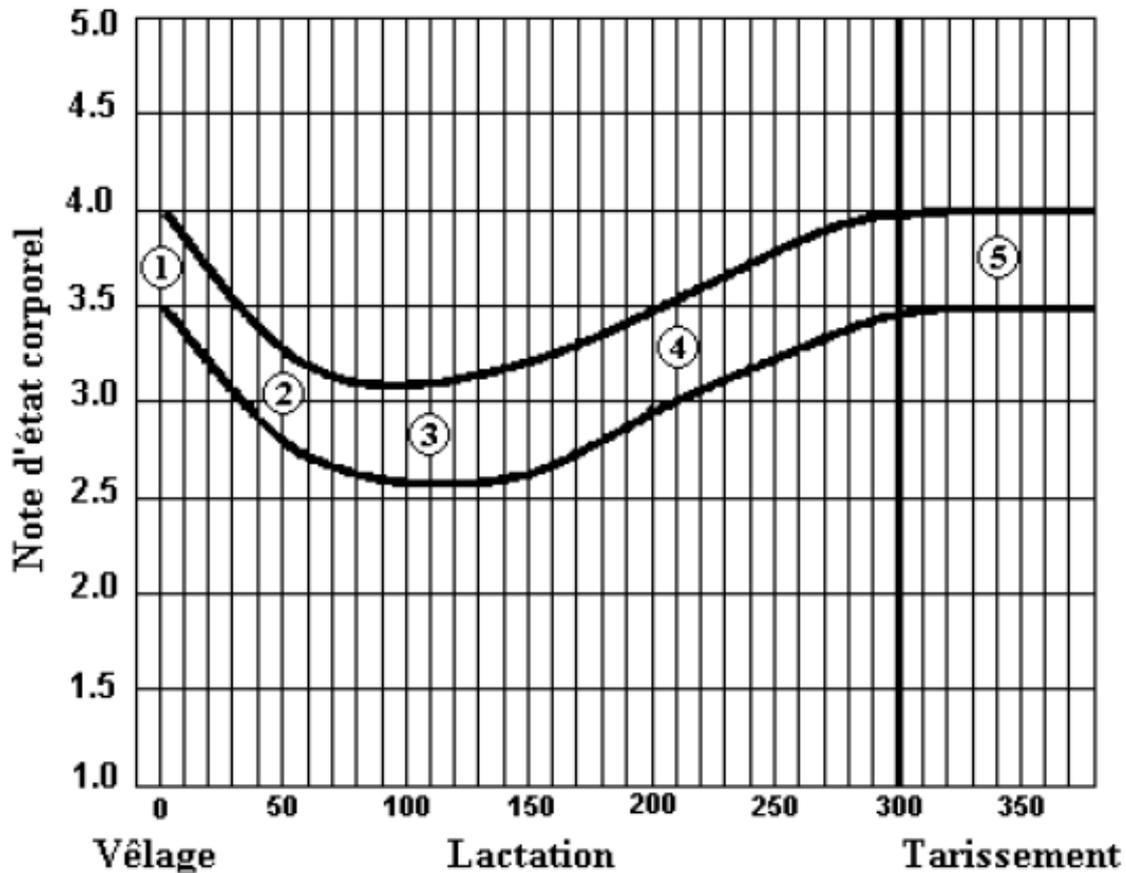


Figure 13 : Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (d'après RODENBURG, 1992).

### III.2.3. Impact de l'alimentation azotée sur la reproduction

#### III.2.3.1 Carences azotées

Les carences en azote peuvent intervenir dans des troubles de la reproduction lorsqu'elles sont fortes et prolongées, entrant alors dans le cadre d'une sous-nutrition globale. Un déficit en azote dégradable entraîne indirectement un déficit énergétique via une moindre digestion ruminale.

#### III.2.3.2. Excès azotés

Les excès d'azote non dégradable agissent également par le biais d'un accroissement du déficit énergétique dû à une stimulation de la production laitière. Les

conséquences d'un excès d'azote dégradable sont plus marquées. Il provoque un déficit énergétique accru, en raison de la consommation d'énergie par le foie pour la transformation en urée de l'ammoniac absorbé par la muqueuse ruminale. D'autre part, les augmentations de l'urémie et de l'ammoniémie induites par ce type de ration ont pour conséquences :

- une diminution du pH utérin, affectant la survie des spermatozoïdes (**ELROD et al., 1993**),
- un effet cytotoxique sur ces mêmes spermatozoïdes ainsi que sur l'ovocyte, voire sur l'embryon, en limitant la capacité des oocytes à devenir blastocytes (**ELROD et al., 1993**),
- une diminution de la progestéronémie (**BUTLER, 1998**),
- une augmentation de la sécrétion de PGF2 $\alpha$  (**BUTLER, 1998**).

La conséquence la mieux précisée de ces effets sur les performances de reproduction est une diminution du taux de réussite à l'insémination, plus marquée que l'allongement de la durée de l'anoestrus post-partum. Les vaches nourries avec une ration à forte teneur en azote dégradable perdent davantage de poids en début de lactation, ont un TRIA1 plus faible et un IV-IF prolongé (**WESTWOOD et al., 2002**).

**FROIDMONT et al. (2002)** ont pu déterminer qu'une baisse du taux de gestation liée à un excès de protéines alimentaires apparaît importante pour des teneurs en urée dans le lait supérieures à 40 mg/dl (teneur similaire et hautement corrélée à l'urémie plasmatique). Cependant, toutes les expérimentations ne retrouvent pas une telle relation négative. Une explication à ces divergences pourrait être liée à l'interaction d'autres facteurs. Le taux de réussite à l'insémination est davantage affecté par des urémies élevées dans des élevages où ce taux de réussite est habituellement faible que dans des élevages performants (**FERGUSON et al., 1993**).

L'origine d'excès d'azote dégradable en élevage peut être complexe. Elle peut aller d'un mauvais choix de complément azoté (tourteau à protéines trop dégradables), à une mauvaise appréciation des fourrages. Dans certains cas, cet excès d'azote dégradable peut être impossible à éviter, avec certains ensilages d'herbe riches en azote, ou avec de l'herbe jeune.



**DEUXIEME PARTIE : PARTIE  
EXPERIMENTALE**

# CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

## I.1. MATERIEL

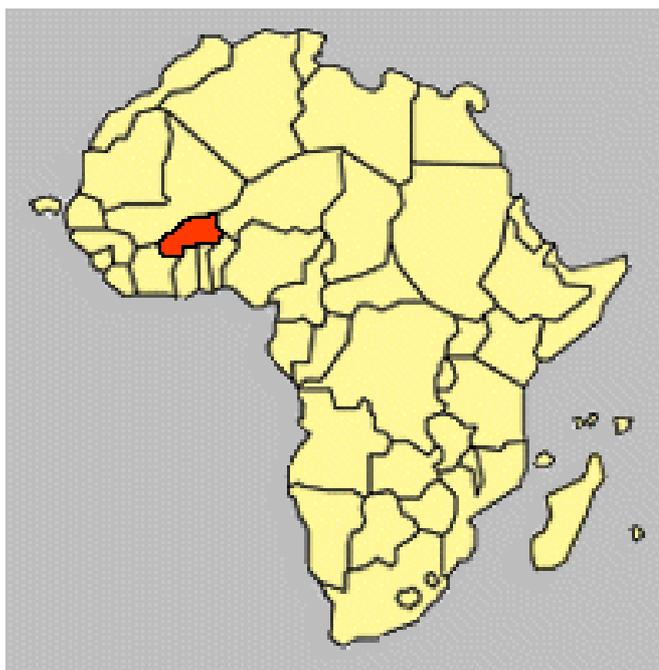
### I.1.1. Milieu d'étude

L'étude a été faite à Bobo-Dioulasso, deuxième ville économique du Burkina Faso.

#### I.1.1.1. Burkina Faso en général

##### I.1.1.1.1. Repères géographiques

Le Burkina-Faso est un pays d'Afrique occidentale enclavé entre le Mali (*au Nord*), le Niger (*à l'Est*), le Bénin, le Togo, le Ghana et la Côte-d'Ivoire (*au Sud*).



**Figure14 : Burkina Faso en Afrique.**  
Source : Ambassade de France au Burkina Faso



**Figure 15 : Carte du Burkina Faso.**

Source : Ambassade de France au Burkina Faso

L'ancienne Haute-Volta, qui couvre une superficie de 274 200 km<sup>2</sup>, a pris en 1984 le nom de Burkina-Faso (pays des hommes intègres), alors qu'était instauré un régime militaire socialiste. Le Burkina Faso a accédé à la démocratie en 1991. Sa capitale est Ouagadougou. Le Burkina Faso est constitué principalement d'un plateau d'une altitude moyenne de 250 à 350 m qui s'effondre brutalement au sud-ouest (falaise et chutes de Banfora) et s'abaisse dans le nord en direction de la vallée du Niger.

De faible déclivité, ce plateau est drainé à l'ouest par le Comoé, à l'ouest et au sud par la Volta Noire (Mouhoun), la seule rivière pérenne, la Volta Rouge (Nazinon) et la Volta Blanche (Nakanbe), dont la confluence au Ghana, donne naissance au fleuve Volta. À l'est, naissent de petits affluents non navigables du Niger dont le plus important est la Pendjari.

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

Le climat est de type sahélien au nord et soudanais dans le reste du pays. De novembre à mars s'étend la saison sèche, durant laquelle souffle l'harmattan, vent chaud et sec originaire du Sahara, et qui se caractérise par une grande amplitude thermique entre le jour et la nuit. De mars à mai, durant l'hivernage, règnent chaleur et humidité. Le niveau des pluies passe de plus de 1 300 mm au sud-ouest, région la plus productive du pays, à moins de 254 mm au nord; c'est en été qu'il est le plus élevé. Les amplitudes thermiques sont élevées dans le Nord (15 à 45°C); ailleurs, les températures varient de 21,1 à 26,7°C).

#### **I.1.1.1.3. Données démographiques**

Avec plus de 14 millions d'habitants, le Burkina Faso est l'un des états les plus peuplés de l'Afrique de l'Ouest. La population du Burkina est composée d'une soixantaine d'ethnies. Les Mossis constituent l'ethnie majoritaire (environ 53 %) et vivent dans le centre du pays. Les autres groupes importants sont : à l'est les Gourmantchés (7 % de la population), au nord les Peuls (7,8 %), au sud les Bissas (3 %) et les Gourounsis (6 %), au sud-ouest les Samos (2 %), Markas (1,7 %), Bobos (1,6 %), Sénoufos (2,2 %) et Lobis (2,5 %). Tous ces peuples parlent des langues qui leur sont propres, mais elles appartiennent pratiquement toutes à la famille nigéro-congolaise, répartie en trois groupes :ouest-atlantique, mandingue et gur. On compte quelques langues appartenant à la famille nilo-saharienne (sonrai, zarma) et à la famille chamito-sémitique (haoussa, tamachek)

#### **I.1.1.1.4. Elevage**

##### **I.1.1.1.4.1. Situation actuelle**

Le secteur rural occupe une place prépondérante dans l'économie ; 86% de la population totale, soit 12.6 millions d'habitants en 2004, vit en milieu rural. L'élevage constitue la deuxième ressource du secteur primaire burkinabé, représentant 27.2% de sa valeur ajoutée : il s'agit d'un élevage extensif dont les actuels résultats paraissent très éloignés des potentialités réelles du pays. Bien qu'essentiellement traditionnel, l'élevage présente des opportunités importantes de développement dans le cadre des

échanges sous régionaux. En 2005, le cheptel était estimé à 7.6 millions de têtes de bovins, 17,7 millions d'ovins et caprins et 32 millions de volailles. Le cheptel bovin burkinabé se place au second rang des pays de l'UEMOA en importance, derrière celui du Mali. Le pays est doté de trois abattoirs frigorifiques, 45 abattoirs séchoirs de brousse et des aires d'abattage dans la plupart des chefs lieu de département. La réhabilitation des installations de Ouagadougou en novembre 2004 a permis une réorganisation complète de ce secteur. Sous la tutelle d'une société de gestion, SOGEAO, les abattoirs fonctionnent aujourd'hui à plein régime. La production de viande pour l'année 2005 s'est élevée à 10 846 tonnes pour une capacité de traitement de 11 000 tonnes. La transformation à des fins de boucherie ou de charcuterie reste peu développée et limitée aux boucheries spécialisées de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso.

#### **I.1.1.1.4.2. Filière bovine**

La filière bovine compte 7 systèmes d'élevage différents mais les élevages à grande et petite transhumance, pratiqués principalement par les ethnies peuls, forment la majorité du cheptel, représentant 60 % des productions de viande. Les autres systèmes sont les élevages de zébus ou de taurins sédentaires, les élevages de bovins de traction qui se développent pour la culture du coton, les systèmes semi-intensifs laitiers de zébus *peuls* et métis et enfin le système d'embouche familiale et commercial. Ce dernier joue un rôle de régulation dans l'approvisionnement des grands centres urbains et des marchés d'exportation en animaux de bonne qualité. On retrouve les mêmes systèmes d'élevage pour les ovins et caprins : la transhumance, la sédentarisation et l'embouche. Ce cheptel est le plus conséquent de la sous-région. Le Burkina Faso compte plus de 1400 marchés de bétail répartis selon trois types ; marchés de collecte sans aménagement, marchés de regroupement localisés dans les régions intérieures et les grands carrefours nationaux tels que Ouagadougou ou Djibo et marchés terminaux de commercialisation (Bittou, Guelwongo, Kantchari, Seytenga). L'intégration de l'élevage sur les marchés reste limitée ; la faible productivité, la faiblesse de l'alphabétisation, la faible circulation monétaire en milieu rural, l'insuffisance des voies de communication, le manque d'organisation des acteurs et des marchés, en constituent les causes. L'exportation se fait à partir d'animaux sur

pieds principalement à destination du Nigeria, du Ghana et de la Côte d'Ivoire. En 2005, le Burkina Faso a exporté 428 000 têtes de bovins contre 102 000 en 2003, soit une progression de 46%. Le renversement de tendance observé, suite à la crise ivoirienne en 2001 au profit du bassin nigérian (Nigéria, Niger, Tchad, République centrafricaine, Cameroun) semble se confirmer car ce dernier est déficitaire en viande contrairement au bassin ivoirien (Mali, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo).

#### **I.1.1.1.4.3. Politiques et perspectives**

Bien que constituant, avec l'agriculture, un des fondements de l'économie burkinabé, l'élevage a relativement peu bénéficié d'investissements par le passé (1,5% des ressources publiques consacrées au développement). C'est notamment pour remédier à cette situation que le Ministère délégué chargé de l'élevage a été érigé en Ministère de plein exercice en 1997, Ministère des Ressources Animales (MRA), et qu'une nouvelle politique d'élevage a vu le jour. Un plan d'Action et de Programme d'Investissement du Secteur Elevage (PAPISE) a été adopté en novembre 2000. Il visait à préserver l'élevage traditionnel comme facteur d'équilibre en matière de gestion des ressources naturelles et à accroître sa productivité pour contribuer à l'amélioration des revenus des éleveurs. Le PAPISE révisé en 2005 prévoit l'amélioration de la productivité des animaux par la maîtrise de l'alimentation animale, de la génétique et de la santé ; l'amélioration de la compétitivité des produits animaux ; un renforcement de la capacité des acteurs et une meilleure prévention et gestion des effets néfastes de crise. Des opportunités économiques sont à prévoir notamment dans le domaine de l'amélioration de la génétique. Quatre projets portés par des financements extérieurs sont en cours dans la filière bovine :

- importation de reproducteurs brésiliens dans le Soum,
- soutien à la diffusion du zébu *Azawak* dans le nord,
- projet d'amélioration génétique sous couvert du Liptakogourma basé à Dori,
- projet de développement du Zébu *Peulh*.

