

T 094.34

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

□□□□

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

□□□□

(EISMV)



ANNEE 1994

N° 34

ECOLE INTER-ETATS  
DES SCIENCES ET MEDECINE  
VETERINAIRES DE DAKAR  
BIBLIOTHEQUE

**ETUDE DE LA FONCTION OVARIENNE  
CHEZ LA FEMELLE BOVINE NDAMA AU SENEGAL**

**THESE**

Présentée et soutenue publiquement le 12 Novembre 1994

devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire  
(DIPLOME D'ETAT)

par  
**Kalidou BA**

Né le 11 Janvier 1964 à LEVE NGUENAR (Sénégal)

**JURY**

- |   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| <b>Président :</b>                        | Monsieur Ibrahima WONE        | Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar |
| <b>Directeur et Rapporteur de thèse :</b> | Monsieur Pape El Hassane DIOP | Professeur à L'EISMV de Dakar                                |
| <b>Membres :</b>                          | M. Kondi AGBA                 | Maître de conférences à L'EISMV de Dakar                     |
|   | M. Moussa ASSANE              | Maître de Conférences à l'EISMV de Dakar                     |
|   | M. Fallou CISSE               | Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar |
| <b>Co-Directeur de thèse :</b>            | Jacques G. LUSSIER            | Professeur au CRRA de St. Hyacinthe, Canada                  |

# LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

## I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

### 1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi	AGBA	Maître de Conférences
Clément	RADE MBAHINTA	Moniteur

### 2. CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane	DIOP	Professeur
Awana	ALI	Moniteur
Mamadou	SEYE	Moniteur

### 3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh	LY	Maître-Assistant
Hélène (Mme)	FOUCHER	Assistante

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

Malang	SEYDI	Professeur
Penda (Mlle)	SYLLA	Moniteur
Adama Abdoulaye	THIAM	Docteur Vétérinaire

### 5. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi	AKAKPO	Professeur
Jean	UDAR	Professeur
Rianatou (Mme)	ALAMBEDJI	Assistante
Bataskom	MBAO	Moniteur
Komi A.E.	GOGOVR	Docteur Vétérinaire

### 6. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph	PANGUI	Professeur
Patrick E.	HABAMENSHI	Moniteur
Papa Ndéné	DIOUF	Docteur Vétérinaire

### 7. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Y.	KABORET	Maître-Assistant
Pierre	DECONINCK	Assistant
El Hadji Daour	DRAME	Moniteur
Aly	CISSE	Moniteur
Ibrahima	HACHIMOU	Docteur Vétérinaire

## 8. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A. Omar	ABIOLA THIAM	Professeur Moniteur
---------------------	-----------------	------------------------

## 9. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Alassane Moussa Raphaël	SERE ASSANE NYKIEMA	Professeur Maître de Conférences Docteur Vétérinaire
-------------------------------	---------------------------	--

## 10. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme Abdoulaye Désiré Marie A.	SAWADOGO SOW BELEMSAGA	Professeur Moniteur Docteur Vétérinaire
--	------------------------------	---

## 11. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou Ayao Malick	GONGNET MISSOHO DRAME	Maître-Assistant Assistant Moniteur
---------------------------------	-----------------------------	---

## II - PERSONNEL VACATAIRE

### - BIOPHYSIQUE

René	NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta Diop de DAKAR
Sylvie (Mme)	GASSAMA	Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta Diop de DAKAR

### - BOTANIQUE - AGROPEDOLOGIE

Antoine	NONGONIERMA	Professeur IFAN - Institut Cheikh Anta Diop Université Cheikh Anta Diop de DAKAR
---------	-------------	---

### - PATHOLOGIE DU BETAIL

Maguette	NDIAYE	Docteur Vétérinaire - Chercheur Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires de Hann - DAKAR
----------	--------	---

- AGRO-PEDOLOGIE

Alioune                      DIAGNE                      Docteur Ingénieur  
Département "Sciences des Sols"  
Ecole Nationale Supérieure  
d'Agronomie  
THIES

- SOCIOLOGIE RURALE

Oussouby                      TOURE                      Sociologue  
Ministère du Développement Rural  
DAKAR

**III - PERSONNEL EN MISSION**

- PARASITOLOGIE

Ph.                              DORCHIES                      Professeur  
ENV TOULOUSE  
FRANCE

M.                              KILANI                      Professeur  
ENV SIDI-THABET  
TUNISIE

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

G.                              VANHAVERBEKE                      Professeur  
ENV TOULOUSE  
FRANCE

- PATHOLOGIE DES EQUIDES ET CARNIVORES

A.                              CHABCHOÛB                      Professeur  
ENMV SIDI THABET  
TUNISIE

- ZOOTECNIE-ALIMENTATION

A.                              BENYOUNESS                      Professeur  
ENMV SIDI THABET  
TUNISIE

# GRÂCE À ALLAH, LE TOUT PUISSANT, LE MISÉRICORDIEUX

Je dédie ce modeste travail à :

- LA MEMOIRE DE MON PERE  
Ta générosité, ton courage et ta foi en Allah avaient émerveillé tous ceux qui t'avaient approché.  
Tu es pour moi une référence.  
Ton plaisir serait immense en ce jour mais Allah, Tout Puissant en a décidé autrement.  
Que la terre te soit légère. Amin.
- MA MERE  
Ton affection et tes prières m'ont protégé et guidé mes pas.  
Puisse ce modeste travail récompenser ta patience et tes sacrifices.
- MA MERE RAMATOULAYE SALL  
Tu m'as éduqué et entouré d'une affection maternelle depuis mon plus jeune âge.  
Trouve à travers ce modeste travail, toute ma reconnaissance.
- MES FRERES ET SOEURS
- MES COUSINS ET COUSINES
- LATYR FAYE, YAYA NDIAYE, ADAMA ABDOULAYE THIAM  
Pour votre amitié sincère et votre soutien moral.
- LA MEMOIRE DU PROFESSEUR FRANÇOIS DIENG  
Vous resterez à jamais pour nous un exemple de sagesse et une source intarrissable de savoir.  
Que la terre vous soit légère. Amin.
- LA PROMOTION FRANÇOIS DIENG
- TOUS MES AMIS ET CAMARADES DE L'EISMV
- PERSONNEL ADMINISTRATIF, TECHNIQUE ET DE SERVICE (PATS) DE L'EISMV
- AU CONTRIBUABLE SENEGAL.
- JEUNESSE AFRICAINE, ESPOIR DE DEMAIN
- A TOUS CEUX QUI, DE PRES OU DE LOIN, ONT CONTRIBUE A LA REALISATION DE CE TRAVAIL.

## A NOS MAÎTRES ET JUGES

**MONSIEUR IBRAHIMA WONE, Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar**

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre Jury de thèse. Nous sommes saisi d'admiration devant vos qualités scientifiques et humaines.

Hommage respectueux.

**MONSIEUR PAPA EL HASSANE DIOP, Professeur à l'EISMV**

Cher maître, vous avez inspiré ce présent travail, vous nous avez encadré avec rigueur et compétence. Ce travail est le vôtre.

Veillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance pour la bienveillance et la sympathie que vous n'avez cessé de nous témoigner. Profond attachement.

**MONSIEUR KONDI AGBA, Maître de Conférences Agrégé à l'EISMV**

Vos immenses qualités d'enseignant méthodique et pédagogue nous ont toujours fasciné.

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce modeste travail. Profond respect et vive reconnaissance.

**MONSIEUR MOUSSA ASSANE, Maître de Conférences Agrégé à l'EISMV**

Vous avez accepté avec spontanéité de juger notre travail malgré vos multiples occupations. Votre disponibilité nous a toujours séduit.

Profond respect et vive reconnaissance.

**MONSIEUR FALLOU CISSE, Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar**

Malgré vos multiples occupations, vous avez accepté de juger ce travail.

Nous éprouvons un grand plaisir de vous voir siéger à notre jury de thèse.

Sincères remerciements et vive admiration.

**MONSIEUR JACQUES G. LUSSIER, Professeur au CRRA de Saint-Hyacinthe (Canada)**

Vous avez grandement contribué à la réalisation de ce travail par le traitement des ovaires et vous avez mis à notre disposition une bibliographie fournie et récente.

Profonde gratitude.

## REMERCIEMENTS

NOUS TENONS A EXPRIMER NOS SINCERES REMERCIEMENTS :

- A MONSIEUR ADAMA FAYE, Directeur du CRZ de KOLDA et sa famille pour leur accueil et leur hospitalité.
- AU DOCTEUR CISSOKO ET AU PERSONNEL DU CRZ, pour leur franche collaboration.
- AU DOCTEUR CHEIKH LY, pour l'aide apportée au traitement informatique de nos graphique.
- A MADAME DIOP ET SA FAMILLE, pour leur courtoisie.
- A MADAME KHADY DIATOU TALL pour sa gentillesse, son soutien moral et la qualité de sa dactylographie.
- EL HADJI DAOUR DRAME, ALI AWANA, OMAR THIAM, FATOU DIOP, THIERRY NESSEIM, OUMAR FALL, pour les moments passés ensemble.
- A MONSIEUR MALICK SY DE LA SCOLARITE, pour sa disponibilité.
- A MONSIEUR JEROME NDIAYE, pour sa contribution dans l'étude histologique des ovaires.
- A MONSIEUR MOUSSA DIOP, pour la qualité de ses dessin.
- A MADAME MARIAM DIOUF, pour l'aide apportée à la bibliographie.
- A MESDAMES AMINATA DIEYE ET NDEYE FATOU SAMB, pour leur sollicitude.

«Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation.»

# TABLE DES MATIERES

	PAGES
INTRODUCTION .....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....	3
CHAPITRE 1. GENERALITES SUR LA NDAMA : CARACTERISTIQUES ETHNOLOGIQUE, ZOOTECHNIQUE ET ANATOMIQUE.....	4
1.1. Ethnologie .....	4
1.1.1. Définition .....	4
1.1.2. Origine - berceau .....	4
1.1.3. Répartition géographique .....	5
1.1.4. Description du taurin Ndama .....	5
1.2. Zootechnie .....	5
1.2.1. Paramètres de reproduction .....	6
1.2.1.1. Puberté .....	6
1.2.1.2. Intervalle entre vêlages .....	6
1.2.1.3. Retour des chaleurs après le part .....	7
1.2.1.4. Cycle sexuel .....	7
1.2.2. Paramètres de production .....	8
1.2.2.1. Production laitière .....	8
1.2.2.2. Production bouchère .....	8
1.2.2.3. Trait .....	8
1.2.2.4. Cuir .....	8
1.3. Anatomie de l'ovaire .....	9
1.3.1. Anatomie macroscopique .....	9
1.3.2. Anatomie microscopique .....	11
1.3.2.1. Structure de l'ovaire .....	11
1.3.2.2. Organites de l'ovaire .....	11
1.3.2.2.1. Follicules évolutifs .....	11
1.3.2.2.2. Follicules involutifs .....	12
1.3.2.2.3. Corps jaunes .....	15
CHAPITRE 2 : FOLLICULOGENESE .....	16
2.1. Population folliculaire et croissance folliculaire ....	16
2.1.1. Population folliculaire .....	16
2.1.1.1. Pool de follicules primordiaux .....	16
2.1.1.2. Follicules évolutifs et follicules involutifs .....	17
2.1.2. Croissance folliculaire .....	19
2.1.2.1. Croissance folliculaire par vague .....	20
2.1.2.2. Contrôle du nombre de follicules préovulatoire ....	21
2.1.2.2.1. Recrutement .....	21
2.1.2.2.2. Sélection .....	22
2.1.2.2.3. Dominance .....	23
2.2. Ovulation .....	25
2.2.1. Ovulation naturelle .....	26
2.2.2. Ovulation induite .....	27
2.2.2.1. Synchronisation des chaleurs par les progestagènes et la prostaglandine $F_{2a}$ .....	27
2.2.2.2. Synchronisation de l'émergence de la vague follicu- laire .....	30

2.2.2.2.1. Progesterone .....	30
2.2.2.2.2. Oestrogène .....	31
2.2.2.2.3. Ablation du follicule dominant .....	31
 CHAPITRE 3 : SUPEROVULATION .....	 33
3.1. Bases physiologiques .....	33
3.2. Traitement de superovulation .....	33
3.3. Réponse ovarienne à la superovulation .....	36
3.3.1. Réponse cellulaire, folliculaire et lutéale .....	37
3.3.2. Evénements endocriniens de la superovulation .....	39
3.3.2.1. FSH et LH .....	39
3.3.2.2. Oestradiol-17 $\beta$ .....	40
3.3.2.3. Progesterone .....	40
3.4. Facteurs de variation de la réponse ovarienne .....	41
3.4.1. Facteurs extrinsèques .....	42
3.4.1.1. Environnement .....	42
3.4.1.1.1. Stress thermique .....	42
3.4.1.1.2. Effet saison .....	43
3.4.1.2. Alimentation .....	43
3.4.1.3. Traitement .....	44
3.4.1.3.1. Types de gonadotropines PMSG ou FSH .....	44
3.4.1.3.2. Doses de gonadotropines .....	44
3.4.1.3.3. Moment du traitement de S.O.V. par rapport aux jours du cycle .....	45
3.4.1.3.4. Répétition du traitement .....	47
3.4.1.3.5. Utilisation d'anticorps anti-PMSG .....	47
3.4.2. Facteurs intrinsèques .....	47
3.4.2.1. Statut ovarien .....	47
3.4.2.1.1. Stock folliculaire au moment du traitement .....	48
3.4.2.1.2. Dominance folliculaire .....	48
3.4.2.2. Facteurs pathologiques .....	48
3.4.2.2.1. Parasitoses gastrointestinales et externes .....	48
3.4.2.2.2. Trypanosomose .....	49
3.4.2.2.3. Métrites .....	49
 DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE .....	 50
 CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES .....	 51
1.1. Lieu de l'expérience : le CRZ de Kolda .....	51
1.2. Matériel .....	52
1.2.1. Matériel animal .....	52
1.2.2. Matériel de laboratoire .....	52
1.3. Méthodes .....	55
1.3.1. Protocole général .....	55
1.3.2. Constitution des lots et déparasitage .....	56
1.3.3. Evaluation parasitaire et hématocrite .....	56
1.3.4. Synchronisation des chaleurs .....	56
1.3.5. Fixation et conditionnement des ovaires .....	60
1.3.6. Traitement histologique des ovaires non surovulés ...	60
1.3.7. Superovulation .....	61
1.3.8. Endocrinologie .....	61
1.3.9. Traitement et étude macroscopique des ovaires surovulés .....	63

CHAPITRE 2 : RESULTATS .....	64
2.1. Etat sanitaire des animaux .....	64
2.2. Synchronisation des chaleurs .....	65
2.2.1. Chaleurs de référence des Ndama .....	65
2.2.2. Chaleurs de superovulation .....	67
2.3. Evaluation de la population folliculaire pouvant répondre au traitement de superovulation chez la Ndama .....	69
2.3.1. Dénombrement des follicules antraux .....	69
2.3.2. Distribution des follicules antraux selon le diamètre ..	69
2.3.3. Population des follicules antraux et réponse au Crestar	71
2.4. Evaluation de la réponse ovarienne à la superovulation ..	72
2.4.1. Observation macroscopique des coupes d'ovaires surovulés	72
2.4.1.1. Organites ovariens observés .....	72
2.4.1.2. Distribution des organites ovariens .....	72
2.4.2. Endocrinologie .....	78
2.4.2.1. Profil hormonal de la LH .....	78
2.4.2.2. Profil hormonal de l'Oestradiol 17 $\beta$ .....	78
2.4.2.3. Profil hormonal de la progestérone .....	88
CHAPITRE 3 : DISCUSSION ET PERSPECTIVES .....	88
3.1. Discussion .....	88
3.1.1. Etat sanitaire des animaux .....	88
3.1.2. Chaleurs de référence .....	88
3.1.3. Evaluation de la population folliculaire pouvant répon- dre au traitement de superovulation .....	89
3.1.4. Evaluation de la réponse superovulatoire à la PMSG chez la Ndama .....	91
3.2. Perspectives .....	99
CONCLUSION GENERALE .....	99
BIBLIOGRAPHIE .....	103

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

PAGES

## A - SCHEMAS

SCHEMA 1	Schéma d'utilisation du NORGESTOMET pour la synchronisation des chaleurs .....	29
SCHEMA 2	Schéma classique de traitement de superovulation ...	35
SCHEMA 3	Nouveau schéma de traitement de superovulation .....	36

## B - FIGURES

FIGURE 1	Conformation de l'appareil génital femelle isolé ...	10
FIGURE 2	Folliculogénèse .....	14
FIGURE 3	Pose et retrait de l'implant .....	59
FIGURE 4	Distribution des follicules antraux chez les 5 femelles Ndama non superovulées .....	70
FIGURE 5	Répartition des organites ovariens selon leur nature chez les Ndama superovulées .....	75
FIGURE 6	Pourcentages moyens des organites ovariens selon la position de l'ovaire chez les Ndama superovulées ...	75
FIGURE 7	Classification des follicules normaux selon leur diamètre chez les Ndama superovulées .....	76
FIGURE 8	Classe d'ovulations chez les Ndama superovulées .....	76
FIGURE 9	Classification des follicules lutéinisés selon leur diamètre chez les Ndama superovulées .....	76
FIGURE 10	Cinétique des hormones LH, P4 et E2-17 $\beta$ d'une Ndama superovulée (vache 1 : n°1414) .....	82
FIGURE 11	Cinétique des hormones LH, P4 et E2-17 $\beta$ d'une Ndama superovulée (vache 2 : n° 1333) .....	83
FIGURE 12	Cinétique des hormones LH, P4 et E2-17 $\beta$ d'une Ndama superovulée (vache 3 : n° 1435) .....	84
FIGURE 13	Cinétique des hormones LH, P4 et E2-17 $\beta$ d'une Ndama superovulée (vache 4 : n°1390) .....	85
FIGURE 14	Cinétique des hormones LH, P4 et E2-17 $\beta$ d'une Ndama superovulée (vache 5 : n°1449) .....	86
FIGURE 15	Profil moyen des vaches Ndama superovulées (n=5) ..	87

## B - TABLEAUX

TABLEAU I	Comparaison de 3 méthodes pour déterminer le nombre de follicules : effet de la taille des follicules.....	38
TABLEAU II	Réponse des vaches à la superovulation en fonction du traitement .....	45
TABLEAU III	Réponse à la S.O.V. des génisses traitées avec Folltropin avant (J-1), pendant (J0) et après (J1 et J2) l'ovulation (J0) .....	46
TABLEAU IV	Caractéristiques des femelles Ndama sélectionnées .....	52
TABLEAU V	Fréquence des prélèvements de l'Oestradiol 17 $\beta$ de la LH et de la P4 .....	62
TABLEAU VI	Hématocrites des Ndama des lots I et II .....	64
TABLEAU VII	Chaleurs de référence des Ndama non superovulées (lot I) et des Ndama superovulées (lot II) .....	66
TABLEAU VIII	Chaleurs de superovulation du lot II .....	68
TABLEAU IX	Population folliculaire étudiée et âge des 5 femelles Ndama .....	71
TABLEAU X	Population des follicules antraux et réponse des 5 femelles Ndama au traitement de synchronisation des chaleurs par le Crestar <sup>ND</sup> .....	71
TABLEAU XI	Nombre de corps jaunes dénombrés sur les ovaires de 5 Ndama surovulées à la PMSG .....	73
TABLEAU XII	Concentration maximale de LH et intervalle de temps entre l'administration de PG et le pic de LH et entre le pic de LH et le début des chaleurs .....	79
TABLEAU XIII	Concentrations plasmatiques de l'oestradiol 17 $\beta$ chez les 5 Ndama surovulées, au moment de l'administration de la PG F <sub>2<math>\alpha</math></sub> , au pic de LH, au début de l'oestrus et à J7 postoestrus .....	80
TABLEAU XIV	Concentrations plasmatique de la progestérone (P4) au moment de l'injection de la PMSG, de l'administration de la PG, et aux premier (J1), troisième (J3), cinquième (J5), septième (J7) jours après les chaleurs de superovulation ....	81

## ABREVIATIONS ET SIGLES

CIPEA	Centre International pour l'Elevage en Afrique
CRRA	Centre de Recherches en Reproduction Animale
CRZ	Centre de Recherches Zootechniques
E2-17B	Oestradiol-17 beta
EISMV	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
ELISA	Enzym linked Immuno Sorbent Assay
FRK	Projet Foresterie Rurale de Kolda
FSH	Follicles Stimulating Hormon
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
LH	Luteinising Hormon
mg	milligramme : $10^{-3}$ gramme
ml	millilitre : $10^{-3}$ litre
mm	millimètre : $10^{-3}$ mètre
$\mu$ m	micromètre : $10^{-6}$ mètre
ng	nanogramme : $10^{-9}$ gramme
pg	picrogramme : $10^{-12}$ gramme
P4	Progestérone
U.I.	unité internationale
PGF <sub>2<math>\alpha</math></sub>	Prostaglandine F <sub>2</sub> alpha
PMSG	Pregnant Mare Serum Gonadotropin
SODAGRI	Société de Développement Agricole
SODEFITEX	Société de Développement des Fibres Textiles

# I N T R O D U C T I O N

En Afrique, face à une démographie de plus en plus importante, le déficit des protéines d'origine animale s'accroît.

Pour pallier à ce problème, le développement de l'élevage et la rationalisation de sa gestion s'impose.

Dans les zones humides et subhumides, la trypanosomose, comme dominante pathologique, freine l'essor de l'élevage.

La race Ndama trypanotolérante et rustique a une bonne adaptation dans ces zones infestées de glossines. A partir de son berceau, le Fouta Djallon, la race Ndama a diffusé en Afrique occidentale et dans les années 30, des noyaux de peuplement ont été créés en Afrique centrale.

Une exploitation de cette race à grande échelle rencontre une contrainte majeure, celle des coûts exorbitants du transport des animaux.

La production d'embryons plus faciles à transporter et à coût moindre et la dispersion des gènes Ndama par le transfert d'embryons sont à encourager.

Cependant une production d'embryons réussie a comme préalable, une bonne réponse à la superovulation.

Ainsi nous apportons notre modeste contribution en étudiant les possibilités de la Ndama à répondre à la superovulation.

Au cours de notre étude, nous nous sommes fixés deux objectifs:

- Notre premier objectif est de connaître la population folliculaire pouvant répondre au traitement de superovulation chez la Ndama.

- Notre second objectif est d'évaluer la réponse superovulatoire des Ndama.

Notre étude sera divisée en deux parties :

- La première partie est bibliographique et sera réservée aux caractéristiques ethnologique, zootechnique et anatomique de la Ndama, à la folliculogénèse et à la superovulation.

- La deuxième partie sera consacrée à notre expérience réalisée au CRZ de Kolda.

# **PREMIERE PARTIE**

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

# CHAPITRE 1

## GÉNÉRALITÉS SUR LA NDAMA :

### CARACTÉRISTIQUES ETHNOLOGIQUE, ZOOTECHNIQUE ET ANATOMIQUE

#### 1.1. ETHNOLOGIE

##### 1.1.1. DÉFINITION

La Ndama, espèce bovine trypanotolérante est un taurin à viande et sert à cultiver les zones humides de l'Afrique occidentale et centrale.

Ndama provient du mot Wolof, courte taille.

##### 1.1.2. ORIGINE, BERCEAU

L'origine de la race Ndama fait l'objet de beaucoup de controverses. Selon DOUTRESSOULE (1947) et EPSTEIN (1971) cités par FAYE (1992), les ancêtres hamitiques de la race Ndama sont introduites en Afrique de l'ouest à la faveur des migrations berbères. Pour CHOQUEL (1969), cité par DIOUF (1991) le taurin Ndama serait issu de la branche orientale de *Bos taurus* d'Asie orientale et se concentrerait en fin de chaîne en un noyau important au Fouta Djallon. TOURE (1977) et PAGOT (1985) pensent qu'il serait originaire des massifs montagneux du Fouta Djallon. Il est indéniable que le Fouta Djallon constitue le berceau à partir duquel la race Ndama aurait diffusé par la suite, en Afrique occidentale dans un premier temps puis en Afrique centrale.

### 1.1.3. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

L'expansion de la race fut grande en Afrique occidentale et centrale en raison de sa trypanotolérance et de sa rusticité. La race Ndama peuple les zones infestées de glossines : Sud du Sénégal, Côte d'Ivoire, Guinée, Ghana. Des noyaux de peuplement ont été créés dans les années 30 en Afrique centrale (Zaire, Congo, R.C.A.). Elle occupe la quasi-totalité du cheptel bovin en Guinée (COULOMB, 1976) et représente 45 p.100 des bovins trypanotolérants en Afrique occidentale et centrale (DIOUF, 1991).

Au Sénégal, sur une superficie totale de 196 000 Km<sup>2</sup>, la Ndama, seule race trypanotolérante occupe 70 000 km<sup>2</sup> au Sud du pays peuplés par les glossines. (DIAITE et SEYE, 1984 cités par DIOUF, 1991).

### 1.1.4. DESCRIPTION DU TAURIN NDAMA

La Ndama est un animal de petit format, massif, trappu dans sa conformation, harmonieux dans sa forme et d'une finesse remarquable chez la femelle.

La race est de petite taille. La hauteur au garot varie entre 0,95 m à 1,10 m (MFCB, 1991). La tête est large et forte avec des cornes en lyre, effilées à l'extrémité. Les poils sont fins et courts. La robe présente des renforcements de ton aux extrémités et s'éclaircit au contraire sous le ventre, à la face intérieure des membres. Il existe des robes très foncées jusqu'au noir franc, des robes pie fauve ; des robes complètement blanches sont rares.

### 1.2. ZOOTECNIE

La Ndama est une race bouchère dont la production laitière est faible. Ses potentialités génétiques bien qu'élevées, ne

s'expriment pas à cause des conditions difficiles du milieu et de la gestion mauvaise du troupeau.

### 1.2.1. PARAMÈTRES DE REPRODUCTION

Les bovins africains ont un faible taux de reproduction car la plupart atteignent la maturité sexuelle très tard. Ils ont un taux faible de vêlage (fécondité) et un long intervalle entre vêlages. Une bonne gestion, une bonne alimentation et le croisement entre races locales et exotiques améliorées peuvent réduire l'âge au premier vêlage, l'intervalle entre vêlages et augmenter la fécondité (TAWAH et MBAH, 1993).

#### 1.2.1.1. Puberté

Puberté : période de la vie marquée par le début d'activité des gonades et la manifestation de certains caractères sexuels secondaires (VAISSAIRE, 1977).

L'âge à la puberté est proportionnel à la vitesse de croissance. Pour COULOMB (1976), la femelle est pubère à partir du poids vif égal au 2/3 du poids adulte. L'âge au premier vêlage dépend de l'âge à la puberté.

L'âge au premier vêlage est de 48 mois (milieu traditionnel) 42 mois (en ranching) et 35-39 mois (station) (CIPEA, 1979).

Le poids moyen à la puberté est de  $175 \pm 20$  kg selon SAUVEROCHE et WAGNER (1993) citant MEYER et YESSO (1991).

#### 1.2.1.2. Intervalle entre vêlages (IVV)

C'est le nombre de jours séparant deux vêlages consécutifs d'une même vache. Cet IVV couvre la durée de gestation qui est constante et l'intervalle vêlage-fécondation qui est beaucoup plus variable. Les IVV sont plus longs en zone tropicale qu'en zone tempérée (CHICOTEAU, 1991).

KHANG'MATE et Coll. (1993), faisant une étude sur la reproduction des bovins Ndama en ranching à IDIOFA (Zaire), trouvent un IVV de  $419,9 \pm 94$  jours tandis que CIPEA (1979) avançait des IVV de 19

à 24 mois en milieu traditionnel et de 14 à 15 en station. Selon WILSON (1985) cité par CHICOTEAU (1991), dans les zones les plus arides où la reproduction est très saisonnée et liée au disponible alimentaire, on note des IVV multiples de 12 mois. Il existe une grande variation de l'intervalle entre vêlages consécutifs chez les bovins trypanotolérants. Ce paramètre varie en fonction de l'origine des animaux, de l'âge, du mois de vêlage, de l'année, du type d'élevage et des pathologies. La restauration de la cyclicité après le vêlage en est une composante essentielle (DJABAKOU et Coll., 1993).

#### 1.2.1.3. Retour des chaleurs après le part

SERE (1989) rapporte que chez la Ndama, le retour des chaleurs a été observé par GYMAU en Gambie et MEYER en Côte d'Ivoire qui respectivement, trouvent des délais de  $144,4 \pm 85$  j et  $140 \pm 91$  j.

#### 1.2.1.4. Cycle sexuel

Le cycle sexuel est le propre de la femelle après la puberté. Il comporte trois composantes : le remaniement ovarien, les évènements hormonaux et le comportement sexuel. Il se subdivise en quatre phases : le proestrus, l'oestrus, le met-oestrus et le dioestrus.

Le cycle sexuel est seulement interrompu en dehors de toute pathologie ou malnutrition chez les bovins par la gestation. Bien que théoriquement continu, le cycle sexuel de la Ndama, dans les conditions d'élevage africain, est marqué par une discontinuité ou anoestrus surtout due à une sous-alimentation de type saisonnier.

