



**L'AMELIORATION GENETIQUE
PAR LA BIOTECHNOLOGIE DE
L'INSEMINATION ARTIFICIELLE
BOVINE :
BILAN ET PERSPECTIVES
CAS DU PAPEL AU SENEGAL**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 26 Juillet 1999
devant la faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRE
BIBLIOTHEQUE

par

IBRAHIM MAMAN LAMINOU
Né le 5 Février 1970 à ZINDER (NIGER)

JURY

Président du jury :

Monsieur Doudou BA
Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie
et d'Odonto- stomatologie de Dakar

Directeur et Rapporteur :

Monsieur Papa El Hassane DIOP
Professeur à l'EISMV de Dakar

Membres :

Monsieur Moussa HASSANE
Professeur à l'EISMV de Dakar

Monsieur Yalacé Yamba KABORET
Maître de conférence Agrégé à l'EISMV de Dakar



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

**B.P 5077 - DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 825 66 92 - Télécopie (221) 825 42 83**

COMITE DE DIRECTION

1 LE DIRECTEUR

•Professeur François Adébayo ABIOLA

**2 LE DIRECTEUR ADMINISTRATIF ET
FINANCIER**

•Monsieur Jean Paul LAPORTE

3 LES COORDONNATEURS

•Professeur Malang SEYDI
Coordonnateur des Etudes

•Professeur Justin Ayayi AKAKPO
Cordonnateur des Stages et Formation
Post-Universitaires

•Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur Recherches et Développement

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

☞ PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

☞ PERSONNEL EN MISSION (PREVU)

☞ PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PREVU)

I.- PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

A. - DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DU DEPARTEMENT

Professeur ASSANE MOUSSA

S E R V I C E S

1. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Charles Kondi AGBA	Professeur (en disponibilité)
Serge Niangosan BAKOU	Assistant
Kossi ALOEYI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Latyr GUEYE	Moniteur

2. - CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Fidèle BYUNGURA	Docteur Vétérinaire Vacataire

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Maître-Assistant Agrégée
Ali MOROU	Moniteur

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA	Professeur
Assiongbon TEK0-AGBO	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Toussaint BENGONE NDONG	Assistant
Angéla Charlevna KAZIENDE	Monitrice

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Maître-Assistant
Wake Kissao TCHEDRE	Docteur Vétérinaire Vacataire

B.- DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

S E R V I C E S

**1. - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES
D'ORIGINE ANIMALE (H I D A O A)**

Malang SEYDI	Professeur
Isabelle PAIN	Assistante
MINLA OYONO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Doudou NDAO	Moniteur

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDJI (Mme)	Maître-Assistante Agrégée
Mamadou Lamine GASSAMA	Docteur Vétérinaire Vacataire

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

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Wellars HABYARIMANA	Docteur Vétérinaire Vacataire

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

Yalacé Yamba KABORET	Maître de Conférences Agrégé
Hervé BICHET	Assistant
Maman Laminou IBRAHIM	Moniteur

5. - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Patrick FAURE	Assistant
Felix Cyprien BIAOU	Assistant

C. - FERME EXPERIMENTALE

Paul GIRARD	Agronome
Nongasida YAMEOGO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Balabawi SEIBOU	Docteur Vétérinaire Vacataire

II. - PERSONNEL VACATAIRE (PRÉVU)

. BIOPHYSIQUE

Mme Sylvie SECK GASSAMA Maître de Conférences Agrégé
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

. BOTANIQUE

Antoine NONGONIERMA Professeur
IFAN - UCAD

. AGRO-PEDOLOGIE

Alioune DIAGNE Docteur Ingénieur
Département « Sciences des Sols »
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie
(ENSA) - THIES

. BIOLOGIE MOLECULAIRE

Mamady KONTE Chercheur à l'ISRA
Laboratoire Nationale de Recherches
Vétérinaires et Zootechniques

. NORMALISATION ET ASSURANCE QUALITE

Mme NDIAYE M. Sine MBODJ Chef de la division
Agro-Alimentaire de l'Institut Sénégalais
de Normalisation

II. - PERSONNEL EN MISSION (PRÉVU)

. PARASITOLOGIE

- M. KILANI
Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

- F. COIGNOUL
Professeur
Faculté de Médecine Vétérinaire
de LIEGE (Belgique)

. PATHOLOGIE DES EQUIDES ET CARNIVORES

- A. CHABCHOUB
Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. PATHOLOGIE DU BETAIL

- Th. ALOGNINOUBA
Professeur
ENV - LYON (France)

. ZOOTECHNIE ET ALIMENTATION

- A. BEN YOUNES
Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

- Y. AMEGEE
Enseignant
Ecole Supérieure d'Agronomie
Université du Bénin
LOME (Togo)

. H I D A O A

(Denréeologie)

- ETTRIQUI
Professeur
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

- G.A. OUEDRAOGO

Maitre de Conférences Agrégé
I.D.R. OUAGADOUGOU
(Burkina Faso)

. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

L. EL BAHRI

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. TOXICOLOGIE CLINIQUE

PETIT

Professeur
ENV TOULOUSE (France)

IV. - PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1 - MATHÉMATIQUES

- Sada Sory THIAM

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. - PHYSIQUE

I. YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

TP PHYSIQUE

A. FICKOU

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

. CHIMIE ORGANIQUE

Abdoulaye SAMB

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

. CHIMIE PHYSIQUE

Alphonse TINE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

TP. CHIMIE

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. BIOLOGIE VÉGÉTALE

. PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

- K. NOBA

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

4. BIOLOGIE CELLULAIRE

Ngor FAYE

Maître Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

5. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

6. PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

MOUSSA ASSANE

Professeur
EISMV - DAKAR

Cheikh T. BA

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

7. BIOLOGIE ANIMALE (T.P.)

D. PANDARE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Jacques N. DIOUF

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

9. GEOLOGIE

R. SARR

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

A. FAYE

Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

10. T.P.

El Hadji Youssou NDIAYE

Moniteur

*Au nom d'Allah, le tout miséricordieux, le très
miséricordieux:*

*“Gloire à Toi, O! mon Dieux ! Je te loue, que ton nom
soit sanctifié, ta grandeur exaltée, point de divinité que
toi”*

Je rends grâce à Dieu Tout puissant et dédie ce travail:

- A mon cher et aimable père: maître d'oeuvre de ma réussite scolaire. Je suis reconnaissant pour votre éducation sans faille et pour tous les sacrifices consentis depuis mon bas âge. Vous m'avez appris à aimer le travail, l'endurance, la franchise, j'en tiendrai toujours compte.
- A ma chère mère immaculée Habsatou ABDOUDJA pour ton amour et ta patience. Toute ma gratitude pour tes conseils, ton affection, ton soutien matériel et moral qui furent déterminants.
- A mes frères et sœurs: avec une mention particulière à Hadiza. I. et Saratou. I. Je vous porte tous dans mon cœur. Je souhaiterais que vous preniez conscience du fameux slogan de notre père "La vie est un combat en plein danger". Que ce modeste travail puisse vous servir d'exemple: courage et persévérance.
- A mes grands parents (in mémoires): Mahamane Maïkassoua. Ma Jardin et Hadjia Chatou. Toute votre vie vous avez encouragé la bravoure, l'excellence et avez blâmé la médiocrité. Que votre âme repose en paix.
- A ma patrie : le NIGER: Il arrive qu'un enfant qui apprend à marcher tombe, mais le plus important est de se relever et de prendre de l'expansion un jour. Pour cela le travail et la tolérance.
- Au Sénégal: Pays de la téréngala, pour l'hospitalité qui m'est offerte. L'hospitalité seule gage d'une intégration africaine tant attendue.

Le slogan du père de l'intégration Kwamen N'KRUMA : « **United we stand, divided we fall** ». Tout comme celui de son cadet Thoma SANKARA : « **des personnes très intelligentes peuvent vous aiguillonner vers des directions qu'elles choisissent** » raisonnent encore dans nos consciences.

A l'université Cheikh Anta DIOP: Véritable temple du savoir, bibliothèque de l'Afrique et tout particulièrement à notre inspirateur: Cheikh Anta DIOP

"Par son génie il a réhabilité les civilisations nègres."

- A tous mes amis, mes frères de sang

- Boubacar Doudou

- Marc Naba

- Ahmadou Tidjani. I

- Nazir Inoussa

- Oumar Camara

- Hadiza Idrissa

- Souley Try

- Moussa Hamidou

- Sani Souley

- Mahamane Maïkassoua ...

A NOS MAÎTRES ET JUGES

- Monsieur Doudou BA

Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar.

C'est avec sympathie toute paternelle que vous avez accepté de présider ce jury de thèse.

Nous vous prions de trouver ici l'expression de notre profonde et sincère gratitude.

- Monsieur Papa El Hassane DIOP

Professeur titulaire de chair en Chirurgie / Reproduction à l'EISMV.

Cher maître, Nous avons très tôt été séduit par l'orientation que vous avez donnée à notre carrière scientifique.

L'autosuffisance en denrées alimentaires d'origine animale par le biais de la biotechnologie animale qui est votre cheval de bataille est très indispensable à l'Afrique.

Nous tenons à vous remercier du plus profond de notre cœur pour l'attentive sympathie que vous avez témoignée tout au long de ce travail.

Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

- Monsieur: Moussa HASSANE

Professeur titulaire de chair en Pharmacodynamie / Thérapeutique à l'EISMV.

Votre esprit encyclopédique, votre sens élevé de la morale et de l'éthique ainsi que votre rigueur dans le travail font de vous un excellent enseignant.

Nous sommes honorés de vous avoir dans notre jury de thèse.

Soyez assuré de l'admiration et du respect que nous témoignons pour l'homme de science que vous êtes.

- Monsieur: Yalacé Yamba KABORET

Maître de conférence agrégé à l'université Cheikh Anta Diop.