La stratégie nationale dans ce domaine est mise en œuvre au travers du centre national d'élevage et d'amélioration. Les autres perspectives de développement

reposent essentiellement sur la filière laitière fortement demandeuse d'équipements adaptés et de partenariats techniques et financiers.

### **I.1.1.2. Monographie de Bobo-Dioulasso**

L'étude a été conduite de janvier à mai 2007 dans la périphérie de Bobo-Dioulasso, ville située à l'Ouest du Burkina-Faso, à 365 km de la capitale Ouagadougou. Elle occupe une superficie de 13 652 hectares et est peuplée de 521 000 habitants. Elle est au cœur de la région des Hauts bassins au niveau de la province du Houet dont le cheptel est estimé à environ : 650.458 bovins, 425.253 ovins, 454.183 caprins et plus de 2 400 000 volailles.

Située en zone soudanienne, Bobo-Dioulasso et sa périphérie se caractérisent du point de vue climatique par deux saisons : d'octobre à avril s'étend la saison sèche, durant laquelle souffle l'harmattan, vent chaud et sec originaire du Sahara, et qui se caractérise par une grande amplitude thermique entre le jour et la nuit. De mai à septembre durant l'hivernage, règnent chaleur et humidité. Le niveau des pluies est de plus de 1 300 mm, ce qui fait de cette région, la région la plus productive du pays. Les températures varient de 21,1 à 26,7°C.

La végétation est composée de savane boisée avec une forte présence d'espèces ligneuses et de forêts galeries le long des cours d'eau. Les exploitants agricoles sont regroupés en exploitations familiales et en groupements villageois, en coopératives et en marchés autogérés. L'élevage se pratique souvent en corrélation avec l'agriculture.

### **I.1.1.3. Présentation de la station de Farâko-Ba**

La station de Farako-Bâ est l'une des trois stations du Centre Régional de Recherche Environnementale et Agricole Ouest (CRREA-Ouest). Ce dernier est sous la direction de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) qui fait partie des quatre institutions de recherches du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) lui-même coiffé par le ministère des enseignements secondaire, supérieur et de la recherche scientifique. La station est située à 4°20 longitude Ouest et 11°06 latitude Nord avec 405 m d'altitude. Elle est à

10 kilomètres de Bobo-Dioulasso. Elle a une superficie de 375 hectares dont 200 hectares aménagés en parcelles et est caractérisée par un climat soudano-guinéen avec des précipitations oscillant entre 800mm et 1200 mm par an. Ses sols sont rouges faiblement ferrallitiques à l'Ouest et ferrugineux au Nord avec 2% de pente. Ils sont très sensibles à l'érosion et pauvres en azote et phosphore disponibles pour les plantes. Le pH du sol varie entre 5 et 6,5. Les travaux de recherche y sont organisés suivant les quatre départements de l'INERA en programmes de recherche que sont :

- Bovins, petits ruminants, monogastriques (Département Production Animale : DPA) ;
- Riz, céréales traditionnels, oléo-protéagineux, coton et cultures maraîchères, fruitières et plants à tubercules (Département Production Végétale : DPV) ;
- Amélioration des ressources forestières, valorisation des produits forestiers et protection des ressources forestières (Département Production Forestière : DPF) ;
- Gestion des ressources naturelles et systèmes de production (Département Ressources Naturelles et Systèmes de Production : GRN/SP) ;

#### **I.1.1.4. Autres élevages bovins**

Il s'agissait d'élevages de type extensif situés en périphérie de la ville de Bobo-Dioulasso et qui ont accepté de nous accueillir dans le cadre cette étude.

#### **I.1.2. Animaux de l'étude**

Les animaux utilisés dans l'étude provenaient d'une part du cheptel bovin de la station INERA de Farâko-Ba mais aussi de troupeaux extérieurs à la station appartenant à des éleveurs de la place. Au total, 50 vaches ont été utilisées dans l'étude.

### **I.1.2.1. Vaches de la ferme de Farâko-ba**

Sous la responsabilité d'un ingénieur zootechnicien appuyé de deux techniciens d'élevage et de trois bouviers, la ferme bovine de Farâko-Ba compte 58 animaux dont 36 vaches, 4 génisses, 6 taurillons, 1 bœuf de trait, 4 velles et 7 veaux. Les races présentes dans la ferme sont très mal connues car les vaches mises en reproduction sont pour la plupart des hybrides de races locales. Toutefois, la race zébus *peulh* paraît être la plus prépondérante. Pour l'expérience, 12 vaches ont été utilisées à la station de Farâko-Ba. Il s'agissait d'une part, de 7 vaches qui se trouvaient à 1 mois de la date supposée de la mise bas au début de l'étude et permettant au moins un suivi de 2 mois après la mise bas à la fin du mois de mai, et d'autre part, de 5 vaches en début de lactation.

Les vaches avaient été saillies par un taureau hybride de race Holstein et d'une race locale. L'acquisition du taureau par la ferme de Farâko-Ba s'était faite par achat. Les animaux passaient la nuit en stabulation entravée dans une étable prévue à cet effet. Ils étaient conduits au pâturage chaque jour et recevaient une complémentation en tourteau de coton et en mélasse de canne à sucre. Les animaux s'abreuvaient en moyenne 2 à 3 fois par jour au niveau d'un abreuvoir construit près des étables. La traite était manuelle et la production laitière moyenne était de 1,5l/J.

Le suivi sanitaire était essentiellement basé sur la prévention et le traitement de la trypanosomiase animale, des helminthoses gastro-intestinales, des diarrhées néonatales chez les veaux, des mammites et de diverses autres affections. Des cas de pica ont également été observés chez certains animaux.

### **I.1.2.2. Vaches des autres élevages**

L'étude a aussi porté sur 6 autres élevages situés en périphérie de Bobo-Dioulasso. Quatre de ces élevages ont fait l'objet d'un suivi tout au long de l'étude et 2 élevages n'ont pas été suivis tout au long de l'étude. Dans ces derniers les animaux ont fait l'objet d'une seule intervention. Il s'agissait essentiellement d'élevages de type extensif qui exploitaient des races locales (zébu *peulh*, *azawak*).

### **I.1.2.2.1. Vaches suivies en continu pendant l'étude**

Pour un suivi continu, 11 vaches ont été retenues dans 4 élevages. Le tableau IV présente quelques caractéristiques numériques de ces élevages :

**Tableau IV : Nombre de vaches utilisés dans l'étude et total de vaches de chaque troupeau**

Elevages	1-Yassia	2-Demba	3-Moctar	4-Ibrahima
NVUE	3	4	2	2
TVT	32	49	27	18

NVUE : Nombre de vaches utilisées dans l'étude

TVT : Total de vaches du troupeau

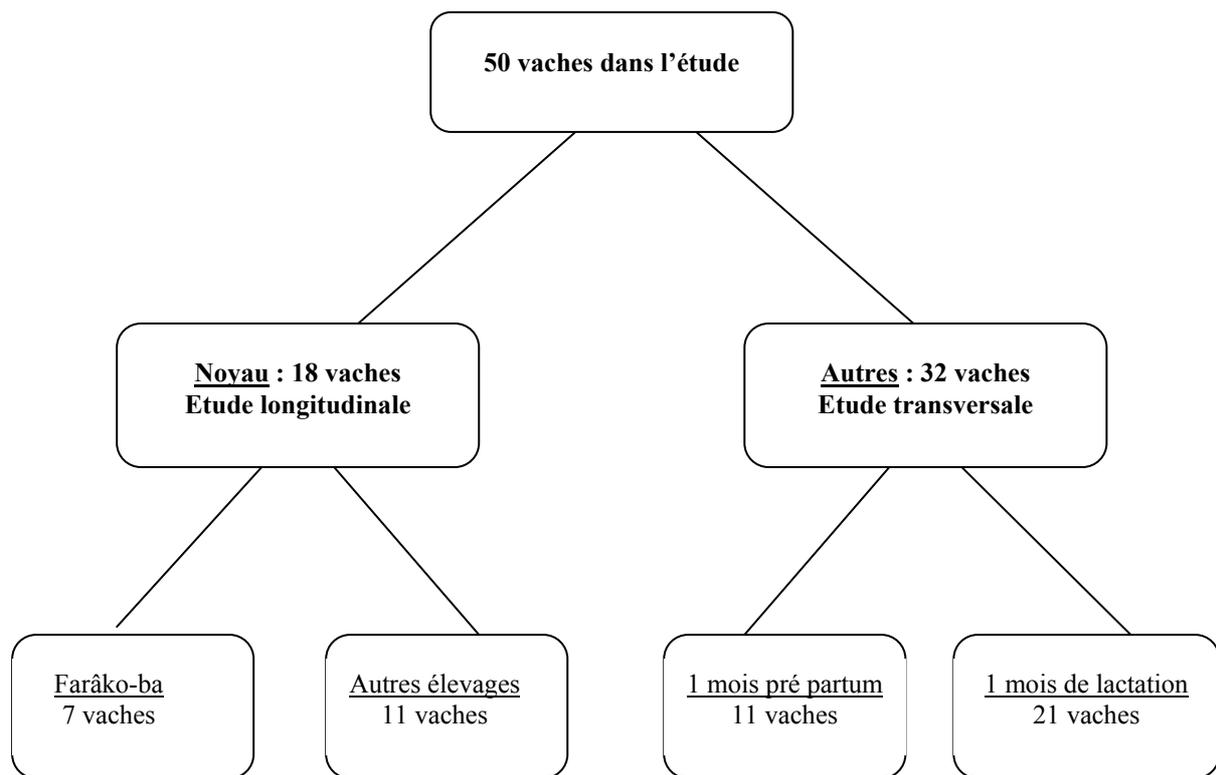
Les vaches avaient été saillies par des taureaux de race locale. Dans ces élevages, les animaux passaient la nuit à la belle étoile sur une aire clôturée ou non. Les éleveurs changeaient d'aire de stabulation selon que la précédente soit considérablement chargée de fèces. Il s'agissait pour eux, en plus de réduire le risque d'infection, de fertiliser les sols pour les cultures. Les animaux étaient essentiellement alimentés sur parcours naturels.

Des antiparasitaires (internes et externes) et des antibiotiques étaient utilisés dans le cadre du suivi sanitaire des animaux.

### **I.1.2.2.2. Autres vaches**

Il s'agissait des vaches qui n'ont pas été suivies tout au long de l'expérience et qui de ce fait ont été soumises à l'activité expérimentale qu'une seule fois. Ces vaches provenaient des 2 autres élevages et ont été retenues pour l'étude suivant leur état physiologique, soit :

- ✓ 11 vaches en fin de gestation (à un mois de la date supposée de mise bas),
- ✓ 21 vaches en début de lactation (à un mois de lactation).



**Figure 16 : Répartition du matériel animal utilisé dans l'étude**

### **I.1.3. Matériel Technique**

#### **I.1.3.1. Matériel de déplacement**

Deux motos ont été mises à notre disposition pour les déplacements sur le terrain.

#### **I.1.3.2. Matériel de notation d'état corporel**

Un registre, un stylo et une grille de notation d'état corporel des zébus soudaniens (voir annexe 1 et 2) étaient utilisés pour l'attribution des NEC.

#### **I.1.3.3. Matériel de prélèvement de sang**

Il s'agissait d'aiguilles, de tubes secs et d'une glacière pour le transport de la glace et la conservation du froid.

#### **I.1.3.4. Matériel de conservation**

Pour la conservation du sérum, il a été utilisé : des tubes à bouchon pour la collecte du sérum et un congélateur.

#### **I.1.3.5. Matériel d'analyse**

##### **I.1.3.5.1. Matériel de dosage**

Il était composé d'un spectrophotomètre à plaque, des béchers, des erlenmeyers, des pipettes, des portoirs et de réactifs (fonction du paramètre sérique dosé), un mélangeur « vortex » qui est un agitateur électrique utilisé pour homogénéiser les échantillons.

##### **I.1.3.5.2. Matériel de diagnostic de la brucellose**

Il s'agissait d'une plaque, d'une pipette de 100 µl et de petites baguettes.

##### **I.1.3.5.3. Matériel d'électrophorèse**

Il s'agissait de :

1. générateur de courant : GD 61 D SEBIA ;
2. applicateur ;
3. chambre humide ;
4. cuve d'électrophorèse K20 SEBIA ;
5. bacs et portoirs pour le traitement de demi-sels : kit accessoires Hydragel K20 SEBIA ;
6. pipettes de 10 µl et 100 µl ;
7. incubateur-sécheur : IS 80 SEBIA ;
8. densitomètre/scanner capable de lire un film de 82 x 51mm à 570nm (filtre jaune) : HYRYS SEBIA, DVSE SEBIA, ou scanner équipé du logiciel PHORESIS SEBIA.

## **I.2. METHODES**

### **I.2.1. Etudes mises en œuvre sur le terrain.**

Sur le terrain, une étude longitudinale et d'une étude transversale avaient été mises en œuvre.

#### **I.2.1.1. Etude longitudinale**

Elle avait porté sur un noyau de 18 vaches dont 7 provenaient de la station de Farâko-Ba et les 11 autres provenaient des autres élevages. Dans le noyau, la notation d'état corporel, le suivi de la gestation et de la mise-bas et les prélèvements de sang ont été effectués.

##### **I.2.1.1.1. Prélèvements de sang**

Il s'agissait de prélèvements de sang hebdomadaire qui avaient commencé le mois précédant le vêlage et qui se terminaient 2 mois après la mise-bas.

##### **I.2.1.1.2. Notation d'état corporel**

Une note d'état corporel était attribuée à chaque vache tous les 30 jours dans l'étude longitudinale, c'est-à-dire à 30 jours avant la mise bas, le jour de la mise bas, le 30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jour après la mise bas.

##### **I.2.1.1.3. Gestion et suivi de la gestation et de la mise bas**

La gestation et la mise-bas des vaches soumises à cette étude étaient suivies afin de noter toute apparition ou non de problèmes. Les principaux problèmes recherchés étaient des cas d'avortements, de dystocies de rétentions placentaires... Après la mise-bas, les vaches étaient soumises à une injection d'antistress (Stressvitam<sup>®</sup>) et d'antibiotique (oxiclyne<sup>®</sup>). Le colostrum était donné à téter aux veaux nouveau-nés quelques heures après leurs naissances.

#### **I.2.1.2. Etude transversale**

Elle avait porté sur 32 animaux, avec 11 vaches à 1 mois de la date supposée de mise bas, et 21 vaches à un mois de lactation.

### **I.2.1.2.1. Prélèvements de sang**

Pour cette étude, les prélèvements ont été faits comme suit :

- ✓ un prélèvement chez les vaches en fin de gestation,
- ✓ un prélèvement chez les vaches en début de lactation.

### **I.2.1.2.2. Notation d'état corporel**

Une note d'état corporel était attribuée à chaque vache au moment du prélèvement de sang.