La durée du cycle varie entre 21 et 23 jours avec une moyenne de  $22,1 \pm 0,6$  j (RALAMBOFIRINGA, 1978). Les chaleurs (oestrus) des Ndama sont brèves : 14 à 16 h (DENIS, 1971) ; 8 à 9 h (LANDAIS, 1983). Selon FAYE (1992), les chaleurs durent en moyenne 10,17 heures.

## 1.2.2. PARAMÈTRES DE PRODUCTION

### 1.2.2.1. Production laitière

La Ndama est peu laitière. Les mamelles sont peu développées avec de petits trayons cylindriques. La production laitière totale est de 500 kg durant 7 à 8 mois de lactation avec une moyenne de 2 à 3 l/j (MFCD, 1991). FALL (1987), au CRZ de Kolda, a une production de 313 kg de lait pendant 10 mois de lactation.

### 1.2.2.2. Production bouchère

Une race à vocation bouchère, la Ndama a une viande de bonne qualité, de grain serré, peu filtrée de graisse. Le rendement moyen des boeufs pendant la saison des pluies est généralement supérieur à 50 p.100. Le poids et le rendement carcasse varient avec l'âge, le mode d'élevage mais surtout avec l'état de la finition des animaux.

### 1.2.2.3. Trait

Les taureaux castrés à 18 mois - 2 ans sont utilisés pour la traction. Une paire de boeufs peut tirer une charge de 380 kg à la vitesse de 4 km/h (MFCD, 1991).

### 1.2.2.4. Cuir

D'excellente qualité lorsqu'il est bien conditionné, le cuir est commercialisé sous le nom de "Vachette de Guinée" et pèse environ 4 kg.

### 1.3. ANATOMIE DE L'OVAIRE

#### 1.3.1. ANATOMIE MACROSCOPIQUE

Morphologiquement, la glande apparaît sous la forme d'une amande aplatie. Sa surface est lisse, ou le plus souvent bosselée par des organites superficiels que l'on peut percevoir par palpation transrectale.

Peu d'informations sont disponibles sur les dimensions et le poids des ovaires de Ndama.

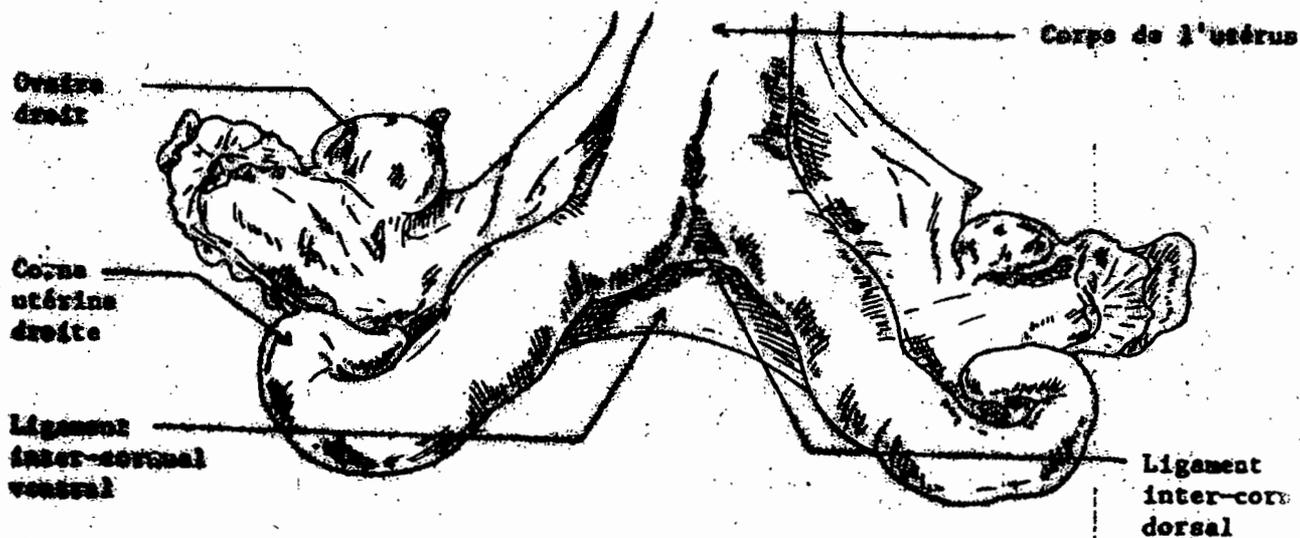
DJABAKOU et Coll. (1993), par palpation transrectale, trouve chez 50 p.100 de femelles Ndama (n=35), des ovaires petits (taille d'un haricot). Cette taille réduite des ovaires ne permet pas cependant d'affirmer que l'animal est en anoestrus car des fluctuations molles suggèrent la présence de follicules préovulatoires.

Situés à l'entrée du bassin, les ovaires sont placés à l'extrémité craniale du tractus génital où ils sont maintenus par les ligaments larges (figure 1). La topographie et les rapports des ovaires varient au cours de la vie reproductrice de la femelle. Si les ovaires sont situés à la jonction rectocolique chez la génisse, chez la vache gestante, l'ovaire correspondant à la corne gravide se retrouve en situation franchement abdominale, à la suite de la migration gravidique de l'utérus. Chez la vache multipare, l'augmentation de la longueur du ligament large se traduit par un déplacement de l'ovaire qui l'amène au niveau vertical du dernier espace inter-lombaire (AGBA, 1979).

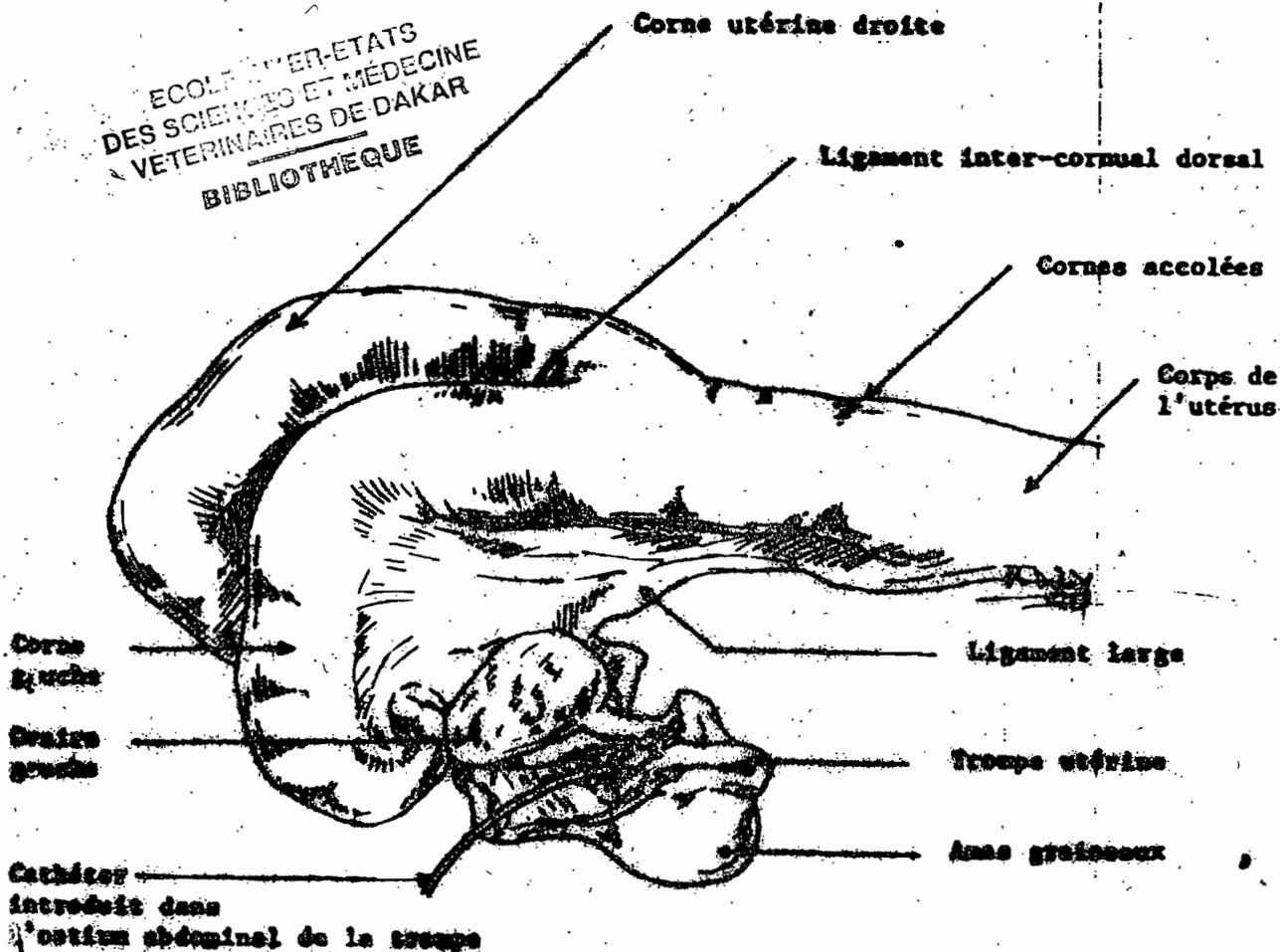
Ces modifications topographiques sont importantes à tenir en considération par le clinicien, au moment de la fouille transrectale pour l'exploration des ovaires.

FIGURE 1

CONFORMATION DE L'APPAREIL GENITAL FEMELLE ISOLEE  
(RALAMBOFIRINGA, 1978)



a. Vue crâniale après étalement



b. Vue latérale, ovaires bien latéralement

ECOLE SUPERIEURE D'ETATS  
DES SCIENCES ET MEDICINE  
VETERINAIRES DE DAKAR  
BIBLIOTHEQUE

### 1.3.2. ANATOMIE MICROSCOPIQUE

Les ovaires se caractérisent structurellement par la présence d'organites dont l'évolution conditionne le fonctionnement de l'appareil génital.

#### 1.3.2.1. Structure de l'ovaire

Une section à travers l'ovaire montre que cette gonade comporte essentiellement deux parties :

- une zone périphérique corticale ou cortex ovarien comprenant :
  - . un épithélium de recouvrement ou de surface dit épithélium germinatif,
  - . une assise conjonctive (Tunica albigina),
  - . un stroma cortical dans lequel se trouvent des organites ovariens ;
- une zone interne, centrale dite "Zone médulaire", spongieuse, de structure conjonctive, renfermant des nerfs, des vaisseaux sanguins et lymphatiques...

#### 1.3.2.2. Organites de l'ovaire

Suivant leur évolution, on peut diviser les organites en follicules évolutifs, follicules involutifs, corps jaunes progestatifs et gestatifs (AGBA, 1975).

##### 1.3.2.2.1. Follicules évolutifs

Doués de la fonction gamétogène, les follicules évolutifs se distinguent morphologiquement en follicules ovariens pleins et en follicules cavitaires (figure 2).

##### - Les follicules ovariens pleins

Dans l'ovaire, il existe trois catégories morphologiques de follicules pleins classés d'après la croissance de l'ovocyte et la multiplication des cellules qui l'entourent. Ce sont selon la classification de VAISSAIRE (1977) :

. les follicules primordiaux qui se forment lorsque des cellules somatiques entourent les ovocytes au stade diplotène. C'est sous cette forme que sont stockés les gamètes femelles constituant le pool des follicules primordiaux (MAULEON, 1961; ERICKSON, 1966 cités par SAUMANDE, 1981).

. les follicules primaires dont l'ovocyte est entouré par une couche régulière de cellules folliculeuses cubiques. L'ovocyte en début de prophase de la méiose, situé au centre du follicule, augmente de volume. L'espace folliculo-ovocytaire se transforme en zone pellucide.

. les follicules secondaires : l'ovocyte est à son volume maximal. Il est central et entouré de plusieurs couches de cellules cubiques (granulosa). La membrane basale est bien visible entre les cellules folliculeuses et la thèque interne.

#### - Les follicules ovariens cavitaires

Ce sont les follicules tertiaires ou follicules antriqués et les follicules de DE GRAAF ou follicules mûrs ou matures.

. Les follicules tertiaires se caractérisent par une disposition radiée de cellules folliculeuses (corona radiata) autour d'un ovocyte excentré du fait de petites cavités qui confluent.

. Les follicules mûrs de DE GRAAF présentent une volumineuse cavité contenant le liquide folliculaire. L'ovocyte est situé dans le cumulus oophorus constitué par les cellules de la granulosa. La thèque interne (cellulaire) et la thèque externe (fibreuse) sont bien différenciées. Ce follicule est encore appelé follicule préovulatoire. Sa taille varie de 6 à 20 mm (SAUMANDE, 1991). Il est facilement palpable par exploration transrectale.

#### 1.3.2.2.2. Follicules involutifs

Ce sont des follicules dégénérés au cours des différentes transformations des follicules évolutifs.

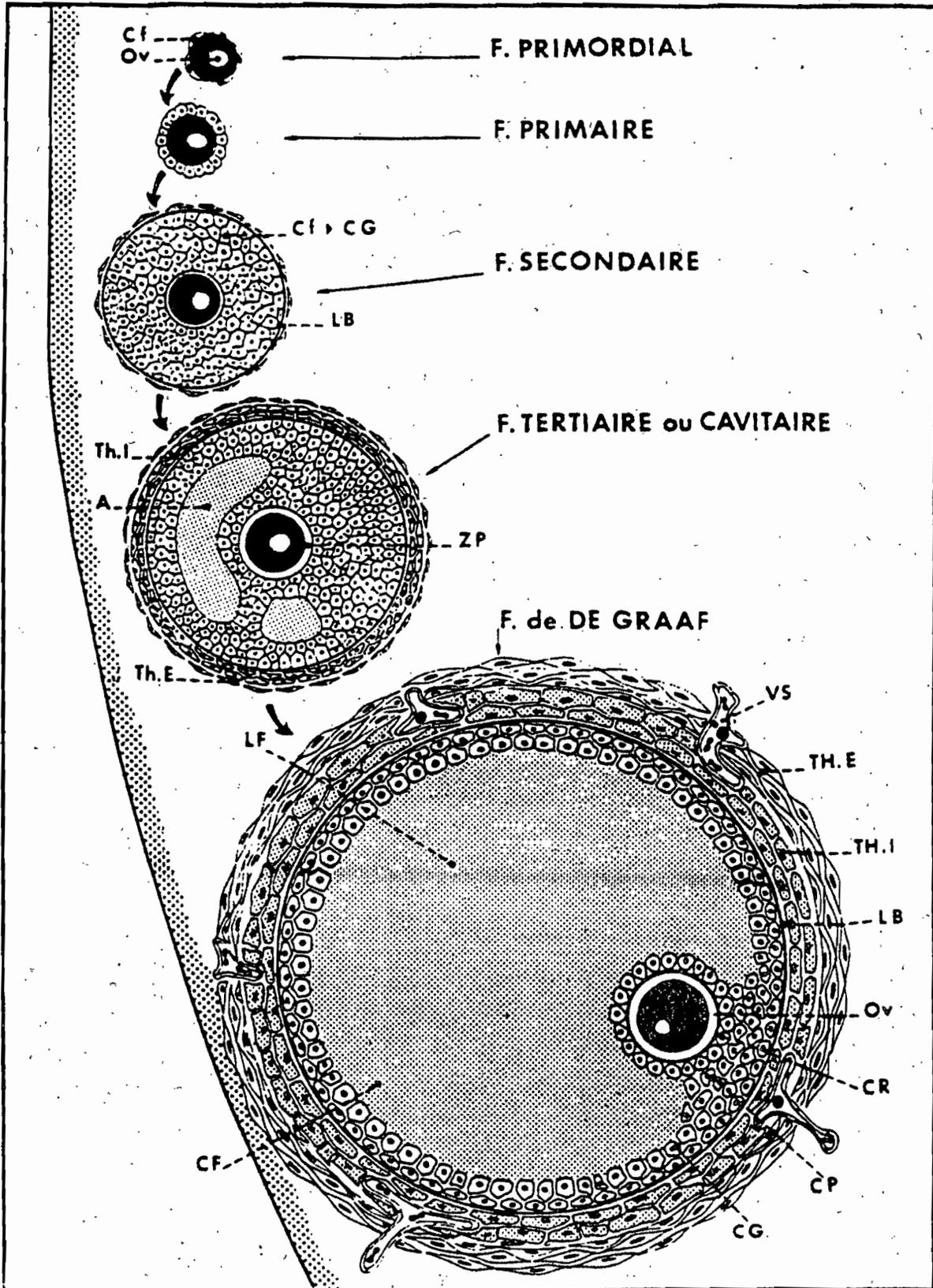
- Follicules atrétiques

Ils sont caractérisés par une dégénérescence rapide des formations épithéliales folliculeuses ou de l'ovocyte.

MONNIAUX (1982), à partir de l'aspect de la granulosa et de l'ovocyte, a tenté une graduation dans l'atrésie en considérant 3 stades : le début d'atrésie, l'atrésie nette et l'atrésie avancée suivant l'importance des anomalies observées sur la granulosa ou/et l'ovocyte.

## FIGURE 2

— Folliculogénèse. Schéma de l'évolution d'un follicule primordial en follicule de De Graaf en passant par les stades intermédiaires de follicule primaire, secondaire et tertiaire. A, antrum ; Cf, cellules folliculeuses ; CF, cavité folliculaire ; CG, cellule de la granulosa ; CP, cumulus proliger ; CR, corona radiata ; LB, lame basale ; LF, liquor folliculi ; Ov, ovocyte ; TH.E, thèque externe ; TH.I, thèque interne ; VS, vaisseau sanguin ; ZP, zone pellucide



- Kystes ovariens

Les kystes proviennent de follicules mûrs de DE GRAAF dont la rupture de la paroi ne s'est pas faite. Ils sont de nature oestrogénique (folliculaire) ou progestéronique (lutéale). Le kyste folliculaire oestrogénique est le résultat d'un excès de FSH, la déhiscence n'a pas lieu et la sécrétion des oestrogènes continue. Il est à l'origine des chaleurs répétées. Le kyste lutéale ou kyste progestéronique provient d'un follicule qui n'a pas ovulé et qui est transformé en tissu lutéinisé sous l'action de la décharge endogène de LH (MONNIAUX, 1982). La présence de ce kyste se traduit sur le plan clinique par une absence de chaleurs.

La palpation transrectale des ovaires permet de faire la différence entre ces deux kystes. Le kyste folliculaire est fluctuant avec une paroi mince tandis que le kyste lutéal est peu dépressible et muni d'une paroi épaisse.

1.3.2.2.3. Corps jaunes

Après rupture du follicule et expulsion de l'ovocyte et une partie des cellules de la granulosa, le follicule mûr porte le nom de follicule déhiscent.

Ce follicule, par des transformations morphologiques et biochimiques, donne une glande endocrine : le corps jaune.

Le corps jaune comporte une membrane externe, une glande thécale avec des cellules paralutéiniques, une couche de cellules lutéiniques et un coagulum central.

Il est transitoire et est destiné à régresser plus ou moins vite selon qu'il y a ou non fécondation et gestation. Nous distinguons deux sortes de corps jaunes :

- des corps jaunes progestatifs cycliques fonctionnels en l'absence de fécondation et dont l'activité dure chez la vache environ 16 jours,
- des corps jaunes gestatifs qui persistent pendant la gestation.

## CHAPITRE 2

### FOLLICULOGENESE

La folliculogénèse concerne l'ensemble des processus par lesquels un follicule qui quitte le pool des follicules primordiaux va croître par multiplication cellulaire et développement de l'antrum jusqu'au moment où il disparaîtra par suite de l'atrésie ou, plus rarement, il ovulera.

#### 2.1. POPULATION FOLLICULAIRE ET CROISSANCE FOLLICULAIRE

##### 2.1.1. POPULATION FOLLICULAIRE

###### 2.1.1.1. Pool des follicules primordiaux

La femelle naît avec un stock de follicules primordiaux qui la caractérise et dont dépendront les possibilités de réponse de son ovaire aux hormones gonadotropes (MAULEON, 1965).

Les follicules primordiaux se forment lorsque des cellules somatiques entourent les ovocytes au stade diplotène, entre le 90e et le 170e jour de la gestation (MAULEON, 1961 ; ERICKSON, 1966) cités par SAUMANDE (1981), constituant ainsi le pool des follicules primordiaux

\* Le nombre de ces follicules primordiaux présents dans l'ovaire varie avec l'âge. Il est au maximum au milieu de la gestation puis diminue de manière drastique jusqu'à la puberté. Chez les bovins, ce nombre de 75 000 à la naissance, passe à 31 000 entre 1 an 1/2 à 3 ans puis à 25 000 entre 12-14 ans. ERICKSON (1966) cité par ROBERTS (1986), étudiant les ovaires des femelles âgées de quelques jours à 20 ans, a montré que la population des follicules primordiaux est significativement affectée par l'âge à partir de 7 à 9 ans. C'est également vers cet âge que le nombre de follicules en croissance commence à diminuer.

Vers l'âge de 15 ans, 50 p.100 des vaches sont devenues infertiles (ERICKSON et Coll. 1976) cité par ROBERTS (1986). Comparant les animaux de cet âge, fertiles ou stériles, ces auteurs n'ont pas mis en évidence des modifications des populations folliculaires qui puissent expliquer l'infertilité : chez tous les animaux, il restait plus de 25 000 follicules primordiaux.

\* Le nombre de follicules primordiaux varie aussi entre animaux de même âge à l'intérieur d'une même race. Selon ROBERTS (1986) rapportant les travaux de ERICKSON (1965, 1966) sur 69 bovins examinés de la naissance à 2 ans, 25 p.100 n'ont aucun follicule à 73 000, 60 p.100 ont 223 000 à 724 000 cellules germinales. Le pool des follicules primordiaux constitue la réserve folliculaire ; les follicules quittent ce pool et subissent une phase d'accroissement à la période prépubertaire puis une phase de maturation. Celle-ci apparaît à la puberté et continue durant le cycle oestral (VAISSAIRE, 1977).

#### 2.1.1.2. Follicules évolutifs et follicules involutifs

Dans un ovaire, la population folliculaire est très hétérogène (SAUMANDE, 1991).

Trois types de follicules sont présents pendant la vie de l'animal. Ce sont les follicules primordiaux, les follicules évolutifs pleins et cavitaires et les follicules involutifs atrétiques. Afin de pouvoir les étudier, les follicules sont classés selon la taille, le degré d'évolution et l'état (follicules normaux, follicules atrétiques).

La population folliculaire ainsi étudiée montre une structure quantitative variable suivant l'âge et suivant l'individu chez l'espèce bovine

SAUMANDE (1991), travaillant sur des ovaires prélevés à J16 du cycle (J0 = oestrus) sur 10 bovins, trouve que les effectifs des follicules en croissance sont très variables (73 à 755). Les extrémités sont dans un rapport de 1 à 100.

Comparant les ovaires de deux vaches âgées de 5 ans, fertile et infertile, ERICKSON (1965) trouve des nombres moyens de follicules primordiaux, follicules évolutifs pleins et follicules cavitaires présents : 119 000 et 78 ; 78 et 35 ; 211 et 54 respectivement.

Ainsi le nombre de follicules en croissance est positivement corrélé au nombre de follicules primordiaux.

Il doit exister une relation entre le nombre de cellules germinales et la fertilité des animaux. SWENSON (1977) et TEPPERMEN (1962) affirment que les animaux dont les ovaires ont moins de 500 follicules primordiaux n'ovulent pas.

La quantité des follicules en croissance varie avec l'âge. De 60 jours après la naissance à l'âge de 10-14 ans, le nombre de follicules en croissance par bovin est en moyenne 150 à 250 et le nombre de follicules cavitaires 25 à 30. A partir de 15 ans, ces nombres déclinent à 70 et 12 respectivement. Les follicules à antrum prédominent à 10 ans mais à partir de ce moment le nombre de follicules cavitaires atrétiques devient de plus en plus grand (ERICKSON, 1965).

Le nombre des follicules varie aussi avec la taille. Le nombre total des follicules de diamètre supérieur à 0,3 mm varie de 73 à 755 pour un ovaire (MONNIAUX, 1982) tandis que celui des follicules de diamètre supérieur ou égal à 1 mm varie de 67 à 266 (RAJAKOSKI, 1960). Cinquante pour cent des follicules de diamètre supérieur à 1 mm sont atrétiques (RAJAKOSKI, 1960).

Le pourcentage des follicules normaux diminue avec la taille des follicules.

L'atrésie est un phénomène quantitativement important de la folliculogénèse.

Le nombre total de follicules normaux et celui de follicules atrétiques sont étroitement corrélés et à l'intérieur d'une classe de taille de follicules et entre les classes, il existe des corrélations très fortes entre nombre de follicules sains et nombre de follicules atrétiques (SAUMANDE, 1991).

Le devenir de la majorité des follicules qui atteignent le stade follicules à antrum va être la dégénérescence encore appelée

atrésie (THIBIER, 1977). Parmi les follicules qui quittent le pool des primordiaux 1 sur 2000 (MARION et GIER, 1971), 1 sur 1000 (SAUMANDE, 1991) atteint le stade préovulatoire, les autres disparaissent selon les processus de l'atrésie, le plus fréquemment après l'apparition de l'antrum.

### 2.1.2. CROISSANCE FOLLICULAIRE

Par la division des cellules périphériques, le follicule primordial se transforme en follicule secondaire de diamètre plus grand. Le follicule tertiaire est issu du follicule secondaire par la formation d'une cavité dite "antrum". Il évolue en follicule mûr ou follicule de DE GRAAF.

En ce qui concerne la croissance folliculaire, deux hypothèses ont été avancées :

- dès 1960, RAJAKOSKI émet l'hypothèse de la croissance folliculaire par vagues,
- cette hypothèse fut d'abord contestée par MARION et GIER (1971) puis par SAVIO et Coll. (1988) qui proposent une croissance continue et des périodes du cycle où apparaissent de façon privilégiée des follicules de grande taille.

Récemment avec des études échographiques, beaucoup d'auteurs : PIERSON et GINTHER (1984), SIROIS et FORTUNE (1988), KNOPF et Coll. (1989) abondent dans le même sens que RAJAKOSKI (1960). SAVIO et Coll. (1990) se rendent à l'évidence et émettent l'idée que même pendant la gestation et durant la période prépubertaire, il existe des vagues de croissance folliculaire. Mais dans ce cas, le stade préovulatoire n'est jamais atteint.

### 2.1.2.1. Croissance folliculaire par vagues

Une vague de croissance folliculaire est le développement synchrone d'un groupe de follicules (RAJAKOSKI, 1960). Elle conduit à la constitution de plusieurs follicules à antrum (4-5 mm de diamètre) suivie de la sélection d'un follicule dominant et la régression de tous les autres par phénomène d'atrésie (MAPLETOFT et PIERSON, 1993).

L'existence des vagues de croissance folliculaire durant le cycle oestral bovin fut prouvée par des descriptions ultrasonographiques, de croissance et de dégénérescence folliculaires faites par PIERSON et GINTHER (1984) puis par GINTHER et Coll. (1989).

En étudiant le nombre de follicules de différentes tailles pour chaque jour du cycle, par échographie, PIERSON et GINTHER (1987) aboutissent à l'existence de deux vagues. SIROIS et FORTUNE (1988), en suivant le développement et la régression des follicules, identifient 2, 3 ou 4 vagues observées respectivement pour 2, 7 et 1 animaux tandis que KNOPF et Coll. (1989) trouvent 2 ou 3 vagues pour 9 et 1 animaux respectivement.

Des recherches récentes de MAPLETOFT et PIERSON (1993) apportent un éclairci sur le délai d'apparition des vagues de croissance folliculaire durant un cycle oestral à 2 vagues. La première vague de follicules commence à croître rapidement après l'ovulation. La sélection du follicule dominant se manifeste approximativement au 6e jour post-ovulation. La deuxième vague de croissance folliculaire commence au 8e - 10e j post-ovulation. Le follicule destiné à ovuler émane de ce 2e groupe de follicules chez les vaches à 2 vagues par cycle.

Le recrutement de la troisième vague folliculaire chez les vaches à 3 vagues par cycle est fait à J18 (J0 = oestrus). Le follicule préovulatoire est sélectionné à partir de cette troisième vague. En l'absence de la lutéolyse du corps jaune existant, le follicule dominant devient atrétique et une nouvelle vague folliculaire commence.

#### 2.1.2.2. Contrôle du nombre de follicules préovulatoires

Pour expliquer comment parmi les follicules qui quittent le pool des follicules primordiaux, un seul d'entre eux, à chaque cycle se développera jusqu'à l'ovulation, GOODMAH et HODGEN (1983) ont proposé pour les primates trois concepts : recrutement, sélection et dominance.

Plusieurs auteurs dont HIRSHFIELD (1991), SAVIO et Coll. (1990), GINTHER et Coll. (1989), SIROIS et FORTUNE (1988) ont repris ces concepts, les appliquant aux bovins.