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail illustre combien vous attachez de l'importance à la science.

Votre dynamisme et votre sympathie nous ont profondément marqués au cours de notre séjour au sein de votre illustre service de Pathologie Médicale et d'Anatomie Pathologique.

Hommage respectueux.

REMERCIEMENTS

Au terme de notre travail, nous tenons à remercier

- Le Pr Yalacé KABORET: pour les bons moments que j'ai passé au niveau de votre service de pathologie médicale et surtout pour avoir scanné les photos de ma thèse.
- Au projet d'appui à l'élevage PAPEL pour avoir financé ce travail.
- A Docteur BICHET Hervé pour votre collaboration franche au niveau de la clinique de l'E.I.S.M.V. et vos multiples conseils.
- Docteur Ayao MISSOHOU: pour vos encouragements.
- Mme DIOUF: bibliothécaire à l'E.I.S.M.V pour votre aide inestimable à la réalisation de la bibliographie.
- A tous les enseignants de l'E.I.S.M.V et agents techniques qui n'ont ménagé aucun effort pour notre formation.

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

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION -----	1
PREMIERE PARTIE -----	3
CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ELEVAGE BOVIN AU SENEGAL ----	4
1) Situation géographique du Sénégal -----	4
2) Place de l'élevage dans l'économie du Sénégal -----	4
3) Typologie des systèmes d'élevage-----	4
3.1 Le système traditionnel extensif-----	5
3.2 Le système semi-intensif ou mixte-----	5
3.3 Le système intensif ou moderne-----	5
CAPITRE II : ETHNOLOGIE DES BOVINS RENCONTRES AU SENEGAL -	7
1) Les races autochtones -----	7
1.1 Le zébu Gobra: Bos indicus -----	7
1.1.1 Les caractéristiques ethnologiques -----	7
1.1.2. Les performances zootechniques -----	8
1.1.3 Les tentatives d'amélioration génétique -----	8
1.2 Le Taurin Ndama Bos taurus-----	8
1.2.1 Les caractéristiques ethnologiques -----	8
1.2.2 Les performances zootechniques -----	8
1.2.3 Les tentatives d'amélioration génétique-----	9
2) Les races exotiques -----	10
2.1 La prim holstein-----	10
2.2 La montbéliarde -----	10
2.3 La jersiaise -----	11
CHAPITRE III : LA MAITRISE DE LA REPRODUCTION -----	11
1) Rappel anatomo - physiologique de la reproduction -----	11
1.1 Anatomie de l'appareil génital femelle -----	11
1.1.1 Les ovaires -----	11
1.1.2 Les oviductes -----	11
1.1.3 Le vagin, le vestibule, et la vulve-----	12
1.2 Physiologie sexuelle de la vache -----	13
2) La synchronisation des chaleurs -----	16
2.1 Définition et intérêts-----	16
2.2 La mise en œuvre ou méthodes -----	17
2.2.1 L'administration de la progestérone -----	17
2.2.2 L'administration de la prostaglandine-----	19

CHAPITRE IV : L'INSEMINATION ARTIFICIELLE	20
1) Définitions, avantages	20
2) La semence	20
2.1 La récolte de sperme	20
2.2 L'examen du sperme	23
2.2.1 Examen macroscopique	23
2.2.2 Examen microscopique	23
2.2.3 Examen biochimique	24
2.3 Dilution du sperme	25
2.4 Conditionnement et conservation	25
2.4.1 Le conditionnement en paillette	26
2.4.2 Le conditionnement en pastille	26
3) La technique d'insémination artificielle	27
4) Les résultats de l'insémination artificielle	27
CHAPITRE V : L'INSEMINATION ARTIFICIELLE OUTIL D'AMELIORATION GENETIQUE	30
1) Les principales étapes de l'amélioration des caractères quantitatifs	30
1.1 Le choix des objectifs et critères de sélection	30
1.2 La description ou connaissance de la population cible	31
1.2.1 L'héritabilité	31
1.2.2 La répétabilité	32
1.2.3 Le coefficient de corrélation génétique	32
1.3 L'évaluation génétique des reproducteurs	32
1.3.1 Sélection sur un seul caractère	33
1.3.1.1 Sélection massale	33
1.3.1.2 Sélection sur ascendance	34
1.3.1.3 Sélection sur descendance	34
1.3.2 La sélection sur plusieurs caractères	35
1.3.2.1 Méthode en tandem	35
1.3.2.2 Méthode en seuil	35
1.3.2.3 Méthode sur index	35
1.4 Choix d'une stratégie d'amélioration génétique	36
1.4.1 La sélection	36
1.4.1.1 La sélection massale	36
1.4.1.2 La sélection récurrente	36
1.4.2 Le croisement ou l'hybridation	37
1.4.2.1 L'hétérosis	37
1.4.2.2 La complémentarité	37
1.4.2.3 Les différents types de croisement	38
2) Les apports de l'insémination artificielle	39
3) Les résultats de quelques croisements	41
DEUXIEME PARTIE	45
CHAPITRE I : LE CADRE D'ETUDE	45
1) Présentation de la région de Kaolack	45
1.2 Le milieu physique	45
1.2.1 Le climat	45
1.2.2 La végétation	45
1.2.3 Les cours d'eau	46

1.2.4 La pédologie -----	46
1.2.5 Activité socio - économique -----	46
2) La région de Fatick -----	47
2.1 Situation géographique -----	47
2.2 Le milieu physique -----	47
2.2.1 Le climat -----	47
2.2.2 La végétation -----	47
2.2.3 Les cours d'eau -----	47
2.2.4 La pédologie -----	47

CHAPITRE II : LES METHODES ----- 49

1) Le PAPEL et ses actions dans le bassin arachidier -----	49
2) Méthodologie et objectifs spécifiques des différentes phases -----	50
2.1 Critères d'affiliation au programme d'insémination artificielle -----	50
2.2 Traitement sanitaire des animaux -----	50
2.3 Protocole expérimental -----	50
2.4 Les objectifs spécifiques des différentes phases -----	54
2.4.1 Phases I et II -----	54
2.4.2 Phases III et IV -----	54
2.5 Méthodes statistiques -----	54

CHAPITRE III : RESULTATS ----- 55

1) Synchronisation des chaleurs et ses facteurs de variation -----	55
1.1 Taux de synchronisation -----	55
1.2 Relation taux de synchronisation et la note d'état -----	55
1.3 Relation taux de synchronisation - moment des chaleurs -----	55
1.4 Le délai moyen de retrait de l'implant - chaleur -----	58
1.5 Le moment d'insémination artificielle -----	58
2) Etude de la fertilité et ses facteurs de variation -----	59
2.1 Relation taux de fertilité - insémination -----	59
2.2 Relation taux de fertilité - état d'embonpoint -----	60
2.3 Relation fertilité - tonicité de l'utérus -----	60
2.4 Relation fertilité - moment d'insémination artificielle -----	61

CHAPITRE IV : DISCUSSION – PERSPECTIVES ----- 65

1) La synchronisation des chaleurs -----	65
1.1 Le taux de synchronisation -----	65
1.2 Effet de l'état d'embonpoint sur les chaleurs -----	65
1.3 Le moment d'apparition des chaleurs -----	66
1.4 Délai moyen retrait de l'implant - chaleur -----	66
1.5 Le moment d'insémination artificielle -----	67
2) La fertilité -----	67
2.1 Le taux de gestation -----	67
2.2 Effet de l'inséminateur sur la fertilité -----	68
2.3 Effet de l'état d'embonpoint sur la fertilité -----	68
2.4 Effet de la tonicité de l'utérus sur la fertilité -----	69
2.5 Effet du moment d'insémination sur la fertilité -----	69
3) Analyse économique et financière de l'insémination artificielle -----	69
4) Les perspectives -----	70
4.1 Les réformes étatiques -----	70

4.2 Les réformes chez l'élèveur -----	73
CONCLUSION GENERALE -----	76
BIBLIOGRAPHIE -----	78

Table des illustrations

Tableau 1 : Les performances bouchères du zébu Gobra	8
Tableau 2 : La production laitière des vaches Ndama	9
Tableau 3 : Les performances laitières des croisés Ndama x Jersiais	9
Tableau 4 : La production des races exotiques	10
Tableau 5 : La composition des dilueurs	25
Tableau 6 : Les résultats d'I. A. en Afrique	29
Tableau 7 : La production laitière des Ndama x Jersiais	41
Tableau 8 : La lactation des métisses F1 Holstein x Zébu	42
Tableau 9 : Effectif synchronisé selon le programme	55
Tableau 10 : Relation taux de synchronisation – note d'état	56
Tableau 11 : Relation taux de synchronisation – moment des chaleurs	57
Tableau 12 : Le délai moyen retrait de l'implant – chaleur	58
Tableau 13 : Le moment d' I. A.	58
Tableau 14 : Taux de fertilité selon le programme	59
Tableau 15 : Relation Taux de fertilité - inséminateur	59
Tableau 16 : Relation Taux de fertilité – état d'embonpoint	60
Tableau 17 : Relation fertilité – tonicité de l'utérus	60
Tableau 18 : Relation fertilité – moment d'insémination	61
Tableau 19 : Tableau récapitulatif	62
Figure 1 : L'appareil reproducteur de la vache	12
Figure 2 : Le cycle sexuel de la vache	14
Figure 3 : La régulation neurohormonale du cycle sexuel	15
Figure 4 : La sélection des taureaux d'insémination artificielle	21
Figure 5 : Le vagin artificiel	22
Figure 6 : L'insémination artificielle	27
Figure 7 : La démarche générale de sélection	40
Schéma 1 : Synchronisation par le PRID	18
Schéma 2 : Synchronisation par l'implant sous cutané	19
Schéma 3 : Synchronisation par les prostaglandines	19
Schéma 4 : Protocole de synchronisation et I. A.	51
Schéma 5 : Protocole expérimental	52
Schéma 6 : Contrôle laitier – beurrier	72
Schéma 7 : Organisation du programme d'amélioration génétique	75
Cartes administratives des régions de Kaolack et de Fatick	48
Histogramme 1 : Taux de synchronisation selon l'état d'embonpoint	56
Histogramme 2 : Répartition des chaleurs en fonction des tranches horaires	57
Histogramme 3 : Taux de gestation selon l'état d'embonpoint	60
Histogramme 4 : Taux de gestation selon la tonicité de l'utérus	61
Photo 1 : Le diagnostique de gestation	53
Photos 2 et 3 : Les hybrides F1	63
Photos 4 et 5 : Les hybrides F2	64