## **I.2.2. Protocole de prélèvements de sang et d'analyses**

### **I.2.2.1. Protocole de prélèvements de sang**

Les prélèvements de sang se faisaient au niveau de la veine jugulaire, en général le matin. La contention de l'animal était assurée par les éleveurs. Après prélèvement, les tubes étaient étiquetés, le rang de chaque prélèvement était indiqué grâce à un numéro porté à la fois sur l'étiquette du tube et dans une fiche individuelle de données. Après chaque prélèvement, le tube était introduit debout dans une glacière à une température positive et inférieure à 6°C ; température obtenue par utilisation de glace et de glacière (enceinte homéotherme). Une fois ramenés au laboratoire (CIRDES), les tubes étaient centrifugés après formation du caillot dans les 4 heures suivant le prélèvement à 3000 tours /min pendant 15 minutes. Ensuite, le sérum était recolté et introduit dans des tubes-bouchons portant la même étiquette que celle portée par le tube avec lequel le prélèvement avait été fait. Le sérum était conservé à -20°C. Le transport des prélèvements de Bobo-Dioulasso à Dakar s'est effectué par avion dans des boîtes de polystyrène contenant de la carboglace. Une fois à Dakar, les prélèvements ont été mis au congélateur jusqu'à analyse au laboratoire de biochimie et d'endocrinologie de l'EISMV de Dakar.

Au total, nous avons collectionné 233 échantillons dont 11 échantillons provenaient de vaches en derniers mois de gestation, 21 échantillons provenaient des vaches au premier mois de lactation, 202 échantillons provenaient de 18 vaches chez lesquelles nous avons prélevé hebdomadairement pendant le dernier mois de gestation et les deux premiers mois de lactation.

### **I.2.2.2. Analyses de laboratoire**

Les différentes analyses effectuées au laboratoire de l'EISMV de Dakar étaient :

- ✓ le test au Rose Bengale pour le dépistage de la brucellose ;
- ✓ le dosage de l'urée ;
- ✓ le dosage des protéines totales ;
- ✓ le dosage du glucose ;
- ✓ le dosage du cholestérol ;
- ✓ l'électrophorèse des protéines sériques.

Les Kits de réactifs des laboratoires Biosystems ont été utilisés pour le dosage de l'urée, des protéines totales, du glucose et du cholestérol.

#### **I.2.2.2.1. Test au Rose Bengale**

Afin de savoir si la brucellose était impliquée dans les avortements et les problèmes de reproduction observés pendant l'étude, le dépistage sérologique de la brucellose chez les différentes vaches de l'étude a été préconisé. A cet effet, la méthode de détection à l'antigène tamponné (Rose Bengale) a été mise en œuvre au laboratoire de bactériologie de l'EISMV de Dakar.

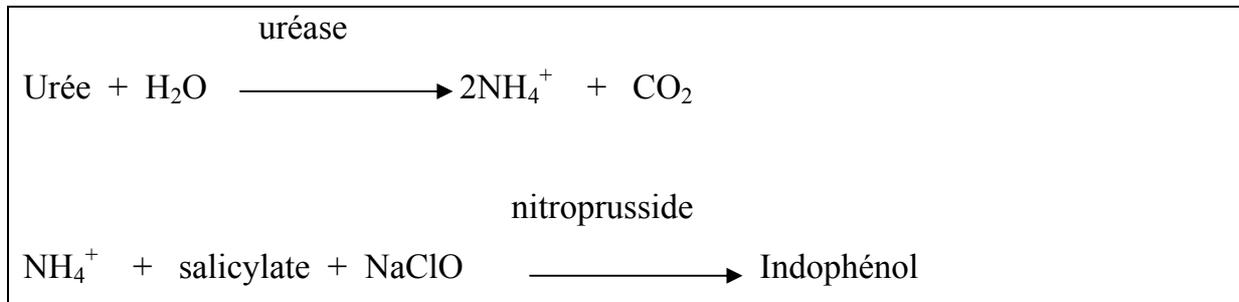
Basée sur la réaction d'agglutination, elle consiste à mettre en présence sur une plaque, une goutte (25 $\mu$ L) de sérum pur et une goutte de suspension antigénique (Brucelles colorés au Rose Bengale, en milieu acide). Au bout de quelques minutes (4 minutes environs), la lecture se fait par comparaison à deux témoins (l'un positif et l'autre négatif).

Pour ce test, un seul échantillon était utilisé chez chacune des vaches suivies longitudinalement et chez celles de l'étude transversale. Pour les vaches suivies longitudinalement, il s'agissait notamment de l'échantillon qui précédait de plus près la mise-bas ou l'avortement.

#### **I.2.2.2.2. Dosage de l'urée**

C'est la méthode à l'uréase qui a été utilisée.

On procède à une décarboxylation de l'urée présente dans le sang à l'aide d'une enzyme spécifique de l'urée en milieu aqueux appelée uréase. L'action du mélange de salicylate et de l'hypochlorite de sodium sur l'ion ammonium formé en présence de nitroprussiate conduit à un indophénol coloré de couleur verte quantifiable par spectrophotométrie à 630 nm.



Le dosage de l'urée a été effectué sur tous les échantillons.

#### **I.2.2.2.3. Dosage des protéines totales**

Le dosage des protéines totales du sérum se fait selon la réaction de Biuret. La protéine présente dans l'échantillon réagit avec les ions cuivre (II) en milieu alcalin, pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie à 545 nm.

Le dosage des protéines totales a été réalisé chez les 18 vaches de l'étude longitudinale, notamment sur les prélèvements faits à 4 semaines et à 1 semaine avant la mise-bas ainsi que sur ceux de la 1<sup>ère</sup>, de la 4<sup>ème</sup> et de la 8<sup>ème</sup> semaine de lactation chez les vaches qui ont mis bas. Par contre chez les vaches qui ont avorté, il s'agissait d'échantillons obtenus à 2 semaines avant la mise-bas, à 1 semaine avant la mise-bas et ceux obtenus à 1, 4 et 8 semaines de lactation. Soit un total de 5 échantillons par vaches, aussi bien chez les vaches qui ont avorté que chez celles qui ont mis bas.

#### **I.2.2.2.4. Electrophorèse des protéines sériques**

L'électrophorèse est une technique analytique, caractérisée par le déplacement de particules chargées en solution ou en suspension dans un champ électrique. Son principe est basé sur :

- Le caractère amphotère : Capacité d'ionisation des protéines en fonction du pH,
- La mobilité électrophorétique : Vitesse de migration et le champ électrique.

Nous avons fait une électrophorèse sur gel d'agarose. Les étapes de réalisation de celle ci étaient les suivantes :

- 1-faire le prélèvement sur tube sec et éviter l'hémolyse ;
- 2-déposer 10  $\mu$ L de sérum dans chaque puits de l'applicateur ;
- 3-incuber 5 minutes en chambre humide ;
- 4- déposer une goutte de 120  $\mu$ L d'eau sur la plaque du porte applicateur pour l'humidifier ;
- 5-ôter la protection des dents ;
- 6-placer l'applicateur en position N°5 sur le porte applicateur ;
- 7-abaisser le chariot du porte applicateur et laisser déposer pendant 40 secondes ;
- 8-relever le chariot et retirer le peigne et le jeter ;
- 9-placer le gel dans la cuve, la face du gel vers le tampon ;
- 10-brancher la cuve et lancer le PROG 1 en appuyant sur le bouton start du générateur;
- 11-vérifier l'intensité de départ. Elle doit être de 12+/-mA par gel ;
- 12- laissé migrer pendant 22 minutes ;
- 13- éteindre le générateur ;
- 14-débrancher la cuve et récupérer les gels et les placer à 80°C pendant au moins 10 minutes pour fixer et sécher les gels ;
- 15-placer les gels sur un portoir et le plonger dans le colorant pendant 4 minutes ;
- 16-décolorer trois bains successifs jusqu'à obtention d'un fond clair ;
- 17-éliminer l'excès de liquide en surface du gel avec un papier ouate ;
- 18-sécher à 80°C sous air chaud ;
- 19 -nettoyer le dos du gel (support plastique) avec un papier ouate ;
- 20-lecture au scanner PROG HYDRAGEL PROTEINE b1-b2.

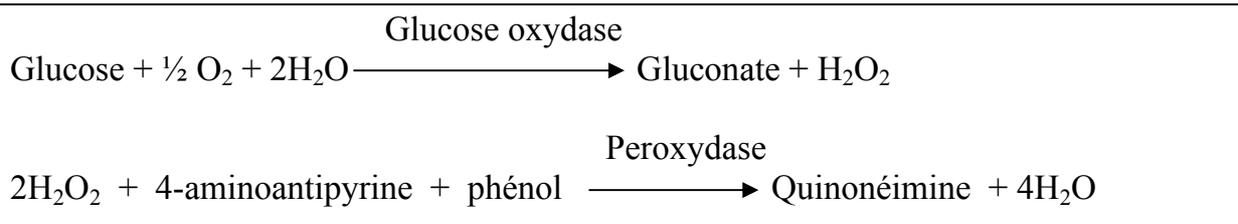
L'électrophorèse des protéines sériques a été réalisée chez les vaches qui ont avorté (3 vaches), chez celles qui ont présenté une rétention placentaire (3 vaches) mais aussi chez 3 vaches, retenues parmi les vaches qui ont mis bas normalement. Deux échantillons ont été utilisés chez chacune des vaches, à savoir ceux obtenus à 4

semaines avant la mise-bas et à 4 semaines après la mise-bas chez les vaches ayant mis bas et ceux obtenus à 2 semaines avant l'avortement et à 4 semaines après l'avortement chez celles ayant avorté.

#### **I.2.2.2.5. Dosage du glucose**

C'est la méthode à la glucose oxydase.

Elle repose sur l'action d'une enzyme spécifique du glucose : la glucose oxydase. Cette dernière catalyse l'oxydation par l'oxygène atmosphérique du glucose présent dans le sérum. Il se forme de l'acide gluconique et de l'eau oxygénée. Pour colorer cette solution incolore non quantifiable par spectrophotométrie, on oxyde l'eau oxygénée par un système chromogène en présence de peroxydase qui catalyse la réaction. Il se forme ainsi un complexe coloré de couleur caractéristique quantifiable par spectrophotométrie à 490 nm.



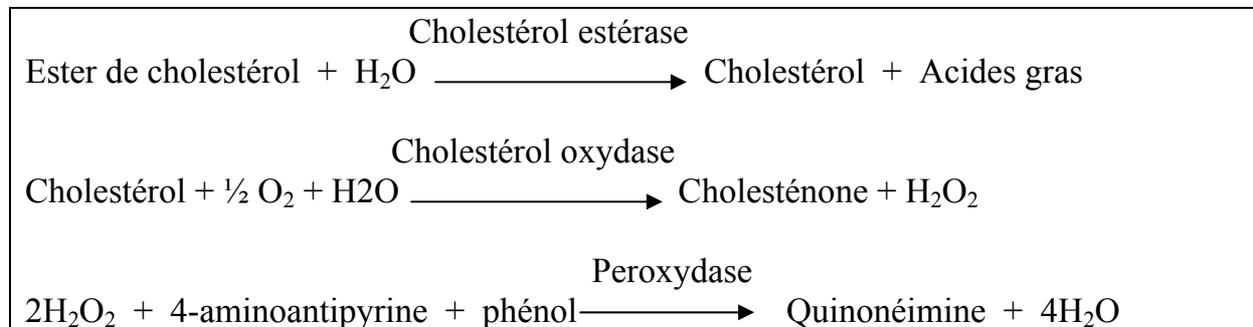
Le glucose a été dosé chez les 18 vaches de l'étude longitudinale. Les échantillons utilisés étaient ceux obtenus à 4 semaines avant la mise-bas, à 1 semaine avant la mise-bas et à 1, 4 et 8 semaines après la mise-bas. Chez celles qui ont avortés, il s'agissait de ceux obtenus à 2 semaines avant l'avortement, à 1 semaine avant l'avortement et à 1, 4 et 8 semaines après l'avortement.

#### **I.2.2.2.6. Dosage du cholestérol**

C'est la méthode à la cholestérol oxydase qui a été utilisée.

Le cholestérol estérifié présent dans le sérum est hydrolysé en présence d'une enzyme spécifique du cholestérol, la cholestérol estérase qui catalyse la réaction. Il se forme du cholestérol et des acides gras. Le cholestérol libre formé est ensuite oxydé par l'oxygène atmosphérique en milieu aqueux en présence de cholestérol oxydase pour donner de la cholesténone et de l'eau oxygénée. Cette solution étant incolore, il

faut oxyder l'eau oxygénée formée par un système chromogène en présence de peroxydase comme catalyseur pour obtenir la quionéimine complexe coloré de couleur caractéristique quantifiable par spectrophotométrie à 490 nm.



Les échantillons utilisés pour le dosage du cholestérol ont été les mêmes que ceux utilisés pour le dosage du glucose.

### I.2.3. Méthode d'analyse statistique

Les analyses statistiques ont été faites par utilisation des logiciels Excel et Epi info. Les données ont été représentées en moyennes bornées d'écart types. Les moyennes des paramètres ont fait l'objet d'une analyse pour voir si la différence entre des valeurs successives dans un groupe était significative. Cette analyse a été faite par le test T de Student pour les variables continues que sont les concentrations sériques d'urée, de protéines totales, du glucose, du cholestérol et la NEC. L'analyse de variance (ANOVA) a été faite pour voir si les différences obtenues entre les différents groupes étaient significatives (significatif pour  $p < 0,05$ ).

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

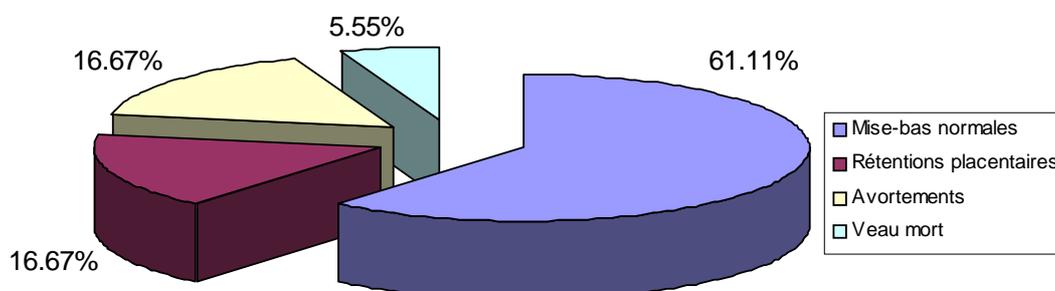
### II.1. RESULTATS

Les valeurs physiologiques de références présentées ici, sont celles utilisées au laboratoire de biochimie et d'endocrinologie de l'EISMV de Dakar.

#### II.1.1. Résultats du suivi de la gestation et des mise-bas dans l'étude longitudinale.

Le suivi de la gestation et de la mise-bas, chez les 18 vaches qui ont fait l'objet de l'étude longitudinale a donné les résultats suivants :

- 11 vaches ont mi-bas normalement soit 61,11 % des vaches ;
- 3 vaches ont présenté une rétention placentaire soit 16,17 % des vaches. En effet, chez ces vaches, la délivrance n'était pas encore terminée vingt quatre heures après l'expulsion du petit ;
- 3 vaches ont avortées soit 16,17 % des vaches ;
- 1 vache a perdu son veau un jour après la naissance de ce dernier soit 5,55 % des vaches. La mère ne produisait que très peu de colostrum. L'inspection et la palpation de la glande mammaire n'ont pas permis de déceler de lésions. Le veau est né relativement faible et toute tentative de lui faire prendre du colostrum s'est soldée par un échec ;
- Il n'a pas eu de dystocie.