##### 2.1.2.2.1. Recrutement

Le recrutement est un concept qui explique comment un faible pourcentage de follicules, à la sortie du pool des primordiaux, commence sa croissance ou recommence sa croissance si les follicules passent par des étapes de non développement, au cours de la croissance folliculaire.

Chez les bovins, les gros follicules n'apparaissent pas au hasard pendant le cycle oestral. Des études échographiques de SIROIS et FORTUNE (1988) puis de GINTHER et Coll. (1989), où le développement de tous les follicules de diamètre supérieur à 4 ou 5 mm a été visualisé, révèlent que deux (2) ou trois (3) fois pendant le cycle oestral, un groupe de 3 à 6 follicules appelé "vague" croît simultanément. Après deux (2) à trois (3) jours, un follicule devient légèrement plus gros que les autres et continue à croître pendant que les autres régressent.

Les vagues folliculaires commencent à J2, J9 et J16 (J0 = ovulation) du cycle chez les génisses à 3 vagues et J2 et J11 chez les génisses à 2 vagues (SIROIS et FORTUNE, 1988). Selon ADAMS (1994), l'émergence des vagues folliculaires est détectée à J0 et J10 pour le cycle à 2 vagues et à J0, J9 et J16 pour le cycle à 3 vagues.

La durée de la phase lutéale détermine le nombre de vagues. Les cycles à 3 vagues ont légèrement des phases lutéales plus longues que ceux à 2 vagues (GINTHER et Coll., 1989 ; FORTUNE, 1993).

Le prolongement expérimental de la phase lutéale avec de la progestérone produit des cycles à 4 ou 5 vagues (SIROIS et FORTUNE, 1990). Le signal qui stimule le recrutement semble être une faible élévation de la FSH plasmatique. Chez les bovins, il n'y a pas seulement un pic secondaire de FSH le jour de l'ovulation qui précède la première vague folliculaire du cycle oestral (DOBSON, 1978 ; WALTERS et SCHALLENBERGER, 1984) mais aussi de faibles élévations de FSH précèdent la seconde et la troisième vagues folliculaires (ADAMS et Coll., 1992).

Selon ADAMS (1994), l'augmentation de la concentration de FSH dans la circulation sanguine est responsable du recrutement d'une vague folliculaire. Il note un pic de FSH, 1 à 2 jours avant l'émergence de chaque vague, donc 2 pics dans les cycles à 2 vagues et 3 pics dans les cycles à 3 vagues folliculaires.

L'abolition du pic secondaire de FSH par l'injection de liquide folliculaire contenant l'inhibine retarde ou diffère la première vague folliculaire du cycle selon TURZILLO et FORTUNE, 1990.

Il existe une relation entre la dynamique folliculaire et les changements du niveau basal de FSH.

#### 2.1.2.2.2. Sélection

La sélection désigne un processus par lequel, parmi les follicules en croissance, seul arrive au stade préovulatoire le nombre caractéristique de l'espèce, voire de la race. Selon SAUMANDE (1991), la sélection existe sinon, compte tenu de la diversité des populations folliculaires entre individus, le nombre d'ovulations ne serait pas constant. Mais il est bien difficile de déterminer s'il y a un stade particulier de la croissance où se fait cette sélection et d'en élucider les régulations. Peu de données sont disponibles sur ce sujet. Cependant, récemment, ADAMS (1994) nous éclaire que la sélection du follicule dominant coïncide avec la première baisse significative de FSH qui a lieu entre 1 à 3 jours après l'émergence de la vague folliculaire.

### 2.1.2.2.3. Dominance

La notion de dominance fait référence à une situation créée par le follicule qui va ovuler. Pendant la période préovulatoire, ce follicule continue à croître alors que le développement des petites follicules est inhibé ; cette croissance a lieu dans un "milieu" que le follicule dominant a rendu impropre au développement des autres.

MACIEL (1991) définissent un follicule dominant comme un follicule de diamètre supérieur à 9 mm, dans sa phase de croissance ou s'il est stable, il doit l'être dans une période inférieure à 4 jours. Contrairement, un follicule non dominant doit être dans une phase de régression ou garder un même diamètre pendant plus de 4 jours.

La croissance folliculaire n'est plus considérée comme un phénomène au hasard mais plutôt comme des séries organisées d'évènements. Au cours du cycle oestral bovin, le développement folliculaire a lieu dans 2 ou 3 vagues folliculaires (MATTON et Coll., 1981 ; PIERSON et GINTHER, 1987) et durant chaque vague, un seul follicule devient dominant pendant que les autres dégènèrent (SIROIS et FORTUNE, 1988 ; SAVIO et Coll., 1988).

\* Pour expliquer comment le follicule dominant exerce sa dominance, deux hypothèses ont été avancées :

- Le follicule dominant sécrète une protéine appelée FRF (follicle regulatory protein) qui directement, affecte la croissance et le développement futur des follicules subalternes (DIZEREGA et Coll., 1982). Ce rôle, à notre connaissance n'est pas encore déterminé.
- Le follicule dominant provoque la régression des autres follicules, indirectement, via le mécanisme de feedback négatif par la sécrétion d'oestradiol pendant les premiers jours après le recrutement. Cette sécrétion d'oestradiol entraîne une diminution de FSH à des niveaux qui ne

permettent pas la croissance des follicules subalternes (ZELEZNIK et KUBIK, 1986; TURZILLO et FORTUNE, 1993).

\* Cependant, ces hypothèses n'expliquent pas pourquoi le follicule dominant échappe au phénomène d'atrésie. Le follicule dominant se développe et croît en dépit des niveaux bas de FSH par l'acquisition de récepteurs (ZELEZNIK, 1993). Lorsque l'antrum apparaît, le follicule acquiert la possibilité de synthétiser les oestrogènes. A partir de ce moment, comme la FSH stimule la production d'oestrone et d'oestradiol 17 $\beta$  et que les oestrogènes augmentent l'efficacité de la FSH à stimuler la croissance folliculaire, on observe une accélération du processus. Ce phénomène a pour conséquence une augmentation de la taille du follicule et l'acquisition des récepteurs à LH d'abord par les cellules de la thèque puis par celles de la granulosa.

Depuis THIBIER (1977), déjà on comprenait les mécanismes moléculaires contribuant à faire fonctionner le cycle sexuel. Chacune des cellules sensibles aux actions hormonales disposent de «molécules compétentes» appelées récepteurs. Ils sont situés sur la membrane cellulaire ou dans le cytoplasme et sont capables de reconnaître le message hormonal.

SAUMANDE (1981), citant GOSLING (1978), avance l'idée que chez la vache, le nombre de récepteurs par cellule est constant pour FSH pendant la croissance du follicule alors que pour LH, il augmente avec la taille. Les hormones hypophysaires, la FSH et la LH interviennent au moment de la phase de croissance folliculaire, d'où l'importance des récepteurs dans la dominance.

\* Le devenir du follicule dominant dépend des niveaux de progestérone :

- Si la progestérone reste à des niveaux élevés (phase lutéale), la sécrétion d'oestradiol baisse ; les follicules

dominants régressent. La progestérone par «feed-back» négatif sur le centre de cyclicité empêche la libération massive de FSH et de LH et bloque toute croissance finale des follicules. Et ceci durant toute la phase lutéale. En fin de phase lutéale et en absence de fécondation et de gestation, l'utérus sécrète de la prostaglandine  $F_{2\alpha}$  qui lyse le corps jaune. La lutéolyse est suivie d'une chute des concentrations de progestérone puis de la levée de l'inhibition du centre de cyclicité et le recrutement d'une nouvelle vague de croissance folliculaire ; la levée de l'inhibition ayant permis, selon BADINGA et Coll. (1992) de faibles élévations de FSH basale.

- Si le recrutement ou la dominance a lieu pendant la régression lutéale, le follicule se développe pleinement en follicule préovulatoire et sécrète une quantité importante d'oestradiol induisant le pic LH/FSH et l'ovulation (SIROIS et FORTUNE, 1988).

## **2.2. OVULATION**

L'ovulation est la libération d'un gamète femelle appelé ovule prêt à être fécondé, après rupture du follicule mûr de DE GRAAF encore appelé follicule préovulatoire. On parle de ponte ovarique ou ponte ovulaire.

L'ovulation résulte de trois actions combinées :

- une accumulation de liquide folliculaire, avec des modifications physicochimiques, devenant plus ou moins visqueux et entraînant une distention du follicule ;
- une désintégration de l'épithélium de surface et de la tunique albuginée de l'ovaire due à l'action enzymatique de la hyaluronidase, contribuant à créer une région avasculaire entre la thèque interne et l'épithélium

ovarien: stigma ;

- une augmentation de la perméabilité vasculaire due aux prostaglandines intrafolliculaires.

### 2.2.1: OVULATION NATURELLE

Selon SAUMANDE (1991), trois jours avant l'oestrus, le follicule préovulatoire mesure 6 à 11,5 mm ; la taille maximum observée avant l'ovulation est entre 16 et 20 mm (moyenne : 18,5 mm) et la vitesse de croissance pendant les dernières étapes de développement varie de 1 à 4 mm/24 h.

L'ovulation intervient 25 h après le pic ovulatoire de LH (VAISSAIRE, 1977), 40 h selon AUSTIN et SHORT (1982). Elle se produit en moyenne 12,5 h après la fin de l'oestrus mais elle peut être observée de 24 h avant la fin des chaleurs à plus de 26 h après la fin des chaleurs (MAULEON, 1965).

L'ovulation est le résultat de l'action simultanée de l'hormone folliculo-stimulante FSH et de l'hormone lutéinisante LH, sécrétées par l'hypophyse. Un équilibre doit exister entre ces deux hormones pour que l'ovulation ait lieu sinon le follicule évolue vers une forme kystique (excès de FSH) ou se lutéinise sans ovulation en follicule lutéinique (excès de LH).

Le moment de l'ovulation est déterminé 12 heures après la fin des chaleurs alors que la contrainte majeure dans les programmes de reproduction en milieu tropical est la détection des chaleurs. Une détection manquée fait perdre un cycle voire une année car si une femelle n'est pas fécondée à la période favorable, elle attendra un an, le retour des conditions satisfaisantes à la reproduction (CHICOTEAU, 1991).

Les chaleurs en milieu tropical se caractérisent par leur discrétion «Silent-heat» et par leur fugacité. Leur durée est de 14 à 16 (MAULEON, 1972), cite 3 à 4 h chez certaines Ndama (MFCD, 1991). Selon FAYE (1992), les chaleurs chez les Ndama sont

souvent diurnes ; 50,8 p.100 entre 18 h et 24 h et 71,1 p.100 entre 18 h et 6 h.

## 2.2.2. OVULATION INDUITE

### 2.2.2.1. Synchronisation des chaleurs par les progestagènes et la prostaglandine F<sub>2α</sub>

Les chaleurs de nos bovins tropicaux sont fugaces et brèves et passent souvent inaperçues. Le but de la synchronisation des chaleurs est d'obtenir un statut ovarien désiré pour permettre la programmation de diagnostics ou des interventions tels que l'insémination artificielle et le transfert d'embryons, à temps, travail et résultats optimums.

Pour le traitement de synchronisation, il est important de distinguer deux types de femelles : les femelles cyclées et les femelles non cyclées.

#### 2.2.2.1.1. Femelles cyclées

Le traitement vise l'allongement ou la réduction de la durée de la phase lutéale par le contrôle de la production de progestérone qui peut se faire soit par la réalisation d'un corps jaune artificiel (progestagènes exogènes) soit par la lyse du corps jaune (prostaglandines F<sub>2α</sub>).

##### 2.2.2.1.1.1. Prostaglandines F<sub>2α</sub> et ses analogues

La prostaglandine F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) permet d'obtenir la lutéolyse rapide durant le dioestrus. Il est essentiel que les femelles bovines soient cyclées, que le traitement ait lieu pendant la phase lutéale et que le corps jaune soit âgé de plus de 5 jours (PARFET et Coll., 1989).

Les analogues de PG F<sub>2α</sub> sont en particulier le cloprostenol (ESTRUMATE<sup>ND</sup>), le dinoprost (DINOLYTIC UPJOHN), le luprostiol (PROSOLVIN<sup>ND</sup>).

Le traitement consiste à 2 injections d'un analogue de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  à 11 jours d'intervalle. La détection des chaleurs se fera à partir de 48 heures après la deuxième injection.

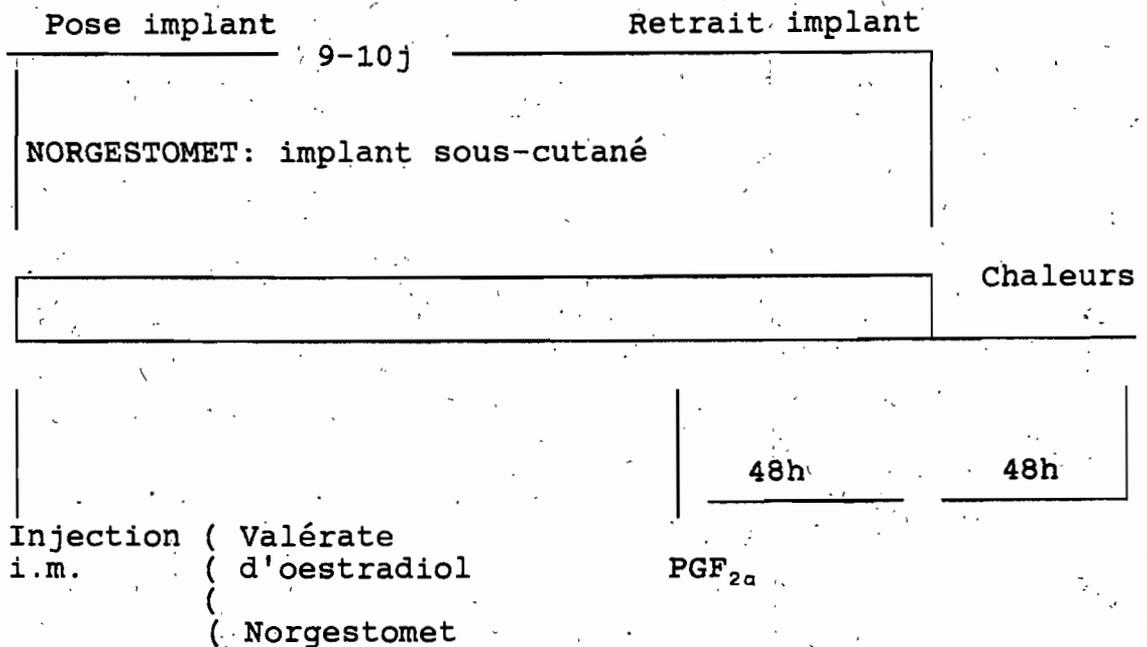
Le traitement avec l'ESTRUMATE<sup>ND</sup>, selon COOPER (1974), permet une excellente synchronisation ; 97 p.100 des chaleurs apparaissent entre 48 h et 96 h après la deuxième injection.

Selon CISSE (1993), 90 p.100 des Ndama traitées avec DINOLYTIC UPJOHN sont venues en chaleurs le 3e jour après la 2e administration.

#### 2.2.2.1.1.2. Progestagènes

Les progestagènes agissent en bloquant les décharges cycliques d'hormones hypophysaires. L'arrêt de l'administration autorise donc la libération de FSH et de LH. Ce qui suppose que cet arrêt n'ait pas lieu en phase lutéale pendant laquelle il ne peut y avoir de décharge hypophysaire du fait du «feed-back» négatif créé par la progestérone.

Le traitement consiste à une injection d'oestradiol au début, qui permet de raccourcir la durée de la phase lutéale (AUGER, 1981) et une injection de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , 48 h avant l'arrêt de l'administration de progestagène qui complète le pouvoir lutéolytique de l'oestradiol.

SCHEMA 1SCHEMA D'UTILISATION DU NORGESTOMET POUR  
LA SYNCHRONISATION DES CHALEURS

Sur 239 génisses Holstein synchronisées avec le NORGESTOMET, 97,5 p.100 ont manifesté des chaleurs dans les 50 heures suivant le retrait de l'implant (PAREZ et Coll., 1991). TRAORE (1990) note un délai de  $82,5 \pm 15,92$  heures chez la femelle Zébu. Sur des Ndama traitées au NORGESTOMET (CRESTAR<sup>ND</sup>), le taux de synchronisation est de 97,8 p.100, l'intervalle retrait des implants début des chaleurs est de 35,78 h et la durée des chaleurs est de 11,28 h (FAYE, 1992).

#### 2.2.2.1.2. Femelles non cyclées

Le traitement de synchronisation se fera par la progestérone ou les progestagènes de synthèse. Le schéma est le même que celui des vaches cyclées avec une particularité, l'injection de PMSG au moment de l'arrêt de l'administration de la progestérone ou des progestagènes. La PMSG permet la relance de l'activité sexuelle.

Les résultats de la synchronisation, autant par les agents lutéolytiques que par les progestagènes, sont révélateurs de l'importance des méthodes. Cependant il y a une variation considérable dans l'intervalle du traitement à l'oestrus et l'ovulation consécutifs à chaque traitement. Cette variation est attribuée, selon ADAMS (1994) au stade de la vague folliculaire au moment du traitement.

#### 2.2.2.2. Synchronisation de l'émergence de la vague folliculaire

Des études récentes de KASTELIC et Coll. (1990) cités par ADAMS (1994) nous édifient sur la réponse ovarienne à l'action lutéolytique de la  $PGF_{2\alpha}$  administrée à différents moments du cycle oestral :

- . Si la lutéolyse est induite avant le milieu de la phase statique du follicule dominant, le follicule va ovuler. Ce qui entraîne un court intervalle entre le traitement et l'ovulation.
- . Si la lutéolyse est induite après le milieu de la phase statique du follicule dominant, c'est le follicule dominant de la vague de croissance folliculaire suivante qui va ovuler. Ceci aura comme conséquence un intervalle long entre le traitement et l'ovulation.

ADAMS (1994), pour réduire cette variabilité, propose une méthode de contrôle de l'émergence de la vague folliculaire avec des traitements de progestérone ou d'oestrogènes ou par l'ablation du follicule dominant.

##### 2.2.2.2.1. Progestérone

La progestérone exogène supprime le follicule dominant quand elle est administrée pendant sa phase de croissance (ADAMS et Coll., 1992). Elle n'agit pas directement sur la concentration plasmatique de FSH mais une suppression, tôt de la dominance, est suivie par un pic rapide de FSH et un recrutement précoce de la

vague folliculaire suivante. Cette suppression de la dominance par la progestérone se fait par le biais du feed-back négatif sur la production de LH.

#### 2.2.2.2.2. Oestrogènes

Le Valérate d'oestradiol injecté au début de la phase de croissance du follicule dominant, accélère la croissance et réduit la dominance. Ainsi, il induit un pic précoce de FSH et un recrutement rapide de la vague suivante. Des études récentes de BO et Coll. (1994) cités par ADAMS (1994) sur des génisses traitées avec un « cocktail » d'oestradiol et de progestagènes dans le but d'apprécier l'action suppressive sur le follicule dominant et le recrutement de la nouvelle vague, ont donné les résultats suivants :

- le recrutement d'une nouvelle vague folliculaire après  $4,3 \pm 0,2$  jours sur des génisses traitées à J3 (phase de croissance du follicule dominant), à J6 (début phase statique) ou à J9 (fin phase statique ou début phase de régression), en moyenne.

Ces auteurs (1994) en concluent qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes.

#### 2.2.2.2.3. Ablation du follicule dominant

L'objectif de cette ablation est de supprimer la dominance et de hâter le recrutement d'une nouvelle vague de croissance folliculaire. Elle peut se faire par l'électrocautérisation après laparatomie (ADAMS et Coll., 1993) par rupture manuelle du follicule (HAHN, 1992) ou par aspiration transvaginale guidée par échographie (BERGFELT et Coll., 1994).

L'aspiration transvaginale du follicule guidée par l'échographie induit le recrutement de la vague folliculaire et l'ovulation. Sur 33 génisses sélectionnées à des stades inconnus du cycle oestral, BERGFELT et Coll. (1994) notent qu'il n'y a pas de différence significative dans la moyenne de la longueur de l'intervalle traitement-ovulation entre les animaux traités et les témoins ( $5,1 \pm 0,5$  jours et  $5,9 \pm 1,0$  jours respectivement).

Cependant la variabilité dans la durée de l'intervalle est significativement diminuée chez les génisses traitées. L'ovulation a lieu chez 13 génisses sur les 16 qui ont subi l'aspiration du follicule (81 p.100), 3 à 5 jours après l'injection de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  tandis que 8 témoins sur 17 (47 p.100) ont ovulé dans le même temps. Chez les génisses traitées, 3 sur 16 ont développé deux follicules dominants et 2 sur 16 ont eu une double ovulation.

Les connaissances nouvelles fournies par l'échographie sur la fonction ovarienne devront d'avantage être exploitées et mieux approfondies par des études plus fines telles que l'histologie, pour permettre de potentialiser des traitements qui visent à contrôler, accroître ou supprimer le développement folliculaire et l'ovulation.

Une bonne connaissance de l'activité ovarienne et une maîtrise par des traitements de recrutement des vagues folliculaires et de suppression de la dominance sont une voie incontournable pour la réussite des biotechnologies de la reproduction. Une production d'embryons réussie a un préalable : une bonne superovulation.

# CHAPITRE 3

## SUPEROVULATION

### 3.1. BASES PHYSIOLOGIQUES

La croissance folliculaire est contrôlée par l'hormone folliculostimulante (FSH) dans son ensemble mais une petite quantité d'hormone lutéinisante (LH) est toujours nécessaire. Ainsi par manque de gonadotropines disponibles à un moment donné, il existe donc au cours de chaque cycle sexuel, un grand gaspillage d'ovocytes. Une injection d'hormones ayant des activités folliculostimulante et lutéinisante permet de diminuer ces pertes et d'amener plus de follicules jusqu'à maturité et ovulation (MAULEON, 1965). C'est le principe de la superovulation.

### 3.2. TRAITEMENTS DE SUPEROVULATION

Classiquement, deux hormones gonadotropes, soit d'origine chorionique (PMSG) soit d'origine hypophysaire (FSH) sont utilisées (NIBART, 1991).

La Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) extraite du sérum de jument grévde, présente une double activité FSH et LH (SAUMANDE, 1987). Elle a une demi-vie très longue de 120 heures. La PMSG sera injectée en une seule dose de 1500 à 3000 UI suivie d'une injection de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  après 48 heures (PICARD, 1989).

La Follicle Stimulating Hormon (FSH) extraite d'hypophyse de mammifère, particulièrement le porc, a une demi-vie très courte de 70 mn. Le traitement consiste à une injection toutes les 12 heures à doses décroissantes, pendant 4 jours

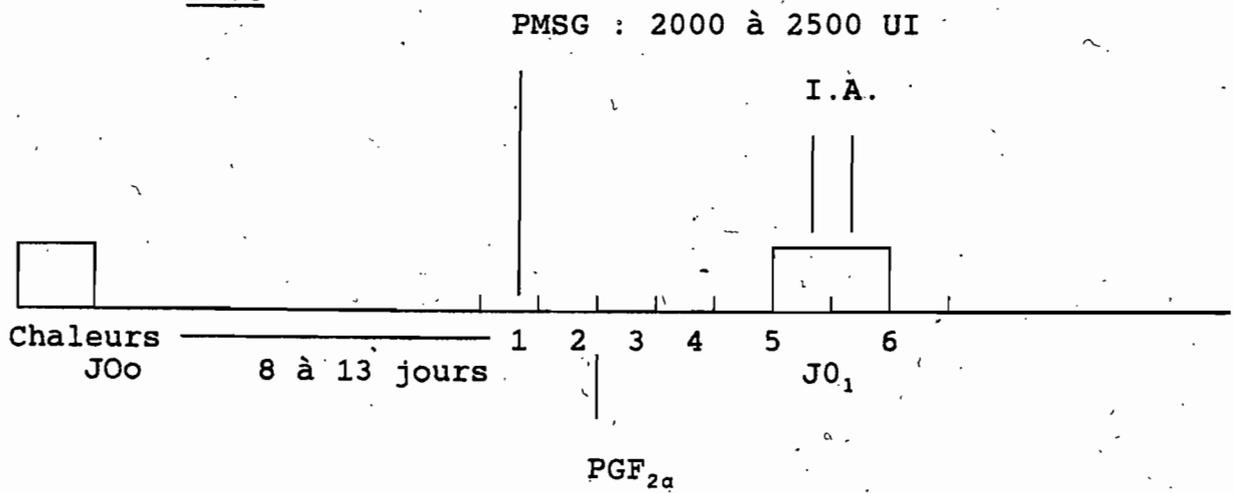
(CHUPIN, 1985) à 5 jours (NIBART et BOUYSSON, 1981).  
L'administration de prostaglandine  $F_{2\alpha}$  est faite 48 heures  
après la première injection, c'est à dire à la 5e injection  
de FSH.

SCHEMA 2

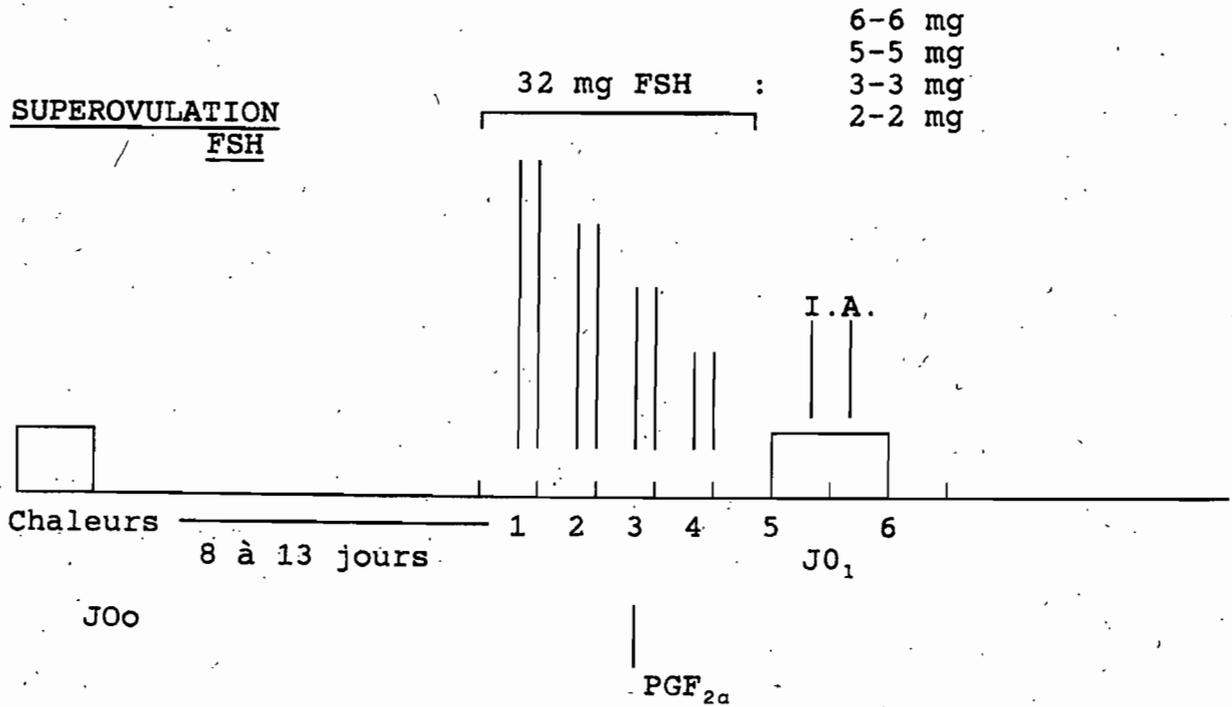
SCHEMA CLASSIQUE DE TRAITEMENT DE SUPEROVULATION

(NIBART, 1991)

SUPEROVULATION  
PMSG



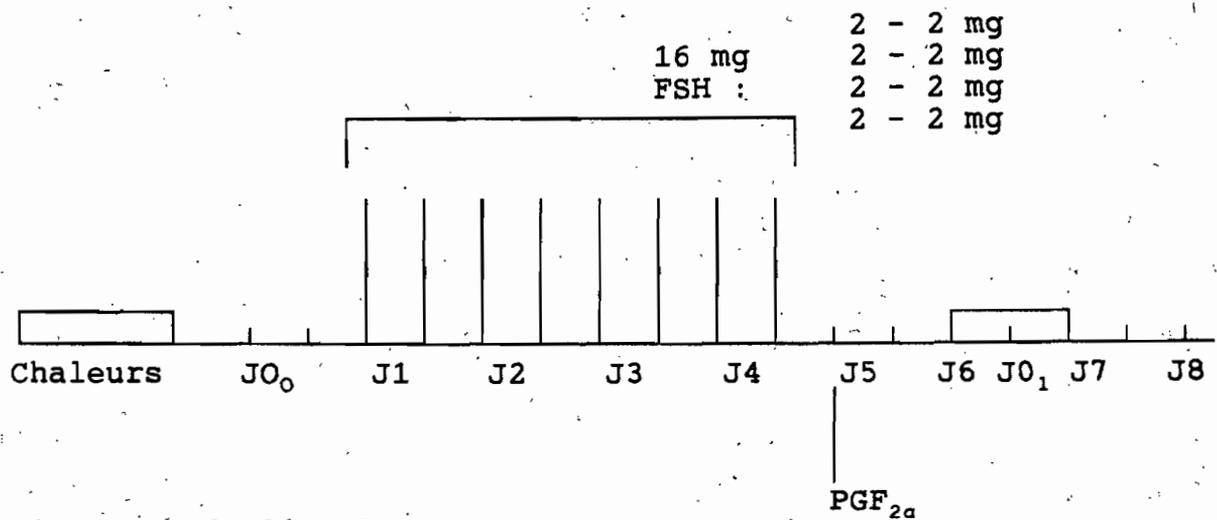
SUPEROVULATION  
FSH



SCHEMA 3

## NOUVEAU SCHEMA DE TRAITEMENT DE SUPEROVULATION

(ADAMS, 1994)



JO = jour de l'ovulation

**3.3. RÉPONSE OVARIENNE À LA SUPEROVULATION**

Les vagues de croissance folliculaire se terminent par l'atrésie de la grande majorité des follicules ; habituellement, un seul follicule ovule par cycle. Le but de la superovulation est de récupérer plusieurs follicules et d'induire une polyovulation. L'ovaire superstimulé est le siège de deux réponses : une réponse cellulaire et une réponse endocrine.