Liste des abréviations

AUPELF	: Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française
BAD	: Banque Africaine de Développement
CJ	: Corps Jaune
DIREL	: Direction de l'Élevage
DG	: Diagnostic de gestation
EISMV	: Ecole Inter- États de Science et de Médecine Vétérinaires
FSH	: Follicule Stimulating Hormon
GIE	: Groupement d'Intérêt Economique
GnRH	: Gonadotroping Releasing Hormon
H	: Heure
HP	: Hypophyse
HT	: Hypothalamus
IA	: Insémination Artificielle
ISRA	: Institut de Recherche Agronomique
LH	: Luteinizing Hormon
PAPEL	: Projet d'Appui à l'Élevage
PG	: Prostaglandine
PMSG	: Pregnant Mare Serum Gonadotropin
TE	: Transfert d'Embryon
UREF	: Université des Réseaux d'Expression Française

INTRODUCTION

Selon le rapport de la FAO de 1994 l'élevage africain renferme 192 180 000 bovins, 197 169 000 petits ruminants, 13 815 000 chameaux et 3 200 000 buffles. Avec un niveau de production de 11 000 000 tonnes en 1993, l'Afrique ne produit que 2% du lait mondial à travers un cheptel qui lui représente 14% (FAO, 1994). En 1998 cette production est estimée à 4%.

En effet les races bovines africaines se caractérisent par des productions faibles en lait (1 à 4 litres/jour soit 200 à 250 kg/lactation), en viande (rendement carcasse est de 50%) et des paramètres de reproduction peu performants. L'âge au premier vêlage se situe entre 2 et 4 ans, intervalle vêlage est de 18 à 22 mois (DIOP, 1997) alors que l'objectif en production est de un veau par vache et par an. Pourtant l'élevage joue un rôle primordial dans l'économie agricole des pays africains comme source de protéines et de capitaux et fait partie intégrante de la vie socio-culturelle.

Outre le déficit fourrager, le manque cruel d'abreuvement (particulièrement au Sahel) et les pathologies (trypanosomose, péripneumonie contagieuse bovine), cette contre performance du cheptel africain s'explique aussi par son faible potentiel génétique (sélection trop aléatoire, absence des paramètres génétiques tels l'héritabilité, la répétabilité, la corrélation génétique).

Pour promouvoir la production des denrées alimentaires d'origine animale (lait et produits laitiers, viande et produits carnés) afin de répondre à la demande d'une population en pleine croissance (taux de croissance 4% en l'an 2000) et éviter une hémorragie financière, le Sénégal à l'instar des autres pays africains s'est engagé dans la voie de la production. Rappelons que le Sénégal importe 60% de ses produits laitiers (DIAO, 1996), l'équivalent de 20 000 tonnes en 1992 soit une valeur de 12,5 milliards de francs (SOW et DIOP, 1996).

Ainsi dans le but d'intensifier la production laitière, un vaste programme d'amélioration génétique du cheptel autochtone par la biotechnologie de l'insémination artificielle fut initié par le projet PAPEL en 1995.

Nous voulons faire le bilan de ce programme en analysant ses différents impacts.

Ce travail qui couvre les régions de Kaolack et Fatick comprend deux grandes parties :

- une première partie bibliographique
- une seconde partie où nous présenterons les résultats du programme, les discuterons et envisagerons des propositions futuristes.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I

GENERALITES SUR L'ELEVAGE BOVIN AU SENEGAL

1- Situation géographique du Sénégal :

Le Sénégal est situé à l'extrême Ouest sur la façade Atlantique du continent Africain, entre les méridiens 11°30 à l'Est et 17°30 à l'Ouest et entre les parallèles 2°30 au Sud (frontière de la Guinée) et 16°30 au Nord (Podor). (SARR 1993, cité par DIOP 1995).

Le Sénégal a une superficie de 196 722 km², une population de 7,5 millions d'habitants, une densité de 39,6 hab/km² et un taux de croissance de 3,2%. L'élevage a une part importante dans l'économie du Sénégal (BEN YAHMED, 1995).

2- Place de l'élevage dans l'économie du Sénégal :

- Au plan macro-économique, le poids de l'élevage est évalué à 120 milliards de francs CFA dans le dernier plan d'action de l'élevage (MDRH 1992) soit 7% du PIB national et 30% du PIB du secteur primaire. L'élevage occupe plus de 300 000 familles sans compter tous ceux qui travaillent dans la filière.
- Au plan micro-économique, l'analyse des revenus et des budgets des exploitations traditionnelles montre que l'apport de l'élevage dans les revenus familiaux est supérieur au pourcentage dans le PIB du secteur agricole (MDRH ,1992).

En effet, dans « l'étude sur la formulation d'une stratégie de développement de l'élevage au Sénégal » (MDRH ,1992), on rapporte que la part de l'élevage dans les ressources se situe entre 55 et 75% en milieu pastoral et 40% en milieu agro-pastoral. Le cheptel sénégalais est estimé à 2 602 000 têtes (DIREL ,1992). Ainsi l'élevage est un secteur clé de l'économie du Sénégal mais connaît un mode d'exploitation très diversifié.

3- Typologie des systèmes d'élevage :

L'élevage au Sénégal se caractérise par trois (3) types de systèmes :

- un système traditionnel : extensif
- un système semi-intensif ou amélioré
- un système intensif ou moderne

3-1- Le système traditionnel : extensif

Ce système traditionnel peut être pastoral ou agro-pastoral. Le premier est caractérisé par la transhumance avec comme objectif primordial la recherche de pâturage et de point d'eau alors que le second évolue vers la sédentarisation avec l'utilisation des sous produits agricoles (DIOP, 1996).

Il détient la plus grande partie du cheptel sénégalais qui est conduit selon un mode extensif et se caractérise par un faible investissement tant physique que financier et une faible productivité (DIOP, 1995).

3-2- Le système semi-intensif ou amélioré :

Il se développe en zone péri-urbaine (DIOP, 1996) et évolue vers la sédentarisation, avec l'utilisation de sous produits agricoles (DIOP, 1997) ; le pâturage naturel communautaire est la base de l'alimentation des vaches (DIAO, 1996). La traite est faite deux (2) fois par jour en présence du veau. La production du lait est partagée entre le veau allaité et le bouvier (DIAO, 1996).

3-3- Le système intensif : moderne

C'est l'exemple de la société commerciale agro-industrielle (SOCA) et de la ferme NIACOULRAB.

La SOCA exploite la race jersiaise d'origine danoise. Ce système a les caractéristiques suivantes :

- l'alimentation : les vaches reçoivent une alimentation de base composée de fourrage cultivé, distribué en vert (maïs, panicum). Le concentré est composé de sous produits agro-industriels .
- la reproduction : la fécondation est assurée par l'insémination artificielle avec des semences importées (holstein, montbéliard, jersiaise). Des essais de transferts d'embryons ont été réalisés avec succès.
- Prévention sanitaire : les animaux sont régulièrement vaccinés et déparasités.
- Le contrôle laitier : la SOCA réalise elle-même son contrôle laitier trois (3) fois par semaine par lecture directe des qualités traites sur le testu incorporé au faisceau trayeur (DIAO, 1996).

L'objectif de ces systèmes intensifs est d'approvisionner régulièrement les villes en lait et c'est le lieu privilégié d'utilisation des races croisées et des races pures.

La production peut atteindre des niveaux records de l'ordre de 15 à 20 litres par jour (DIOP, 1996).

La typologie des exploitations d'élevage faite sur la base des critères techniques tels que la conduite des troupeaux et les caractéristiques du bétail peut entraîner des distorsions dans les approches et limiter la portée des actions mises en œuvre d'où la nécessité d'une analyse socio-économique des systèmes d'élevage.

CHAPITRE II

ETHNOLOGIE DES RACES BOVINES RENCONTREES AU SENEGAL

Les données statistiques de la Direction de l'élevage estiment le cheptel sénégalais à 2 602 000 têtes (SENEGAL/DIREL 1992).

Ce cheptel est riche et varié.

Les principales races rencontrées au Sénégal sont :

- Le zébu Gobra (*Bos indicus*) vit dans la zone soudano-sahélienne dépourvue de glossine.
- Le taurin Ndama (*Bos taurus*) en zone soudano-guinéenne car trypanotolérant.
- Le Djakoré : produit du croisement du Gobra et Ndama, vit à l'interface des deux zones.
- Les races exotiques : Holstein, Montbéliard, Jersiaise.

1- Les races Autochtones :

1-1- Le zébu Gobra : *Bos indicus*

1-1-1- Caractéristiques ethniques :

Ce zébu vit dans la zone soudanosahélienne, c'est un animal de grand format, 1,35 mètres à 1,40 mètres au garrot, subconvexiligne, eumétrique et médioligne (MISSOHOU, 1997). La tête est assez longue ; les cornes sont courtes chez la vache et longues chez le bœuf. Elles sont en forme de hautes lyres : 70 à 80 cm.

La bosse est très développée, la robe est généralement blanche ou blanc rayé, souvent froment. (MEMENTO de l'agronome, 1991). Le fanon est large et plissé près des membres.