**Figure 17: Résultats du suivi de la gestation et de la mise-bas**

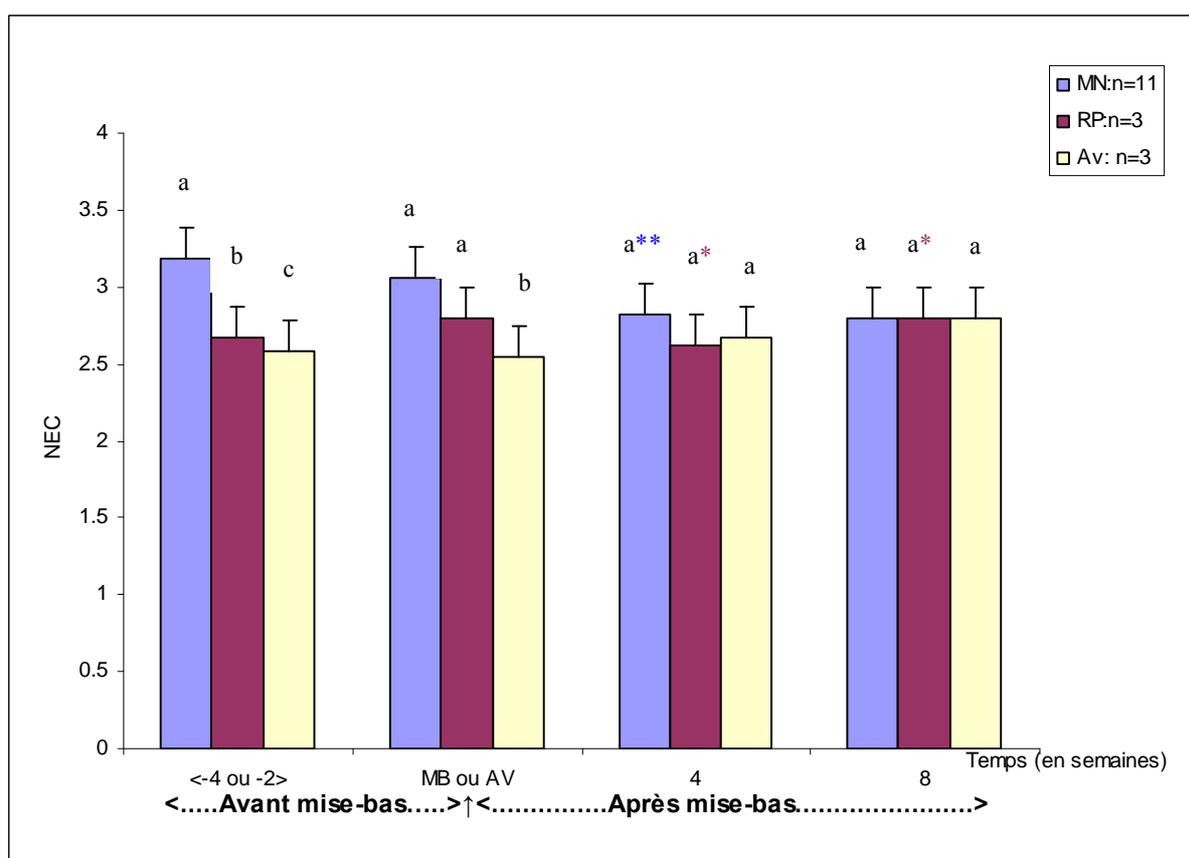
## II.1.2. Résultats du dépistage de la brucellose

Le test au Rose Bengale a été négatif chez toutes les vaches. Chez l'une des vaches de l'étude longitudinale qui avait mis bas normalement nous avons eu un résultat douteux qui a nécessité la reprise du test. Ce second test s'est avéré également négatif.

## II.1.3. Note d'état corporel (NEC) et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).

### II.1.3.1. NEC dans l'étude longitudinale

La figure 18 présente l'évolution de la NEC chez les vaches qui ont mis bas normalement, chez celles qui ont présenté une rétention placentaire et chez celles qui ont avorté.



**Figure 18 : Evolution de la note d'état corporel péri-partum dans les trois groupes de vaches**

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Des lettres différentes (a ,b) indiquent que la différence est significative (pour  $p < 0,05$ )

$p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  indiquent qu'il y'a une différence significative entre la moyenne donnée et la précédente.

La NEC chez les vaches qui ont mis bas normalement est supérieure à celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire et à celles des vaches qui ont avorté dans tous les cas. Cette différence n'est significative qu'à 1 mois avant la mise-bas ( $p < 0,05$ ).

On note une diminution de la NEC chez les vaches qui ont mis bas normalement ; soit :  $3,18 \pm 0,25$  ;  $3,05 \pm 0,22$  ;  $2,83 \pm 0,23^{**}$  et  $2,80 \pm 0,15$  respectivement à 1 mois avant la mise-bas, à la mise bas, à 1 mois après la mise-bas et à 2 mois de lactation. Seul les NEC à la mise-bas et à 1 mois après la mise-bas sont significativement différentes ( $p < 0,01$ ) chez ces vaches.

Chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire on note une évolution en dents de scie avec  $2,66 \pm 0,14$  ;  $2,79 \pm 0,19$  ;  $2,62 \pm 0,13^*$  ;  $2,79 \pm 0,07^*$  respectivement à 1 mois avant la mise bas, à la mise bas, à 1 mois après la mise bas et à 2 mois de lactation.

La perte d'état corporel à 30 jours après la mise-bas reste modérée avec 0,23 et 0,17 respectivement chez les vaches qui ont mi-bas normalement et chez celles qui ont avorté.

Chez les vaches qui ont avorté, les NEC obtenues avant l'avortement et à l'avortement sont de  $2,58 \pm 0,14$  et de  $2,54 \pm 0,07$  respectivement. A 1 mois après l'avortement et à 2 mois après l'avortement on note une augmentation non significative de la NEC.

Chez la vache dont le veau est mort un jour après sa naissance, on note une perte d'état de 0,75 entre la NEC à 1 mois avant la mise-bas et celle à la mise avec un passage de 3,25 à 2,5. Après la mise-bas la note d'état corporel de cette vache tend à augmenter pour atteindre une valeur de 3 à 2 mois après la mise-bas.

### **II.1.3.2. NEC dans l'étude transversale**

Le tableau V présente les résultats de NEC moyenne en fonction du stade physiologique des vaches.

**Tableau V : NEC suivant le stade physiologique**

<b>Stade</b>	<b>1 mois avant mise-bas</b>	<b>1 mois de lactation</b>
<b>Moy±E.T</b>	<b>3,2±0,125<sup>a</sup></b>	<b>2,76±0,19<sup>b</sup></b>
<b>Min.</b>	<b>2,37</b>	<b>2,25</b>
<b>Max.</b>	<b>3,62</b>	<b>3,25</b>

L'appréciation de la NEC donne des moyennes de  $3.2\pm 0.125^a$  et de  $2.76\pm 0.19^b$  respectivement chez les vaches à 1 mois avant la mise-bas et chez celles à 1 mois après la mise-bas. Cette différence est significative ( $p<0,05$ ).

A 1 mois avant la date supposée de mise-bas les résultats sont les suivants :

- 2 vaches (soit 18,18 %) ont une NEC comprise entre 2 et 2,5,
- 2 vaches (soit 18,18 %) ont une NEC comprise entre 2,5 et 3,
- 6 vaches (soit 54,55 %) ont une NEC comprise entre 3 et 3,5,
- 1 vache (soit 9,09 %) a une NEC comprise entre 3,5 et 4.

A 1 mois de lactation les résultats sont les suivants :

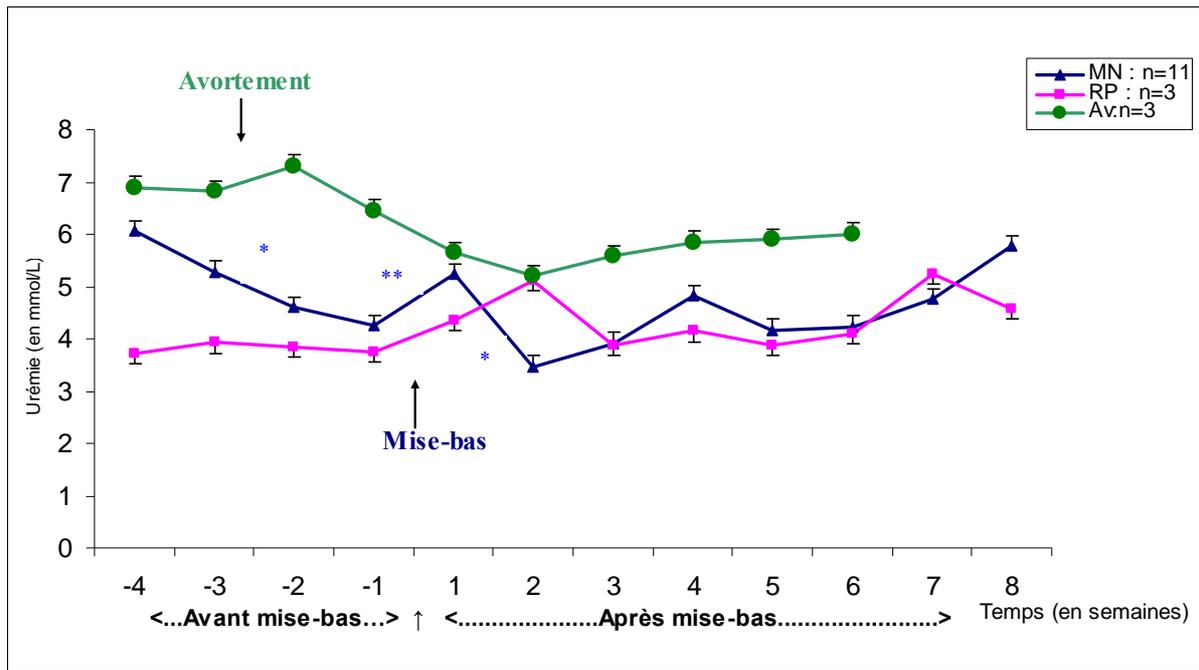
- 2 vaches (soit 9,52 %) ont une NEC comprise entre 2 et 2,5,
- 16 vaches (soit 76,19 %) ont une NEC comprise entre 2,5 et 3,
- 3 vaches (soit 14,29 %) ont une NEC comprise entre 3 et 3,5.

#### **II.1.4. Urémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

L'urémie physiologique est comprise entre 3,80 et 6,50 mmol/l.

##### **II.1.4.1. Urémie dans l'étude longitudinale**

La figure 19 présente l'évolution de l'urémie chez les vaches qui ont mis bas normalement, chez celles qui ont présenté une rétention placentaire et chez celles qui ont avorté.



**Figure 19 : Evolution de l'urémie dans les 3 groupes de vaches**

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Des lettres différentes (a, b) indiquent que la différence est significative (pour  $p < 0,05$ )

$p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  indiquent qu'il y'a une différence significative entre la moyenne donnée et la précédente.

L'urémie chez les vaches qui ont avorté est continuellement plus élevée que celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire et celle des vaches qui ont mis bas normalement. Cette différence est significative dans tous les cas ( $p < 0,05$ ).

L'urémie chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez celles qui ont présenté une rétention placentaire reste comprise entre les valeurs physiologiques avant la mise-bas. Pendant la même période, l'urémie chez les vaches qui ont mis bas normalement reste continuellement supérieure à celle des vaches ayant présenté une rétention placentaire. Avant la mise-bas, on observe une diminution de l'urémie chez les vaches qui ont mis bas normalement avec un passage de  $6.07 \pm 1,88$  mmol/L à  $4,24 \pm 0,73$  mmol/L à 4 semaines avant la mise-bas et à 1 semaine avant la mise-bas. Chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire l'évolution est beaucoup plus constante avant la mise-bas avec une urémie de  $3,73 \pm 0,35$  et  $3,76 \pm 0,23$  mmol/L à 4 semaines avant la mise-bas et à 1 semaine avant la mise-bas. Pendant la lactation, dans les deux groupes l'urémie reste comprise entre les valeurs physiologiques. Pendant cette période, l'urémie est plus élevée chez les vaches qui ont mis bas

normalement que chez celles qui ont présenté une rétention placentaire dans la majorité des cas ; exception faite à la 2<sup>ème</sup> et la 7<sup>ème</sup> semaine de lactation où la tendance s'inverse. La différence de l'urémie dans les deux groupes est significative ( $p < 0,05$ ) dans la majorité des cas excepté à la 6<sup>ème</sup> semaine de lactation où elle n'est pas significative ( $p > 0,05$ ) avec des valeurs de  $4,23 \pm 1,73$  mmol/L et  $4,10 \pm 0,63$  mmol/L chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire et chez celles qui ont mis bas normalement.

L'urémie dans les 2 semaines précédant l'avortement est légèrement plus élevée que les valeurs physiologiques avec  $6,89 \pm 0,12$  et  $6,82 \pm 0,02$  mmol/L respectivement à 2 semaines avant l'avortement et à 1 semaine avant l'avortement. La semaine qui suit l'avortement est caractérisée par une urémie également supérieure aux valeurs physiologiques avec  $7,31 \pm 0,85$  mmol/L. Ensuite, l'urémie tend à diminuer pour se retrouver dans les valeurs physiologiques les semaines suivantes.

Chez la vache qui a perdu son veau, l'urémie a une valeur légèrement supérieure aux valeurs physiologiques à 4 semaines avant la mise-bas (avec  $6,65$  mmol/L). Ensuite, l'urémie diminue et se retrouve entre les valeurs physiologiques dans les trois semaines qui précèdent la mise-bas avec  $5,41$  mmol/L,  $5,31$  mmol/L et  $5,26$  mmol/L respectivement à 3, 2 et 1 semaine avant la mise-bas. Après la mise-bas, l'urémie de cette vache est comprise entre les valeurs physiologiques et est inférieure aux valeurs obtenues avant la mise-bas.

#### **II.1.4.2. Urémie dans l'étude transversale**

L'urémie moyenne est de  $6,46 \pm 1,23$  mmol/L et de  $3,96 \pm 1,09$  mmol/L respectivement chez les vaches prélevées à 1 mois avant la mise-bas et chez celles prélevées à 1 mois après la mise-bas. Cette différence est significative ( $p < 0,05$ ). A 1 mois avant la mise-bas, 45,5 % des vaches ont une urémie normale et 54,5 % ont une urémie élevée. A 1 mois de lactation, 85,71 % des vaches ont une urémie normale, avec une moyenne et 14,29 % des vaches ont une urémie faible.

Le tableau VI présente les résultats de l'urémie moyenne suivant le stade physiologique.