### 3.3.1. RÉPONSE CELLULAIRE, FOLLICULAIRE ET LUTÉALE

Sur un ovaire stimulé par PMSG (2000 UI) et prélevé 48 heures après décharge préovulatoire de LH, des follicules normaux et atrétiques de différentes tailles sont visibles ainsi que deux types de structure lutéale caractéristiques des ovaires stimulés: les corps jaunes et les follicules lutéinisés (MONNIAUX, 1982).

Les follicules sont classés sur des bases morphologiques et histologiques (RAJAKOSKI, 1960 ; MARIANA et MARCHADO, 1976). Selon MONNIAUX (1982) et SAUMANDE (1991), la réponse lutéale à la stimulation est le reflet du nombre total des follicules en croissance dans l'ovaire au moment de la stimulation mais aussi de l'index mitotique.

Le nombre de follicules de diamètre supérieur à 7 mm, au moment de l'oestrus est positivement corrélé au nombre de corps jaunes et le coefficient de corrélation est de 0,64 (GUILBAULT et Coll. 1991). Pour MAPLETOFT et PIERSON (1993), le nombre de follicules de diamètre supérieur à 1,7 mm dans l'ovaire est positivement corrélé à la réponse ovulatoire au traitement de gonadotropines. MONNIAUX (1982), sur 10 animaux traités à la PMSG, note que 7 ovaires sur 10 renferment à la fois des corps jaunes et des follicules lutéiniques. Il constate que ce sont essentiellement les follicules de plus de 1,7 mm de diamètre au moment de la stimulation qui sont concernés par l'ovulation et la lutéinisation. Les follicules normaux ovulent en réponse à la décharge de LH tandis que ceux en début d'atrésie se lutéinisent.

L'appréciation de la réponse ovarienne se fait le jour de la récolte des embryons, par le comptage des corps jaunes et des follicules anovulatoires. Ce nombre est aisé à compter après abattage de la donneuse ou par la laparatomie. Mais dans la majorité des cas, l'appréciation est faite par la palpation transrectale et les erreurs sont fréquentes surtout lorsque la réponse est importante (SAUMANDE, 1991).

L'échographie utilisée pour l'étude de la croissance folliculaire (DIOP, 1987) est fiable mais elle ne met en évidence que l'antrum; cela conduit selon SAUMANDE (1991) à une sous-estimation de 2 à 3 mm de la taille des follicules.

L'étude histologique consiste à disséquer les follicules de 2 mm ou plus. Elle permet le dénombrement exhaustif des follicules et l'estimation de l'atrésie avec la mise en évidence des noyaux pycnotiques. Quoique la plus fiable, l'histologie présente un inconvénient majeur : la longueur de la durée du travail (MONNIAUX, 1982).

TABLEAU I

COMPARAISON DE 3 MÉTHODES POUR DÉTERMINER LE NOMBRE DE FOLLICULES : EFFET DE LA TAILLE DES FOLLICULES

Classe de taille (mm)	Nombre de follicules déterminé par		
	Palpation transrectale	Echographie	Dissection
05 - 10	59	94	274
10 - 15	30	48	43
> 15	18	16	24

Etude réalisée sur 59 vaches d'après PIETERSE et Coll. (1990)

Source : SAUMANDE (1991)

La grande caractéristique de la réponse ovarienne est la réponse moyenne plutôt faible (12 ovulations/vache) et la grande variabilité d'une vache à l'autre, écart de 0 à 50 ovulations (SCALON et Coll., 1968 ; HEYMAN et Coll., 1978 ; MARIANA et MEYER, 1979).

Selon PICARD (1989), 10 à 20 p.100 de Bos taurus ne répondent pas à la SOV (3 corps jaunes et moins). En général les chiffres 8 à 10 ovules par vache, 5 à 6 embryons transférables et 3 gestations (60 p.100) restent la règle.

### 3.3.2. EVENEMENTS ENDOCRINIENS DE LA SUPEROVULATION

Les profils hormonaux de FSH, LH, oestradiol 17 $\beta$  et progestérone dont les concentrations sont mesurées dans le sang périphérique des vaches superovulées, renseignent beaucoup sur les résultats futurs des performances.

#### 3.3.2.1. FSH et LH

Les valeurs des pics de FSH et de LH sont comparables à celles d'animaux cyclés non superovulés. Cependant les femelles présentant une bonne réponse (16 corps jaunes) montrent des pics préovulatoires de FSH et LH plus précoces après l'injection de PG que ceux répondant peu (2 CJ) comme au cours d'un cycle normal (SAUMANDE, 1991). Selon ce même auteur (1991), le niveau de base de LH est de  $1,6 \pm 0,3$  ng/ml pour une valeur maximale de  $46,3 \pm 9,5$  ng/ml ; la durée du pic est de 12 heures.

L'intervalle, inversement proportionnel au taux d'ovulation, entre l'administration de PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  et le pic de LH chez les vaches superovulées est de 38 à 48 heures (MAPLETOFT et PIERSON, 1993).

### 3.3.2.2. Oestradiol 17 $\beta$

Il est possible de prédire le succès de la réponse à la superovulation chez la vache, la présence des follicules préovulatoires et le taux d'ovulation par la mesure des concentrations plasmatiques d'oestradiol 17 $\beta$ .

Le nombre de follicules préovulatoires est positivement corrélé à la concentration d'oestradiol (MACIEL, 1991 ; MAPLETOFT et PIERSON, 1993 ; MONNIAUX, 1982 ; SAUMANDE, 1991).

L'augmentation de la concentration d'oestradiol 17 $\beta$  (E<sub>2</sub>-17 $\beta$ ) est détectée dans les 24 heures après l'injection de PMSG chez les vaches qui répondent à la superovulation (MAPLETOFT et PIERSON, 1993). Le pic de E<sub>2</sub>-17 $\beta$ , 118,5  $\pm$  10,5 pg/ml (MACIEL, 1991), 50 à 150 pg/ml (SAUMANDE, 1991) est atteint à 48 h (MACIEL, 1991) entre 36 à 52 h (SAUMANDE, 1991) et 34 à 50 h (MAPLETOFT et PIERSON, 1993) après l'injection de PGF<sub>2 $\alpha$</sub> .

MONNIAUX (1982), étudiant l'évolution au cours du temps des valeurs du coefficient de corrélation de rang entre les concentrations de E<sub>2</sub>-17 $\beta$  mesurées toutes les 6 heures et le nombre d'ovulations ou de follicules lutéinisés sur l'ovaire stimulé, aboutit aux résultats suivants : les niveaux de E<sub>2</sub>-17 $\beta$  mesurés 60 h à 66 h après PMSG sont plus fortement corrélés avec le taux d'ovulation (rs = 0,78) tandis que les niveaux de E<sub>2</sub>-17 $\beta$  mesurés plus tardivement, au-delà de 78 h après PMSG sont bien corrélés au nombre de follicules lutéinisés induits par la PMSG.

### 3.3.2.3. Progestérone

Le niveau de progestérone (P4) plasmatique est un bon test pour évaluer la réponse ovarienne avant, pendant et après le traitement de superovulation.

La progestérone augmente dans les 24 h après injection de PMSG ou traitement de FSH chez les animaux à corps jaune fonctionnel (MAPLETOFT et PIERSON, 1993), elle décroît rapidement après l'injection de PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  à des niveaux moins de 1 ng/ml de sérum dans

les 10-32 h (SAUMANDE, 1983). DIOP (1987) note que de  $12,4 \pm 4,8$  ng la P4 chute à  $0,9 \pm 0,3$  au début de l'oestrus et se maintient à ce niveau jusqu'à l'ovulation.

Juste avant l'oestrus, les concentrations progestéroniques sont plus faibles chez les vaches superovulées porteuses d'embryons de bonne qualité que chez celles porteuses d'oeufs infertiles (MAPLETOFT et PIERSON, 1993). Ceci du fait qu'un niveau élevé de progestérone au moment de l'oestrus affecte la décharge de LH, le transport et la capacitation des spermatozoïdes.

Après l'oestrus, selon MAPLETOFT et PIERSON (1993), l'augmentation des concentrations de P4 se fait rapidement. L'augmentation qui se produit 48 h après le pic de LH chez la donneuse à bonne réponse, après 72 h chez celle à réponse faible et après 132 h au cours d'un cycle normal, est à J3 à un niveau maximal de P4 de 1 ng/ml pour les animaux ayant moins de 5 corps jaunes alors qu'elle est supérieure à 2,7 ng/ml pour ceux qui ont plus de 5 corps jaunes (SAUMANDE, 1991). Les niveaux de P4 peuvent dépasser 100 ng/ml, en milieu de phase lutéale, s'il y a de très nombreux corps jaunes (NIBART et BOUYSSON, 1981).

La corrélation est de 0,90 entre le niveau de P4 et le nombre d'ovulations comptées par endoscopie (LEMON et SAUMANDE, 1972) et de 0,6 à J7 si le comptage est fait par palpation transrectale (NIBART et BOUYSSON, 1981).

#### **3.4. FACTEURS DE VARIATION DE LA RÉPONSE OVARIENNE**

Les grandes variations du nombre d'ovulations de 0 à 40 (GUILBAULT et Coll., 1991), 0 à 50 (SCALON et Coll., 1968 ; HEYMAN et Coll. 1978) après le traitement de superovulation (SOV) est un facteur limitant majeur pour le transfert d'embryons. Ces variations sont attribués aux facteurs extrinsèques à l'animal mais aussi aux facteurs intrinsèques inhérents à la femelle bovine superovulée.

### 3.4.1. FACTEURS EXTRINSÈQUES

Les facteurs extrinsèques sont de trois ordres : l'environnement, l'alimentation et le traitement de superovulation utilisé.

#### 3.4.1.1. Environnement

L'environnement est un facteur important à tenir en considération dans toute action visant à améliorer la fertilité de nos bovins tropicaux. L'environnement dans ses composantes (climat, saison) influence négativement ou positivement la cyclicité, la fertilité et la fécondité des bovins tropicaux.

##### 3.4.1.1.1. Stress thermique

Les températures élevées ont une influence défavorable sur le comportement d'oestrus (CHICOTEAU, 1989). Cependant, l'effet dépressif des températures élevées énoncé par CHICOTEAU (1989) citant THIBIER et GOFFAUX (1986), GAUTHIER (1986), ADEYEMO et Coll. (1979) et ABILAY et Coll. (1974) est peu étudié.

Chez la femelle, il est généralement décrit un raccourcissement de la durée de l'oestrus, une plus grande fréquence d'oestrus silencieux et parfois un allongement du cycle oestral et une augmentation de la progestéronémie (CHICOTEAU, 1991).

L'allongement du cycle et l'augmentation de la progestéronémie ont certes une action sur la superovulation car influant sur le recrutement des vagues de croissance folliculaire. Le prolongement expérimental de la phase lutéale avec de la progestéroné exogène produit des cycles de 4 ou 5 vagues (SIROIS et FORTUNE, 1990). La progestéroné par feed-back négatif sur le centre de cyclicité empêche la libération massive de FSH et de LH et bloque toute croissance finale des follicules (BADINGA et Coll., 1992).

Ainsi, lorsque les animaux soumis à un stress thermique sont polyovulés, on observe une baisse de la réponse (ALMEDIA, 1987).

#### 3.4.1.1.2. Effet saison

La reproduction des bovins tropicaux est peu saisonnée (CHICOTEAU, 1991). Cependant, la période la plus défavorable est la période pré-pluvieuse, chaude et humide et où la ration alimentaire est plus mauvaise qualitativement (CHICOTEAU, 1989). Le saisonnement semble être lié au disponible alimentaire. Ainsi DENIS et THIONGANE (1978), en fournissant une ration alimentaire suffisante à des femelles Gobra, tout le long de l'année, gomme le saisonnement.

La reproduction des bovins trypanotolérants soudaniens et guinéens montrent un saisonnement moins marqué que les bovins en zone aride. Le pic de fécondation est centré sur les mois de janvier, février, mars (CHICOTEAU, 1991). En zone aride et semi-aride, la période optimale de reproduction correspond à la saison des pluies, seule saison où la ration alimentaire est satisfaisante (CHICOTEAU, 1989).

#### 3.4.1.2. Alimentation

Une erreur ou une correction de l'alimentation, même de courte durée, peut jouer un rôle sur la fertilité. Un flushing pendant la durée du traitement progestatif (2 kg de concentrés par jour pendant 9 jours) améliore nettement le pourcentage d'ovulations et la fertilité de l'oestrus induit (PELOT et Coll., 1977). L'importance de l'alimentation dans la variation de la réponse ovarienne à la superovulation s'explique par son impact sur le poids de l'animal. HARESIGN (1984) et HOLNESS (1984) définissent un poids seuil en deçà duquel toute activité reproductrice cesse. Après une étude faite en Côte d'Ivoire, MEYER et Coll. (1989) notent un arrêt de la cyclicité à un poids seuil de 185 kg chez les Baoulés et de 220 kg chez les Ndama.

L'impact de l'alimentation se fait sentir pendant les premiers mois post-partum où la vache arrive difficilement à satisfaire ses besoins. Si on veut une mise en reproduction rapide et une bonne réponse ovarienne à la superstimulation, il est important que les vaches vèlent en bon état, ce qui suppose une

alimentation satisfaisante en fin de gestation (DENIS et THIONGANE, 1978) par le steaming-up.

#### 3.4.1.3. Traitement

La variabilité dans la réponse ovarienne à la superovulation (SOV) est liée au traitement de SOV. Les facteurs de variation sont les types de gonadotropines utilisés, les doses de gonadotropines, le moment du traitement par rapport aux jours du cycle oestral, la répétition du traitement et l'utilisation d'anticorps anti PMSG.

##### 3.4.1.3.1. Types de gonadotropines : PMSG ou FSH

Les extraits hypophysaires (FSH) sont plus efficaces que la PMSG car le pourcentage des vaches sans réponse est plus faible avec FSH qu'avec PMSG (8 p.100 contre 21 p.100) et la classe de réponse la plus intéressante (6 à 10 ovulations) est plus élevée avec FSH (SAUMANDE, 1991).

CHICOTEAU (1989), testant quatre types de traitements de SOV sur des bovins Baoulé note que le taux de collecte (55%) en moyenne ne varie pas entre les traitements.

MAPLETOFT et PIERSON (1993), citant les travaux de MONNIAUX et Coll. (1983) énoncent que la moyenne du taux d'ovulation déterminée par la palpation rectale est légèrement plus importante avec FSH-P qu'avec PMSG. Ceci est confirmé par les travaux de FALL (1992).

Un fait important est que chez la vache stimulée par la PMSG, l'apparition de follicules lutéinisés est fréquente (MONNIAUX, 1982 citant Mc KENZIE et KENNEN, 1973). Ceci peut s'expliquer par la longue demi-vie de la PMSG qui prolonge la stimulation ovarienne (MAPLETOFT et PIERSON, 1993).

##### 3.4.1.3.2. Doses de gonadotropines

Le nombre moyen d'ovulations augmente avec la dose d'hormones stimulantes (FSH ou PMSG) injectée

(GORDON et Coll., 1962 ; MAULEON et Coll., 1970 ; SREENAN et BECHAN, 1976) cités par MONNIAUX (1982).

Lors du traitement avec FSH, les meilleurs résultats sont obtenus pour une dose totale de 32 à 40 mg chez la vache et de 28 mg chez la génisse (SAUMANDE, 1991). Selon CHICOTEAU (1989), chez les vaches aptes à la collecte, celles traitées à la dose de 1000 UI de PMSG ont un nombre de corps jaunes significativement inférieur à celui des vaches traitées aux doses de 2000 et 2500 UI. MAPLETOFT et PIERSON (1993) recommandent des doses de 1500 à 2000 UI de PMSG par animal.

**TABLEAU II**  
**RÉPONSE DES VACHES À LA SUPEROVULATION**  
**EN FONCTION DU TRAITEMENT**

TRAITEMENT	Nombre de Vaches	Nombre de corps jaunes			Nombre de follicules		
		Total	Extrêmes	Moyenne /vache	Total	Extrêmes	Moyenne /vache
PMSG 2500 UI	8	31	2-9	3,9	28	1-7	3,5
FSH-P 32 mg	3	21	1-14	7	7	1-4	1,75
TOTAL	15	76		5,06	45		3,66

Source : (DIOP et Coll., 1994)  
Dakar Médical, 1994, sous presse

#### 3.4.1.3.3. Moment du traitement de SOV par rapport aux jours du cycle

Le moment optimum pour débiter la SOV se situe entre les jours 8 et 14 du cycle oestral, plus tôt ou plus tard, les réponses moyennes sont diminuées et ceci s'explique par la dynamique folliculaire et la sensibilité du corps jaune aux

prostaglandines (PICARD, 1989). Selon ce même auteur (1989), 25 p.100 des animaux ne répondent pas à la superovulation dans les conditions citées ci-dessus.

MAPLETOFT et PIERSON (1993) proposent les jours 8, 9 ou 10 du cycle oestral pour initier le traitement mais ils ajoutent une notion importante, celle de la durée du cycle comme indice pour débiter un traitement. Le traitement est initié au J9 chez les vaches à 3 vagues de croissance folliculaire dont le cycle est de 21 à 23 jours et au J10 chez celles à 2 vagues de croissance folliculaire dont le cycle est de 18 à 20 jours.

Récemment ADAMS (1994), en rapport avec l'émergence des vagues de croissance folliculaire annonce que significativement les plus gros follicules se développent et que plus d'ovulations sont induites quand le traitement de superovulation est initié à J0 (ovulation) ou J-1 que plus tard (tableau III).

TABLEAU III

RÉPONSE À LA SUPEROVULATION DES GÉNISSES TRAITÉES AVEC FOLLTROPIN AVANT (J-1), PENDANT (J0) ET APRÈS (J1 ET J2) L'OVULATION (J0)

(NASSER et Coll., 1993)

	JOURS DU TRAITEMENT DE SOV MIN.			
	J-1	J0	J1	J2
Nombre de génisses	16	16	12	6
Ovulation par génisse	9,4 $\pm$ 2,0	11,6 $\pm$ 1,5	3,7 $\pm$ 1,0	6,5 $\pm$ 2,3
Follicules (> 7m) / génisse, le lendemain de la SOV	20,1 $\pm$ 3,1	14,0 $\pm$ 1,0	6,8 $\pm$ 1,8	7,3 $\pm$ 2,3
Proportion des génisses qui ont ovulé	14/16	15/16	9/12	6/6

Source : ADAMS (1994)

#### 3.4.1.3.4. Répétition du traitement

JORDT et LORENZINI (1990), répétant la SOV avec la FSH-P 6 fois sur 5 femelles Ndama, ont chez 24 (80 p.100) sur les 30 superovulations une bonne réponse ovarienne. Cependant la meilleure réponse et la plus forte production d'embryons sont atteintes aux 3e et 4e superovulations. A partir de la 3e, 4e SOV, le nombre d'embryons récoltés et leur qualité diminuent du fait de l'augmentation de la taille de l'utérus sous l'effet des SOV répétées qui rend la récolte difficile.

Selon SAUMANDE (1991), l'abaissement de la réponse ovarienne après le 3e et 4e traitement pourrait être d'origine immunologique (apparition d'anticorps anti PMSG et anti FSH).

#### 3.4.1.3.5. Utilisation d'anticorps anti PMSG

Des auteurs (SAUMANDE et Coll., 1984 ; SAUMANDE, 1987) affirment améliorer la réponse à la PMSG en injectant un anticorps anti PMSG au moment des chaleurs. Selon MAPLETOFT et PIERSON (1993) citant DIELEMAN et Coll. (1987) et BOOTH et Coll. (1979) quand on administre des anticorps anti PMSG, les niveaux d'oestrogènes chutent rapidement après l'ovulation, et l'incidence des follicules anovulatoires, 7 jours après (à la récolte des embryons), est significativement réduite.

### 3.4.2. FACTEURS INTRINSÈQUES

#### 3.4.2.1. Statut ovarien

L'ovaire, organe cible des hormones gonadotropes, intervient comme élément de régulation par la structure et la sensibilité aux hormones des populations folliculaires qu'il renferme. D'après les résultats de l'étude histologique de MONNIAUX (1982), la variabilité du nombre d'ovulations après une stimulation par la PMSG chez la vache a, pour une large part, une origine ovarienne. Selon GUILBAULT et Coll. (1991) des recherches faites en France ont démontré que 70 p.100 des variabilités de la réponse ovarienne à la superovulation sont le reflet de la

variabilité de l'état de l'ovaire au moment de la stimulation. Cette variation est liée au stock folliculaire au moment du traitement et à la dominance folliculaire.

#### 3.4.2.1.1. Stock folliculaire au moment du traitement

Il existe une corrélation positive entre le nombre de petits follicules, présents au moment du traitement de superovulation et le nombre de follicules préovulatoires (MACIEL, 1991). Cependant les follicules qui ovulent en réponse au traitement de PMSG sont recrutés à partir de follicules ayant 2 mm de diamètre au début de la stimulation et qui atteignent 9 à 12 mm, 4 à 5 jours après (GUILBAULT et Coll., 1991).

#### 3.4.2.1.2. Dominance folliculaire

La présence d'un follicule dominant avant la SOV affecte le recrutement des follicules durant le traitement et diminue le nombre d'ovulations après le traitement.

Chez les bovins, selon que le traitement gonadotrope commence en présence ou en absence d'un follicule dominant, 3,0 ou 13,5 ovulations sont induites (GUILBAULT et Coll., 1991). La présence du follicule dominant est associée à 40 à 50 p.100 de la diminution du taux d'ovulations.

#### 3.4.2.2. Facteurs pathologiques

La réussite d'un traitement exige que des animaux traités soient sains, indemnes de toute pathologie. Chez la Ndama trypanotolérante, trois entités pathologiques ont des incidences sur la reproduction en général et sur la réponse ovarienne en particulier. Ce sont les parasitoses gastrointestinales et externes, la trypanosomiase et les métrites.

##### 3.4.2.2.1. Parasitoses gastrointestinales et externes

Les maladies parasitaires sévissent avec une particulière intensité dans les zones intertropicales où les facteurs climatiques (chaleur, humidité) favorisent le développement et l'entretien des parasites.

Dans les zones soudano-guinéennes, les animaux sont souvent victimes d'un polyparasitisme dû à la fois aux helminthes (ascaridiose, fasciolose) et aux arthropodes (tiques). Ce polyparasitisme favorise un état général mauvais et rend les animaux plus réceptifs à la trypanosomose.

#### 3.4.2.2.2. Trypanosomose

L'infection trypanosomienne se traduit par une perturbation de la cyclicité : anoestrus, corps jaune persisant et des avortements (CHICOTEAU, 1989).

LLEWELYN et Coll., (1987) cités par CHICOTEAU (1989) considèrent que les troubles de la reproduction lors de l'infection trypanosomienne sont liés à une perturbation de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Cette perturbation peut avoir pour cause : l'hyperthermie, le stress, l'anémie, la baisse de l'état général, la chute de poids et le changement de statut nutritionnel.

Selon CHICOTEAU (1989), l'arrêt de la cyclicité s'explique par une chute importante du poids et le franchissement d'un seuil critique d'état général ; seuil critique variable en fonction des individus.

#### 3.4.2.2.3. Métrites

Selon NIBART (1981), la réponse ovarienne des vaches à métrites est identique à celle des animaux sains, cependant, le taux de collecte d'embryons viable est inférieur.

Des travaux de transfert d'embryons à Kolda par FALL (1992) ont montré que sur des vaches Ndama donneuses dont 40 p.100 ont des cas de métrites du premier degré, une moyenne de quatre embryons par vache est collectée. Par contre, le taux d'embryons et d'ovocytes dégénérés est de 62,5 p.100.

La réussite de la superovulation en vue du transfert d'embryons passe par la maîtrise des facteurs pathologiques mais surtout par une bonne alimentation des animaux.

# **DEUXIEME PARTIE**

**ETUDE EXPERIMENTALE**

# CHAPITRE 1

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. LIEU DE L'EXPÉRIENCE : LE CRZ de KOLDA

Le Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Kolda est situé au sud de la capitale régionale de Kolda, à environ 4 km du centre-ville. La région de Kolda est une zone à vocation agropastorale et détient 7% du cheptel national. L'élevage est la principale activité économique.

Le développement de la région passe par l'amélioration et la rationalisation de la gestion de l'élevage et par la vulgarisation de systèmes intégrés élevage-agriculture. C'est dans ce souci fort justifié que l'Etat a favorisé l'implantation des structures d'encadrement tels que la SODEFITEX, la SODAGRI, le FRK et le CRZ.

Le CRZ, créé en 1969, est l'une des plus anciennes structures et a comme activité dominante, la recherche. La recherche s'est d'abord faite en station avec un noyau de Ndama sélectionnées sur la robe marron considérée comme facteur important de la trypanotolérance. La sélection massale sur les jeunes mâles est la méthode d'amélioration génétique en vigueur (NTEGEYIBIZAZA, 1991). Le CRZ s'est ouvert ensuite de nouvelles perspectives avec le système à «noyau ouvert» permettant de vulgariser les résultats obtenus en station en milieu villageois traditionnel.

Depuis 1990, le département de Chirurgie-Reproduction de l'EISMV de Dakar, en collaboration avec l'ISRA, y mène des programmes d'insémination artificielle et de transfert d'embryons (DIOUF, 1991 ; FALL, 1992 ; FAYE, 1992).

**1.2. MATÉRIEL****1.2.1. MATÉRIEL ANIMAL**

Notre travail a porté sur dix femelles Ndama dont l'âge varie de 3 à 6 ans et 7 mois, choisies selon l'âge, l'état général et l'état du tractus génital.

**TABLEAU IV**  
**CARACTÉRISTIQUES DES FEMELLES NDAMA SÉLECTIONNÉES**

Numéro Ndama	Age	Poids (kg)	Carrière reproductrice	
			Nombre de vêlages	Date de vêlage
1340	6 ans 5 mois	177	0	-
1453	4 ans 5 mois	134	0	-
1451	4 ans	194	0	-
1448	4 ans 5 mois	184	1	17.08.92
1548	3 ans	180	0	-
1414	6 ans 4 mois	225	0	-
1390	5 ans 5 mois	224	0	-
1435	5 ans	200	1	08.07.92
1449	4 ans 5 mois	204	0	-
1333	6 ans 7 mois	226	1	01.08.92

**1.2.2. MATÉRIEL DE LABORATOIRE****1.2.2.1. Matériel de prélèvement de sang**

Il s'agit du matériel de prélèvement de sang pour l'endocrinologie et l'évaluation parasitaire. Ce sont :

- des tubes de prélèvement VACUTAINER de 10 ml avec anticoagulant,
- des aiguilles de prélèvement VACUTAINER stériles,
- des pipettes pasteur à usage unique pour prélever le plasma,
- des flacons de collecte de plasma, stériles, identifiés (numéro de l'animal, numéro d'ordre du prélèvement, hormone à doser),
- une centrifugeuse,
- une glacière avec des carboglaces pour acheminer les échantillons à doser sous chaîne de froid.

Pour l'évaluation parasitaire et l'hématocrite, le matériel ci-dessus a été utilisé :

- une centrifugeuse à microtubes
- des microtubes
- une plaque de mastic
- une table de lecture.

#### 1.2.2.2. Matériel de prélèvement, de fixation et de conditionnement des ovaires :

- une trousse avec un scalpel, des ciseaux et une pince
- liquide fixatif de BOUIN
- ethanol 75 p.100
- des flacons de conditionnement.