1-1-2- Performances zootechniques :

Chez l'animal adulte, le poids varie entre 340 à 450 kg. Le rendement carcasse est de 50 à 53%, c'est le meilleur des zébus de boucherie parmi les zébus Ouest-africains. (MEMENTO de l'agronome, 1991). L'aptitude laitière du zébu Gobra est estimée à 500 – 600 kg pendant une lactation de 7 mois. Elle est exploitée uniquement pour l'autoconsommation de l'éleveur (PAGOT, 1985).

Les expériences d'embouche réalisées par DENIS et THIONGANE en 1971 ont donné les résultats suivants :

Tableau 1 : les performances bouchères du zébu Gobra (DENIS et THIONGANE, 1971)

	Age	6 mois	12 mois	18 mois	24 mois	30 mois	36 mois
Mâles	N	162	199	145	95	68	65
	Poids moyen	96,2	144,0	196,6	259,6	312,6	364,3
	±	2,7	4,0	6,1	7,8	9,6	13,6
	N	230	220	165	11	92	89
Femelles	Poids moyen	88,1	129	174	220,4	270,5	309,5
	±	2,2	3,5	5,5	7,4	9	9,2

1-1-3- Tentatives d'amélioration génétique :

L'aptitude principale du zébu Gobra est la production de viande, donc seules les performances bouchères furent améliorées. L'amélioration génétique du zébu Gobra se poursuit à la station de Dahra Djoloff. (PAGOT, 1985). le GMQ est de 280g /j .

Elle peut atteindre 736g chez les mâles recevant une alimentation équilibrée et 1080g dans les unités d'embouche (MISSOHOU, 1997).

La production laitière est moyenne: 450 à 500 litres pour une durée de 180 à 250j mais riche en matière grasse 5,5% (LARRAT, 1989); elle est estimée à 675 litres en 11 mois (MISSOHOU, 1997),a 2 litres par jour (DENIS et THIONGANE, 1969)

1-2- Le taurin Ndama : bos taurus

1-2-1- Caractéristiques ethniques :

La Ndama est un bovin sans bosse, de taille inférieure à la moyenne : 0,95 à 1,10 mètres au garrot. La robe est fauve, uniforme, décolorée sous le ventre. Les extrémités (tête, membres, queue) sont plus foncées. Elle est rustique, adaptée à son berceau du Fouta Djallon et possède une très grande résistance à la trypanosomose. (MEMENTO de l'agronome, 1991).

1-2-2- Performances zootechniques

Elle est essentiellement exploitée pour ses aptitudes bouchères. Le poids à la naissance est d'environ 17 kg pour un poids adulte de 250 à 330 kilogrammes. Le rendement carcasse est supérieure à 50% et peut atteindre 55% (PAGOT, 1985). La production laitière est très faible 2 à 3 litres par jour soit 500kg par lactation. Ce lait est généralement autoconsommé par les éleveurs. (MEMENTO de l'agronome, 1992).

PAGOT a mesuré les lactations des vaches NDAMA au C.R.Z. de SOTUBA du Mali, les productions observées ont été les suivantes :

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRAIRE
BAMAKO
MALI

Tableau 2 : La production laitière des vaches Ndama (PAGOT, 1985)

Année	Production en kg	Durée (j)	Effectif
1953	421,67	300	40
1954	488,6	-	40
1955	481,1 ± 11,87	-	47
1956	686	-	47
1957	658,73	-	47

1-2-3- Tentatives d'amélioration génétique :

L'amélioration s'effectue soit par la sélection des races locales en faisant reproduire les animaux ayant les meilleures qualités, soit par des croisements, en introduisant des reproducteurs de races importées à hautes performances.

A titre d'exemple, elle a fait l'objet de préoccupation au Sénégal , en Casamance qui est une zone infestée par Glossina Palpalis et Glossina morsitans, dans le ranch de Kolda pour sélectionner le bétail typanotolérant. L'augmentation de poids obtenu a été sensible : 400 kg chez le taureau (LARRAT, 1989). En Côte d'Ivoire, au centre d'élevage de Korhogo, les vaches demi sang Jersiais × NDAMA produisaient 1277,3 ± 51,8 kg alors que les races pures avaient une production de 400 à 600 kg (PAGOT, 1985).

En élevage intensif NDAMA peut produire 680 à 700 kg / lactation et les F1 Jersey × NDAMA 1133 kg soit 1495 kg de lait à 4% de matière grasse (MEMENTO, 1991)

Tableau 3 : Les performances laitières de demi sang NDAMA × Jersiais (PAGOT, 1985)

Elevage	NDAMA	NDAMA ×Jersiais
Semi – intensif	588 ± 158 kg	1277, 3 ± 51,8 kg
Extensif	400 - 600 kg	

2- Les races exotiques :

Ces races sont importées d'Europe ou d'Afrique du sud dans le cadre de l'amélioration de la production laitière en début des années 1988. Il s'agit essentiellement de la Holstein, la Jersiaise, et la Montbéliard.

2-1- La Holstein :

La robe est pie noire avec des tâches blanches et noires bien délimitées; le format est bien développé de même que la mamelle qui est enchâssée entre les cuisses bien écartées. La race est exploitée pour la production de lait 6000kg par lactation mais des productions de 8000 à 10000 ne sont pas exceptionnelles en zone tempérée. Sous les tropiques, la production moyenne est de 5715 (BENLEKHAL, 1996). Aux Etats Unis, le rendement moyen devrait dépasser 10000kg en 2010 (FAURE, 1998).

2-2- La Jersiaise :

Originnaire de l'île de Jersey, elle a une robe fauve plus ou moins foncée à la tête, à l'avant bras et à l'arrière train. Animal de petite taille, cou long et mince, cuisse plate longeant une mamelle développée. On dit qu'elle est au service de sa mamelle.

La production est évaluée à 3370kg à la SOCA (DIOP et Al, 1992) cité par DIAO (1996), mais le potentiel de la Jersiaise est de 20 à 25kg par jour. Le rendement laitier des Jersiaises augmente progressivement de 166,8kg à la première lactation à 2577,5kg à la 4^e lactation (KATYAGA, 1988).

2-3- La Montbéliard :

La robe est pie rouge, le rouge étant vif, foncé ou pâle. Cet animal est bien conformé, le plus souvent exploité pour la production de lait que de viande. La production laitière est estimée à 2860kg/lactation (DIAO, 1996) mais peut atteindre 5000kg (lactation en zone tempérée).

Tableau 4: La production des races exotiques (DIAO, 1996).

Caractéristiques	E. intensif: COPLAIT	E. intensif: SOCA
Race	Montbéliard	Jersiaise
Nbre de troupeau	14	1
Production / an (kg)	2860	2370

CHAPITRE III

LA MAITRISE DE LA REPRODUCTION : SYNCHRONISATION DES CHALEURS

1- Rappel anatomo – physiologique de la reproduction :

1-1- Anatomie de l'appareil génital de la vache :

Tel que décrit par AGBA et CUQ (1975), l'appareil génital de la vache comprend trois parties.

- Une partie glandulaire constituée par les ovaires
- Une partie tubulaire ou gestative constituée par l'utérus et les oviductes
- Une partie copulative constituée par le vagin, le vestibule et la vulve

1-1-1- Les ovaires :

Situés dans la cavité abdominale à l'entrée du bassin, les ovaires produisent les gamètes femelles ou ovules et les hormones femelles (œstrogènes et la progestérone). Ils se présentent généralement sous la forme d'une amande aplatie latéro – médialement.

Leur dimension est variable en fonction de la race et du stade sexuel : 35 mm de long , 25 mm de large et 15 mm d'épaisseur chez Bos Taurus (AGBA et CUQ ,1975) .

27 mm de longueur, 17,5 mm de largeur et 13,5 mm d'épaisseur chez Bos Indicus.

Alors qu'ils sont lisses chez la génisse, ils présentent de nombreuses irrégularités chez la vache adulte à cause des follicules qu'ils contiennent.

1-1-2- Les oviductes et l'utérus :

- Les oviductes ou salpinx : flexueux ils mesurent 7 à 10 cm de longueur et présentent trois parties :
 - Le pavillon portant l'orifice abdominal, il recueille l'ovule pendant la ponte ovulaire
 - L'ampoule : long tube de diamètre fin et flexueux, c'est le lieu de la fécondation
 - L'isthme : c'est la partie la plus grande de l'oviducte et est reliée à l'utérus par la portion intra murale de la trompe.
- L'utérus : c'est l'organe de la gestation, qui nourrit et protège le fœtus après la nidation. Il expulse le fœtus au cours de la parturition après une période de gestation qui dure 9 mois. Il est de type bicorne et mesure 30 à 35 cm. Les deux cornes s'unissent pour former le corps utérin. Le col assure la continuité avec le vagin et mesure 5 cm (PAREZ et al., 1987).

Le col utérin est d'aspect varié et peut être identifié à la palpation transrectale grâce à sa consistance plus ferme.

1-1-3- Le vagin, le vestibule et la vulve :

C'est la portion copulative :

- Le vagin fait suite au col de l'utérus, c'est un conduit musculo- membraneux de consistance molle aplati dorso – ventralement. Il mesure 4 à 10 cm en moyenne chez une génisse et 20 à 25 cm chez une vache multipare (AGBA, 1977).
- Le vestibule vaginal : c'est un carrefour des voies génitales et urinaires. Il prolonge le vagin caudalement.
- La vulve : c'est la partie externe du tractus génital de la femelle. Elle comprend deux lèvres unies dorsalement et ventralement au niveau des commissures vulvaires.

La commissure inférieure loge le clitoris.