**Tableau VI : Urémie suivant le stade physiologique**

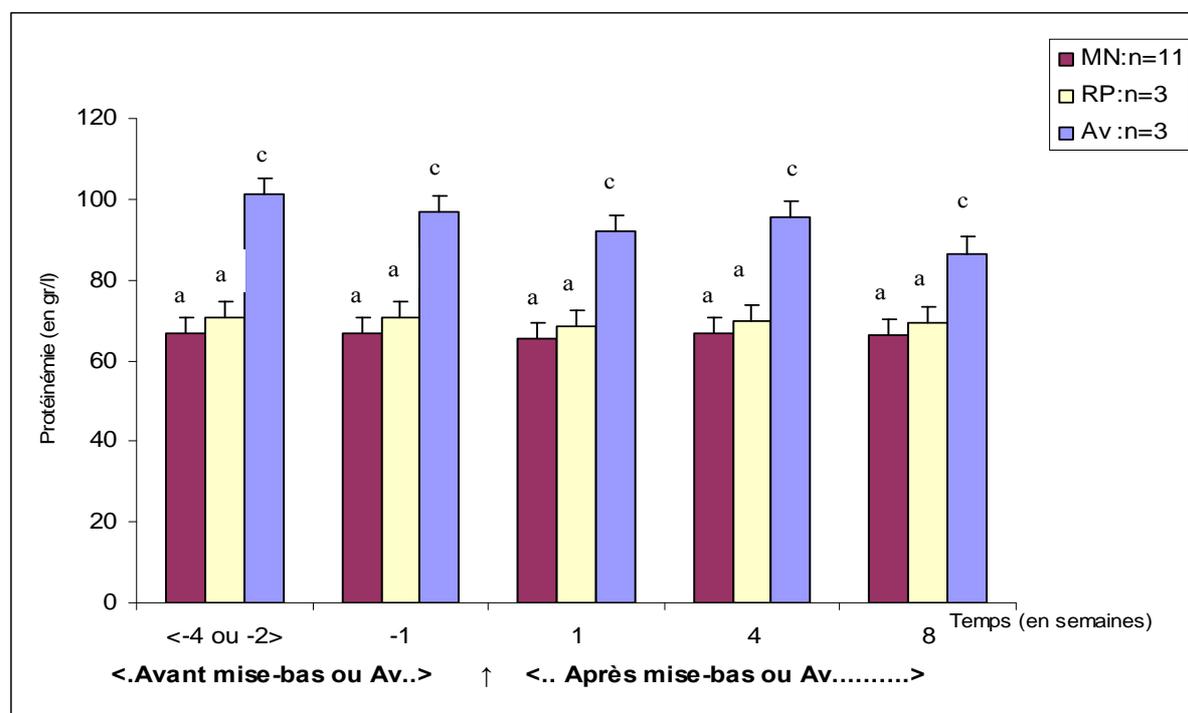
Stade	1 mois avant mise-bas			1 mois de lactation		
	Normale	Faible	Elevée	Normale	Faible	Elevée
Effectif	5	0	6	18	3	0
Moy±E.T	6,46± 1,23 <sup>a</sup>			3,96±1,09 <sup>b</sup>		
Min.	3,72			2,11		
Max.	8,24			6,16		

Des lettres différentes (a et b) indiquent que la différence est significative (pour p<0,05).

### II.1.5. Protéïnémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).

La protéïnémie normale se situe entre 65 et 80 gr/L chez la vache.

La figure 20 présente l'évolution de la protéïnémie chez les vaches qui ont mis bas normalement, chez celles qui ont présenté une rétention placentaire et chez celles qui ont avorté.



**Figure 20 : Evolution de la protéïnémie dans les trois groupes de vaches**

MN : mise-bas normale , RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Des lettres différentes (a ,c) indiquent que la différence est significative (pour p<0,05)

p<0,05, \*\* p<0,01 indiquent qu'il y'a une différence significative entre la moyenne donnée et la précédente.

La protéinémie des vaches qui ont avorté reste continuellement supérieure à celles des deux autres groupes. Cette différence est significative ( $p < 0,05$ ).

Chez les vaches qui ont avorté, on observe une hyper protéinémie dans tous les cas ; C'est-à-dire les 2 semaines précédant l'avortement, à 1, 4 et 8 semaines après l'avortement. La valeur la plus haute est obtenue à 2 semaines avant l'avortement soit  $101,149 \pm 8,56$  g/L et la plus basse est obtenue à 8 semaines après l'avortement avec  $86,59 \pm 2,76$  g/L.

La protéinémie chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez les vaches qui ont avorté reste comprise entre les valeurs physiologiques avant la mise-bas et après la mise-bas. Pendant ces deux périodes, la protéinémie chez les vaches qui ont mis bas normalement reste continuellement inférieure à celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire. Toutefois, la différence de la protéinémie dans les deux groupes n'est pas significative ( $p > 0,05$ ) aussi bien avant qu'après la mise-bas. Par rapport aux valeurs obtenues avant la mise-bas, on note une diminution de la protéinémie une semaine après la mise-bas aussi bien chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire que chez celles qui ont mis bas normalement. Toutefois cette différence n'est pas significative ( $p > 0,05$ ).

La protéinémie chez la vache dont le veau est mort se trouve entre les valeurs physiologiques. On note une valeur légèrement élevée à 4 semaines avant la mise-bas ( $75,525$  g/L). La protéinémie chez cette vache diminue à 1 semaine avant la mise-bas, avec une valeur de  $69,495$  g/L. L'évolution après la mise-bas laisse apparaître une légère constance avec des valeurs normales et inférieures à celles obtenues avant la mise-bas à savoir :  $68,69$  g/L,  $69,012$  g/L,  $68,095$  g/L respectivement à 1 semaine, 4 semaines et 8 semaines après la mise bas.

#### **II.1.6. Electrophorèse des protéines sériques et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

Chez les zébus locaux, les proportions physiologiques des protéines sériques trouvées **GIDEL (1962)** sont les suivantes :

- $41,3 \pm 2,9$  % pour l'albumine,
- $5,1 \pm 0,8$  % pour les globulines alpha 1,

- 8,3±0.56 % pour les globulines alpha 2,
- 13,2±0,76 % pour alpha1 + alpha 2,
- 12,7±1,9 % pour les bêta globulines,
- 32,3±3 % pour les gammaglobulines,
- 0,72±0,08 % pour le rapport albumine sur globuline (A/G).

Quelques exemples de profils obtenus sont donnés en annexes (3 et 4).

### II.1.6.1. Electrophorèse des protéines sériques avant la mise bas et avant l'avortement

Le tableau VII présente les résultats de l'électrophorèse à 4 semaines avant la mise-bas chez les vaches qui ont mis bas et à 2 semaines avant l'avortement chez les vaches qui ont avorté. Les valeurs sont des moyennes bornées d'écart type

**Tableau VII : Electrophorèse des protéines sériques 4 semaines ou 2 semaines avant la mise-bas ou l'avortement dans les trois groupes de vaches**

	Protéines totales	Albumine	A2	$\alpha 1 + \alpha 2$	$\beta$	$\gamma$	$\beta + \gamma$	A/G
g/L <b>MN</b>	66.8±0.8	27.8±5.2	5.67±1.4	9.3±0.92	5.9±2.95	24.2±2.2	30.1±4.7	0.72±0.21
%	100	41.56±7.1	8.5±2.2	13.92±1.2	8.86±45	36.25±3.2	45.11±7.3	
gr/L <b>RP</b>	70.6±5.2	32.07±0.7	5.73±0.6	8.13±0.5	5.87±0.7	24.53±4.5	30.4±5.1	0.84±0.14
%	100	45.6±4.1	8.13±0.7	11.53±0.2	8.29±0.4	34.56±3.9	42.85±4.3	
gr/L <b>Av</b>	101.±8.5	38.9±4.4	8.87±0.5	12.63±1	21.4±0.9	28.13±3.1	49.53±3.7	0.63±0.05
%	100	38.44±1.7	8.78±0.2	12.52±0.9	21.23±1.2	27.80±1.3	49.04±0.8	

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Avant la mise-bas on note que les différentes fractions obtenues chez les vaches qui ont mis bas normalement et celles qui ont présenté une rétention placentaire sont proches des valeurs physiologiques. Dans ces deux groupes, le rapport A/G moyen est relativement normal avec toutefois une valeur plus élevée chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire. Chez les vaches qui ont avorté par contre, on a un rapport A/G bas avant l'avortement. Cela est du à une albuminémie faible et une globulinémie élevée avec une fraction bêta particulièrement élevée.

### II.1.6.2. Electrophorèse des protéines sériques après la mise-bas et après l'avortement

Le tableau VIII présente les résultats de l'électrophorèse à 4 semaines après la mise-bas chez les vaches qui ont mis bas et à 4 semaines après l'avortement chez les vaches qui ont avorté.

**Tableau VIII : Electrophorèse des protéines sériques 4 semaines ou 2 semaines après la mise-bas ou l'avortement dans les trois groupes de vaches**

	Protéines totales	Albumine	$\alpha 2$	$\alpha 1 + \alpha 2$	$\beta$	$\gamma$	$\beta + \gamma$	A/G
g/L MN	67.6±2.2	27.7±4	5.93±0.15	8.27±0.35	6.97±2.7	24.7±1.1	31.7±2.3	0.7±0.14
%	100	40.86±4.6	8.78±0.4	12.22±0.1	10.36±4.1	36.56±2.5	46.92±4.8	
g/L RP	70.6±2.2	32.1±3.7	6.13±0.2	8.77±0.3	5.6±0.36	24.13±4.9	29.7±5.1	0.86±0.23
%	100	45.59±6.4	8.70±0.6	12.42±0.2	7.93±0.3	34.10±6.2	42.03±6.3	
g/L Av	95.5±8.3	33.2±2.4	9.83±1.8	13.8±1.8	23.1±2.8	25.37±3.9	48.5±5.9	0.54±0.07
%	100	34.85±3.1	10.24±1.1	14.47±1.2	24.27±2.1	26.47±1.8	50.69±2.1	

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

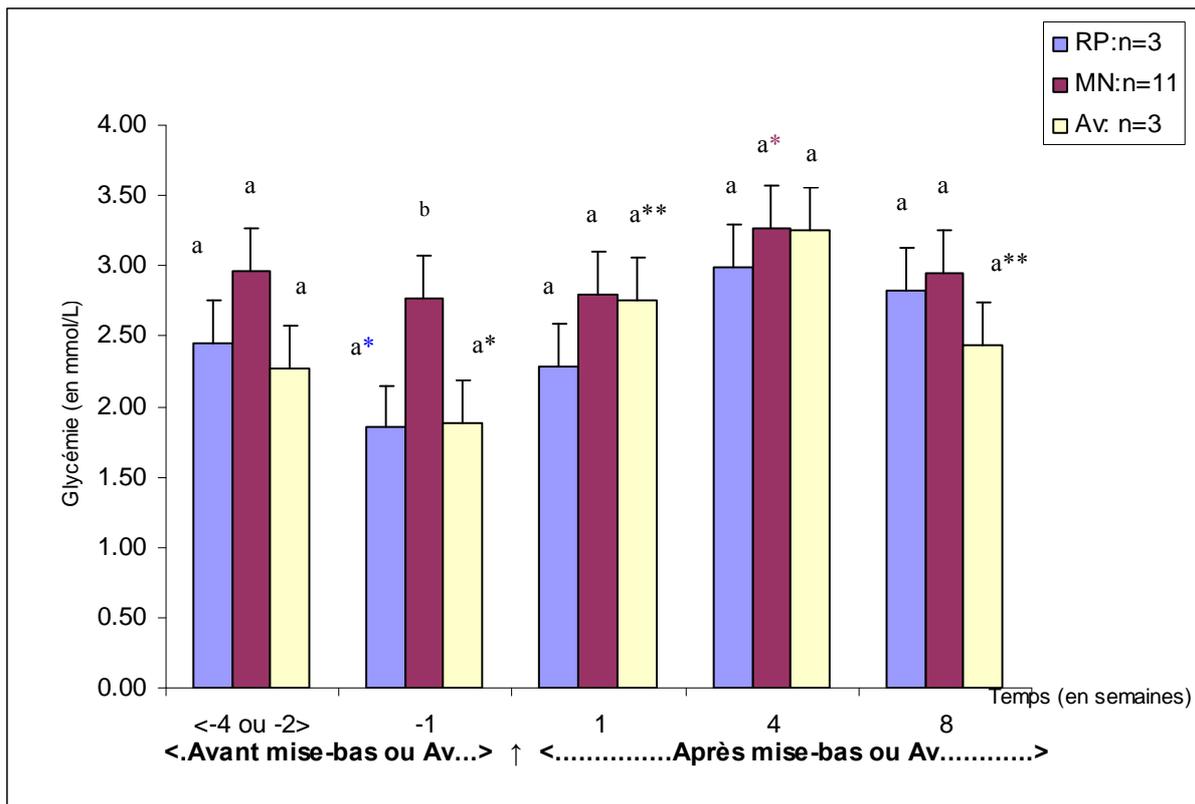
Après la mise-bas ou l'avortement, la même tendance que celle observée avant la mise-bas a été obtenue. Le rapport A/G chez les vaches qui ont avorté est encore plus faible qu'avant la mise-bas. Chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez celles qui ont présenté une rétention placentaire, les valeurs restent proches de celles obtenues avant la mise-bas.

Les résultats détaillés de l'électrophorèse par vache sont donnés en annexes (5, 6 et 7).

### II.1.7. Glycémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).

Les valeurs physiologiques de la glycémie sont de 2,6 à 4,9 mmol/L.

La figure 21 présente les variations de la glycémie chez les vaches qui ont mis bas (rétention placentaire et mise bas normale) et chez celles qui ont avorté



**Figure 21 : Evolution de la glycémie dans les trois groupes de vaches**

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Des lettres différentes (a, b) indiquent que la différence est significative (pour  $p < 0,05$ )

\* $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  indiquent qu'il y'a une différence significative entre la moyenne donnée et la précédente.

La glycémie chez les vaches qui ont mis bas normalement reste continuellement supérieure à celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire et à celle des vaches qui ont avorté.

Chez les vaches qui ont mis bas normalement, la glycémie est comprise entre les valeurs physiologiques aussi bien avant qu'après la mise-bas. Par contre, chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire, on a une glycémie faible à 4 semaines avant la mise-bas et à 1 semaine avant la mise-bas avec une diminution significative (\* $p < 0,05$ ) de la glycémie entre ces deux moments pour atteindre une valeur de  $1,85 \pm 0,65$  mmol/L à 1 semaine avant la mise bas. La différence de la glycémie à 1 semaine avant la mise-bas chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez celles qui ont présenté une rétention placentaire est significative ( $p < 0,05$ ). Cette différence est également significative à 1 semaine avant la mise-bas et à 1 semaine avant l'avortement chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez

celles qui ont avorté. Ce qui n'est pas le cas entre les vaches qui ont présenté une rétention placentaire et celles qui ont avorté où cette différence n'est pas significative.

Chez les vaches qui ont avorté on note une glycémie faible avant l'avortement, avec des valeurs de  $2.27 \pm 0,45$  et  $1,89 \pm 0.38^*$  mmol/L à 2 semaines avant l'avortement et à 1 semaine avant l'avortement. Cette différence est significative (\* $p < 0,05$ ). Après l'avortement, on observe une augmentation significative (\*\*  $p < 0,01$ ) de la glycémie qui devient normale à 1 semaine après l'avortement.

A 1 mois après la mise-bas on note une augmentation significative de la glycémie chez les vaches qui ont mis bas normalement (\*\* $p < 0,01$ ). Dans la même période, chez celles qui ont présenté une rétention placentaire, cette augmentation n'est pas significative.

Chez la vache dont le veau est mort, le fait marquant est le passage d'une glycémie normale de 3,38 mmol/L à 4 semaines avant la mise-bas à une glycémie très faible de 1,11 mmol/L à 1 semaine avant la mise-bas. Chez Cette vache, Une semaine après la mise-bas, on a une glycémie normale avec une valeur de 3,22 mmol/L.