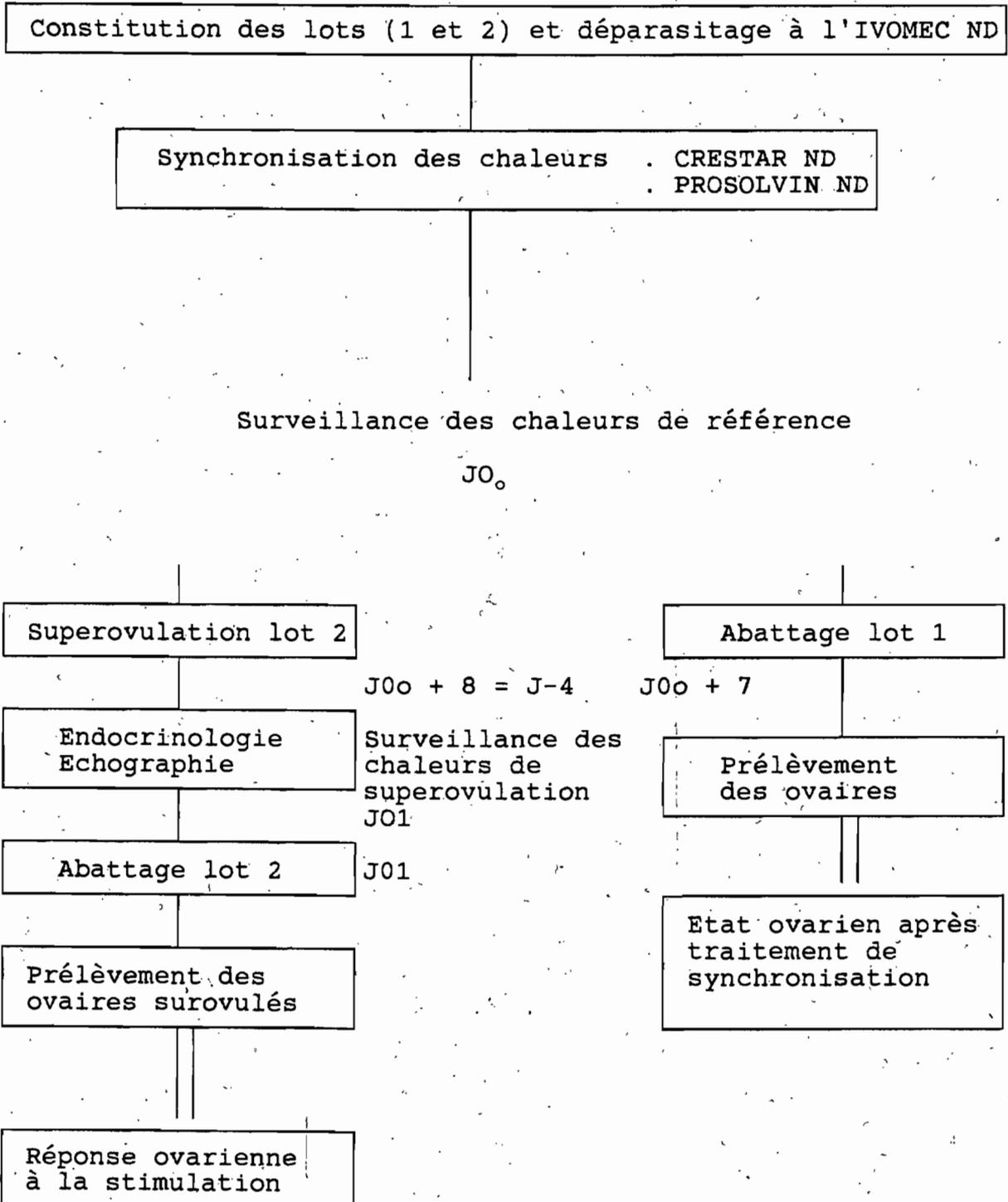
#### 1.2.2.3. Matériel pour l'étude histologique des ovaires :

- de la paraffine
- une solution de toluène
- une solution d'hématoxiline-eosine
- un microtome Minot
- des lames porte-objets
- une platine chauffante

- une étuve
- des solutions d'alcool 70°, 95°, 100°
- un planimètre
- un microscope à projection.

1.2.2.4. Matériel pour l'étude macroscopique des ovaires superovulés :

- un plateau
- une lame microtome disponible.

**1.3. MÉTHODES****1.3.1. PROCOTOLE GÉNÉRAL**

### 1.3.2. CONSTITUTION DES LOTS ET DÉPARASITAGE

Deux lots de cinq femelles Ndama par lot ont été constitués. Le lot I contient les Ndama (1340, 1453, 1451, 1448, 1548) non surovulées. Le lot II est constitué par les Ndama (1414, 1390, 1435, 1449, 1333) qui seront superovulées.

Les animaux sont déparasités avec l'Ivermectine, IVOMECS<sup>R</sup> des laboratoires MERK SHARP & DOHME à la dose de 10 mg pour 50 kg de poids vif soit 1 ml pour 50 kg de poids vif, un mois avant l'expérience.

### 1.3.3. ÉVALUATION PARASITAIRE ET HÉMATOCRITES

Un échantillon de sang est prélevé à la veine jugulaire ou à la veine caudale dans des tubes VACUTAINER qui sont plongés dans de la glace.

Au laboratoire, les opérations suivantes ont été menées :

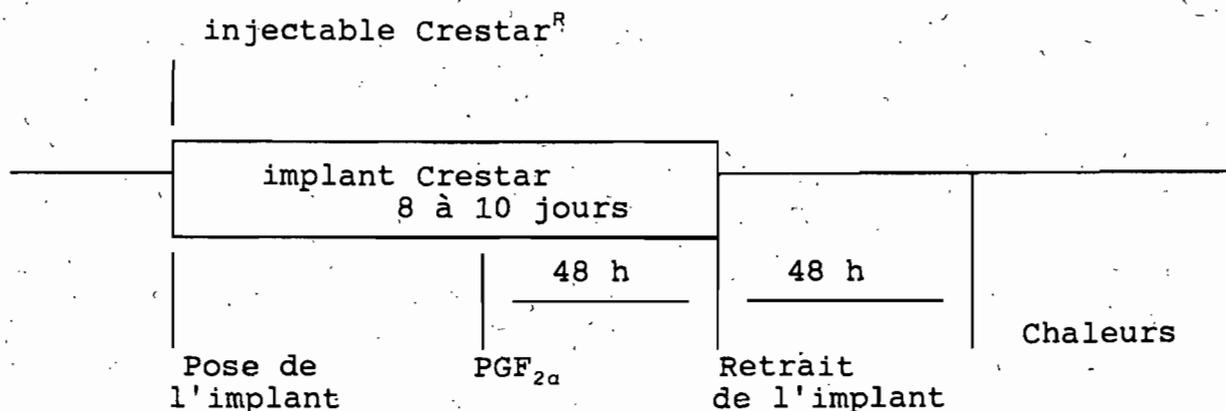
- prélèvement du sang dans les microtubes capillaires bouchés au mastic
- centrifugation à 1500 t/mn pendant 5 minutes
- lecture de l'hématocrite
- coupure du tube au niveau de l'interphase
- étalement de la goutte de sang épaisse sur lame puis couverture avec une lamelle 22 X 22
- observation au microscope optique, à l'objectif 40.

### 1.3.4. SYNCHRONISATION DES CHALEURS

La synchronisation des chaleurs est faite par le CRESTAR<sup>R</sup>. Issu de la recherche INTERVET en collaboration avec l'INRA, le CRESTAR<sup>R</sup> est la méthode moderne de maîtrise des cycles sexuels chez les bovins permettant :

- de synchroniser les chaleurs chez les femelles cyclées
- d'induire et de synchroniser des ovulations chez les femelles en anoestrus.

#### 1.3.4.1. Schéma d'application



#### 1.3.4.2. Pose et retrait de l'implant

L'implant CRESTAR (3 mg de Norgestomet) est placé par voie sous-cutanée à la face externe de l'oreille, à l'aide d'un implantateur (figure 3).

Un injectable CRESTAR (3 mg de Norgestomet et 5 mg de Valérate d'oestradiol) est administré en intramusculaire, au même moment. L'implant en place, le principe actif diffuse régulièrement maintenant un taux sanguin constant. Ce qui suppose que l'implant reste en place pendant toute la durée du traitement.

Le retrait de l'implant se fait en deux étapes (figure 3) :

- inciser la peau à la base de l'implant,
- avec le pouce, déplacer l'implant vers l'orifice et le retirer en pliant légèrement l'oreille.

Les implants sont retirés le 9<sup>e</sup> jour après la pose.

#### 1.3.4.3. Administration de la prostaglandine F<sub>2α</sub>

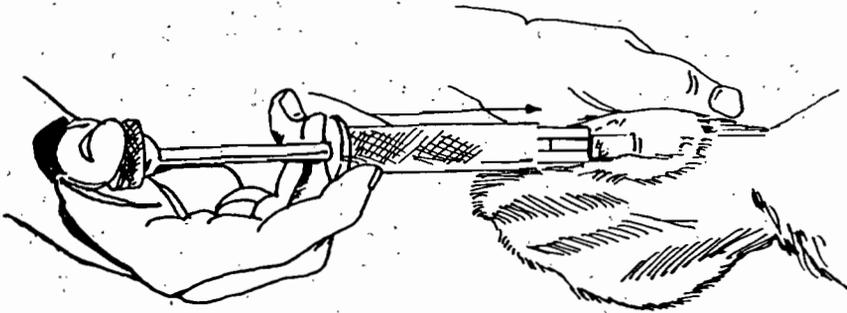
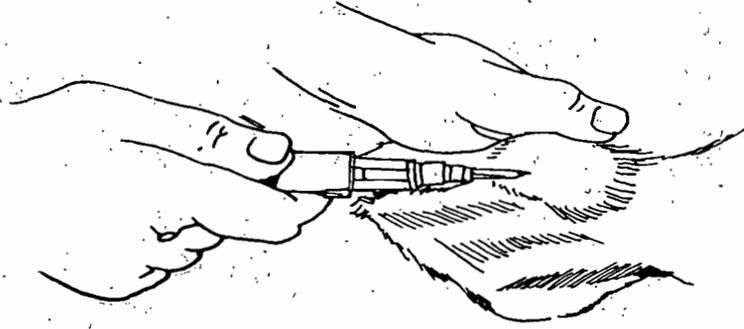
Une injection intramusculaire de PROSOLVIN<sup>R</sup> (analogue de synthèse de la prostaglandine F<sub>2α</sub>) est faite 48 heures avant le retrait de l'implant à la dose de 1 ml par femelle Ndama vache soit 7,5 mg du principe actif, le luprostiol.

Le PROSOLVIN<sup>R</sup> est un produit des laboratoires INTERVET. Il complète l'action luteolytique du Valérate d'oestradiol.

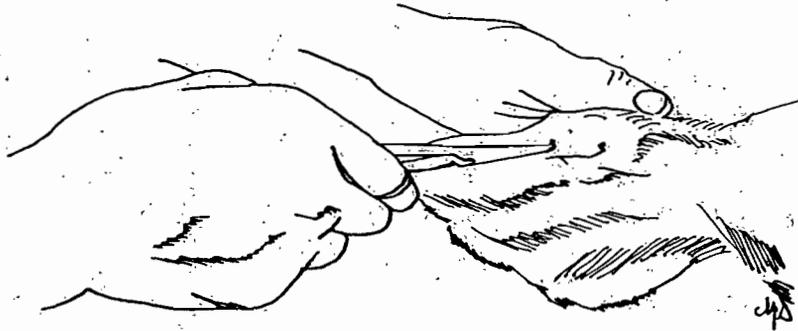
La luteolyse est suivie d'une relance normale du cycle avec une croissance folliculaire aboutissant à l'oestrus et à l'ovulation.

FIGURE 3

POSE ET RETRAIT DE L'IMPLANT



Pose de l'implant



Retrait de l'implant

#### 1.3.4.4. Observation des chaleurs

La surveillance des chaleurs a débuté le 2e jour après le retrait de l'implant et a duré 2 jours.

Les signes de chaleurs sont l'agitation des femelles Ndama, la tuméfaction de la vulvè, l'écoulement des glaires et les chevauchements. Le signe physiologique de l'oestrus le plus évident est l'acceptation du chevauchement.

L'intensité des chaleurs est évaluée à partir du nombre de chevauchements par heure selon les critères de SAUVEROCHE et WAGNER (1991). Selon ces auteurs le nombre moyen de chevauchements par heure est de 4 à 6.

#### 1.3.5. FIXATION ET CONDITIONNEMENT DES OVAIRES

Les ovaires sont prélevés, après l'abattage des Ndama et plongés dans le fixatif de BOUIN, soit un minimum de liquide de BOUIN correspondant à 3 fois le volume de l'ovaire. Les ovaires sont incubés individuellement dans le fixatif pendant 5 jours puis transférés dans l'éthanol 75 p.100.

Les contenants sont hermétiquement fermés avec de la paraffine et adéquatement identifiés (numéro de la vache, position de l'ovaire (gauche ou droite)).

#### 1.3.6. TRAITEMENT HISTOLOGIQUE DES OVAIRES NON SUROVULES

Le traitement histologique des ovaires non surovulés est fait au Centre de Recherche en Reproduction Animale (CRRRA) de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Montréal.

Les ovaires entiers sont inclus dans la paraffine puis coupés à 7 µm d'épaisseur et montés, une coupe sur dix (intervalle de 70 µm). Les coupes sont déparaffinées par le toluène puis colorées à l'hématoxyline-eosine. Chaque follicule est dessiné à son plus grand diamètre à l'aide d'un microscope à projection. Le diamètre

est évalué avec un planimètre. Les follicules sont classifiés selon leur taille, selon la classification de LUSSIER et Coll. (1987) : classe 1 (0,13-0,28 mm), classe 2 (0,29-0,67 mm), classe 3 (0,68-1,52 mm), classe 4 (1,53-3,67 mm), classe 5 (3,68-8,57 mm), classe 6 (>8,57 mm).

### 1.3.7. SUPEROVULATION

Le produit utilisé est le CHRONO-GEST<sup>R</sup> PMSG des laboratoires INTERVET. C'est une gonadotropine sérique cryodésséchée. Le CHRONOGEST-PMSG est présenté en étuis de 5 ampoules de 700 UI plus un flacon de solvant.

Pour la superovulation, nous avons utilisé la méthode de MONNIAUX (1982). Une injection intramusculaire de 2500 UI de CHRONO GESTAMPMSG est faite à chacune des 5 femelles Ndama du lot II huit jours après l'apparition des chaleurs de référence. Deux millilitres de PROSOLVIN<sup>R</sup> (analogue de synthèse de la PGF<sub>2α</sub>) ont été administrés à chacune des Ndama, 48 h après l'injection de PMSG.

La surveillance des chaleurs a commencé 24 heures après l'administration de PGF<sub>2α</sub>, vu la précocité des chaleurs de superovulation.

### 1.3.8. ENDOCRINOLOGIE

Les prélèvements de sang ont débuté un jour avant la superovulation et ont pris fin le jour de l'abattage des animaux suivant le tableau de fréquence des prélèvements (tableau V).

TABLEAU V

FREQUENCE DES PRELEVEMENTS DE L'OESTRADIOL 17 $\beta$  (E2)  
DE LA LUTEINISING HORMON (LH) ET DE LA PROGESTERONE (P4)

	E2	LH	P4
J-5	1	1	1
J-4 PMSG	1	2	1
J-3	2	1	1
J-2 PGF2a	4 (1 : 8h 1 : 16h-20h-10h)	2	4
J-1	6 (toutes les 4h)	6	4
J0 chaleurs	3 (8h-12h-16h)	6	2
J1	1	4 (8h-12h-16h-20h)	2
J2	1	1	1
J3	1	1	1
J4	1	1	1
J5	1	1	1
J6	1	1	1
J7	1	1	1

Après centrifugation (3 000 tours/minute pendant 15 minutes), le plasma est prélevé à l'aide d'une pipette pasteur puis conservé dans des flacons identifiés (numéro de l'animal, numéro d'ordre du prélèvement, hormone à doser). Ils seront conservés au congélateur jusqu'à leur envoi à l'Institut für Tierzucht und Tierhaltung de Christian-Albrechts - Université de Kiel (Allemagne). La méthode d'analyse est l'ELISA.

### 1.3.9. TRAITEMENT ET ÉTUDE MACROSCOPIQUE DES OVAIRES SUPEROVULÉES

Le traitement et l'étude macroscopique de cinq des dix ovaires sont faits au CRRA de Saint-Hyacinthe (Canada). Le même travail est fait sur le reste des ovaires à l'EISMV de Dakar.

L'ovaire fixé dans le liquide de BOUIN est coupé le plus finement possible, soit en des tranches de 2 mm d'épaisseur, avec une lame microtome disponible. Toutes les coupes sont disposées sur un plateau afin de visualiser l'ensemble des coupes et la distribution des follicules et des corps jaunes.

Il s'agit de faire la topographie des follicules et des corps jaunes en les suivant de coupe en coupe jusqu'à leur plus grand diamètre.

A cette coupe, on prend deux mesures perpendiculaires dont on fait la moyenne pour trouver le diamètre du follicule ou du corps jaune.

De plus l'aspect du follicule est noté. Certains follicules présentent une allure «folliculaire typique». Ce sont les follicules normaux. D'autres présentent une lutéinisation de la granulosa en couronne ou localisée à un endroit du follicule mais sans point d'ovulation comme on en trouve sur les corps jaunes. Ce sont les follicules lutéinisés. Suite à la prise de données des diamètres, les follicules sont classifiés selon leur diamètre : classe 1 (2-3,9 mm), classe 2 (4-6,9 mm), classe 3 (7-10 mm), classe 4 (>10 mm) et selon leur état soit normal soit lutéinisé.

## CHAPITRE 2

### RÉSULTATS

#### 2.1. ÉTAT SANITAIRE DES ANIMAUX

Les valeurs moyennes des hémocrites sont de  $28,6 \pm 1,68$  pour le lot I des Ndama non surovulées et de  $33,2 \pm 2,16$  pour le lot II des Ndama surovulées. Les hémocrites des animaux non surovulés varient de 26 à 31 tandis que chez les superovulés, les extrêmes sont 30 et 36. (tableau VI).

TABLEAU VI  
HEMATOCRITES DES NDAMA DES LOTS I ET II

	NDAMA	HEMATOCRITE
LOT I	1453	31
	1448	26
	1451	30
	1548	27
	1340	29
LOT II	1390	30
	1414	36
	1333	35
	1435	34
	1449	31

L'évaluation parasitaire n'a concerné que le lot des Ndama superovulées. L'observation d'une goutte de sang frais au

microscope n'a pas révélé la présence de trypanosomes pathogènes (*T. congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*). Seules les Ndama 1435 et 1449 hébergent des *T. theileri* apathogènes.

## **2.2. SYNCHRONISATION DES CHALEURS**

### **2.2.1. CHALEURS DE RÉFÉRENCE DES NDAMA**

Toutes les Ndama sont venues en chaleurs soit 100 p.100 de réponse. L'intensité des chaleurs est plus forte dans le lot II. Elle est moyenne à faible dans le lot I.

L'intervalle retrait de l'implant-chaleurs est de  $33,8 \pm 0,96$  heures chez le lot I tandis que celui du lot II est de  $36,2 \pm 8,32$  heures. La durée moyenne des chaleurs est de 10 heures.

TABLEAU VII

CHALEURS DE REFERENCE DES NDAMA NON SUPEROVULEES (LOT I)  
ET DES NDAMA SUPEROVULEES (LOT II)

NDAMA		Intensité des chaleurs (H)	Intervalle retrait chaleurs (H)	Intervalle moyen retrait chaleurs	Durée moyenne	Chaleurs
LOT I n=5	1453	moyenne	33	33,8 ± 0,96	env. 10h	100p.100
	1448	forte	33			
	1451	moyenne	33			
	1548	faible	34			
	1340	faible	36			
LOT II n=5	1390	forte	24	36,2 ± 8,32	env. 10h	100p.100
	1414	forte	33			
	1333	faible	33			
	1435	forte	34			
	1449	faible	57			

### 2.2.2. CHALEURS DE SUPEROVULATION

Une seule, la 1449 sur les 5 Ndama superovulées du lot II n'est pas venue en chaleurs soit un taux de réponse de 80 p.100. L'intervalle PG-F<sub>2α</sub>-chaleurs est de 49,25 ± 5,25. La durée moyenne des chaleurs est de 12 h. L'intensité des chaleurs est moyenne à forte.

TABLEAU VIII  
**CHALEURS DE SUPEROVULATION DU LOT II**

NDAMA	Intensité des chaleurs (H)	Intervalle PG - chaleurs (H)	Intervalle moyen PG-chaleurs	Durée moyenne	Chaleurs
1390	forte	43			
1414	forte	45			n=4
1333	moyenne	55	49,25 ± 5,25	12 h	80 p.100
1435	moyenne	54			
1449	-	-			

## 2.3. ÉVALUATION DE LA POPULATION FOLLICULAIRE POUVANT RÉPONDRE AU TRAITEMENT DE SUPEROVULATION CHEZ LA NDAMA

### 2.3.1. DÉNOMBREMENT DES FOLLICULES ANTRAUX APRÈS TRAITEMENT HISTOLOGIQUE

Sur les cinq ovaires prélevés à 7 jours du cycle oestral, après abattage des Ndama, la moyenne du nombre des follicules antraux par ovaire est de 177 follicules avec des extrêmes de 37 et 430 follicules antraux.

### 2.3.2. DISTRIBUTION DES FOLLICULES ANTRAUX SUR LES 5 OVAIRES SELON LEUR DIAMÈTRE FOLLICULAIRE

Les résultats de la distribution des follicules antraux dans les ovaires des femelles Ndama (ovaire droit ou gauche selon le cas) sont répertoriés dans la figure 4.

Dans la population folliculaire étudiée, 98,87 p.100 des follicules sont compris entre 0,13 mm et 3,67 mm ; 1,13 p.100 entre 3,67 mm et 8,57 mm. Aucun follicule de diamètre supérieur à 8,57 n'a été dénombré tandis que 74 p.100 des follicules antraux sont contenus dans la classe 1 (0,13 à 0,28 mm) et la classe 2 (0,29 à 0,67 mm).

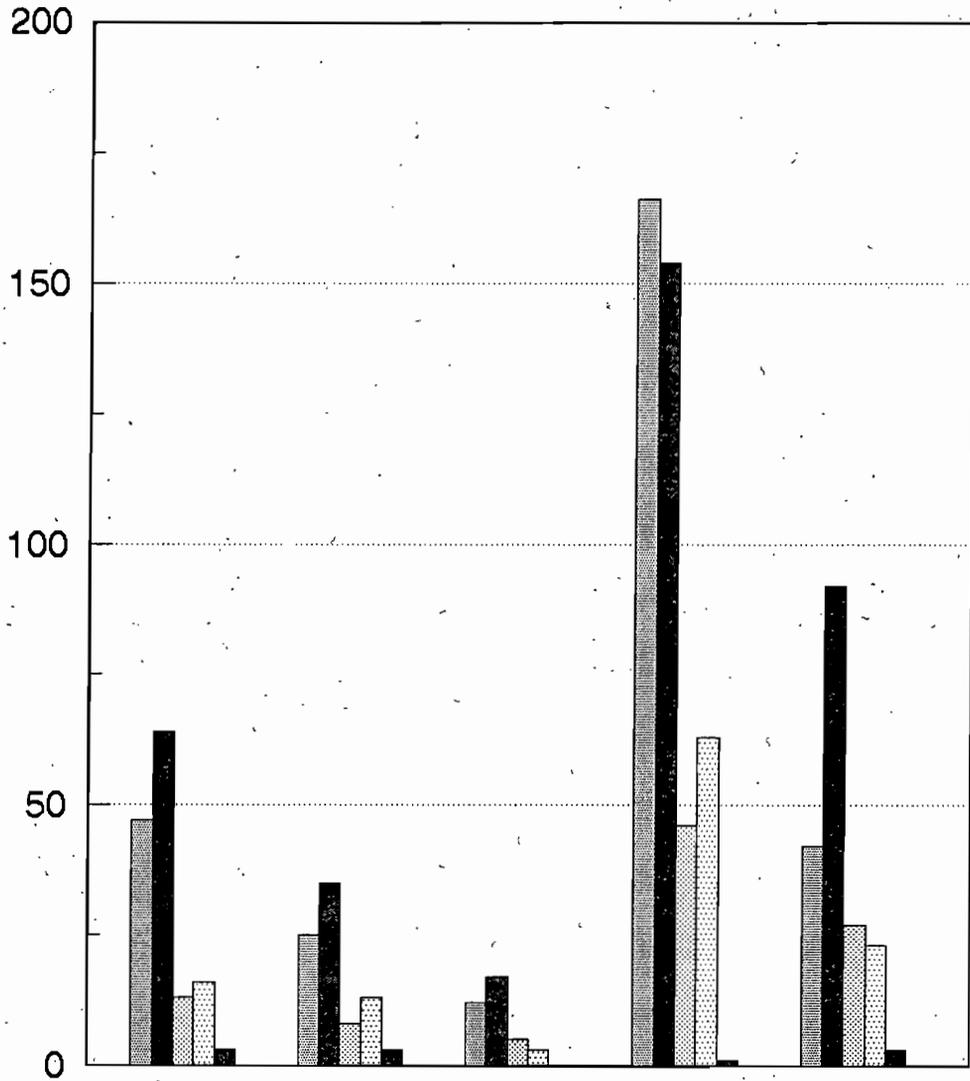
### 2.3.3. POPULATION DES FOLLICULES ANTRAUX ET AGE DES 5 FEMELLES NDAMA

Le tableau IX nous donne la correspondance de la population folliculaire étudiée en fonction de l'âge des femelles Ndama.

**FIGURE 4. DISTRIBUTION DES FOLLICULES ANTRAUX CHEZ LES 5 FEMELLES NDAMA NON SUPEROVULEES**

(Ovaire droit ou gauche selon le cas)

Nombre de follicules par ovaire



Classes (mm)	1340 G	1448 G	1453 D	1548 G	1451 D
0,13 à 0,28	47	25	12	166	42
0,29 à 0,67	64	35	17	154	92
0,68 à 1,52	13	8	5	46	27
1,53 à 3,67	16	13	3	63	23
3,68 à 8,57	3	3	0	1	3
> 8,57	0	0	0	0	0

TABLEAU IX

## POPULATION FOLLICULAIRE ETUDIEE ET AGE DES 5 FEMELLES NDAMA

Ovaire droit (D) ou gauche (G)	Nombre de follicules antraux	Age
1340 G	143	6 ans 5 mois
1448 G	84	4 ans 5 mois
1453 D	37	4 ans 5 mois
1448 G	430	3 ans
1451 D	191	4 ans

Le plus grand nombre de follicules antraux (430) est dénombré chez le plus jeune animal âgé de 3 ans, tandis que le plus petit nombre (37) est enregistré chez une Ndama âgée de 4 ans 5 mois. L'ovaire de la femelle la plus âgée du lot (6 ans 5 mois) a 143 follicules antraux.

2.3.4. POPULATION DES FOLLICULES ANTRAUX ET REPONSE DES 5 NDAMA  
AU TRAITEMENT DE SYNCHRONISATION DES CHALEURS PAR LE  
CRESTAR<sup>R</sup>

TABLEAU X

POPULATION DES FOLLICULES ANTRAUX ET REPONSE DES 5 NDAMA  
AU TRAITEMENT PAR LE CRESTAR<sup>ND</sup>

NDAMA	Intensité des chaleurs	Réponse ovulatoire	Nombre de follicules antraux par ovaire
1340	faible	+	143
1448	forte	-	84
1453	moyenne	+	37
1548	faible	-	430
1451	moyenne	+	191

Trois femelles Ndama sur les cinq traitées par le CRESTAR ont ovulé. Parmi les femelles Ndama, la 1448 a fait de fortes chaleurs mais n'a pas ovulé tandis que les femelles Ndama 1340 à chaleurs faibles et 1453 et 1451 à chaleurs moyennes ont ovulé. Si la Ndama 1453 qui a le nombre de follicules le plus faible a ovulé, la Ndama 1548 qui a le nombre de follicules le plus grand n'a pas ovulé.

## 2.4. ÉVALUATION DE LA RÉPONSE OVARIENNE À LA SUPEROVULATION

### 2.4.1. OBSERVATIONS MACROSCOPIQUES DES COUPES D'OVAIRES SUROVULÉS

#### 2.4.1.1. Organites ovariens observés

##### 2.4.1.1.1. Follicules normaux

Le nombre moyen de follicules normaux par femelle Ndama est de 20,8 follicules. Le nombre de follicules normaux par Ndama varie de 14 à 29.

Le plus petit follicule dénombré a un diamètre de 2,05 mm.

Le plus gros follicule a un diamètre de 29,5 mm.

##### 2.4.1.1.2. Corps jaunes

Sur les 10 ovaires, 33 corps jaunes ont été dénombrés.

Le nombre moyen de corps jaunes par animal est de 6,6 soit 3,4 pour l'ovaire gauche et 3,2 pour l'ovaire droit. Sur les 5 Ndama traitées à la PMSG, seule une portant le numéro 1449 a une réponse négative à la superstimulation.

La réponse ovulatoire varie de 0 à 22 corps jaunes par femelle Ndama (tableau XI).