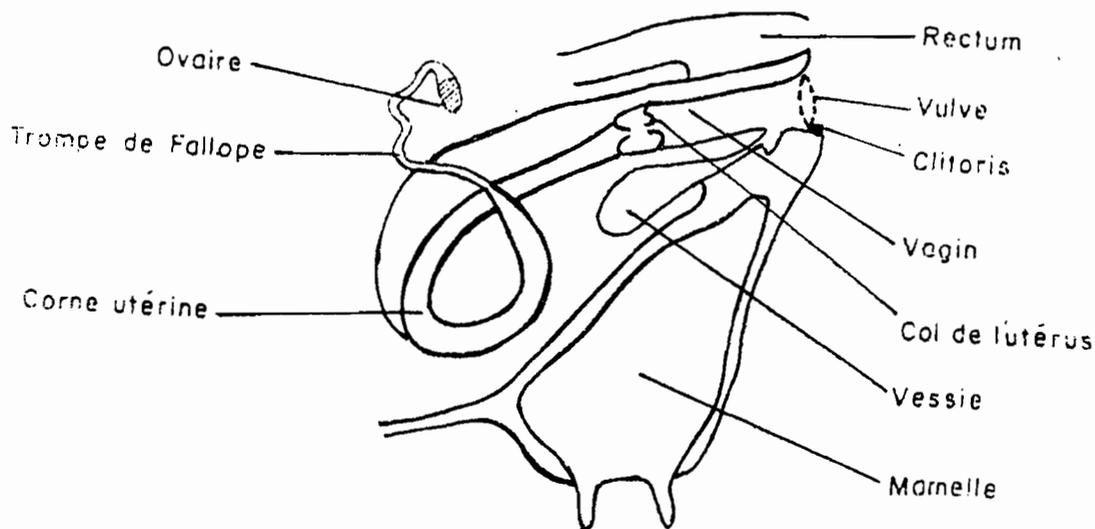


Figure 1 : L'appareil reproducteur de la vache (BIZIMUNGU, 1991)

1-2- Physiologie sexuelle de la vache

L'espèce bovine est considérée comme une espèce à sexualité continue et à ovulation spontanée. La durée du cycle sexuel est de 20 jours en moyenne chez la génisse et 21 jours chez la vache.

D'après VAISSAIRE (1977) ce cycle est composé de :

- pro-oestrus : se caractérise par la croissance et la maturation folliculaire (phase folliculaire) : 4 jours
- L'œstrus (chaleur, rut) : c'est la fin de la maturation folliculaire suivie de l'ovulation : 10h chez la Ndama (seule période où le mâle est accepté).
- Le métœstrus ou post - œstrus : c'est la période de la formation du corps jaune : 2 jours
- Le dioestrus : c'est la période du fonctionnement du corps jaune avec l'installation d'un état prégravidique de l'utérus : 15 jours. Dans certains cas le dioestrus peut se prolonger : on parle d'anoestrus. cet anoestrus peut être saisonnier, de gestation ou de lactation. A la fin de ce repos sexuel un nouveau cycle recommence.

L'œstrus constitue la seule manifestation observable et on peut selon le cycle endocrinien distinguer deux phases :

- La phase folliculaire : caractérisée par la sécrétion de quantité croissante de F.S.H. (1ng/ml à 4ng/ml ou pic) qui conduit à la croissance folliculaire . Au cours cette croissance les follicules sécrètent des œstrogènes (1 à 12pg/ml au moment de l'œstrus) qui provoquent l'œstrus et la décharge de L.H. La décharge de L.H. provoque l'ovulation dans un délai de 12 h après l'œstrus. (17,5 à 20ng/ml puis chute à 2ng/ml).
- La phase lutéale : le follicule éclaté se transforme en corps jaune. Celui ci sécrète de la progestérone (2,5ng/ml à 7ng/ml au 7^e jour) qui empêche toute nouvelle ovulation. Si la vache n'est pas fécondée, au 17^e jour du cycle, l'utérus produit la P.G.F._{2α} qui provoque l'arrêt de la sécrétion de la progestérone suite à une dégénérescence du corps jaune. La chute de la progestérone permet le démarrage d'un nouveau cycle.

Ce phénomène peut être schématisé (figures 2 et 3).

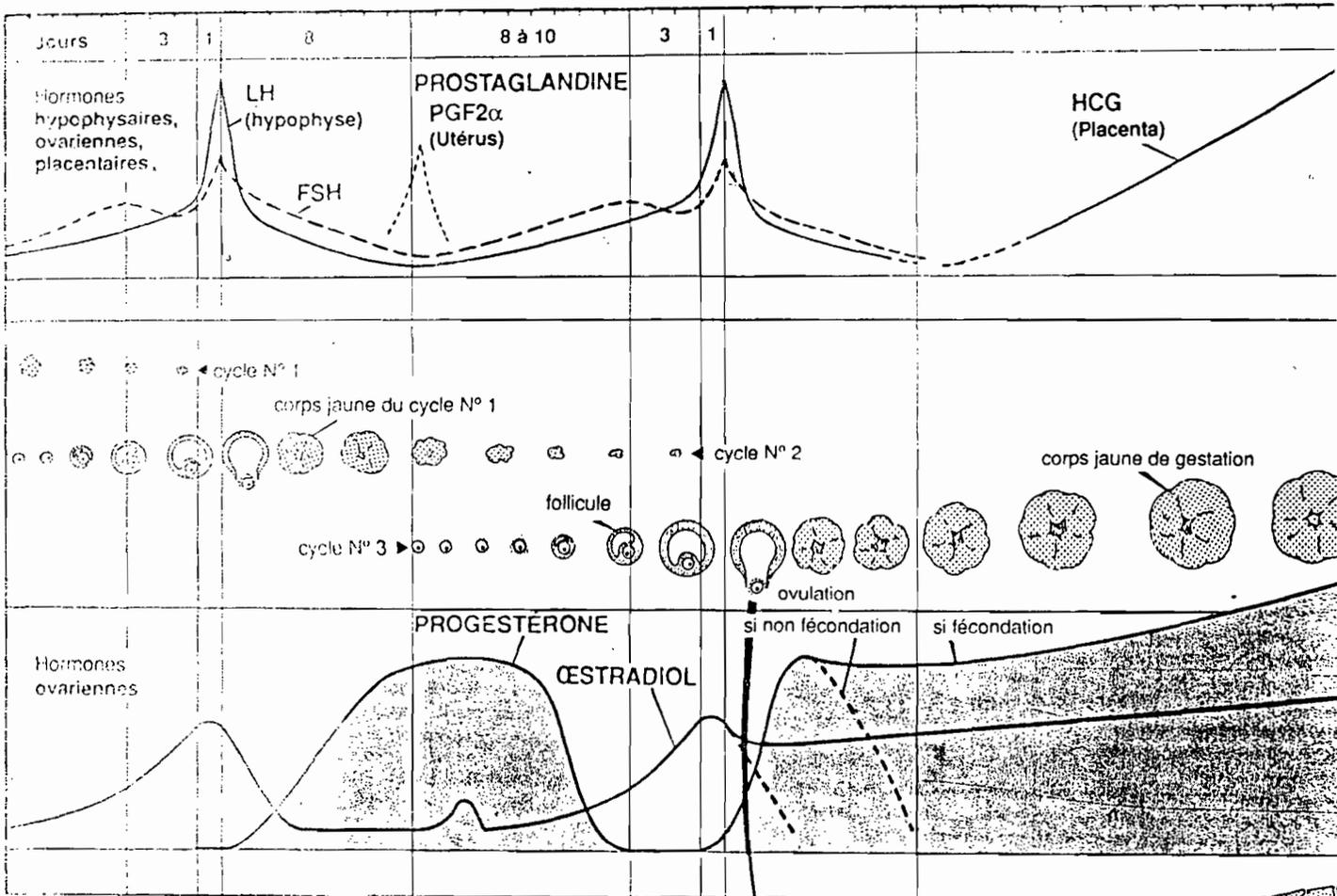


Figure 2 : Le cycle sexuel de la vache (SOLTNER, 1993)