### **II.1.8. Cholestérolémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

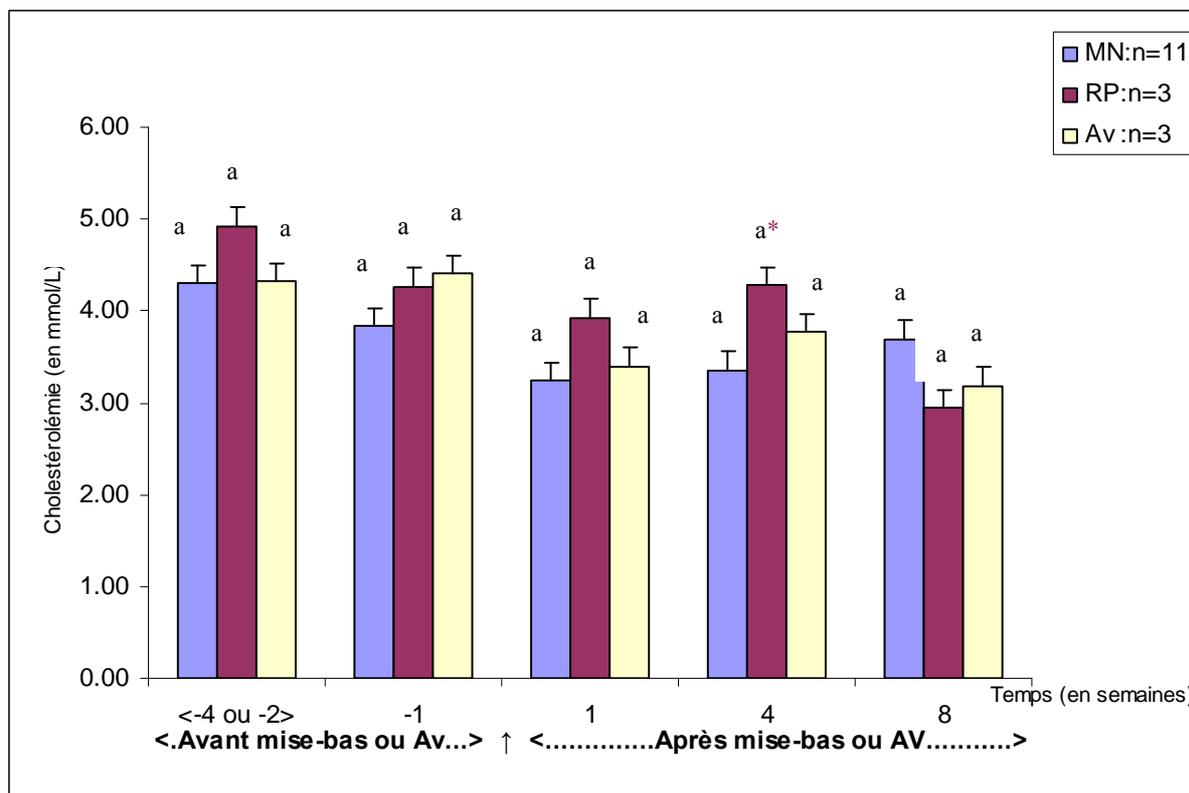
Les valeurs physiologiques de la cholestérolémie sont de 2,3 à 6 mmol/L.

La cholestérolémie dans les 3 groupes est comprise entre les valeurs physiologiques aussi bien avant la mise-bas (ou l'avortement) qu'après la mise-bas (ou l'avortement). Avant la mise-bas, on a une cholestérolémie beaucoup plus élevée chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire que chez celles ayant mi-bas normalement et celles ayant avorté. Cependant, cette différence n'est pas significative. Les valeurs de la cholestérolémie sont plus élevées avant la mise-bas qu'après la mise-bas chez les vaches qui ont mis bas. Les valeurs obtenues avant l'avortement sont également plus élevées que celles obtenues après l'avortement. Avant la mise-bas, La cholestérolémie des vaches qui ont avorté est également supérieure à celle des vaches qui ont mis bas normalement. Cette différence n'est pas significative.

La cholestérolémie chez la vache dont le veau est mort 1 jour après la naissance est également comprise entre les valeurs physiologiques avec des valeurs de 4,61 et

4,62 mmol/L à 4 semaines et à 1 semaine avant la mise-bas et 4,27 mmol/L, 3,93 mmol/L, 3,24 mmol/L à 1 semaine, 2 semaines, 3 semaines, après la mise-bas. On observe également les valeurs les plus élevées avant la mise-bas.

La figure 22 présente les variations de la cholestérolémie chez les vaches qui ont mis bas (rétention placentaire et mise-bas normale) et chez celles qui ont avorté.



**Figure 22: Evolution de la cholestérolémie dans les trois groupes de vaches**

MN : mise-bas normale, RP : rétention placentaire, Av : Avortement

Des lettres différentes (a, b) indiquent que la différence est significative (pour  $p < 0,05$ )

\* $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  indiquent qu'il y'a une différence significative entre la moyenne donnée et la précédente.

## II.2. DISCUSSION

### II.2.1. Suivi de la gestation et de la mise-bas

33,34 % des vaches ont présenté des problèmes (rétention placentaire et avortement). D'après **CHASTANT-MAILLARD et AGUER (1998)**, en élevage bovin, en moyenne 10% des vaches ne délivrent pas après l'accouchement. Ainsi, le taux de 16,67% de non-délivrance obtenu dans cette étude paraît élevé par rapport à cette moyenne. Le taux d'avortement de 16,67% est également supérieur au taux moyen de 10% acceptable en élevage laitiers. Cette valeur nous semble d'autant plus

critique que l'on a ce taux d'avortement au dernier mois de gestation. Ces proportions constituent de ce fait un signe d'appel de l'éleveur, car preuve de problèmes qui existeraient dans son élevage.

### **II.2.2. Test au Rose Bengale**

Le dépistage de la brucellose chez les vaches de l'étude était négatif. Ce qui nous a paru un peu curieux d'autant plus qu'il y'a quelques années, le Burkina-Faso était considéré comme une zone endémique de brucellose. Les résultats que nous avons obtenus pourraient se justifier entre autre comme étant la conséquence des différents programmes de lutte anti-brucellique mis en œuvre par l'état pour éradiquer cette maladie ces dernières années.

### **II.2.3. Note d'état corporel et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

L'évolution de la note d'état est directement liée à la variation du disponible alimentaire mais également à la capacité d'ingestion des animaux.

Dans l'étude longitudinale, chez les vaches qui ont mis bas normalement la note d'état de 3,18 est comprise dans l'intervalle 3-4 donné par **VALL et BAYALA (2004)** comme étant celui où l'animal est apte à la reproduction et fournis de bonnes productions. Par contre, chez celles qui ont présenté une rétention placentaire la note de 2,66 est inférieure à celle des vaches qui ont mis bas normalement et se situe en dehors de l'intervalle optimal. Cette différence est significative ( $p < 0,05$ ) et pourrait renforcer l'hypothèse d'une possible implication de la nutrition énergétique avant la mise-bas dans l'apparition du phénomène de non délivrance dans la zone d'étude. La perte d'état corporel post-partum de 0,23 chez les vaches qui ont mis bas normalement est supérieure à celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire (0,17). Cela serait dû au fait que les premières sont plus grasses à la mise-bas que les secondes. Ce qui correspond aux résultats obtenus par **DRAME et al. en 1999** où ils observent des pertes qui se limitent à 0,56 et 0,06 chez des vaches normales et chez des vaches maigres ; la perte d'état étant plus élevée chez les vaches les plus grasses à la mise-bas. Chez les vaches qui ont avorté, les notes d'état corporel de 2,58 et de 2,54 deux

semaines avant l'avortement et à l'avortement respectivement effleurent le seuil d'alerte de 2,5. Le gain d'état après l'avortement ne tarde pas à se mettre en place avec des valeurs de 2,66 et 2,79 respectivement à 4 et à 8 semaines après l'avortement. Chez la vache qui a perdu son veau un jour après la naissance de ce dernier, la perte d'état de 0,75 le dernier mois de gestation pourrait expliquer la naissance d'un veau faible, incapable de téter et associé à une faible production de colostrum. Cependant, les causes de cette perte d'état restent du domaine des hypothèses : soit des apports alimentaires insuffisants, soit une mauvaise santé de l'animal. Signalons toutefois que pendant l'étude, l'animal n'a pas laissé paraître des signes de maladie.

Dans l'étude transversale, 4 animaux (dont 2 à 1 mois avant la mise-bas, et 2 à 1 mois de lactation), soit 12,5 % des vaches se situent en dessous du seuil d'alerte fixé par VALL E. et BAYALA I. (2004), constituant ainsi autant d'animaux susceptibles de développer des problèmes de production et /ou de reproduction. Les notes d'état moyenne de 3,2 et 2,76 obtenues à 1 mois avant et à 2 mois après la mise-bas sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) et illustrent les phénomènes de stockage et de mobilisation des réserves énergétiques qui se mettent en place chez les vaches autour du vêlage. Signalons que ces valeurs sont proches de celles obtenues dans l'étude longitudinale au cours des mêmes périodes c'est-à-dire 3,18 et 2,83 à un mois avant la mise-bas et à un mois de lactation respectivement.

## **II.2.4. Paramètres plasmatiques azotés (indicateurs de l'équilibre nutri-tionnel en protéines)**

### **II.2.4.1. Urémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

Selon TREMBLAY cité par VAGNEUR (1992) l'urée sanguine est le reflet de l'activité de la biomasse du rumen des animaux et du rapport apport azote/apport énergétique de l'alimentation.

Dans l'étude longitudinale, à 4 semaines avant la mise-bas, l'urémie de 6,07mmol/L des vaches qui ont mis bas normalement est proche de la limite physiologique supérieure qui est de 6,5mmol/L. Cependant, Cette valeur est inférieure à celle de  $8,73 \pm 1,13$  mmol/L retrouvée par SAWADOGO (1998) Chez le zébu *Gobra*

en fin de gestation. Cette différence est plus marquée avec les vaches qui ont présenté une rétention placentaire où on a une valeur de  $3,73 \pm 0,35$  mmol/L. Le caractère significatif de la différence ( $p < 0,05$ ) de l'urémie dans les deux groupes, les valeurs données par **SAWADOGO (1998)** et celles obtenues dans cette étude chez les vaches ayant mis bas normalement nous font dire que la relative faible urémie chez les femelles qui ont présenté une rétention placentaire serait due soit à un apport alimentaire insuffisant en matière azotée (protéique et azote non protéique), soit à des besoins énergétiques prépartum non satisfaits par la ration.

Selon **AMSTUTZ et al., (1996)** les valeurs usuelles chez la vache laitière en début de lactation sont de 2.8 à 8.8 mmol/L. Les valeurs obtenues chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez celles qui ont présenté une rétention placentaire sont comprises dans cet intervalle.

Chez les vaches qui ont avorté, l'urémie est supérieure aux valeurs physiologiques les deux semaines précédant l'avortement. Mais ces valeurs restent proches de celles données par **SAWADOGO (1998)** en fin de gestation. Après l'avortement, les valeurs de l'urémie sont comprises en majorité dans l'intervalle des valeurs physiologiques, sauf dans la semaine suivant l'avortement où on observe une légère hyperurémie de  $7,31 \pm 0,85$  mmol/l qui pourrait s'expliquer par un excès d'azote dégradables dans la ration. En effet quand les sources d'azote dégradables sont supérieures aux disponibilités en énergie au niveau de la ration, il y a une surproduction d'ammoniac dans la panse qui est non utilisé par les microorganismes du rumen d'où diffusion rapide à travers la paroi du rumen, passage dans le sang puis dans le foie qui le transforme en urée d'où une surproduction et hyper urémie.

Dans l'étude transversale, l'urémie à un mois avant la mise-bas est supérieure à celle obtenue à un mois après la mise-bas. Cette différence est significative ( $p < 0,05$ ) et pourrait s'expliquer entre autre par la mise en place d'une voie supplémentaire d'élimination de l'urée après la mise-bas, c'est-à-dire le lait. De plus, on remarque que pour les valeurs obtenues à 1 mois de lactation, on n'a pas d'hyperurémie, alors qu'à un mois avant la mise-bas, 54,5 % des vaches sont en hyperurémie. Signalons que l'hyperurémie entraîne des risques d'enterotoxémies, d'endométrites, des avortements précoces ou tardifs et surtout une baisse de la fertilité des animaux.

#### **II.2.4.2. Protéinémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

La protéinémie est dépendante des valeurs de l'albumine et des globulines totales. Elle sera donc basse ou élevée selon les niveaux de concentration de ces deux paramètres.

La différence entre les valeurs obtenues chez les vaches qui ont mis bas normalement et chez celles qui ont présenté une rétention placentaire n'est pas significative aussi bien avant, qu'après la mise-bas. Avant la mise, la protéinémie est relativement plus élevée qu'après la mise-bas. Après la mise-bas, la protéinémie a tendance à diminuer dans les deux groupes dans la 1<sup>ère</sup> semaine de lactation. Ces observations peuvent s'expliquer par la mobilisation des réserves protéiques maternelles pour la satisfaction des besoins en acides aminés fœtaux pendant la gestation (EL SHERIF et ASSAD, 2001). De plus la diminution de la protéinémie après la mise-bas serait due à l'extraction et le passage rapide des immunoglobulines dans le colostrum via les glandes mammaires dans la 1<sup>ère</sup> semaine de lactation (KANEKO, 1997 cité par OTTO et al., 2000).

Chez les vaches qui ont avorté l'hyperprotéinémie (à plus de 80 g/L) observée pourrait s'expliquer (en absence de déshydratation observée chez ces vaches au cours de l'étude) par une élévation de la concentration des globulines suite à un processus infectieux ou inflammatoire aigu ou chronique (ex: abcès, mammites...) (BRAUN et al., 1992; BRUGERE-PICOUX et al., 1995b; SATTLER 2003).

#### **II.2.5. Electrophorèse et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

L'électrophorèse des protéines sériques nous donne des informations supplémentaires sur les concentrations des différentes fractions protéiques observées dans le sang. Ainsi, on observe que les fortes valeurs de la protéinémie obtenues chez les vaches qui ont avorté se caractérisent par un rapport A/G bas. Cela étant essentiellement dû à une augmentation des globulines en général et des bêtaglobulines en particulier. Cette situation confirme d'avantage l'hypothèse d'un processus

inflammatoire aigu ou chronique (abcès, mammites...) comme cause de l'augmentation de la protéinémie chez les vaches qui ont avorté.

Les vaches qui ont mis bas normalement et celles qui ont présenté une rétention placentaire ont un rapport A/G normale.

## **II.2.6. Paramètres énergétiques**

### **II.2.6.1. Glycémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

Il existe une controverse quant à l'interprétation de la glycémie autour vêlage. D'après **BRUGERE-PICOUX et REMY, (1995a)** La glycémie n'est interprétable que si le niveau azoté est suffisant ; Cela correspond à une urémie supérieure à 0.30 g/L (5,8 mmol/L environ) pour les vaches en fin de gestation et en début de lactation. Dans notre étude, de telles concentrations d'urée dans le sang n'ont pas été obtenues chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire. Chez les vaches ayant mis bas normalement, on a des concentrations proches de cette valeur à 4 et à 3 semaines avant la mise-bas. A ces instants on a une glycémie normale chez les vaches qui mettront bas normalement alors que leurs consœurs qui présenteront une rétention placentaire plus tard sont en hypoglycémie quoique le niveau d'urémie requis (selon **BRUGERE-PICOUX et REMY, 1995a**) pour cette interprétation ne soit pas atteint. La différence significative ( $p < 0,05$ ) de la glycémie entre les deux groupes à une semaine avant la mise-bas, associé à une diminution significative de la glycémie de 4 semaines avant la mise-bas à 1 semaine avant la mise-bas chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire renforce l'hypothèse d'un déficit énergétique prononcé chez ces vaches avec comme conséquence une lipomobilisation (d'où amaigrissement) pour satisfaire les besoins du veau et de la mère, et une surcharge graisseuse du foie. Cette surcharge se traduirait par une augmentation de la concentration sanguine des corps cétoniques, une diminution de l'activité des enzymes intervenant dans la synthèse des prostaglandines F<sub>2</sub> (**CHASSAGNE et CHACORNAC, 1994**) et favoriserait la rétention placentaire. Chez la vache dont le veau est mort après la naissance, on note une très forte chute de la glycémie entre 4 et 1 semaine avant la mise-bas qui est contemporaine à une forte perte d'état corporel.