TABLEAU XI  
 NOMBRE DE CORPS JAUNES DENOMBRES SUR LES OVAIRES  
 DE CINQ NDAMA SUROVULEES A LA PMSG

Ndama	Nombre de corps jaunes dénombrés		
	Ovaire gauche	Ovaire droit	Total
1414	5	2	7
1449	0	0	0
1333	1	1	2
1435	1	1	2
1390	10	12	22
TOTAL	17	16	33
MOYENNE	3,4	3,2	6,6

#### 2.4.1.1.3. Follicules lutéinisés

Le nombre de follicules lutéinisés par femelle Ndama varie de 5 à 28 follicules ; la moyenne est de 16,6 follicules lutéinisés par animal. Une proportion importante des follicules totaux dénombrés est occupée par les follicules lutéinisés soit 44,40 %. Les follicules lutéinisés représentent 50,20 p.100 des follicules de diamètre supérieur à 7 mm.

#### 2.4.1.2. Distribution des organites ovariens

##### 2.4.1.2.1. Répartition des organites ovariens selon leur nature

Les follicules normaux sont relativement importants chez toutes les Ndama surovulées. Le plus faible pourcentage est noté chez la Ndama 1449 (33,3 p.100) et le plus fort pourcentage chez la Ndama 1414 (61,3 p.100) (figure 5).

Plus le pourcentage de corps jaunes est grand, plus celui des follicules lutéinisés est petit (36,7 p.100 contre 15 p.100 chez la Ndama 1390).

Plus le pourcentage de corps jaunes est petit, plus celui des

follicules lutéinisés est grand (0 p.100 contre 66,7 p.100 chez la Ndama 1449).

#### 2.4.1.2.2. Répartition des organites ovariens selon la position de l'ovaire

Sur l'ovaire droit, les pourcentages des follicules normaux, follicules lutéinisés et corps jaunes sont respectivement 43,2 p.100, 43,2 p.100 et 13,6 p.100.

Sur l'ovaire gauche, les pourcentages des follicules normaux, follicules lutéinisés et corps jaunes sont 52 p.100, 31 p.100 et 17 p.100 respectivement (figure 6).

#### 2.4.1.2.3. Classification des follicules selon leur diamètre

##### - Follicules normaux

La distribution des follicules normaux au niveau des classes 1 (2 à 3,9 mm), 2 (4 à 6,9 mm), 3 (7 à 10 mm) 4 (>10 mm) n'est pas homogène. La classe 4 des gros follicules (>10 mm) contient le nombre moyen de follicules le plus grand (11,8 follicules) tandis que les classes intermédiaires 2 et 3 renferment peu de follicules soit des nombres moyens de 2,6 et 2,4 respectivement. La classe inférieure 1 contient un nombre moyen de follicules supérieur à ceux des classes intermédiaires mais inférieur à celui de la classe supérieure soit 5,8 (figure 7).

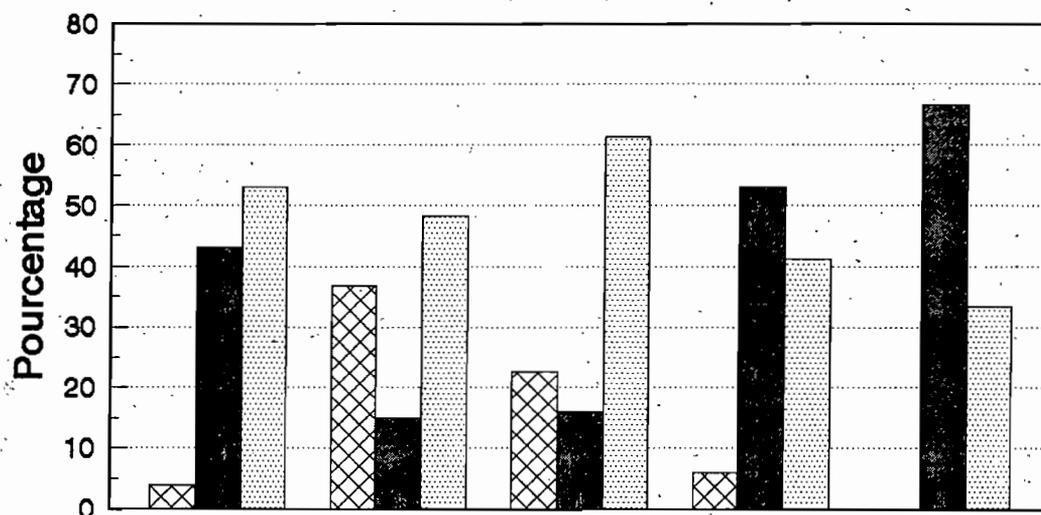
##### - Follicules lutéinisés

Seules les classes 3 (7 à 10 mm) et 4 (>10 mm) renferment des follicules lutéinisés soit des nombres moyens de 0,4 et 16,2 follicules lutéinisés respectivement (figure 9).

#### 2.4.1.2.4. Classes d'ovulations chez les cinq Ndama surovolées

Après évaluation de la réponse ovulatoire par le dénombrement des corps jaunes et leur répartition selon les classes d'ovulations (figure 8), les résultats suivants sont obtenus : 20 p.100 ont 0 à 1 ovulation ; 40 p.100 ont 2 à 4 ovulations et 40 p.100 ont plus de 4 ovulations.

**FIGURE 5 REPARTITION DES ORGANITES OVARIENS SELON LEUR NATURE CHEZ LES NDAMA SUPEROVULEES**



Voche	1333	1390	1414	1435	1449
Corps jaunes	3,9	36,7	22,6	5,9	0,0
Follicules lutéinisés	43,2	15,0	16,1	52,9	66,7
Follicules normaux	52,9	48,3	61,3	41,2	33,3

**FIGURE 6 POURCENTAGES MOYENS DES ORGANITES OVARIENS SELON LA POSITION DE L'OVAIRE CHEZ LES NDAMAS SUPEROVULEES**

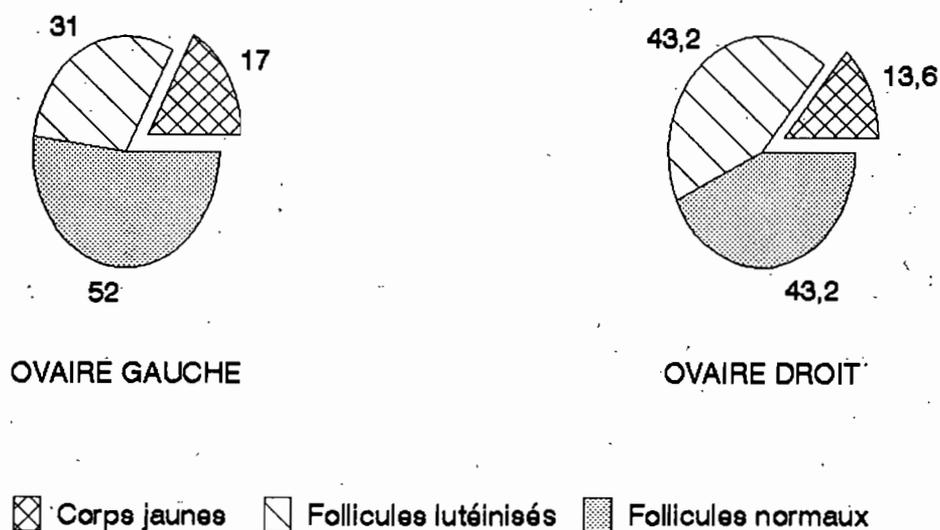
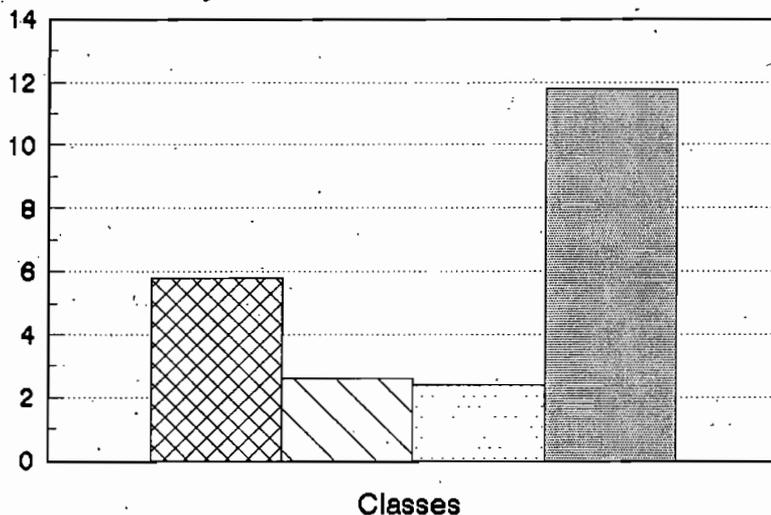


FIGURE 7 CLASSIFICATION DES FOLLICULES NORMAUX SELON LEUR DIAMETRE CHEZ LES NDAMA SUPEROVULEES

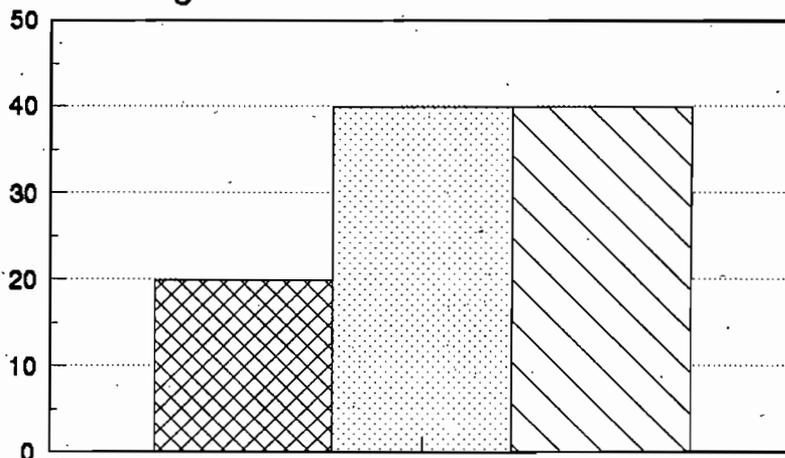
Nombre moyen de follicules normaux



Classe	Nombre moyen de follicules normaux
Classe 1: 2 à 3.9 mm	5,8
Classe 2: 4 à 6.9 mm	2,6
Classe 3: 7 à 10 mm	2,4
Classe 4: > 10 mm	11,8

FIGURE 8 CLASSES D'OVULATIONS CHEZ LES NDAMAS SUPEROVULEES

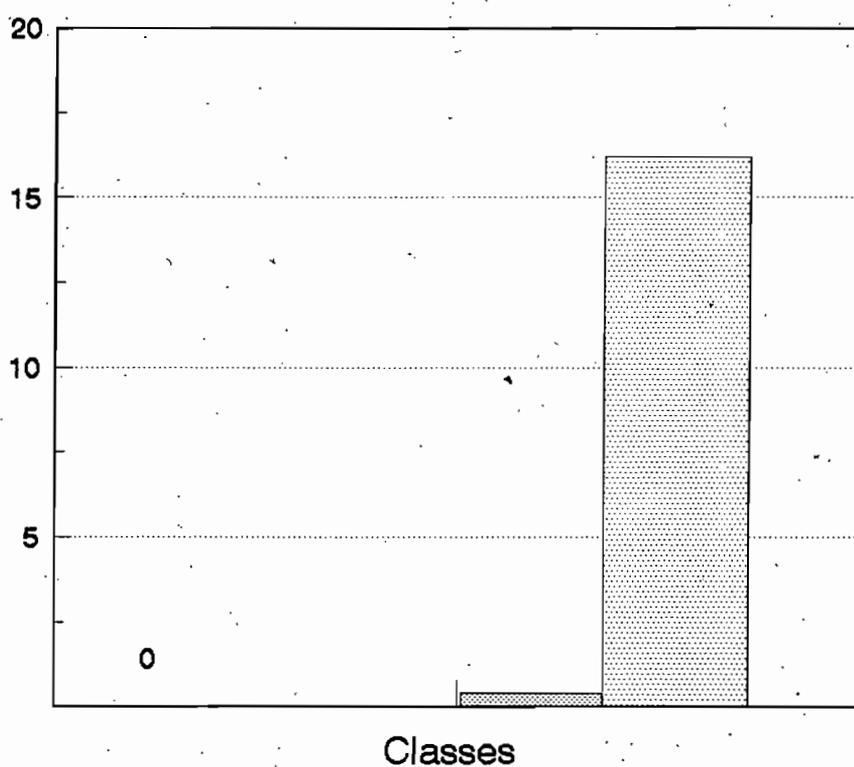
Pourcentage de vaches



Classes d'ovulations	Pourcentage de vaches
Classe 0-1	20
Classe 2-4	40
Classe > 4	40

**FIGURE 9 CLASSIFICATION DES FOLLICULES  
LUTEINISES SELON LEUR DIAMETRE  
CHEZ LES NDAMA SUPEROVULEES**

**Nombre moyen de follicules luteinisés**



Classes	Nombre moyen de follicules lutéinisés
Classe 1: 2 à 3,9 mm 	0
Classe 2: 4 à 6,9 mm 	0
Classe 3: 7 à 10 mm 	0,4
Classe 4: > 10 mm 	16,2

#### 2.4.2. ENDOCRINOLOGIE DES NDAMA SUPEROVULEES

Les profils hormonaux de la progestérone (P4), de l'oestradiol-17 $\beta$  (E2-17 $\beta$ ) et de la luteinising hormon (LH) sont représentés dans les figures (10, 11, 12, 13, 14, 15).

##### 2.4.2.1. Profil hormonal de la LH

La concentration maximale moyenne de la LH observée chez les cinq Ndama superovulées est de  $12,50 \pm 7,22$  ng/ml avec des variations individuelles de 7,5 à 32,6 ng/ml. La durée moyenne du pic de la LH est de 12 heures. Le pic de la LH est observé  $15,20 \pm 2,56$  heures après l'administration de la PG F<sub>2 $\alpha$</sub>  et  $31,00 \pm 8,2$  heures avant le début de l'oestrus (tableau XII).

En dehors du pic de la LH, les concentrations moyennes varient entre 4 ng/ml et 6 ng/ml.

##### 2.4.2.2. Profil hormonal de l'oestradiol-17 $\beta$

Avant la superovulation, les niveaux de E2-17 $\beta$  sont bas de l'ordre de 0,1 pg/ml. L'oestradiol augmente 24 heures après l'injection de la PMSG pour atteindre des concentrations de  $36,76 \pm 7,00$  pg/ml au moment de l'administration de la PG F<sub>2 $\alpha$</sub> ,  $51,42 \pm 11,01$  pg/ml au pic de la LH et  $76,36 \pm 15,24$  pg/ml au début de l'oestrus (tableau XII).

Le pic de l'oestradiol est en moyenne 227,4 pg/ml et survient selon la Ndama entre 8 heures avant le début de l'oestrus et 26 heures après le début de l'oestrus.

Les concentrations de E2-17 $\beta$  à J7 post-oestrus varient entre 100 et 300 pg/ml. Les plus fortes concentrations sont notées chez les animaux à faible réponse ovulatoire et les plus faibles chez les animaux à bonne réponse.

TABLEAU XII

CONCENTRATION MAXIMALE DE LH ET INTERVALLES DE TEMPS  
ENTRE L'ADMINISTRATION DE PG ET LE PIC DE LH ET  
ENTRE LE PIC DE LH ET LE DEBUT DES CHALEURS

	Concentration maximale de LH (ng/ml)	PG-pic de LH (heures)	Pic de LH - Oestrus (heures)
1414	18,6	20	25
1333	32,6	12	43
1435	9,0	12	42
1390	10,6	16	27
1449	7,5	16	27
$\bar{X} \pm ET$	12,50 $\pm$ 7,22	15,20 $\pm$ 2,56	31 $\pm$ 8,25

$\bar{X}$  : moyenne

ET : écart type

PG : prostaglandine F<sub>2a</sub>

**NB** : Oestrus signifie le début de l'oestrus tel que noté par l'examen du comportement sexuel des Ndama

TABLEAU XIII

CONCENTRATIONS PLASMATIQUES DE L'OESTRADIOL 17 $\beta$   
CHEZ LES 5 NDAMA SUROVULEES, AU MOMENT DE L'ADMINISTRATION  
DE LA PG F<sub>2 $\alpha$</sub> , AU PIC DE LH, AU DEBUT DE L'OESTRUS  
ET A J7 POSTOESTRUS

Ndama	Concentrations plasmatiques de l'oestradiol 17 $\beta$ (pg/ml)			
	Administra- tion PG-F <sub>2<math>\alpha</math></sub>	Pic de LH	Début de l'oestrus	J7 Postoestrus
1414,	32	34	40	129,7
1333	38	72	74,6	300
1435	43,6	55	92	300
1390	38,2	54,8	84,2	100
1449*	16	41,3	-	204,2
$\bar{X} \pm ET$	36,76 $\pm$ 7,00	51,42 $\pm$ 11,01	72,75 $\pm$ 15,45	213,98 $\pm$ 57,68

$\bar{X}$  : moyenne

ET : écart type

\* 1449 n'a pas fait des chaleurs de superovulation

#### 2.4.2.3. Profil hormonal de la progestérone (P4)

Avant la superovulation, le niveau de la progestérone plasmatique est bas ; la concentration moyenne de la P4 est de 0,66 ng/ml. Elle reste à un niveau inférieur à 1 ng/ml jusqu'à l'apparition des chaleurs de superovulation.

Dans les 24 heures après les chaleurs, on note une faible élévation du niveau plasmatique de la P4.

Quarante huit heures après les chaleurs, la concentration de la P4 augmente considérablement chez les animaux (1390 et 1414) à bonne réponse ovulatoire. Cette augmentation est plus faible chez les animaux à faible réponse.

A J7 postœstrus, les concentrations de la progestérone chez les animaux à bonne réponse ovulatoire (1390 et 1414) qui ont respectivement 22 corps jaunes et 7 corps jaunes, sont de 35 ng/ml et 16,1 ng/ml respectivement. Les concentrations sont plus faibles à J7 post-œstrus pour les animaux à faible réponse (1333 et 1435) qui ont 2 corps jaunes par animal et des concentrations de P4 à J7 de 2,8 ng/ml et 7,2 ng/ml respectivement (tableau XIV).

Chez la Ndama 1449 dont la réponse à la superovulation est nulle, le niveau plasmatique de la P4 est resté bas (<1 ng/ml) avant, pendant et après la superovulation (tableau XIV).

TABLEAU XIV

CONCENTRATIONS PLASMATIQUES DE LA PROGESTERONE (P4) AU MOMENT DE L'INJECTION DE LA PMSG, DE L'ADMINISTRATION DE LA PG, ET AUX PREMIER (J1), TROISIEME (J3), CINQUIEME (J5), SEPTIEME (J7) JOURS APRES LES CHALEURS DE SUPEROVULATION

Numéro Ndama	Concentrations plasmatiques de la progestérone (ng/ml)					
	Injection de PMSG	Adminis- tration de PG	Jours après les chaleurs			
			J1	J3	J5	J7
1414	0,8	0,6	1,7	6,8	9,6	16,1
1333	0,8	0,8	1,7	3,9	5,3	2,8
1435	0,7	2,6	0,9	3,0	4,2	7,2
1390	0,2	0,2	0,1	3,5	22,1	35
1449*	0,8	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2

\* 1449 n'a pas ovulé

Figure 10. Cinétique des hormones LH, P4 et E2 17B d'une Ndama superovulée (Vache 1 : N° 1414)

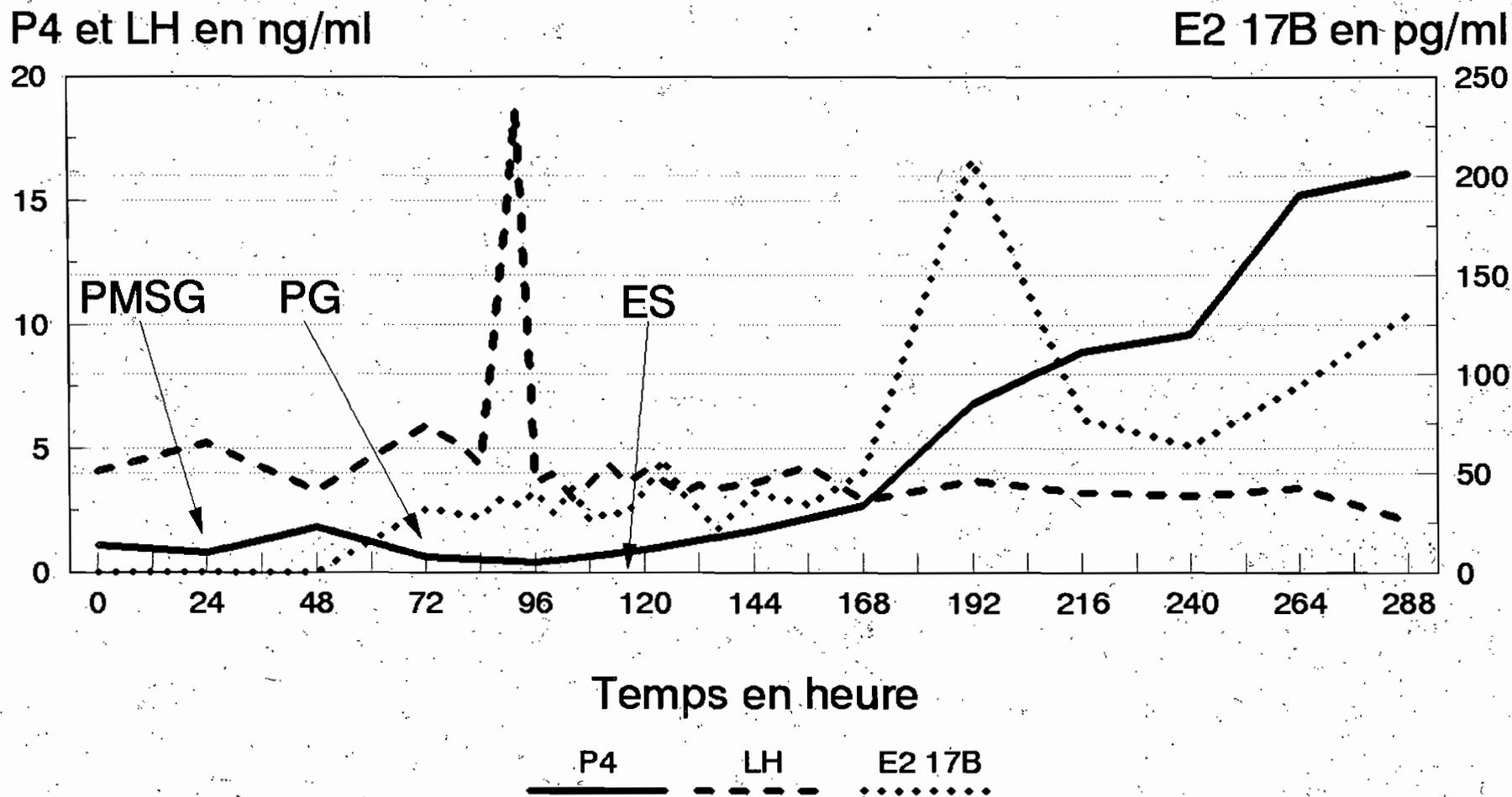


Figure 11. Cinétique des hormones LH, P4 et E2 17B  
d'une Ndama superovulée (Vache 2 : N° 1333)

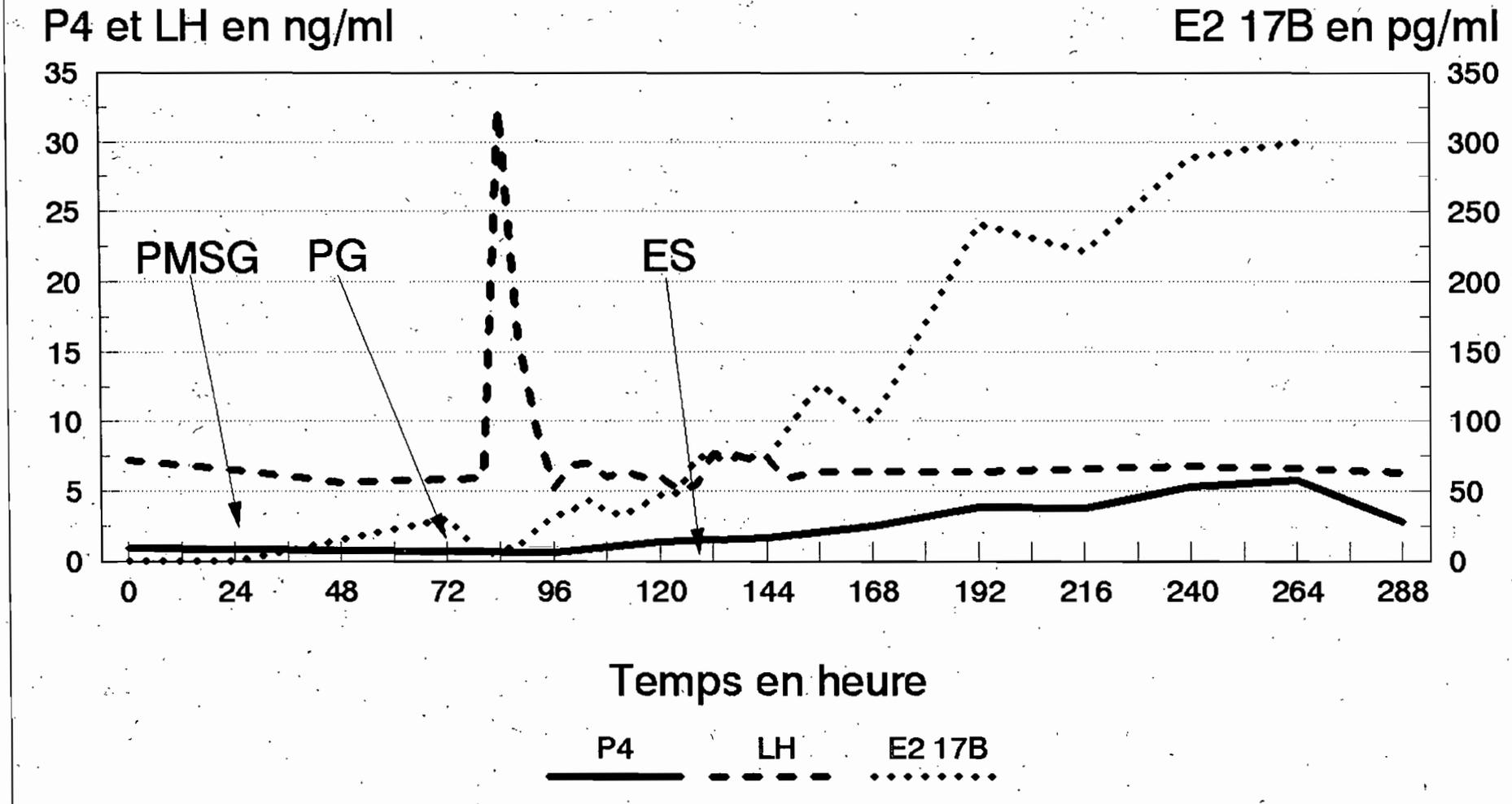


Figure 12. Cinétique des hormones LH, P4 et E2 17B d'une Ndama superovulée (Vache 3 : N° 1435).