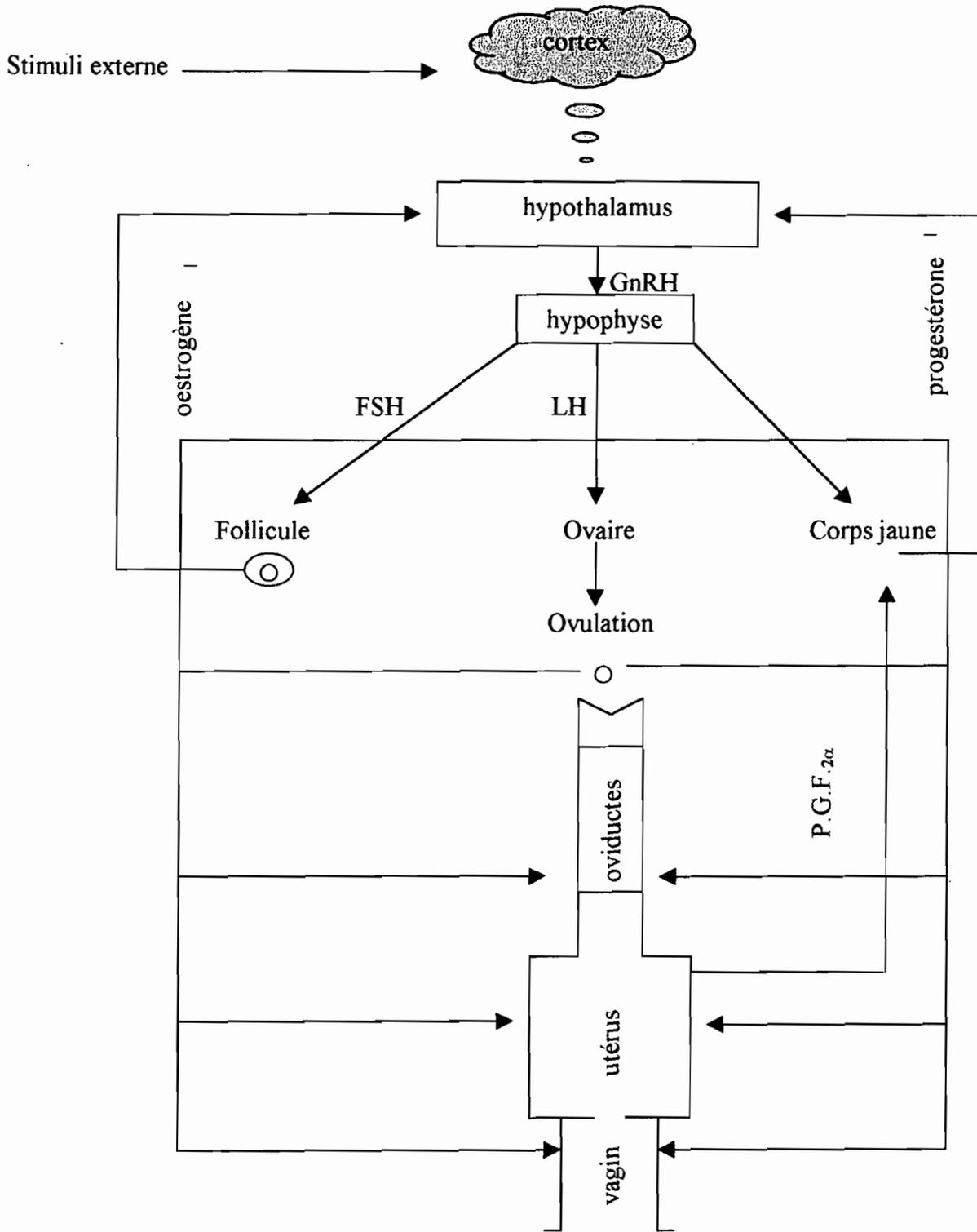


Figure 3 : La régulation neurohormonale du cycle sexuel (BAIRD, 1975)

Les méthodes utilisées dans la maîtrise du cycle sexuel exploitent le fait qu'il existe toujours un intervalle constant entre la chute de la progestérone le moment de l'œstrus et l'ovulation

2- La synchronisation des chaleurs :

Quelque soit la spéculation (lait ou viande) un élevage bien conduit répond aux mêmes objectifs :

- Avoir le maximum de génisses gestantes le plutôt possible
- Avoir le moins possible de femelles vides
- Obtenir un veau par vache et par an au moment souhaité en fonction des impératifs techniques et économiques.

Cela suppose une maîtrise de la reproduction.

2-1- Définition et intérêts :

Elle vise à regrouper les chaleurs c'est à dire à déclencher l'œstrus, à une même période, chez un certain nombre de femelles de manière à réaliser une certaine planification de la reproduction.

Ses objectifs tels que décrits par DERIVAUX (1989) sont divers :

- Faire coïncider les périodes de gestation et de parturition de groupe d'animaux en vue de rentabiliser au maximum une exploitation soit en assurant une production laitière uniforme tout au long de l'année ou en la concentrant aux périodes où elle est la plus rémunératrice, soit en programmant le travail d'une exploitation en fonction de la main d'œuvre disponible.

En bref planifier l'élevage et la production en fonction des contraintes techniques et économiques (abondance des fourrages, variations saisonnières des prix, disponibilité de la main d'œuvre). Les animaux conçus en saison sèche et engraisés en saison des pluies viennent à point pour la Tabaski.

- Pallier la détection incorrecte des chaleurs et éviter dès lors, les pertes économiques résultantes d'une gestation retardée.

En effet la maîtrise de l'œstrus permet d'accélérer le cycle de reproduction par la saillie précoce des jeunes femelles et de tirer profit d'ovulation silencieuse qu'on observe chez les génisses ; à condition que celles-ci aient atteint un développement suffisant (60% du poids adulte).

- Faciliter la mise en pratique de l'insémination artificielle. En effet la maîtrise de l'œstrus permet l'utilisation de l'insémination artificielle dans des zones non couvertes par un circuit régulier ou pour des troupeaux élevés en extensif.
- Rendre possible et faciliter les manœuvres de réalisation de la transplantation embryonnaire.
- La possibilité de deux gestations par an, chez les animaux qui ne s'y prêtent pas naturellement.
- Eviter les écarts prolongés entre deux mise-bas successives.
- Une meilleure conduite des troupeaux (les animaux sont au même stade physiologique, l'alimentation et les soins sont facilités). (BODEN et coll, 1988).
- Accélérer le progrès génétique en élevage de sélection.
- L'obtention de portée de deux à quatre agneaux par un surdosage de l'hormone préparant l'ovulation : PMSG, FSH

2-2- La mise en œuvre de la maîtrise de l'œstrus :

La maîtrise de l'œstrus repose essentiellement sur deux principes :

- a) L'établissement d'une phase lutéale artificielle par administration de la progestérone ou des progestagènes.
- b) Le raccourcissement de la phase lutéale normale par administration de prostaglandines ou de leurs analogues.

Par ailleurs, en vue d'augmenter le degré de synchronisation, de réduire l'incidence des chaleurs silencieuses, le traitement à base de progestagènes ou de prostaglandines est associé à l'administration d'œstrogènes, de gonadotropines ou de GnRH en vue de stimuler l'activité ovarienne.

Deux méthodes sont utilisées actuellement :

- l'administration de la progestérone ou de progestagènes.
- L'administration des prostaglandines ou de leurs analogues.

2-2-1- L'administration de la progestérone ou des progestagènes :

- Cette méthode consiste à administrer un progestatif qui va bloquer l'évolution du cycle en phase lutéale, la suspension du traitement aura pour effet la provocation de l'œstrus en 2 à 3 jours. Si la femelle n'est pas cyclée, l'administration de progestatif jouera le rôle d'un corps jaune artificiel et l'arrêt du traitement entraîne la maturation folliculaire et donc l'œstrus.

On associe au traitement de progestatifs une administration de PMSG qui stimulera la maturation folliculaire.

Dans la pratique deux techniques sont utilisées :

- La spirale vaginale ou PRID (Progesterone Release Intra-vaginal Device)
 - L'implant sous-cutané ou Norgestomet (CRESTAR)
- Le PRID est une spirale métallique recouverte d'un élastomère siliconé dans laquelle est incorporée de la progestérone et à laquelle est fixée une gélule renfermant du benzoate d'oestradiol.

La spirale préalablement enduite d'une pommade antiseptique, est placée dans le vagin à l'aide d'un spéculum.

La spirale est laissée en place durant 12 jours, et le retrait de l'implant s'accompagne de l'œstrus dans les 72 heures qui suivent. (Derivaux, 1989).

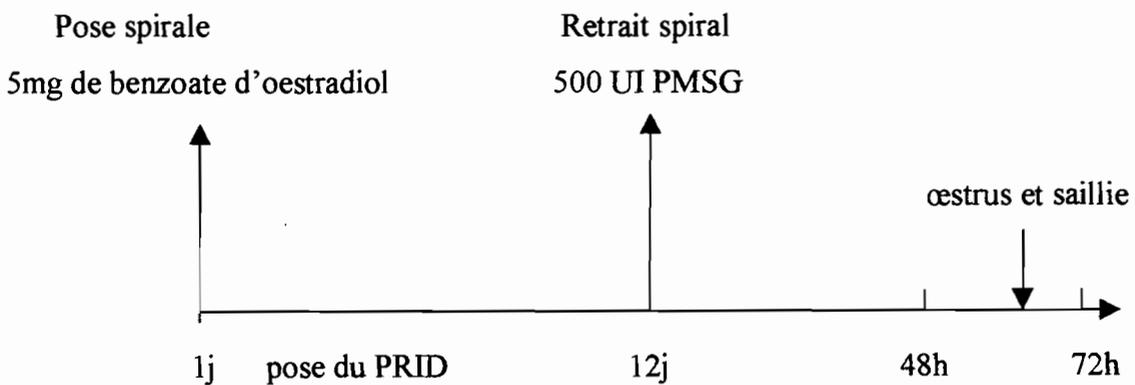


Schéma 1: La méthode PRID (DERIVAUX, 1989)

- Le norgestomet est utilisé sous forme d'implant. la mise en place derrière l'oreille d'un implant de 3mg de norgestomet est associée à une injection de 5mg de valérate d'oestradiol et de 3 mg de norgestomet. L'implant est laissé en place pendant 8 à 10 jours et le jour du retrait, il est précédé d'une injection de 500 à 600 UI de PMSG.

Pose implant

5mg de valérate d'oestradiol

3mg de Norgestomet

Retrait implant

500 à 600 UI

de PMSG

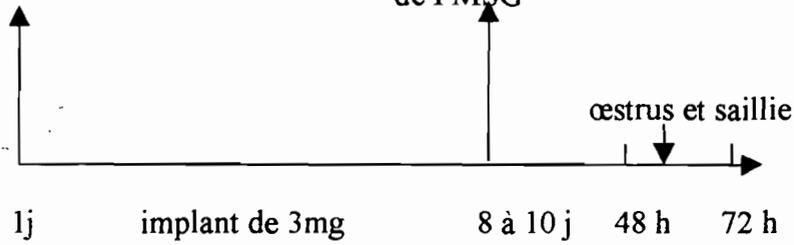


Schéma 2: Implants de Norgestomet

2-2-2 L'administration de prostaglandines ou de leurs analogues:

Les prostaglandines entraînent la suppression du corps jaune par lutéolyse et donc la maturation d'un follicule dans un délai de 48 à 72 heures. L'utilisation de ces lutéolytiques n'est indiquée que chez les femelles cyclées en phase lutéale (vérification du corps jaune).

Lorsqu'il s'agit de traiter un troupeau, la méthode la plus simple et la plus pratique pour pallier notamment à leur inefficacité avant le cinquième jour du cycle est de réaliser deux injections à 11 jours d'intervalle (PAREZ, 1993).