Chez les vaches qui ont avorté, l'avortement est également précédé d'hypoglycémie à 2 semaines et à 1 semaine plus tôt. Ces éléments viennent en appui à la possible implication de la balance énergétique dans l'apparition des différents problèmes observés.

#### **II.2.6.2. Cholestérolémie et reproduction (mise-bas normale, rétention placentaire et avortement).**

Le niveau du cholestérol total dans le sang semble être en relation avec le déficit énergétique. En effet le cholestérol est synthétisé à partir de l'acétyl coA, qui est lui même en relation avec le métabolisme minérale et le catabolisme des lipides. Ainsi, on observe une cholestérolémie plus élevée chez les vaches qui ont présenté une rétention placentaire que chez celles qui ont mis bas normalement. Cependant cette différence n'est pas significative.

La cholestérolémie plus élevée pendant la gestation que pendant la lactation a déjà été retrouvée par et **OTTO et al.(2000)** et **CUVELIER et al.(2005)**. En effet la croissance rapide du ou des fœtus durant la gestation entraîne une hyperactivité de leur thyroïde et en même temps une hypothyroïdie maternelle, qui est par conséquence la cause de l'augmentation de la cholestérolémie chez la mère (**TODINI et al., 2006**), car il existe une corrélation négative entre la cholestérolémie et l'activité de la thyroïde (**BARTLEY,1989** cité par **NAZIFI et al., 2002**).

## CONCLUSION GENERALE

L'obtention de bonnes performances de reproduction et de production en élevage bovin ne peut se faire sans la maîtrise de l'alimentation. Les anomalies liées à l'équilibre de la ration, à sa quantité ou à ses modalités de distribution doivent être évitées tout particulièrement en fin de gestation et en début de lactation. Si cette maîtrise est assez facile en ce qui concerne les minéraux et vitamines, elle peut être plus délicate en matière de rationnement azoté et encore plus en matière de rationnement énergétique.

L'objectif de ce travail était d'établir les relations entre les problèmes de reproduction observés autour du vêlage et le métabolisme nutritionnel protéo-énergétique dans les élevages de la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso.

Ce travail a porté sur 50 vaches locales provenant d'une station de recherche et de 6 élevages extensifs en périphérie de Bobo-Dioulasso. 18 vaches ont été suivies longitudinalement pendant 1 mois avant la mise-bas et 2 mois après la mise-bas. Les 32 autres, composées de 11 vaches à 1 mois de la date supposée de mise-bas et de 21 vaches à 1 mois de lactation ont été suivies transversalement.

Les résultats obtenus dans le suivi longitudinal ont permis de regrouper les vaches en trois principaux groupes :

- le premier composé de 11 vaches qui ont conduit leur gestation avec succès et qui ont mis bas normalement (soit 61,11%),
- le second avec 3 vaches qui ont présenté une rétention placentaire à la mise-bas (soit 16,17%),
- le troisième de 3 vaches qui ont avorté (soit 16,17%).

Une vache a perdu son veau un jour après la naissance de ce dernier (soit 5,55%).

Le dépistage de la brucellose était négatif pour toutes les vaches, ce qui a permis d'exclure en partie cette pathologie comme étant à l'origine des avortements observés.

La mesure de la note d'état corporel (NEC) et des dosages ont été faits dans chaque groupe de vaches suivies longitudinalement mais aussi chez celles de l'étude transversale.

Ainsi, dans l'étude longitudinale, à 1 mois avant la mise-bas, il a été trouvé une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre la note d'état corporel (NEC) des vaches qui ont mis bas normalement et celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire, les moyennes étant respectivement de  $3,18 \pm 0,25$  et de  $2,66 \pm 0,14$ . La NEC des vaches qui ont avorté était par ailleurs significativement plus faible ( $p < 0,05$ ) que celles des deux autres groupes, avec  $2,58 \pm 0,14$  à 2 semaines avant l'avortement. Quelques situations d'hyper-urémies ont été rencontrées chez les vaches qui ont avorté, avant et après l'avortement. La protéinémie des vaches qui ont avorté ( $> 80 \text{g/L}$ ) était significativement plus élevée que celles des deux autres groupes, dans tous les cas ( $p < 0,05$ ). Cela était dû essentiellement à une bêtaglobulinémie élevée. Les vaches qui ont présenté des problèmes (rétention ou avortement) avaient une glycémie faible dans les semaines qui précédaient l'apparition du problème. La cholestérolémie quant à elle était normale dans tous les 3 groupes d'animaux.

Dans l'étude transversale 18,8% des vaches avaient une NEC en dessous du seuil d'alerte de 2,5. A 1 mois avant la mise-bas, 54,5% des vaches avaient une urémie élevée. A 1 mois de lactation 14,29% des vaches avaient une urémie faible.

Au vu de ce qui précède il serait judicieux de dire sans risque de se tromper qu'il y'a un lien entre la nutrition protéo-énergétique et les problèmes de reproduction observés autour du vêlage dans les élevages périphériques de Bobo-Dioulasso. Toutefois les relatifs déficits nutritionnels n'agiraient pas seuls, mais avec des facteurs sanitaires dont ils potentialiseraient l'action négative sur les vaches en péripartum. Aussi, il nous revient de formuler quelques recommandations et perspectives pour contribuer à la réduction des problèmes de reproduction qui surviennent autour du vêlage afin d'améliorer la productivité des élevages de la zone d'étude:

Aux éleveurs :

- ☞ Une attention particulière devrait être accordée aux vaches en fin de gestation et en début de lactation. Le recours aux conseils du vétérinaire en termes d'alimentation, de santé et de reproduction est indispensable.

A l'Etat :

Il faudrait :

- ✎ Assurer la formation des éleveurs et des techniciens sur les différents points de la conduite d'élevage : reproduction, alimentation, santé ;
- ✎ Aider à la vulgarisation de l'utilisation des intrants : aliments concentrés, produits vétérinaires.

Comme perspectives de recherche :

- ✎ Il serait intéressant d'approfondir la recherche par l'étude des relations qui existent entre les concentrations sériques des métabolites protéo-énergétiques et les déterminants hormonaux de la gestation, de la mise-bas et de la lactation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AGABRIEL J, GIRAUD JM, PETIT M, BARBOIRON C, COULAUD G et al., 1986.** Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant. Bull Tech CRZV Theix INRA, 66: 43-50.
2. **AGABRIEL J. et PETIT M, 1987.** Recommandations alimentaires pour les vaches allaitantes. Bulletins techniques de Theix, 70 : 153-166.
3. **AMBASSADE DE FRANCE AU BURKINA FASO.** Site internet l'ambassade de France au Burkina Faso, page consultée le 15 janvier 2007 [en ligne], adresse URL :  
<http://www.ubifrance.fr/download/download.asp?cleautonomy=2280389>.
4. **AMSTUTZ H.E., ARMOUR J., BLOOD C.D., CHRISMAN C.L., LOEW F. M., SNOEYENBOS G.H. ,1996.** Cétose des bovins. In :Fraser C.M. (ed.).Manuel Vétérinaire Merck 1<sup>ère</sup> édition, Merck Sharp et Dohme Research Laboratories Rahway, New Jersey, 387-389.
5. **ARTHUR G.H., NOAKES D.E., PEARSON H., PARKINSON T.J., 2001.** In: Veterinary reproduction and obstetrics. 8th ed. London: SWB Saunders company Ltd, 868 p.
6. **AUBADIE-LADRIX M. ,2004.** Pratique de la biochimie sanguine chez la vache laitière au sein du cabinet vétérinaire. In: SNGTV (ed.). Thérapeutique : actualités, outils de prescription. Journées nationales des CTV, Tours, 26-28 Mai 2004, 249-257.
7. **BAREILLE S, BAREILLE N ,1995 .** La cétose des ruminants. Point Vet, 27 (Maladie métabolique des ruminants) : 727-738.
8. **BAZIN S, 1984.** Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie.Noires. Paris (France) : ITEB-RNED, 31 p.
9. **BEAM SW, BUTLER W.R., 1999.** Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. J Reprod Fertil Suppl, 54: 411-424.
10. **BOCQUIER F., FERLAY A., CHILLIARD Y., 1998.** Effects of body lipids and energy balance on the response of plasma non-esterified fatty acids to a  $\beta$ -adrenergic challenge in the lactating dairy ewe. 14th Symposium on Energy Metabolism of Farm Animals, Newcastle, Northern Ireland, Sept. 14-20, Eds,

- K., McCracken, E.F., Unsworth and A.R.G., Wylie. CAB International. 167-173.
11. **BRAUN J.P., BEZILLE P., GARNIER F., RICO A.G., 1992.** Techniques de diagnostic rapide en biochimie clinique chez les bovins. In : Société française de buiatrie (ed.).Le recours au laboratoire en buiatrie, Paris 16-17 decembre 1992, J. ESPINASSE, 124-129.
  12. **BRUGERE-PICOUX J., REMY D., 1995a.** Baisse de la disponibilité en glucose. La dépêche Technique. Maladies métaboliques chez la vache laitière. 46, 9-21.
  13. **BRUGERE-PICOUX J., REMY D. ,1995b.** Biochimie clinique. La dépêche technique. Maladies métaboliques chez la vache laitière. 46, 26-29.
  14. **BUTLER W.R, SMITH R.D., 1989.** Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J Dairy Sci, 72: 767-783.
  15. **BUTLER W.R., 1998.** Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. J Dairy Sci; 81: 2533-2539.
  16. **CANFIELD RW, SNIFFEN CJ, BUTLER W. R., 1990.** Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. J Dairy Sci; 73: 2342-2349.
  17. **CHASSAGNE M., CHACORNAC J.P., 1994.** Marqueurs du risque nutritionnel de la rétention placentaire: utilité des analyses sanguines en fin de gestation. Vet. Res., 25, 191-195.
  18. **CHASTANT-MAILLARD S. et AGUER D, 1998.** Pharmacologie de l'utérus infecté : Facteurs de choix d'une thérapeutique. NOUVEAU *PERIPARTUM*. Société Française de Buiatrie, Paris, 167-187.
  19. **CHENAIS F, AUGEARD P, BAZIN S, MARTIAL JP, MASSON D, 1990.** Les rations complètes à base d'ensilage de maïs : atouts et mise en œuvre. Paris (France): ITEB-RNED, 48 p.
  20. **CHESNEAU N., 1997.** Fréquences des troubles de santé en élevages bovins laitiers de la région Pays de la Loire.Thèse doctorat vétérinaire, ENVN, 92 p.
  21. **CHESTWORTH J., 1996.** Alimentation des ruminants. Paris : Maisonneuve et Larousse. 263p.

22. **CHILLIARD Y., DOREAU M., BOCQUIER F., LOBLEY G.E., 1995.** Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. In: M., Journet, E., Grenet, M.H., Farce, M., Thériez, C., Demarquilly, (eds), Recent developments in the nutrition of herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 329-360 INRA Editions, Paris
23. **CURTIS C.R., ERB H.N., SNIFFEN C.J., SMITH R.D., 1985.** Path analysis of dry period nutrition, post-partum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 68, 2347-2360.
24. **CUVELIER C., CABARAUX J.-F., DUFRASNE I., ISTASSE L., HORNICK J.L. 2005.** Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez le ruminant. *Ann. Med. Vet.*, sous presse.
25. **DALE H., VIK-MO L., FJELLHEIM P., 1979.** A field survey of fat mobilization and liver function of dairy cows during lactation. Relationship to energy balance, appetite and ketosis. *Nord. Vet. Med.* 31(3), 97-105.
26. **DE VRIES MJ, VEERKAMP RF., 2000.** Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J Dairy Sci*, 83: 62-69
27. **DOMECQ JJ, SKIDMORE AL, LLOYD JW, KANEENE JB, 1997a.** Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding holstein cows. *J Dairy Sci*; 80: 113-120
28. **DOMECQ JJ, SKIDMORE AL, LLOYD JW, KANEENE JB, 1997b.** Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci*; 80: 101-112
29. **DRAME ED, HANZEN C, HOUTAIN JY, LAURENT Y, FALL A, 1999.** Profil de l'état corporel au cours du postpartum chez la vache laitière. *Ann Med Vet*, 143: 265-270.
30. **EDMONSON AJ, LEAN IJ, WEAVER LD, FARVER T, WEBSTER G., 1989.** A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 72 (1): 68-78.
31. **EL SHERIF M.M.A., ASSAD F., 2001.** Changes in some blood constituents Barki ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. *Small Rumin.Res.*, 40: 269-277.
32. **ELROD CC, BUTLER WR, 1993.** Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J Anim Sci*, 71: 694-701

33. **ENJALBERT F, 1996.** Le métabolisme des bovins : synthèse des productions (lait et viande).In : SNGTV (ed.). Pathologie et nutrition. Journées médicales des GTV, Angers, Mai 1996, 37-43.
34. **ENJALBERT F, 2002.** Relations entre alimentation et fertilité: actualités. Le Point Vét. 33 (227), 46-50.
35. **ENJALBERT F, 2003.** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. Point Vet, 34 (236): 40-44.
36. **EZANNO P., ICKOWICZ A., BOCQUIER F., 2003.** Factors affecting the body condition score of N'Dama cows under extensive range management in Southern Senegal. Animal Research, 52: 37-48.
37. **FERGUSON JD. et al., 1993.** Serum ureal nitrogen and conception rate : the usefulness of test information.J Dairy Sci, 76 : 3742-3746.
38. **FERGUSON JD, GALLIGAN DT, THOMSEN N, 1994.** Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J Dairy Sci, 77: 2695-2703.
39. **FERGUSON JD, 2001.** Nutrition and reproduction in dairy herds. In: Proc. Intermountain Nutr.Conf., Salt Lake City, UT. Utah State Univ., Logan. pp. 65-82.
40. **FERGUSON JD, 2002.** Body condition scoring. Site internet du Texas Animal Nutrition Council, page consultée le 07 janvier 2007. Mid-South Ruminant Nutrition Conference 2002, Texas Animal Nutrition Council, USA [en ligne], adresse URL :  
<http://www.txanc.org/proceedings/2002/Body%20Condition%20Scoring.pdf#search=%22ferguson%20body%20condition%20scoring%22>.
41. **FERRE D., AUBADIE-LADRIX M., 2004.** Pratique de la biochimie sanguine chez la vache laitière au sein du cabinet vétérinaire. In: SNGTV (ed.). Thérapeutique : actualités, outils de prescription. Journées nationales des GTV, Tours, 26-28 Mai 2004. 443-454.
42. **FRERET S, CHARBONNIER G, CONGNARD V, JEANGUYOT N, DUBOIS P, LEVERT J, HUMBLLOT P, PONSART C. 2005.** Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier .Renc Rech Ruminants, (sous presse)

43. **FROIDMONT E, THEWIS A, BARTIAUX-THILL N., 2002.** L'urémie (lait/plasma) peut révéler un apport excessif de protéines limitant la fertilité des vaches. Renc Rech Ruminants, 9: 159.
44. **GERLOFF B.J., HERDT T. H., 1999.** Fatty liver in dairy cattle. In: Howard and Smith (eds).Current Veterinary Therapy 4. Food Animal Practice. W.B. Saunders company, Philadelphia, 230-233.
45. **GIBON, ANNICK, DEDIEU, B. et THERIEZ, M. 1985.** Les réserves corporelles des brebis. Stockage et rôle dans les élevages de milieu difficile 10<sup>2</sup> J. Rech. Ovine et Caprine (INRA- ITOVIC).Paris
46. **GILLUND P, REKSEN O, GROHN YT, KARLBERG K., 2001.** Body condition related to ketosis and reproductive performance in norwegian dairy cows. J Dairy Sci, 84: 1390-1396.
47. **GRIZARD J., BALACE M., MANIN M., 1996.** Contrôle hormonal du métabolisme hépatique chez les ruminants.Reprod. Nutr. Develop. 26(1b), 245-257.
48. **GRUMMER, 1993.** Ethiology of lipid- related metabolic disorders in periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 76, 3882-3896.
49. **GUEGUEN L. et LAMAND M., 1988.** Nutrition minérale (95-111). In : Alimentation des bovins, ovins, caprins. Paris: INRA. Paris 476p.
50. **HADY PJ, DOMEQ JJ, KANEENE JB, 1994.** Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. J Dairy Sci, 77: 1543-1547.
51. **HERDT T. H., 1988.** Fuel homeostasis in the ruminant.Vet. Cli. North. Am. Food Anim. Pract. 8(1), 91-106.
52. **HERDT T. H., GERLOFF B.J., 1999.** Ketosis. In: Howard & Smith (ed.).Current veterinary therapy 4. Food animal practice. W.B. Saunders company, Philadelphia, 226-228.
53. **HERDT T. H., 2000.** Ruminant adaptation to negative energy balance. Vet. Cli. North. Am. Food Anim. Pract. 16(2), 213-231.
54. **HOCQUETTE J.F., ORTIGUES-MARTY I., DAMON M., HERPIN P., GEAY Y., 2000.** Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. Prod. Anim., 13, 185-200.
55. **HUNTINGTON G.B., 1997.** Starch utilization by ruminants : From Basics to the Bunk. J. Anim. Sci., 75, 852-867.