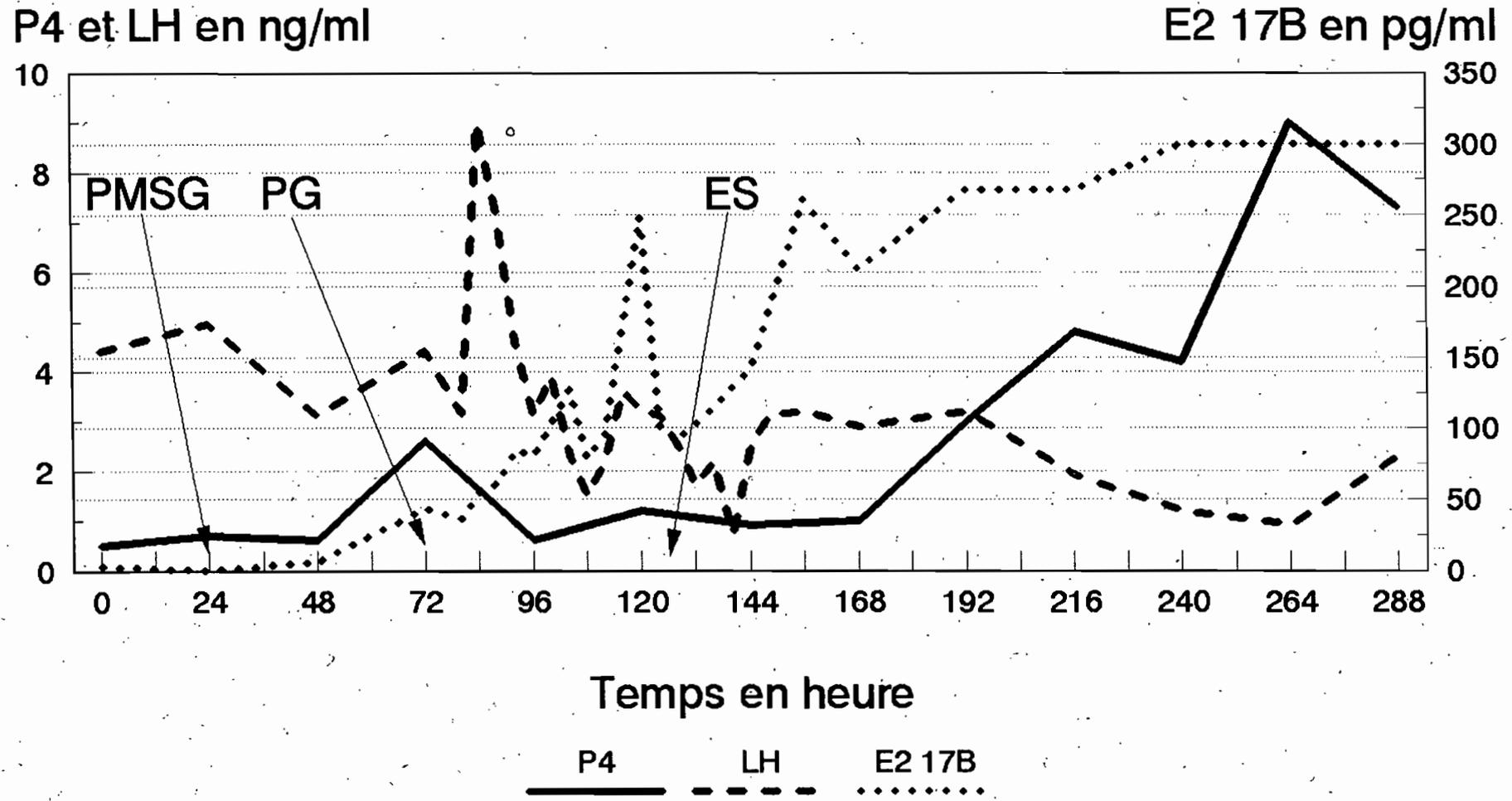


Figure 13. Cinétique des hormones LH, P4 et E2 17B d'une Ndama superovulée (Vache 4 : N° 1390)

P4 et LH en ng/ml

E2 17B en pg/ml

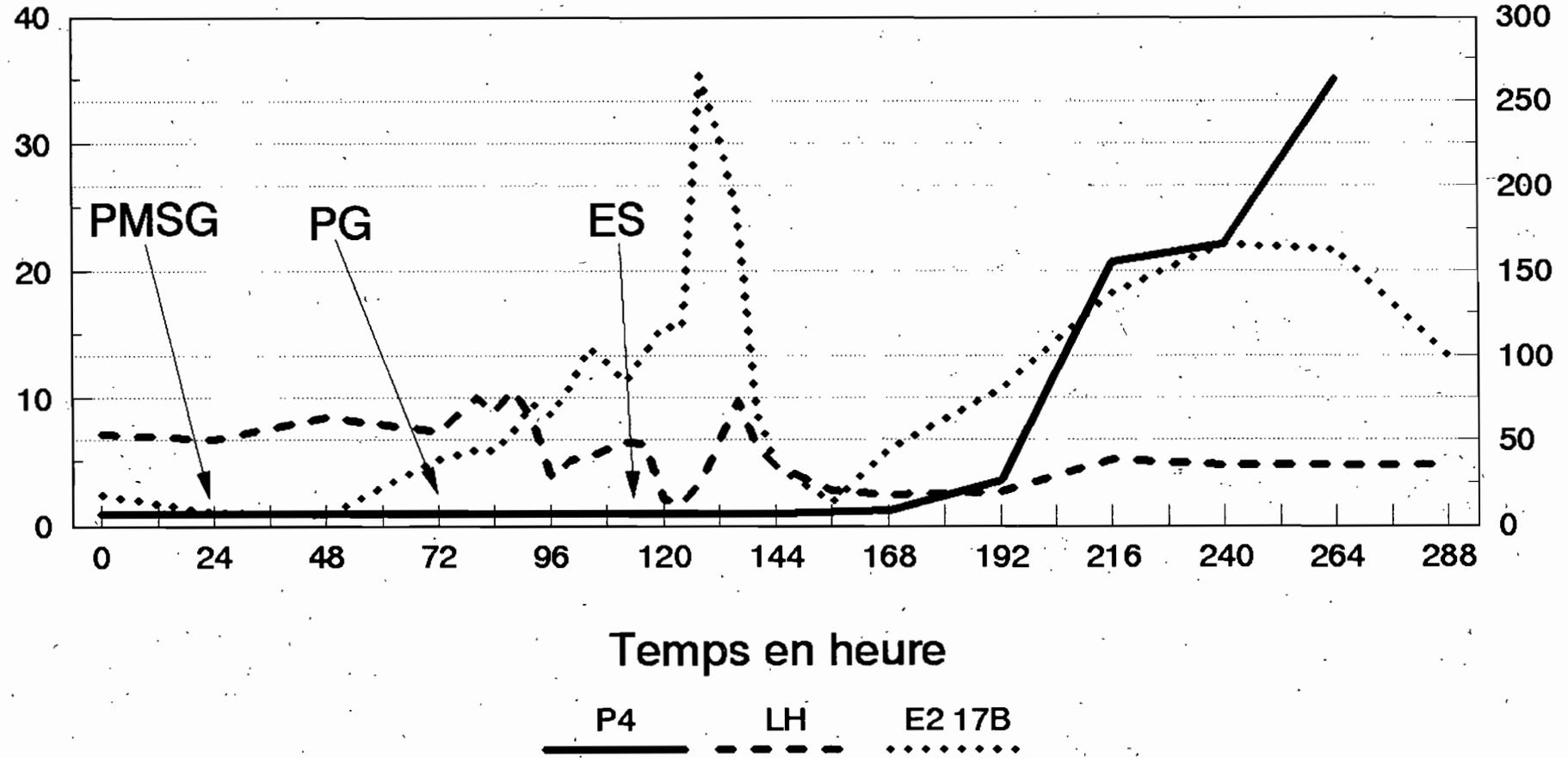


Figure 14. Cinétique des hormones LH, P4 et E2 17B  
d'une Ndama superovulée (Vache 5 : N° 1449)

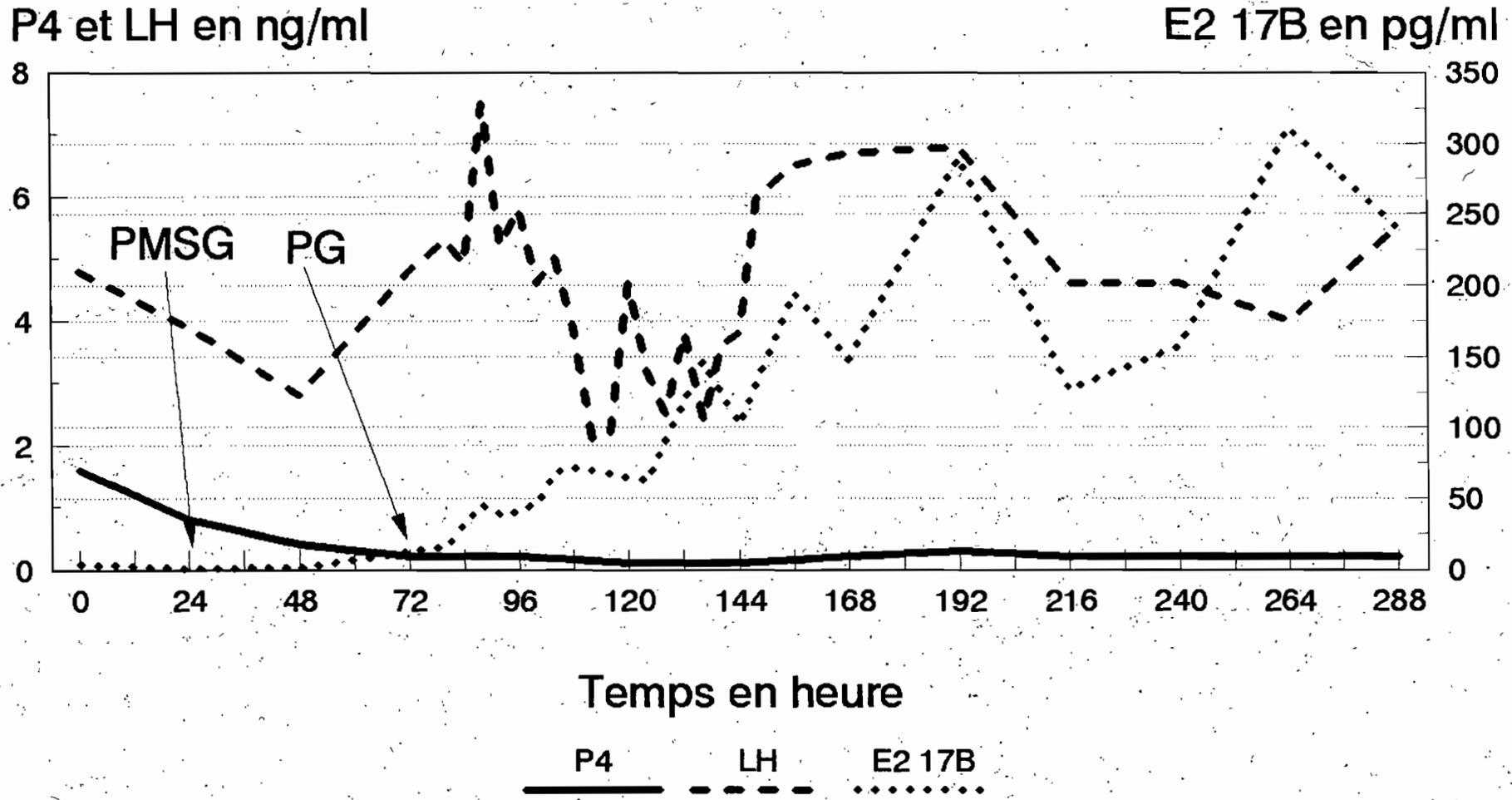
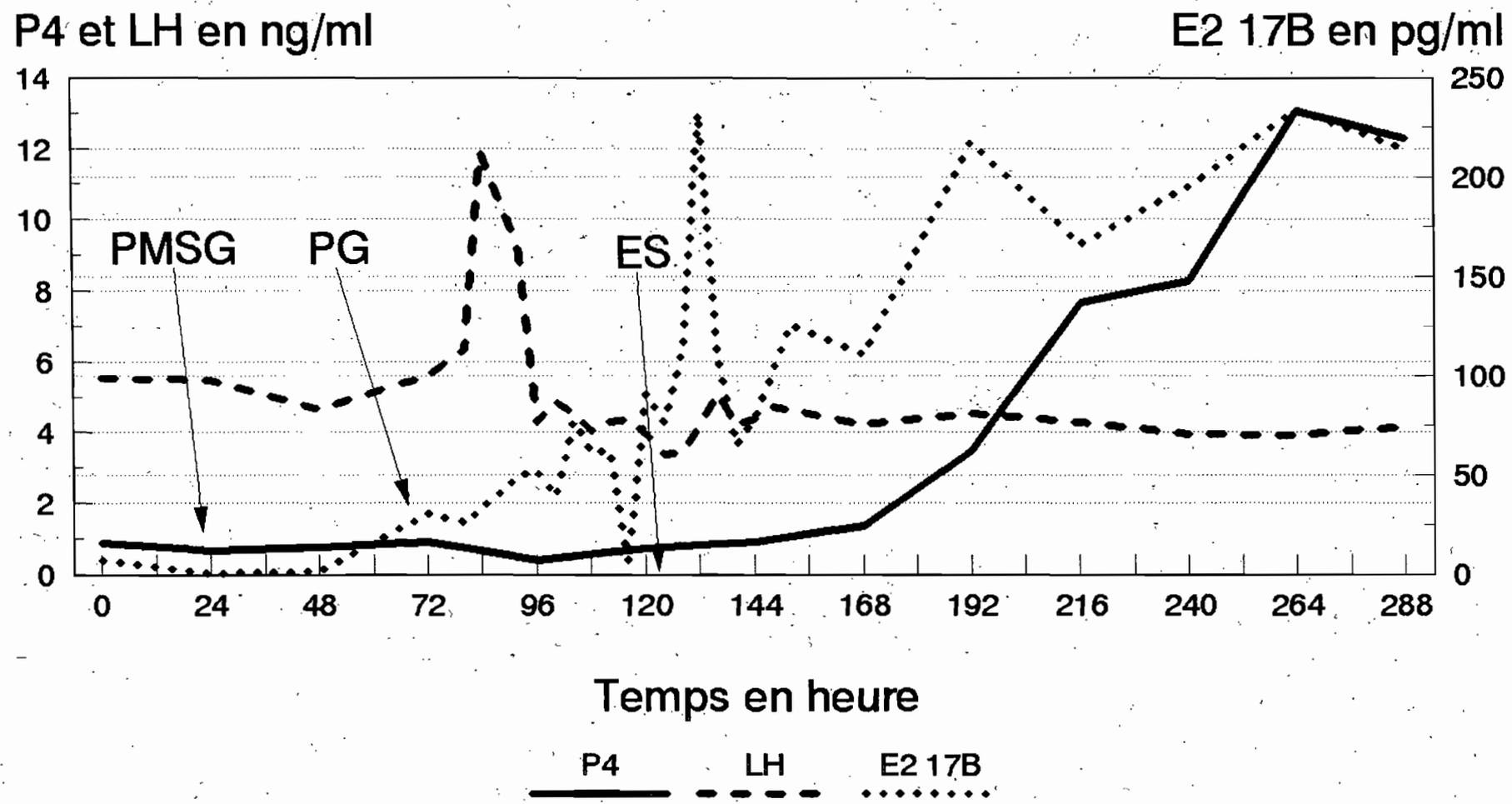


Figure 15. Profil endocrinien moyen des vaches  
Ndama superovulées (n = 5)



# CHAPITRE 3

## DISCUSSION ET PERSPECTIVES

### 3.1. DISCUSSION

#### 3.1.1. ÉTAT SANITAIRE DES NDAMA

L'observation de la goutte de sang n'a révélé aucun trypanosome pathogène. Les valeurs moyennes des hématocrites  $28,6 \pm 1,68$  chez les Ndama non surovulées et  $33,2 \pm 2,16$  chez les surovulées sont de l'ordre des valeurs normales avancées par HOSTE et Coll. (1983) qui sont de  $37,60 \pm 3,90$  chez le taurin Ndama adulte et de  $29,70 \pm 2,40$  chez les génisses.

Ces résultats montrent que l'état sanitaire des animaux est satisfaisant.

#### 3.1.2. LES CHALEURS DE RÉFÉRENCE

Les chaleurs de référence sont apparues en moyenne  $38,8 \pm 0,96$  heures chez le lot des Ndama non surovulées et  $36,2 \pm 8,32$  heures chez celui des Ndama surovulées, après le retrait de l'implant. Ces valeurs sont semblables à celle trouvée par FAYE (1992) chez la Ndama qui est de 35,78 heures mais inférieures à celle avancée par PAREZ et coll. (1991), chez les génisses Holstein (50 heures).

Le taux de synchronisation des chaleurs de 100 p.100 est en accord avec celui des travaux de DIOP et Coll. (1994) mais il est légèrement supérieur à celui des travaux de PAREZ et Coll. (1991) chez les génisses Holstein et FAYE (1992) chez les Ndama qui sont respectueusement de 97,5 p.100 et 97,8 p.100.

La durée des chaleurs est en moyenne 10 heures. Ce résultat est en accord avec celui de DIOP et Coll (1994).

Le Crestar<sup>ND</sup> donne une bonne induction et une bonne synchronisation des chaleurs chez la Ndama.

### 3.1.3. ÉVALUATION DE LA POPULATION FOLLICULAIRE POUVANT RÉPONDRE AU TRAITEMENT DE SUPEROVULATION CHEZ LA NDAMA

#### 3.1.3.1. Nombre de follicules antraux

Sur les cinq ovaires prélevés à J7 du cycle oestral induit par la méthode CRESTAR, le nombre moyen de follicules antraux par ovaire est de 177, avec des extrêmes de 37 et 430 follicules antraux par ovaire. Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux de LUSSIER et Coll. (1987) (127 à 490 follicules antraux par ovaire) chez les Holstein.

La population folliculaire étudiée montre une structure quantitative variable suivant les individus, elle varie de 37 à 430 follicules antraux par Ndama. Ceci est conforme aux travaux de LUSSIER et Coll. (1987) (127 à 490 follicules chez les Holstein).

#### 3.1.3.2. Population folliculaire et classe folliculaire

Dans la population folliculaire étudiée, 74 p.100 des follicules antraux sont contenus dans les classes 1 (0,13 à 0,28 mm) et 2 (0,29 à 0,67 mm). Ces résultats confirment ceux de LUSSIER et Coll. (1987) qui dénombrent 75 p.100 des follicules antraux dans les classes 1 et 2.

Nous n'avons dénombré sur les ovaires prélevés à J7 du cycle aucun follicule de diamètre supérieur à 8,57 mm. D'où il nous est impossible d'affirmer la présence d'un follicule dominant car selon la définition de MACIEL (1991), un follicule dominant a un diamètre supérieur à 9 mm.

La moyenne des follicules antraux de diamètre supérieur à 1,53 mm est de 25,6 par ovaire avec des extrêmes de 3 à 64 follicules antraux par ovaire. Or selon MAPLETOFT et PIERSON (1993), GUILBAULT et Coll. (1991) et MONNIAUX (1982), la réponse ovulatoire au traitement des gonadotropines est positivement

corrélée au nombre de follicules de diamètre supérieur à 1,7 mm. Ainsi la variabilité quantitative de la population folliculaire de diamètre supérieur à 1,53 mm suivant les individus pourrait expliquer la grande variabilité de la réponse ovarienne à la superovulation chez la Ndama (0 à 22 ovulations).

### 3.1.3.3. Population folliculaire étudiée et âge des Ndama

Le plus grand nombre de follicules antraux par ovaire (430 follicules) est dénombré chez la Ndama la plus jeune (3 ans) tandis que sur les ovaires des autres Ndama âgées de 4 ans à 6 ans, le nombre de follicules antraux varie de 37 à 191. La tendance générale est que plus l'âge est avancé, moins on a des follicules.

### 3.1.3.4. Population folliculaire étudiée et réponse ovulatoire au traitement par le Crestar<sup>ND</sup>

La Ndama 1548 qui a le plus grand nombre de follicules antraux (420) n'a pas ovulé tandis que la Ndama 1453 qui a le plus faible nombre de follicules antraux (37) a ovulé.

Toutes les Ndama ont un nombre suffisant de follicules évolutifs supérieur à 3 où le recrutement et la sélection du follicule préovulatoire, selon les résultats des travaux de MAPLETOFT et PIERSON (1993), PIERSON et GINTHER (1989), GINTHER et Coll. (1989) et ADAMS et Coll. (1992) sur l'émergence des vagues de croissance folliculaire, est possible.

Le recrutement du follicule préovulatoire s'est fait car toutes les Ndama sont venues en chaleurs suite au traitement par le Crestar<sup>ND</sup> mais seules 3 sur 5 Ndama ont ovulé.

Ainsi cette absence d'ovulation ne serait pas en relation avec le disponible folliculaire.

Les chaleurs anovulatoires observées chez les deux animaux sont souvent notées chez les Ndama (SAUVEROCHE et WAGNER, 1993,

DIOP et Coll., 1994). Elles pourraient être dûes à une hyposécrétion de LH (DIOUF, 1991).

### 3.1.4. ÉVALUATION DE LA RÉPONSE SUPEROVULATOIRE à LA PMSG CHEZ LES NDAMA

#### 3.1.4.1. Les chaleurs de superovulation

Le taux de réponse est de 80 p.100. Ce taux est inférieur à ceux des travaux de DIOP et Coll. (1994) qui sont de 87,5 p.100 avec la PMSG (2500 UI) et 100 p.100 avec la FSH (32 mg et 36 mg).

L'intervalle PGF<sub>2α</sub> - chaleurs est de 49,25 ± 5,25 heures. Ce résultat est semblable à celui obtenu par DIOP et Coll. (1994) avec la PMSG mais inférieur à celui obtenu avec la FSH.

Comparativement aux chaleurs de référence, les chaleurs de superovulation sont plus longues (12 heures) et plus intenses, cela pourrait s'expliquer par l'apport exogène d'hormone, la PMSG.

#### 3.1.4.2. Observations macroscopiques des coupes d'ovaires superovulés

##### 3.1.4.2.1. Répartition des organites ovariens selon leur nature

Le plus faible pourcentage de follicules normaux est noté chez la femelle Ndama à réponse superovulatoire nulle (33 p.100 de follicules normaux par rapport aux organites ovariens totaux dénombrés) et le pourcentage le plus élevé chez la Ndama à bonne réponse (61,3 p.100 de follicules normaux).

Ces résultats confirment les travaux de MONNIAUX (1982) qui montrent que le nombre de corps jaunes est positivement corrélé au nombre de follicules normaux présents dans l'ovaire.

Le pourcentage des corps jaunes est inversement proportionnel à celui des follicules lutéinisés d'une Ndama à une autre. Plus le

pourcentage de corps jaunes est grand plus le pourcentage de follicules lutéinisés est petit (36,7 p.100 contre 15 p.100 chez la Ndama 1390). Plus le pourcentage de corps jaunes est petit, plus le pourcentage de follicules lutéinisés est grand (3,9 p.100 contre 52,9 p.100 chez la Ndama 1333 ; 0 p.100 contre 66,7 p.100 chez la Ndama 1449).

Ces résultats concordent avec ceux de MONNIAUX (1982). L'apparition fréquente de follicules lutéinisés pourrait être un phénomène résultant d'un processus ovulatoire incomplet qui n'aboutit pas à la libération de l'ovocyte.

Il reste à comprendre pourquoi au sein d'un même ovaire, un follicule ovule et pourquoi un autre se lutéinise sans libérer l'ovocyte.

Nous pensons que la réponse résiderait dans la qualité du follicule originel au moment de l'injection de la PMSG (degré d'atrésie) ou dans la taille et le stade de maturité du follicule originel au moment de l'administration de la PMSG.

La lutéinisation peut aussi être une forme d'atrésie particulière conséquence de l'action lutéinisante de la PMSG.

#### 3.1.4.2.2. Répartition des follicules normaux selon leur diamètre

Les nombres moyens des follicules normaux par vache des classes 1, 2, 3 et 4 sont 5,8 ; 2,6 ; 2,4 et 11,8. La classe des gros follicules (> 10 mm) renferme 52,2 p.100 des follicules. Si on compare ces résultats à ceux de l'étude histologique des ovaires non superovulés où 74 p.100 des follicules antraux sont contenus dans les classes 1 et 2 des petits follicules alors qu'aucun follicule de diamètre supérieur à 8,57 mm n'a été dénombré, un constat s'impose. Les classes des petits follicules ont tendance à se vider pour remplir la classe de gros follicules sous l'effet de la PMSG. MONNIAUX (1982) a fait le même constat sur les ovaires de génisses Frisonnes surovulées à la PMSG. L'effet de la superstimulation permettrait de remplir la classe des gros follicules en vue de les faire accéder au stade

préovulatoire et en grande quantité.

#### 3.1.4.2.3. Répartition des follicules lutéinisés selon leur diamètre et par vache

Seules les classes 3 (7 à 10 mm) et 4 (>10 mm) renferment des follicules lutéinisés soit des nombres moyens de 0, 4 et 16,2 follicules lutéinisés ont un diamètre supérieur à 10 mm. Ainsi 97,75 p.100 des follicules lutéinisés. Ceci peut être interprété par le fait que les follicules lutéinisés étaient destinés à ovuler d'où leur taille souvent supérieure à la taille préovulatoire.

Ces résultats concordent avec ceux de MONNIAUX (1982) pour qui, l'action de la PMSG la plus nette sur les follicules à antrum, serait essentiellement de récupérer certains follicules et surtout les gros follicules ; les follicules normaux et les follicules en début d'atrésie ovulent tandis que les follicules en atrésie nette ou en atrésie avancée se lutéinisent sous l'action de la PMSG.

Le pourcentage moyen de follicules lutéinisés varie de 15,0 p.100 à 66,7 p.100 d'une Ndama à une autre. Le nombre le plus important de follicules lutéinisés est noté chez la Ndama à réponse nulle et le nombre le plus faible chez la Ndama à meilleure réponse (22 corps jaunes).

En conclusion, la réponse ovulatoire est inversement proportionnelle au nombre de follicules lutéinisés.

#### 3.1.4.2.4. Répartition des organites ovariens selon la position de l'ovaire

Les pourcentages moyens des follicules normaux, follicules lutéinisés et corps jaunes sur l'ovaire gauche sont 52 p.100, 31 p.100 et 17 p.100 respectivement et sur l'ovaire droit 43,2 p.100, 43,2 p.100 et 13,6 p.100.

La structure de la population folliculaire varie peu d'un ovaire à un autre. Ces résultats rejoignent les travaux de BENOIT (1965)

cité par MONNIAUX (1982) dont les analyses de résultats ont montré que, pour les critères considérés (nombre de corps jaunes, de gros follicules), l'effet «ovaire droit, ovaire gauche» n'était pas significatif.

#### 3.1.4.2.5. Réponse superovulatoire à la PMSG

Sur les 10 ovaires suroovulés, 33 corps jaunes ont été dénombrés. Le nombre moyen de corps jaunes est de 6,6 par animal soit 3,4 pour l'ovaire gauche et 3,2 pour l'ovaire droit. La réponse ovulatoire varie de 0 à 22 corps jaunes par animal. Parmi les animaux traités, 20 p.100 ont une réponse négative, 20 p.100 entre 2 et 4 ovulations et 40 p.100 ont plus de 4 ovulations.

Comparé aux résultats de DIOP et Coll. (1994) chez des lots de Ndama traitées avec de la PMSG et de la FSH, le taux d'ovulation est semblable à celui du lot traité avec de la FSH mais supérieur à celui du lot traité avec de la PMSG.

A doses égales de PMSG (2500 UI) chez la même race, la supériorité de la réponse ovulatoire serait due à l'effet saison car notre expérience a eu lieu pendant la saison des pluies où le disponible alimentaire est important tandis que celle de DIOP et Coll. (1994) a lieu en pleine saison sèche et l'alimentation peut dans une certaine mesure biaiser les résultats.

Nos résultats sont inférieurs à ceux de ADAMS (1994) chez des génisses nord américaines traitées à J0 (ovulation) mais supérieurs à ceux de ADAMS (1994) chez des génisses traitées à J1. Le moment d'initier le traitement pourrait être une explication à la différence des résultats.

La variabilité individuelle de la réponse ovulatoire (0 à 22 ovulations) confirment les résultats de GUILBAULT et Coll. (1991), (0 à 40) SCALON et Coll. (1968), HEYMAN et Coll. (1978), (0 à 50) et MONNIAUX (1982) chez les races européennes.

### 3.1.4.2. Endocrinologie

#### 3.1.4.2.1. Profil hormonal de la LH

La concentration moyenne maximale de la LH ( $12,5 \pm 7,22$  ng/ml) est inférieure à celle notée par DIOP (1987) chez les génisses Holstein. La durée du pic (12 heures) est en accord avec la durée avancée par SAUMANDE (1991).

L'intervalle entre l'administration de la PG et le pic de la LH ( $15,20 \pm 2,56$  heures) est inférieur à celui des travaux de DIOP (1987) qui est de  $47,34 \pm 7$  heures.

Le pic de la LH est observé en moyenne  $31,00 \pm 8,2$  heures avant le début de l'oestrus. Si des travaux antérieurs ont fait remarquer que l'ovulation intervient 25 heures après le pic de la LH (VAISSAIRE, 1977) ou 40 heures après le pic de la LH (AUSTIN et SHORT, 1982) et que la durée de l'oestrus est de 12 heures, le fait d'inséminer des Ndama venues en chaleurs dans l'après-midi, le lendemain dans la matinée, pourrait expliquer le faible taux d'embryons récoltés et le fort taux d'ovocytes et d'embryons dégénérés obtenus chez les Ndama surovulées et inséminées. Ceci du fait qu'il s'écoule un long temps entre la ponte ovulaire et le moment de l'insémination et que la durée de la fécondité de l'ovule est de 8 heures.

#### 3.1.4.2.2. Profil hormonal de l'oestradiol 17 $\beta$

L'augmentation de la concentration d'oestradiol-17 $\beta$  24 heures après l'injection de la PMSG est en conformité avec les résultats de MAPLETOFT et PIERSON (1993) chez des races nord américaines.

Le pic d'oestradiol-17 $\beta$  (227,4 pg/ml) est supérieur à ceux des travaux de MACIEL (1991) ( $118 \pm 10,5$  pg/ml) et de SAUMANDE (1991) (50 à 150 pg/ml) chez des races européennes.

Les niveaux d'oestradiol-17 $\beta$  (E<sub>2</sub>-17 $\beta$ ) sont élevés chez toutes les Ndama après les chaleurs et les concentrations de E<sub>2</sub>-17 $\beta$  mesurées à J7 postoeustrus chez les Ndama à mauvaise réponse ovulatoire mais qui ont un grand nombre de follicules lutéinisés et les plus

faibles niveaux avec les Ndama à meilleure réponse et avec un petit nombre de follicules lutéinisés.