A la première injection, les vaches qui se trouvent en phase lutéale vont perdre un corps jaune et démarrer un nouveau cycle, celles qui ne se sont pas en phase lutéale poursuivent leur cycle. 11 jours plus tard les deux lots seront au même rythme, c'est à dire que la deuxième injection entraîne le groupage des œstrus. Les taux de conception obtenus sont de même ordre que ceux enregistrés dans les conditions naturelles : 60-65%

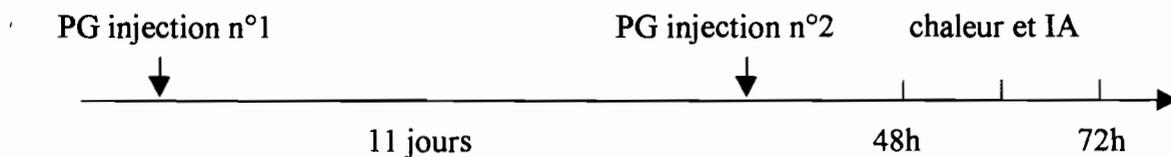


Schéma 3 : méthode utilisant les prostaglandines PG (PAREZ, 1993)

La technique de maîtrise des cycles sexuels, bien conduite, constitue un atout au développement d'un programme d'insémination artificielle.

CHAPITRE IV :

L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

1- Définition, avantages :

L'insémination artificielle est une technique qui consiste à déposer à l'aide d'un instrument approprié la semence d'un mâle dans les voies génitales d'une femelle en période de rut en vue de la fécondation. (BIZIMUNGU, 1991).

L'insémination artificielle se distingue chez les bovins par son expansion à cause de ses avantages d'ordre génétique, sanitaire, économique et scientifique :

- l'avantage génétique : consiste à sélectionner les taureaux à la lumière des performances de leurs filles (testage), la supériorité génétique des taureaux ainsi sélectionnés est largement diffusée grâce à l'insémination artificielle.

En plus un éjaculat permet de saillir 300 vaches et se conserve indéfiniment : 10 ans.

- L'importance sanitaire : l'insémination artificielle supprime l'accouplement et permet du coup d'enrayer les maladies sexuellement transmissibles (campylabactériose, trichomonose, brucellose ...).
- L'intérêt économique : découle du progrès génétique, de la maîtrise de la santé et surtout l'avantage direct qui est celui de dispenser l'éleveur d'entretenir un taureau au profit d'une semence de taureau sélectionné.
- Scientifique : L'insémination artificielle permet l'étude histo-physiologique et du pouvoir fécondant du sperme. La méthode est d'importance pour les croisements et l'hybridation.

L'insémination artificielle est l'outil d'amélioration génétique le plus avantageux

(LOFTI et al, 1996) cité par (SOW, 1997)

2- La semence :

2-1 La récolte du sperme :

- La collecte ne se fait que sur des animaux sains, reconnus sanitaires indemnes vis à vis de certaines infections (IEMVT-CIRAD, 1991) cité par SOW (1997).
- Les taureaux qui séjournent dans un centre d'insémination artificielle résultent d'un schéma de sélection assez coûteux mais génétiquement assez fiable, et en trois étapes :

- sélection sur ascendance
- sélection sur performance propre (sur la conformation et la fonction sexuelle).
- Sélection sur descendance (testage et Calcul de l'index)

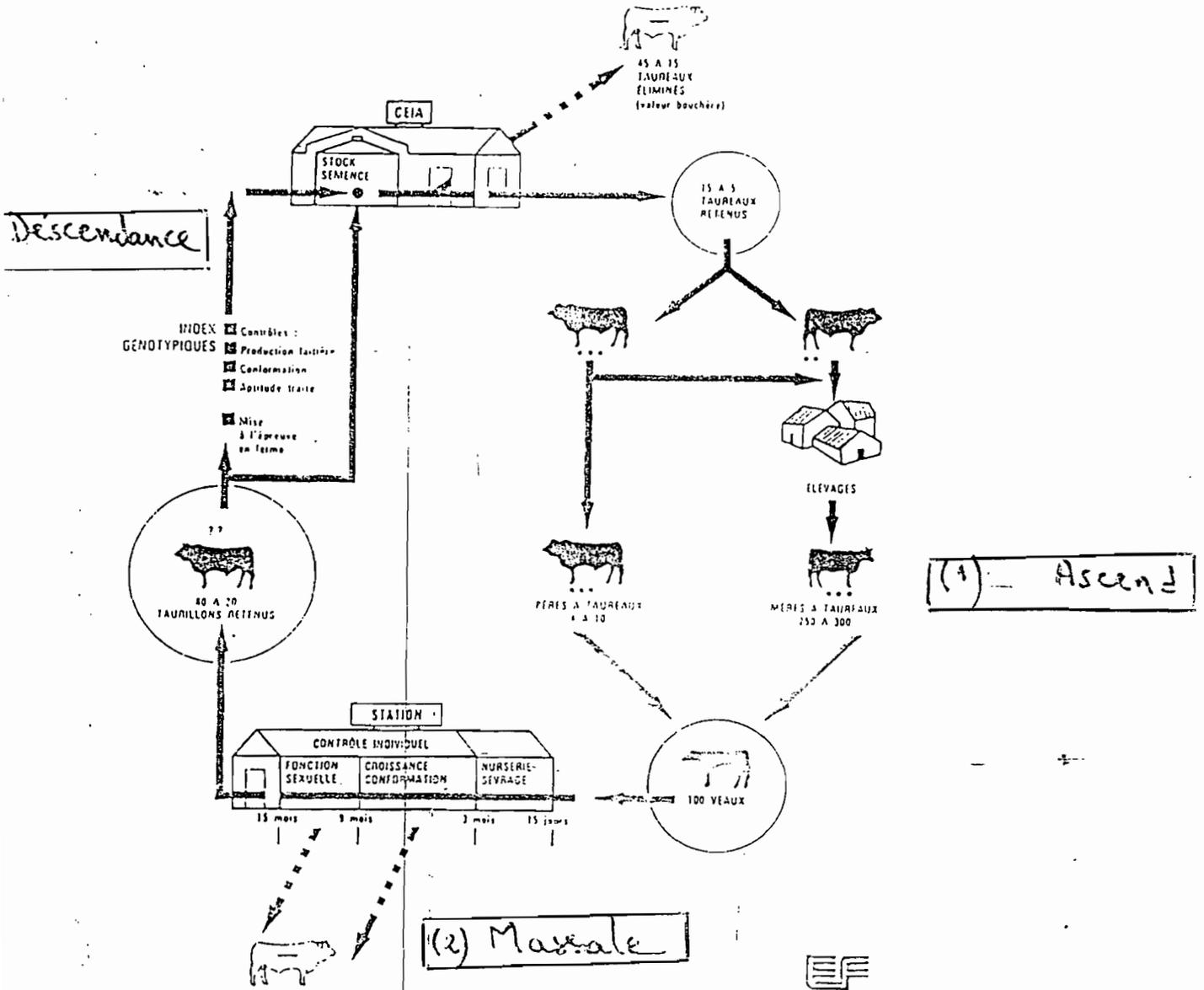


Figure 4 : schéma de sélection des taureaux d'insémination artificielle (BONNES, 1991)

- Plusieurs méthodes sont utilisées pour récolter le sperme dont :

- La récolte par le vagin artificiel :

Le principe est de rassembler dans un appareil simple et pratique toutes les conditions naturelles présentées par les voies génitales de la vache au moment du coït et de recueillir rapidement un éjaculat total et non souillé (DERIVAUX, 1971) cité par MBAINADINGATOLOUM (1982).

Le vagin artificiel est un assemblage de quatre pièces :

- Le corps du vagin muni d'un orifice à valve par lequel on peut introduire de l'eau tiède ou de l'air : 35 cm de longueur et 7.5 cm de largeur.
- Le manchon interne en caoutchouc souple : entre le manchon et le corps on règle la température de l'eau ou la pression de l'air.
- Le cône : largeur 10 cm.
- Le tube gradué pour reconnaître la quantité récoltée.

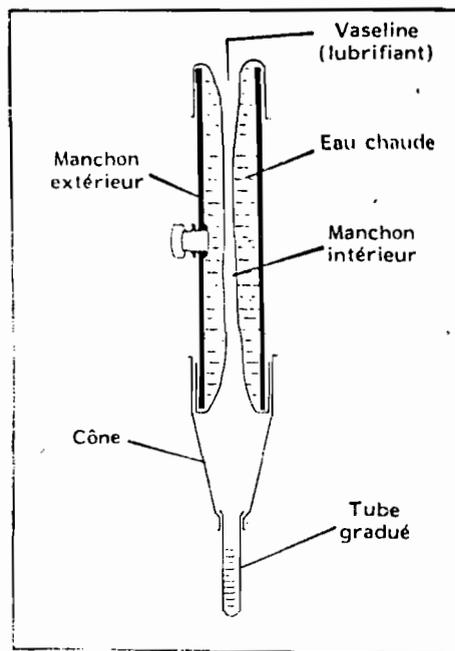


Figure 5 : Le vagin artificiel (SOLTNER, 1993)

Le récolte se fait soit avec :

- ◆ Un animal boute en train : au lieu de permettre au taureau d'introduire sa verge dans le tractus génital femelle, un opérateur au moment du coït dirige la verge dans le vagin artificiel. Lorsque l'animal descend, l'opérateur retire le vagin artificiel dans lequel le taureau a éjaculé (CRAPLET, 1960).
- ◆ Chariot mannequin : le récolteur est installé dans le mannequin puis présente le vagin.

Notons que l'animal doit être préparé et toute l'opération doit se faire dans la routine.