56. **JEAN-BLAIN C., 1995.** Adaptation ou défaillance hépatique au cours du cycle de reproduction chez les ruminants. *Le Point Vét.* 27(sp) 689-696.
57. **KAMGARPOUR R, DANIEL RGW, FENWICK DG, MCGUIGAN K, MURPHY G., 1999.** Postpartum subclinical hypocalcemia and effects on ovarian function and uterine involution in a dairy herd. *The Veterinary Journal*, 158: 59-67.
58. **KENDRICK KW, BAILEY TL, GARST AS, PRYOR AW, AHMADZADEH A, AKERS RM, EYESTONE WE, PEARSON RE, GWAZDAUSKAS FC, 1999.** Effects of energy balance of hormones, ovarian activity, and recovered oocytes in lactating Holstein cows using transvaginal follicular aspiration. *J Dairy Sci*, 82: 1731-1741.
59. **KIM IH, SUH GH, 2003.** Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 60 (8): 1445-1456.
60. **LANDAU S., MORAND-FEHR P., BAS P., SCHMIDELY P., GIGER-REVERDIN S., 1997.** Nutrition efficiency for conception, pregnancy and lactation in goats with an emphasis on glucose and nitrogen metabolism. *CIHEAM- Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol. 25, 47-58.
61. **LOPEZ-GATIUS F, SANTOLARIA P, YANIZ J, FENECH M, LOPEZ-BEJAR M, 2002.** Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 58 (8): 1623-1632.
62. **LOPEZ-GATIUS F, YANIZ J, MADRILES-HELM D, 2003.** Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology*, 59 (3-4): 801-812.
63. **MARKUSFELD O., 1985.** Relationship between overfeeding, metritis and ketosis in high yielding dairy cows. *Vet. Rec.*, 116, 489-491.
64. **MARKUSFELD O., GALON N., EZRA E., 1997.** Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.*, 141 (3), 67-72.
65. **MARX D. J., 2002.** Les maladies métaboliques chez les ovins. Thèse de Doctorat vétérinaire, ENV d'Alfort, 140p.
66. **MAYER C. et DENIS J.P., 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier: CIRAD. 344p.

67. **MORAND-FEHR, J. P. BAS, P. SAUVANT, D. HERVIEU, J. et CHILLIARD, Y. 1986.** Influence de la nature des aliments concentrés sur le métabolisme des chèvres en fin de gestation et début de lactation. Repr. Nutr. Dév.26(1b)349-350.
68. **NAZIFI S., GHEISAI H. R., SHAKER F., 2002.** Serum lipids and lipoproteins and their correlations with thyroid hormones in clinically healthy goats. Vet. Archiv., 72, 249-257.
69. **OTTO KL, FERGUSON JD, FOX DG, SNIFFEN CJ , 1991.** Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows. J Dairy Sci, 74 : 852- 859.
70. **OTTO F., VILELA F., HARUN M., TAYLOR G., BAGGASSE P., BOGIN E., 2000.** Blood profile of Angoni cattle in Mozambique. Israel Veterinary Medical Association. V.55 (3).
71. **PARAGON B.M., 1991.** Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte. Bulletin des G.T.V., 91, 39-52.
72. **PETHICK D.W., 1984.** Energy metabolism of skeletal muscle. In: Gawthorne J.M., Baker S.K., Mackintosh J.B., Purser D.B. (Eds.), Ruminant physiology: concepts and consequences. University of Western Australia : Perth, 277-287.
73. **PETHICK D.W., DUNSHEA F.R., 1993.** Fat metabolism and turnover. In: Forbes J.M., France J. (Eds.), Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. CAB International: Wallingford, 291-311.
74. **PETIT M., 1988.** Alimentation des vaches allaitantes. In: R.Jarrige Ed. "Alimentation des bovins ovins caprins", 159-184.
75. **PETIT M., AGABRIEL J., 1993.** Etat corporel des vaches Charolaises : signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction. INRA Prod. Anim., 6, 5, 311-318.
76. **PRYCE JE, COFFEY MP, SIMM G, 2001.**The relationship between body condition score and reproductive performance. J Dairy Sci, 84 : 1508-1515
77. **RADOSTITS O. M., GAY C. C., BLOOB D. C., HINCHCLIFF K. W., 2000.** Ketosis in ruminants. In: W.B. Saunders (ed.). Veterinary medicine 9<sup>th</sup>. A Textbook of diseases of Cattle, Shepps, Pigs, Goats and Horse. Londres, 1452-1462.
78. **RODENBURG J.** Body condition scoring of dairy cattle. Site internet de l'Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, page consultée le 18

décembre 2006, [en ligne], adresse URL :  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm>

79. **SATTLER N., 2003.** Intérêts et limites des analyseurs en buiatrie. Le Point Vét. Num. Spé. 34,32-35.
80. **SAWADOGO G.J., 1998.** Contribution à l'étude des conséquences nutritionnelles sub-sahéliennes sur la biologie du Zébu Gobra au Sénégal. Thèse : Doctorat Institut National Polytechnique : Toulouse.
81. **SCHULTZ L H., 1971.** Management and nutritional aspect of ketosis. J. Dairy Sci. 54(6), 962-973.
82. **SEREYS FRANCOIS, 1997.** Tarissement de la vache laitière. Edition France Agricole. 224p.
83. **SILKE V, DISKIN MG, KENNY DA, BOLAND MP, DILLON P, MEE JF, SREENAN JM., 2002.** Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows - Anim Reprod Sci, 71: 1-12 ;
84. **SOLTNER D., 1986.** Alimentation des animaux domestiques. Collection sciences et techniques agricoles ,17<sup>e</sup>édition ,339p.
85. **SPICER LJ, TUCKER WB, ADAMS GD., 1990.** Insulin-like growth factor-I in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity and estrous behavior. J Dairy Sci, 73: 929-937.
86. **STAPLES CR., THATCHER WW., 1990.** Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. J Dairy Sci, 73: 938-947.
87. **TAYLOR VJ, BEEVER DE, BRYANT MJ., 2003.** Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. Theriogenology, 59: 1661-1677.
88. **TODINI L., MALFATTI A., VALBONESI A., TRABELZAMARINUCCI M., DEBENEDETTI A., 2006.** Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages are affected by the energy intake. Small Rumin Res., Article in press, p: 6.
89. **TREMBLAY A , 1996a.** Exploration de la fonction hépatique. In SNGTV (ed.). Pathologie et nutrition. Journées nationales des GTV, Angers, Mai 1996, 87-89.

90. **TREMBLAY A., 1996b.** Les bilans biochimiques chez les bovins laitiers du Québec. In : SNGTV (ed). Pathologie et nutrition. Journées nationales des GTV, Angers, Mai 1996, 283-287.
91. **VAGNEUR M., 1992.** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. La dépêche technique, suppl. technique 28,1-25.
92. **VAGNEUR M., 1996.** Qu'est ce qu'une ration équilibrée. Comment juger des effets d'une ration chez la vache laitière. In : SNGTV (ed.).Pathologie et nutrition. Journées nationales des GTV, Angers, Mai 1996, 47-51.
93. **VALL E., BAYALA I., 2004.** Notes d'état corporel des zébus soudaniens. Fiche technique du CIRDES, 8p.
94. **VAN WERVEN T., SCHUKKEN Y.J., LLOYD J., BRAND A., HEERINGA H. Tj, SHEA M., 1992.** The effects of duration of retained placenta on reproduction, milk production, post-partum disease and culling rate. Theriogenology, 37 (6), 1191-1203.
95. **VANDEPUTTE S., 2003.** Tests de terrain en pratique bovine. Le Point Vét. Num. Spé. 34, 10-14.
96. **VERMOREL M., 1988.** Nutrition énergétique, pp57-74. In : Alimentation des bovins, ovins, caprins. INRA Editions, Paris, 476p.
97. **VILLA-GODOY A, HUGHES TL, EMERY RS, CHAPIN LT, FOGWELL RL, 1988.** Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. J Dairy Sci, 71 (4): 1063- 1072.
98. **WALTNER SS, McNAMARA JP, HILLERS JK.** Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle, 1993. J Dairy Sci, 76: 3410-3419.
99. **WATTIAUX MICHEL A., 1994a.** Nutrition et alimentation de la vache laitière. Site internet de l'Institut Babcock of the University of Wisconsin (Madison). Page consultée le 12 décembre 2006[en ligne], adresse URL: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch03.fr.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch03.fr.html)
100. **WATTIAUX MICHEL A., 1994b.** Nutrition et alimentation de la vache laitière. Site internet de l'Institut Babcock of the University of Wisconsin (Madison). Page consultée le 12 décembre 2006[en ligne], adresse URL: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch04.fr.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch04.fr.html)
101. **WATTIAUX MICHEL A., 1994c.** Nutrition et alimentation de la vache laitière. Site internet de l'Institut Babcock of the University of Wisconsin

(Madison). Page consultée le 12 décembre 2006 [enligne], adresse URL: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de\\_html/ch05.fr.html](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de_html/ch05.fr.html)

102. **WEAVER LD, 1987.** Effects of nutrition on reproduction in dairy cows. *Vet Clin Of North Amer : Food Anim Pract*, 3 : 513-521.
103. **WENSING T, 1992.** Les maladies de la reproduction. In: Société française de buiatrie (ed.). *Le recours au laboratoire en buiatrie*, Paris, 16-17 décembre 1992, J. ESPINASSE, 154-163.
104. **WESTWOOD CT, LEAN IJ, GARVIN JK., 2002.** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J Dairy Sci*, 85: 3225-3237.
105. **WILDMAN E.E., JONES G.M., WAGNER P.E., and BOWMAN R.L., 1982.** A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci*, ; 65 : 495-501.
106. **WOLTER R., 1994.** Conduite du rationnement. IN: *Alimentation de la vache laitière*, éditions France Agricole, Paris, 118-152.
107. **WOLTER R., 1997.** *Alimentation de la vache laitière*. France agricole ,3<sup>e</sup> édition, 263p.
108. **YAMAMOTO M., NAKAGAWA-UETA H., KATOH N., OIKAWA S., 2001.** Decreased concentration of serum apolipoprotein C-III in cows with fatty liver, ketosis, left displacement of the abomasums, milk fever and retained placenta. *J. Vet. Med. Sci.* 63(3), 227-231.
109. **ZULU VC, SAWAMUKAI Y, NAKADA K, KIDA K, MORIYOSHI M., 2002.** Relationship among insulin-like growth factor-I, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows. *J Vet Med Sci*, 64 (10) : 879-885.
110. **ZUREK E, FOXCROFT GR, KENNELLY JJ., 1995.** Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci*, 78: 1909-1920.



**ANNEXES**

## **ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES PROBLEMES DE REPRODUCTION ET LES CONCENTRATIONS DES METABOLITES PROTEO-ENERGETIQUES AUTOUR DU VELAGE CHEZ LES VACHES LOCALES DE LA ZONE PERIURBAINE DE BOBO-DIOULASSO (BURKINA FASO)**

### **Résumé :**

Bobo-Dioulasso est la zone la plus productive du Burkina Faso du point de vue agricole. Malgré cet atout, la région et le pays tout entier continuent de subir des pertes non négligeables en matière de production de viande bovine et de lait du fait d'un certain nombre de problèmes de reproduction qui ne sont pas maîtrisés. L'objectif de ce travail était d'établir les relations entre les problèmes de reproduction observés autour du vêlage et le métabolisme nutritionnel protéo-énergétique dans les élevages de la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso.

Ce travail a porté sur 50 vaches locales provenant d'une station de recherche et de 6 élevages extensifs en périphérie de Bobo-Dioulasso. 18 vaches ont été suivies de manière longitudinale pendant 1 mois avant la mise-bas et 2 mois après la mise-bas. Les 32 autres, composées de 11 vaches à 1 mois de la date supposée de la mise-bas et de 21 vaches à 1 mois de lactation ont été suivies transversalement.

Des 18 vaches, 11 vaches (soit 61,11%), ont mis bas normalement, 3 vaches (soit 16,17%) ont présenté une rétention placentaire, 3 vaches (soit 16,17%) ont avorté et 1 vache a perdu son veau 1 jour après la naissance de ce dernier (soit 5,55%).

Le test au Rose Bengale a été négatif chez toutes les vaches.

Dans l'étude longitudinale, à 1 mois avant la mise bas, il a été trouvé une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre la note d'état corporel (NEC) des vaches qui ont mis bas normalement et celle des vaches qui ont présenté une rétention placentaire, les moyennes étant respectivement de  $3,18 \pm 0,25$  et de  $2,66 \pm 0,14$ . La NEC des vaches qui ont avorté était par ailleurs significativement plus faible que celle des deux autres groupes avec  $2,58 \pm 0,14$  à 2 semaines avant l'avortement. Quelques situations d'hyperurémies ont été rencontrées chez les vaches qui ont avorté avant et après l'avortement. La protéinémie des vaches qui ont avorté ( $> 80 \text{g/L}$ ) était significativement plus élevée que celles des deux autres groupes, dans tous les cas ( $p < 0,05$ ). Cela était dû essentiellement à une bêtaglobulinémie élevée. Les vaches qui ont présenté des problèmes (rétention ou avortement) avaient une glycémie faible dans les semaines qui précédaient l'apparition du problème. La cholestérolémie était normale dans les 3 groupes.

Dans l'étude transversale 18,8% des vaches avaient une NEC en dessous du seuil d'alerte de 2,5. A 1 mois avant la mise-bas, 54,5% des vaches avaient une urémie élevée. A 1 mois de lactation 14,29% des vaches avaient une urémie faible.

Ces résultats confirment l'hypothèse de l'implication de la nutrition protéo-énergétique dans l'apparition des problèmes de reproduction autour du vêlage dans la zone d'étude.

**Mots Clés : Problèmes de reproduction, métabolisme protéo-énergétique, vêlage, vaches locales, Bobo-Dioulasso**

**MPOUAM Serge Eugène**

Tél : 0023799901749 (Cameroun) / 00221775545973 (Sénégal) email: sempouam@yahoo.fr