Ces résultats sont en accord avec ceux de MONNIAUX (1982) chez les génisses Frisonnes qui montrent que les niveaux de  $E_2-17\beta$  mesurés 60 à 66 heures après l'injection de la PMSG sont plus fortement corrélés avec le taux d'ovulations tandis que les niveaux de  $E_2-17\beta$  mesurés plus tardivement sont bien corrélés au nombre de follicules lutéinisés induits par la PMSG.

Ceci s'expliquerait par l'action résiduelle de la PMSG sur la croissance des gros follicules qui n'ont pas ovulé et qui continuent à sécréter de l'oestradiol- $17\beta$ .

#### 3.1.4.2.3. Profil hormonal de la progestérone (P4)

Avant la superovulation, le niveau de la progestérone plasmatique est bas ; la concentration moyenne de P4 est de 0,66. Elle reste à un niveau inférieur à 1 ng/ml jusqu'à l'apparition des chaleurs. Ces résultats sont inférieurs à ceux de SAUMANDE (1991) qui montrent que de 5,2 ng/ml au moment de l'injection de l'hormone de superovulation PMSG, la concentration de la P4 passe à 7,7 ng/ml au moment de l'injection de la PG  $F_{2\alpha}$  et à 0,65 ng/ml au pic de la LH.

Nos résultats comparés à ceux de DIOP (1987) montrent que la concentration de P4 au moment de l'injection de PG  $F_{2\alpha}$  est inférieure à celle des travaux de DIOP (1987), alors que les concentrations moyennes au début de l'oestrus et au pic de la LH sont voisines de celles trouvées par DIOP (1987) sur les génisses Holstein. Les niveaux de P4 observés 48 heures après le début des chaleurs et à J7 post-oestrus sont élevés chez les Ndama à bonne réponse ovulatoire et faible chez les Ndama à mauvaise réponse. A J7, la concentration de P4 est de 35 ng/ml chez la Ndama 1390 à 22 corps jaunes, elle est de 7,3 ng/ml chez la 1435 à 2 corps jaunes et de 0,2 ng/ml chez la Ndama à 0 corps jaune. Ces résultats confirment ceux des travaux de NIBART et BOUYSSON (1981) et LEMON et SAUMANDE (1972). Pour ces auteurs, il existe une corrélation positive entre les niveaux de P4 à J7 post-

oestrus et le nombre d'ovulations comptées par endoscopie (LEMON et SAUMANDE, 1972) ou par palpation transrectale (NIBART et BOUYSSON, 1981).

### 3.2. PERSPECTIVES

L'emploi de la PMSG est facile (une injection unique) et son action sur la croissance folliculaire est bonne. Cependant le taux d'ovulations est faible et le nombre de follicules lutéinisés est important.

Pour améliorer la réponse ovarienne : augmenter le taux d'ovulations et diminuer l'incidence des follicules anovulatoires qui se lutéinisent, SAUMANDE et Coll. (1984), SAUMANDE (1987), MAPLETOFT et PIERSON (1993) ont préconisé une injection d'anticorps anti PMSG au moment des chaleurs.

Jusqu'à nos travaux, aucune étude n'a été faite sur l'histologie des ovaires des Ndama. Une étude approfondie de l'histologie des ovaires surovlés avec de la PMSG des Ndama, permettrait de dénombrer la population folliculaire atrésique afin de mieux évaluer la population folliculaire pouvant répondre au traitement de superovulation.

Une telle étude sera un complément essentiel pour nos travaux. Une autre étude pourrait être menée avec la FSH pour apprécier l'effet «hormone».

En ce qui concerne la physiologie sexuelle de la Ndama, des travaux sur les critères de l'oestrus ont été faits (DIOUF, 1991; FAYE, 1992 ; FALL, 1992). Cependant le moment d'ovulation par rapport au pic de la LH reste à déterminer.

Une étude échographique permettrait de déterminer le moment d'ovulation pour mieux adapter le moment de l'insémination artificielle.

Des études approfondies sur l'anatomie et la physiologie de l'ovaire des Ndama devront être menées pour une meilleure application des biotechnologies de la reproduction tels que l'insémination artificielle et le transfert d'embryons.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans les pays du tiers monde en général et dans nos pays africains en voie de développement en particulier où les politiques de population n'arrivent pas à contenir la démographie galopante, un problème majeur se pose, celui de l'autosuffisance alimentaire.

Le développement de l'élevage pour la production de lait et de viande, sources importantes de protéines d'origine animale devrait être une des priorités pour nos pays.

L'essor de l'élevage dans les zones humides et subhumides est freiné par la trypanosomose, dominante pathologique qui demeure une préoccupation majeure face aux limites de la chimiothérapie et de la lutte biologique contre les glossines.

L'exploitation rationnelle des races bovines trypanotolérantes telle que la race Ndama qui a une bonne adaptation aux zones infestées de glossines et des potentialités zootechniques intéressantes devrait être encouragée dans ces zones.

Cependant l'exploitation de cette race à grande échelle suppose une maîtrise de la reproduction et une amélioration génétique par l'apport de technologies nouvelles tels que l'insémination artificielle et le transfert d'embryons.

Pour une meilleure application de ces biotechnologies, une étude préalable de la fonction ovarienne chez la Ndama est nécessaire. Ainsi, avons-nous voulu apporter notre modeste contribution en étudiant la population folliculaire pouvant répondre à la superovulation chez la Ndama et la réponse à la superovulation des Ndama.

Notre étude a porté sur 10 femelles Ndama du CRZ de Kolda, réparties en deux lots de cinq.

Le premier lot a subi un traitement de synchronisation des chaleurs et d'induction de l'ovulation par la méthode CRESTAR. C'est dans ce lot que les ovaires sont prélevés pour l'étude histologique de la population folliculaire pouvant répondre au

traitement de superovulation, au CRRA de Saint-Hyacinthe (Canada).

Le deuxième lot a eu le même traitement de synchronisation des chaleurs puis a été traité à la PMSG à J7 postoestrus pour la superovulation. Sur ce deuxième lot, deux études ont été menées: une étude macroscopique des coupes d'ovaires surovulés au CRRA de Saint-Hyacinthe et à l'EISMV de Dakar et une étude de l'endocrinologie sexuelle à l'institut für Tierzucht und Thierhaltung der Christian Albrechts - Université de Kiel.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Le traitement par le CRESTAR<sup>ND</sup> a permis une bonne expression des chaleurs de référence et une réponse ovulatoire moyenne. Le taux de synchronisation est de 100 p.100, cependant la réponse ovulatoire est de 60 p.100.

- Les chaleurs de superovulation sont apparues en moyenne dans les 50 heures après l'administration de la PGF<sub>2α</sub>. Elles sont plus longues et plus intenses que les chaleurs de référence.

- L'étude histologique a abouti aux résultats suivants :

- ° Le nombre de follicules antraux par ovaire est de 177 en moyenne avec des extrêmes de 37 et 430.

- ° Une portion importante des follicules antraux (74 p.100) est comprise dans les classes des petits follicules de diamètre inférieur à 0,67 mm.

La population folliculaire étudiée montre une structure quantitative variable suivant les individus et suivant les classes folliculaires.

- L'étude macroscopique des coupes d'ovaires surovulés nous amène aux conclusions suivantes :

° Les nombres moyens des follicules normaux par vache des classes 1 (2 à 3,9 mm) ; 2 (4 à 6,9 mm) ; 3 (7 à 10 mm) et 4 (>10 mm) sont respectivement 5,8 ; 2,6 ; 2,4 et 11,8. La classe de gros follicules de diamètre supérieur à 10 mm renferme 52,2 p.100 des follicules.

° Seules les classes 3 et 4 contiennent des follicules lutéinisés soit des nombres moyens de 0,4 et 16,2.

° Le nombre moyen de corps jaunes par Ndama est de 6,6 soit 3,4 pour l'ovaire gauche et 3,2 pour l'ovaire droit. La réponse superovulatoire est faible. Cependant la réponse globale ovulatoire et lutéale est bonne, ceci du fait du nombre important de follicules lutéinisés. L'amélioration de la réponse pourrait être faite par l'injection de l'anti-PMSG au moment des chaleurs.

- L'étude des profils de la LH, de la progestérone et de l'oestradiol-17 $\beta$  donne les résultats suivants :

° Les niveaux plasmatiques de la progestérone sont bas (<0,1 ng) avant l'oestrus, ils augmentent dans les 24 heures après l'oestrus pour atteindre des concentrations plus élevées à J7 post-oestrus qui sont en fonction du nombre d'ovulations. La concentration de progestérone la plus élevée (35 ng/ml) est observée chez la Ndama à meilleure réponse superovulatoire (22 corps jaunes) tandis que la plus faible concentration de progestérone (0,2 ng/ml) est notée chez la Ndama à réponse nulle.

° Le pic de la LH survient dans les 30 heures après le début de l'oestrus.

° L'augmentation de la concentration de l'oestradiol 17 $\beta$  se produit dans les 24 heures après l'administration de la PMSG.

° Les niveaux plasmatiques de l'oestradiol sont très élevés à J7 post-oestrus (100 à 300 pg/ml). Les niveaux les plus forts sont observés chez les Ndama à mauvaise réponse (300 pg/ml chez les Ndama à 2 corps jaunes) et les plus faibles niveaux chez les Ndama à meilleure réponse (129,7 ng/ml chez la Ndama à 7 corps jaunes et 100 ng/ml chez la Ndama à 22 corps jaunes).

A J7 post-oestrus, les fortes concentrations de progestérone sont révélatrices d'une bonne réponse superovulatoire tandis que les fortes concentrations d'oestradiol 17 $\beta$  signent une mauvaise réponse.

Les niveaux importants d'oestradiol 17 $\beta$  pourraient s'expliquer par l'action résiduelle de la PMSG sur les follicules antraux qui continuent à croître et à sécréter de l'oestradiol 17 $\beta$  en quantité.

Les conclusions qui découlent de nos travaux ne constituent que des résultats préliminaires.

D'autres études histologiques, échographiques et endocrinologiques devront être menées, pour approfondir les connaissances sur la fonction ovarienne, si l'on veut mieux maîtriser la reproduction de la femelle Ndama et créer un terrain favorable à l'application des biotechnologies de la reproduction.

# BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS, G.P.  
Control of ovarian follicular waves dynamics in cattle : implications for synchronisation and superstimulation.  
Theriogenology, 1994, 41 : 19-24.
2. ADAMS, G.P. ; MATTERI, R.L. ; KASTELIC, J.P. ; KO-ICH ; GINTHER, O.J.  
Association between surges of follicles stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers.  
J. Reprod. Fert., 1992, 94 : 177-188.
3. AGBA, K.C.  
Particularités anatomiques et fonctionnelles des organes génitaux de la femelle zébu.  
Thèse. Méd. Vét. Dakar : 1975, 12.
4. AGBA, K.C.  
Particularités anatomiques et structurales de l'appareil génital de la vache zébu (Bos indicus).  
(105-169). In : "Mieux maîtriser la reproduction des espèces domestiques par le transfert d'embryons". Sommet de la Francophonie.  
Journées Scientifiques et professionnelles Dakar: 2 au 11 mai 1989: 181p.
5. ALMEDIA, A.P.  
Superovulation in cattle. A combined treatment using synchromate B with either PMSG or FSH.  
Theriogenology, 1987, 27(2) : 329-335.
6. AUGER, D.  
Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins.  
Rev. Méd. Vét., 1981, 157(1) : 53-6.
7. AUSTIN, C.R. ; SHORT, R.V.  
Reproduction in mammals : 1. Germ cells and fertilization.  
2nd ed. Londres. Cambridge University Press, 1982, 177 p.
8. BADINGA, L. ; DRIANCOURT, M.A. ; SAVIO, J.D. ; WOLFENSON, D. ; DROST, M. ; De la SOT, R.A. ; THATCHER, W.W.  
Endocrine and ovarian responses associated with the first wave dominant follicle in cattle.  
Biol. Reprod., 1992, 47 : 871-883.
9. BERGFELT, D.R. ; LIGHTFOOT, K.C. ; ADAMS, G.P.  
Ovarian dynamics following ultrasound-guided transvaginal follicle aspiration / ablation in cyclic heifers.  
Theriogenology, 1994, 41(1) : 161.
10. CENTRE INTERNATIONAL POUR L'ELEVAGE EN AFRIQUE (CIPEA)  
Le Bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale.  
Tome 1 : Situation générale.  
Addis-Abéba : CIPEA, 1979, 156 p. (Monographie 2).

11. CHICOTEAU, P.  
Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulé au milieu tropical sud soudanien.  
Thèse : Doctorat en Sciences, Université Paris XIIe : 1989.
12. CHICOTEAU, P.  
La Reproduction des bovins tropicaux.  
Rec. Méd. Vét., 1991, 166(3/4) : 241-247.
13. CHUPIN, D.  
Applications pratiques du transfert d'embryons chez les bovins.  
Elev. et Insém., 1985, (206) : 3-16.
14. CISSE, A. B.  
Synchronisation des chaleurs chez des vaches Ndama et zébu Maure avec de la prostaglandine F<sub>2a</sub> 521-31).  
In : Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles. Dakar : NEAS, 1993 : 290 p.
15. CISSE, D. T.  
Folliculogénèse et endocrinologie chez la vache Gobra surovulée.  
Thèse : Méd. Vét. Dakar, 1991, 28.
16. COOPER, M. J.  
Control of estrous cycle of heifers with a synthetic prostaglandin analogue.  
Vet. Rec., 1974, 95 : 200-203.
17. COULOMB, J.  
La Race Ndama : quelques caractéristiques zootechniques.  
Rev. Méd. vét. Pays trop., 1976, 29(4) : 267-380.
18. DENIS, J. P.  
Réflexion sur l'amélioration des productions animales au Sénégal.  
Dakar, LNERV, Zotech., 1983, 22.
19. DENIS, J. P. ; THIONGANE, A. I.  
Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles zébu Gobra au CRZ de Dahra.  
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1978, 31(1) : 85-90.
20. DIOP, P. E. H.  
Insémination artificielle et fécondation chez les taures surovulées.  
Mémoire : Maîtrise ès-sciences, Facultés des études supérieures, Montréal, 1987.
21. DIOP, P. E. H., FALL, R. ; MBAYE, M. ; FAYE, L. ; FALL, A. ; FAYE, A.  
Le transfert d'embryons en milieu villageois sénégalais.  
Dakar Médical, 1994, sous presse.
22. DIOUF, M. N.  
Endocrinologie sexuelle chez la femelle Ndama au Sénégal.  
Thèse : Méd. vét. ; Dakar, 1991 ; 31.

23. DIZEREGA, G.S. GOEBELSMAN, H. ; NAKAMURA, R.M.  
Identification of response to gonadotropin.  
J. Clin. Endocrin. Metab., 1982, 54 : 1091-1096.
24. DJABAKOU, K. ; GRUNDLER, G. ; LARE, K.  
Involution utérine et reprise de la cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes Ndama et Baoulé (21-31).  
In : Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des technologies nouvelles.  
Dakar : NEAS, 1993, 290 p.
25. DOBSON, H.  
Plasma gonadotropins and oestradiol during estrous in the cows.  
J. Reprod. Fertil., 1978, 52 : 51-53.
26. ERICKSON, B.H.  
Development and senescence of the post natal bovine ovary.  
J. An. Sci., 1965, 23(3) : 800.
27. FALL, A.  
Les systèmes d'élevages en Haute Casamance. Caractérisation, performances et contraintes.  
Mémoire de titularisation : ISRA : Dakar, 1987.
28. FALL, R.  
Contraintes du transfert d'embryons en milieu villageois.  
Thèse Méd. Vét. : Dakar, 1992 ; 41.
29. FAYE, L.  
Maîtrise du cycle sexuelle de la vache par le Crestar<sup>ND</sup> au Sénégal.  
Thèse Méd. Vét. : Dakar, 1992 ; 49.
30. FORTUNE, J.E.  
Follicular dynamics during the bovine estrous cycle : limiting factor in improvement of fertility.  
Anim. Reprod. Sci., 1993 : in press.
31. FRANCE  
Ministère de la Coopération et du Développement.  
Memento de l'agronome. 4e éd.  
Paris : MCD, 1991 : 1635 p. (Techniques rurales).
32. GINTHER, O.J. ; KASTELIC, J.P. ; KNOFF, L.  
Composition and characteristics of follicular waves during bovine estrous cycle.  
Anim. Reprod. Sci., 1989, 20 : 187-200.
33. GOODMAN, A. et HODGEN, G.D.  
The ovarian triad of the primate menstrual cycle.  
Recent Progr. Hom. Res., 1983, 39 : 1-73.
34. GRIMES, R.W. ; MATTON, P. et IRELAND, J.J.  
A comparison of histological indices of atresia and follicular function.  
Biology of reprod., 1987, 37 : 82-88.

35. GUILBAULT, L.A. ; GRASSO, F. LUSSIER, J.G. ; ROUILLIER, P. et MATTON, P.  
Follicular dynamics and superovulation in cattle.  
Can. Vet. J., 1991, 32(1) : 91-93.
36. GUILBAULT, L.A. ; GRASSO, F. ; LUSSIER, J.G. ; ROUILLIER et MATTON, P.  
Decreased superovulatory responses in heifers superovulated in the present of dominant follicle.  
J. Reprod. Fertil., 1991, 91 : 81-89.
37. HAHN, J.  
Attempts to explain and reduce variability of superovulation.  
Theriogenology, 1992, 38: 269-275.
38. HARESIGN, W.  
Underfeeding and reproduction : physiological mechanisms. (339 - 366).  
In : Reproduction des ruminants en zone tropicale. Les colloques de L'INRA n°20. PARIS : INRA, 1984.
39. HEYMAN, Y. OZIL, J.P. et RENARD, J.P.  
Transplantation d'embryons bovins.  
Elev. et Insém., 1978, (168) : 13-17.
40. HIRSHFEELD, A.N.  
Development of follicles in mammalian ovary.  
Internat. Rev. Cyt. 1991, 124 : 43-101.
41. HOLNES, D.H.  
The effects of pre and post partum nutritional levels of nutrition on fertility in cattle. (379-390).  
Les colloques de l'INRA n°20. Paris : INRA, 1984.
42. HOSTE, C. ; DESLANDES, P. ; CLOE, L. ; HAVET, A.  
Etude des hematocrites des taurins Ndama et Baoulé de Côte d'Ivoire.  
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1983, 36(1) : 71-78.
43. JORDT, T. ; LORENZINI, E.  
Multiple superovulations in Ndama heifers.  
Trop. Anim. Hlth. Prod., 1990, 22 : 178-184.
44. KHANG'MATE, A. ; HADDADA, B. ; LAHLOU-KASSI, A. ; BALOKO, B.  
Reproduction des bovins Ndama en ranching au D.P.P. d'Idiofa (Zaïre).  
Résultats préliminaires. (106-116)  
In : Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants.  
Apports des technologies nouvelles. Dakar : NEAS, 1993 : 289 p.
45. KNOFF, L. ; KASTELIC, J.P. ; SCHALLENBERGER, E. ; GINTHER, O.J.  
Ovarian follicular dynamics in heifers : test of two waves hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles.  
Domestic. Anim. Endocrin., 1989, 6 : 111-119.

46. LANDAIS, E.  
Reproduction des bovins en élevage sédentaire traditionnel des ruminants en zone tropicale. (113-134).  
Réunion internationale à Pointe à Pitre, Guadeloupe du 8-10 juin 1993. Les colloques de l'INRA n°20.
47. LEMON, M. ; SAUMANDE, J.  
Oestradiol 17 beta and progesterone after induction of superovulation with PMSG in cattle.  
J. Reprod. Fert., 1972, 31 : 501-502.
48. LUSSIER, J.G. ; MATTON, P. ; DUFOURT, J.J.  
Growth rates of follicles in the ovary cow.  
J. Reprod. Fert., 1987, 87 : 301-307.
49. LUSSIER, J.G. ; MATTON, P. ; GUILBAULT, L.A. ; GRASSO, F. ; MAPLETOFT, R.J. ; CARRUTHERS, T.D.  
Ovarian follicular development and endocrine responses in follicular fluid treated and hemiovariectomized heifers.  
J. Reprod. Fert., 1994 : in press.
50. MACIEL, G.M.  
Studies on the ovarian activity superovulated dairy cattle.  
Uppsala : Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine, 1991, 75 p.
51. MAPLETOFT, R.J. ; PIERSON, R.A.  
Factors affecting superovulation in the cow. Practical considerations.  
Embryo Transfer, Newsletter, 1993, 11(3) : 15-24.
52. MARIANA, J.C. ; MARCHADO, J.  
Etude de la formation de l'antrum dans les follicules de l'ovaire de ratte et de vache normales ou stimulées par PMSG.  
Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1976, 16 : 545-559.
53. MARIANA, J.C. ; MEYER, J.A.  
Application of a simulation method for study of beginning growth in ovarian follicles.  
Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1979, 19 : 1435-1442.
54. MARION, G.B. ; GIER, H.T.  
Ovarian and uterine embryogenesis and morphology of the non pregnant female mammal.  
J. Anim. Sci., 1971, 32 (Suppl. 1) : 24-27.
55. MAULEON, P.  
La production de gamètes femelles chez les bovins.  
Bulletin des CETA. Etude ENCETA, 1965 (1037) : 25-35.
56. MEYER, C. ; YESSO, P. ; TOURE, G.  
Rapport d'activités du programme reproduction.  
Bouaké : IDESSA, 1989 : 7-19.

57. MONNIAUX, D.  
Origine de la variabilité de la réponse ovulatoire à PMSG chez la génisse.  
Thèse : Doct. 3e cycle Sciences nat. Université Pierre et Marie Curie, Paris 6e : 1982.
58. NIBART, M.  
Le transfert embryonnaire et les biotechnologies appliquées : bissection et sexage.  
Rec. Méd. Vét., 1991, 167(3/4) : 261-290.
59. NIBART, M. ; BOUYSSON, B.  
Le transfert embryonnaire chez les bovins.  
Rec. Méd. Vét., 1981, 157(1) : 71-87.
60. NTEGEYIBIZAZA, S.  
Productivité du bétail Ndama au Centre de Recherches Zootechniques de Kolda (Sénégal).  
Thèse : Méd. Vét. : Dakar, 1991 ; 8.
61. OUATTARA, M.  
Le Transfert embryonnaire chez des vaches Gobra, Ndama et Montbeliarde au Sénégal.  
Thèse : Méd. Vét. : Dakar, 1990, 24.
62. PAGOT, J.  
L'Elevage en pays tropicaux.  
Paris : Ed. Maison Neuve et Larose, 1985 : 525 p.
63. PAREZ, V. ; AGUER, D. ; FLORIN, B. ; HUMBLLOT, P.  
Utilisation d'un progestagène de synthèse pour la synchronisation des génisses laitières receveuses en transfert d'embryons.  
Elev. et Insém., 1991, (242) : 15-22.
64. PARFET, J.R. ; SMITH, C.A. ; COOK, D.L. ; SKYER, D.M. ; YOUNGQUIST, R.Z. ; GARVERICK, H.D.  
Secretory patterns of LH and FSH and follicular growth following administration of PG F<sub>2α</sub> during early luteal phase in cattle.  
Theriogenology, 1989, 31(3) : 513-524.
65. PELOT, J. ; CHUPIN, D. ; PETIT, M.  
Influence de quelques facteurs sur la fertilité à l'oestrus induit. (49-52)  
Journées d'informations : Physiologie et Pathologie de la reproduction.  
Paris : 8, 9, 10 nov. 1977 ITEB UNCEIA : 156 p.
66. PICARD, L.  
La Surovulation et la production d'embryons. (29-44).  
In : "Mieux maîtriser la reproduction des espèces domestiques par le transfert d'embryons". Sommet de la Francophonie - Journées scientifiques  
Dakar : 2 au 11-mai 1989 : 181 p.
67. PIERSON, R.A. ; GINTHER, O.J.  
Ultrasonography of bovine ovary.  
Theriogenology, 1984, 24 : 495-504.

68. PIERSON, R.A. ; GINTHER, O.J.  
Follicular populations during the estrous cycle in heifers. Influence of day.  
Anim. Reprod. Sci., 1987, 14 : 177-188.
69. RAJAKOSKI, E.  
The Ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal cyclical and left right variations.  
Acta. Endocr., 1960 (Suppl. 52) : 1-67.
70. RALAMBOFIRINGA, B.  
Notes sur les manifestations du cycle oestral sur la reproduction des femelles Ndama.  
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1978, 31(1) : 91-94.
71. ROBERTS, S.J.  
Physiology of female reproduction. (398-433).  
In : Veterinary obstetrics and genital diseases.  
3e ed. Woodstock, Wermont : Edwards Brothers Inc., 1986, 981 p.
72. SAUMANDE, J.  
Ovogenèse et folliculogénèse.  
Rec. Méd. Vét., 1981, 157(1) : 29-38.
73. SAUMANDE, J.  
Superovulation chez les bovins : actualités et perspectives.  
3e Colloque scientifique AETE, Lyon : Ed. CH Merieux, 1978 : 97-141.
74. SAUMANDE, J.  
Folliculogénèse chez les ruminants.  
Rec. Méd. Vét., 1991, 167(3/4) : 205-218.
75. SAUVEROCHE, B. ; WAGNER, H.G.  
Physiologie de la reproduction des bovins trypanotolérants. Synthèses des connaissances.  
Rome : FAO, 1993 : 149 p. (Etudes FAO. Production et Santé animale : 112).
76. SAVIO, J.D. ; KEENEN, L. ; BOLAND, M.P. ; ROCHE, J.F.  
Pattern growth of dominant follicles during estrous cycle of heifers.  
J. Reprod. Fertil., 1988, 83 : 663-671.
77. SAVIO, J.D. ; BOLAND, M.P. ; ROCHE, J.F.  
Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows.  
J. Reprod. Fertil., 1990 ; 88 : 581-591.
78. SCALON, P. ; SCREENAN, J. ; GORDON, I.  
Hormonal induction of superovulation in cattle.  
J. Agric. Sci., 1968, 70 : 179-182.

79. SERE, A.  
Les Particularités physiologiques du cycle oestral chez la femelle zébu. (170-181).  
In : "Mieux maîtriser la reproduction des espèces domestiques par le transfert d'embryons". Sommet de la Francophonie - Journées scientifiques. Dakar : 2 au 11 mai 1989 : 181 p.
80. SIROIS, J. ; FORTUNE, J.E.  
Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography.  
Biol. Reprod., 1988, 39 : 308-317.
81. SIROIS, J. ; FORTUNE, J.E.  
Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone : a model for studying ovarian follicular dominance.  
Endocrinology, 1990, 127 : 916-925.
82. SWENSON, M.J.  
Duker's physiology of domestic animals.  
9e. ed. New-York : Cornell University Press, 1977.
83. TAWAH, C.L. ; MBAH, D.A.  
Amélioration génétique : bilan et perspectives dans les pays du Sud. (119-144).  
In : "Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique : Apports des technologies nouvelles. Dakar : NEAS, 1993 : 290 p.
84. TEPPERMEN, J.  
Metabolic and endocrine physiology.  
Chicago : Year Book Medical Publisher, 1962.
85. THIBIER, M.  
Rappel physiologique du cycle sexuel chez les bovins. (5-12)  
Journées d'informations : Physiologie et pathologie de la reproduction.  
Paris : 8, 9, 10 nov. 1977 : ITEB UNCEIA. 156 p.
86. TOURE, S.  
La Trypanotolérance : Revue de connaissances.  
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1977, 30(2) : 157-174.
87. TRAORE, E.H.  
Endocrinologie et efficacité de 2 types de prostaglandines : le Fenprostalène et le Dinoprost chez la femelle zébu Gobra au Sénégal.  
Thèse : Méd. Vét. Dakar, 1990 ; 35.
88. TURZILLO, A.M. ; FORTUNE, J.E.  
Suppression of secondary FSH surge with follicular fluid is associated with delayed ovarian follicular development in heifers.  
J. Reprod. Fertil., 1990, 89 : 643-653.
89. TURZILLO, A.M. ; FORTUNE, J.E.  
Effects of suppressing plasma FSH on ovarian follicular dominance in cattle.  
J. Reprod. Fertil., 1993, 98 : 113-119.

90. VAISSAIRE, J.P.  
Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire.  
Paris : Maloine S.A., 1977 : 466 p.
91. WALTERO, D.L. ; SCHALLENBERGER, E.  
Pulsatile secretion of gonadotropins, ovarian steroids and ovarian oxytocin during preovulatory phase of estrous cycle in the cow.  
J. Reprod. Fertil., 1984, 71 : 503-512.
92. ZELEZNIK, A.J.  
Dynamics of primate follicular growth. A physiologic perspectives. (93-111).  
In : The ovary. Adashi Ey. Leung PCK (eds). New York : Raven Press, 1993.
93. ZELEZNIK, A.J. ; KUBIK, C.J.  
Ovarian responses in macaques to pulsatile infusion of follicle stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone : increased sensitivity of the maturing follicle to FSH.  
Endocrinology, 1986, 119 : 2025-2032.

## SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

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

- D'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire.

- D'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays.

- De prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire.

- De ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIRÉE  
S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE.»