Malgré la facilité apparente de cette méthode, certains taureaux refusent le vagin artificiel ou sont dans l'impossibilité de sauter à cause d'une arthrite ou d'une douleur. On fait appel à d'autres méthodes telles :

- L'électro-éjaculation : la méthode permet par stimulation des vésicules séminales et des canaux d'efférents à l'aide d'électrode bipolaire implantée par voie rectale d'obtenir régulièrement l'érection et l'éjaculation. Cette méthode permet de recueillir séparément les sécrétions accessoires et puis le sperme presque pur, riche en spermatozoïdes (MBAINDINGATOLOUM, 1982).
- Le massage des vésicules séminales : la récolte se fait par massage des vésicules séminales et des ampoules d'efférentielles après fouille rectale. Le sperme obtenu est de faible volume et généralement pauvre en sperme.

La fréquence des récoltes est de 2 à 3 récoltes par semaine au risque de voir la densité du sperme diminuer.

2-2- L'examen du sperme :

A pour objectif de caractériser la qualité du sperme pour savoir s'il est utilisable et commercialisable.

2-2-1- Examen macroscopique :

- Le volume : 0,5 à 15 ml
- La couleur et aspect général : le sperme est blanchâtre, de consistance lactocrémeuse. Il ne doit y avoir ni trace de sang, ni de pus.
- Les vagues macroscopiques : sont des tourbillons ; signes de bonne qualité.

2-2-2- Examen microscopique :

Il a pour but de vérifier la motilité des spermatozoïdes grâce à un microscope à plaque chauffante réglée à 38°.

- Mortalité : elle est notée de 0 à 5

La note 0	absence de mortalité
1	léger mouvement
2	faible mouvement, sans vague
3	50% des spermatozoïdes sont mobiles
4	80% des spermatozoïdes sont mobiles
5	tous les spermatozoïdes se déplacent activement en ligne droite

On retient les éjaculats de note supérieure à trois (soit au moins 50% de spermatozoïdes)

- la concentration : un échantillon de 0,1 ml de sperme est dilué au 100^{ème} dans du sérum physiologique formolé à 2%. Le comptage se fait à l'aide d'un hématimètre (mieux une cellule de Thomas) ou un photomètre qui permet de mesurer la densité optique. La densité moyenne est de 100 000 000 /ml de sperme.
- La morphologie : après coloration à l'encre de chine ou à l'éosine-nigrosine on détecte les anomalies de forme de la tête, de la queue (duplication de la tête, macrocéphalie, queue courte ou enroulée, duplication de la queue.).

D'après BROCHART et MONTROSE cités par MBAINADINGATOLOUM (1982), le total des anomalies ne doit dépasser 25%.

2-2-3- Examen biochimique :

- PH : il doit être situé entre 6,2 et 6,8
- Test ou épreuve de la réductase. Ce test est basé sur la détermination du temps nécessaire pour qu'un échantillon de sperme décolore une certaine quantité de bleu de méthylène dans les conditions standard d'incubation. En effet, il existe une corrélation assez étroite entre le nombre de spermatozoïdes vivants, leur motilité et la réduction du fructose entraînant l'enrichissement du milieu en acide lactique.

Un sperme décolorant le bleu de méthylène en plus de 5 minutes ne peut être retenu compte tenu de sa faible teneur en éléments fécondant (500 000 à 700 000 spermatozoïdes).

- L'épreuve de la catalase : ce test découle du fait qu'il y a une corrélation positive entre l'activité respiratoire, la longévité des gamètes et leur activité fertilisante.
- L'aptitude à la congélation : il est procédé à une congélation du sperme en milieu glycérolé suivi de dégel et la numération de spermatozoïdes morts.

2-3- La dilution du sperme :

Le but de la dilution est le fractionnement de l'éjaculat en doses fécondantes et d'administrer des substances qui assurent la survie des spermatozoïdes pendant la conservation.

La dilution se fait en deux temps : la prédilution et la dilution finale :

- La prédilution : sperme plus la moitié du volume total du dilueur non glycérolé puis refroidissement à 4° pendant 30 minutes.
- La dilution finale : sperme prédilué plus dilueur à 7,5 ou 9% de glycérol qu'on ajoute goutte à goutte. L'objectif de cette rigueur est d'éviter le choc thermique et osmotique.

Un temps d'équilibration de 3 à 14h à 4° pour que les produits diffusent les spermatozoïdes.

Les dilueurs les plus utilisés sont à base de lait ou de jaune d'œuf.

Tableau 5 : La composition des dilueurs (NAGASE et NIWA, 1968)

milieu citraté jaune d'œuf	milieu à base de lait
Citrate de soude 3,6%	Lait 54%
Jaune d'œuf 20%	Jaune d'œuf 10%
Glycérol 7,5%	Glycérol 6%
Pénicilline 500.000 UI	Déshydrostreptomycine 1
Streptomycine 0,5g	

Il est recommandé d'avoir 15 millions de spermatozoïdes par dose fécondante.

2-4- Le conditionnement et conservation :

Le conditionnement consiste à répartir le sperme en dose. De nos jours deux techniques de conditionnement sont utilisées :

- le conditionnement en paillette de CASSOU et JONDET
- le conditionnement en pellet de NAGASE, GRAHAM et NIWA

2-4-1- Le conditionnement en paillette :

La paillette est un tube de 0,25 ml en polyvinyl et commercialisée avec un bouchon à l'extrémité. Après remplissage l'autre extrémité est bouchée par trempage dans de la poudre de polyvinyl qui se solidifie au contact de milieu liquide ou par sertissage. (CASSOU, 1968). Lors de la conservation, les paillettes sont placées sur une rampe métallique à 5° puis placées dans un récipient cryogénique (-196°) en contact avec les vapeurs de l'azote liquide pendant 9 minutes. Après les paillettes sont placées dans un gobelet et immergées de l'azote liquide. Les paillettes sont identifiées par la couleur des bouchons qui indique la race. Sur le tube de la paillette sont notés les renseignements sur l'origine de la semence (centre d'Insémination Artificielle, pays) et la date de récolte.

2-4-2- Le conditionnement en pastille (pellet) :

La technique fut mise au point en 1964 par NAGASE et NIWA sous la direction du professeur GRAHAM (MBAINDINGATOLOUM, 1982).

Le diluant est composé de :

- 75% de solution sucrée (11% de lactose ou 75% de glucose)
- 20% de jaune d'œuf
- 5% de glycérol
- pénicilline et streptomycine

La congélation se fait dans la neige carbonique à cupules creusées à l'aide d'une plaque chauffante. Le sperme est déposé à l'aide d'une seringue dans chaque cupule. Une réaction de sublimation permet la consolidation. Les pastilles sont placées dans un gobelet identifié par confetis ou ongles et plongées dans la bouteille cryogène. (NAGASE et NIWA, 1968).

Une étude comparative nous montre que les pastilles sont moins coûteuses, moins volumineuses, moins complexes mais présentent des risques. Les risques découlent du contact avec le milieu extérieur ; risque d'érosion entraînant une perte de sperme, contamination en provenance des autres spermatozoïdes et du milieu extérieur. La technique de la paillette offre les avantages suivants : identification facile du mâle, stabilité du milieu, protection contre les agents physiques, économie de semence.

3- La technique d'insémination artificielle :

La technique d'insémination varie avec la méthode de conservation du sperme :

- les paillettes : la semence est préalablement décongelée en la plongeant dans une eau tiède à 35° et 37° d'un thermos. On utilise le pistolet de CASSOU comme matériel d'insémination. Après avoir débouché la paillette celle-ci est placée en communication avec le piston du pistolet. Le pistolet est revêtu d'une gaine.

L'insémineur introduit son bras droit dans le rectum, saisit à travers la parois de celui-ci le col de l'utérus et l'immobilise ; puis avec l'autre main il guide à travers le vagin le pistolet ; il lui fait franchir le col et en appuyant sur le piston, dépose la semence à la sortie du col (CRAPLET, 1960).

- la pastille : chaque pastille est décongelé dans une ampoule d'un millilitre de sérum physiologique. Elle est mise de place à l'aide d'un catheter relié à une seringue.

Dans tous les cas, les précautions suivantes doivent être prises :

- le matériel doit être en bon état pour ne pas blesser la femelle
- le matériel doit être stérile
- l'intervention doit être faite avec douceur car l'utérus est fragile et les sécrétions utiles pour une bonne fécondité.

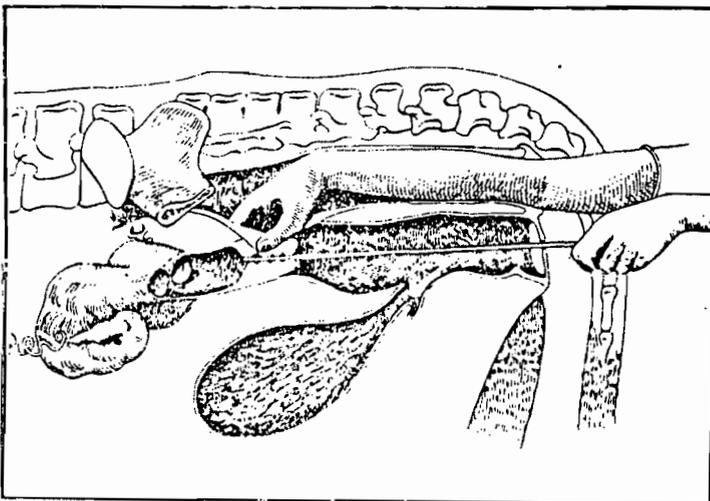


Figure 6 : L'insémination artificielle (SOLTNER, 1993)

4- Les résultats de l'insémination artificielle :

L'insémination artificielle présente un intérêt évident, ce qui explique son expansion dans le monde. Les résultats obtenus sur le terrain sont comparables avec ceux de la saillie naturelle c'est à dire 60 à 70% de taux de réussite.

La synchronisation de l'oestrus associée à l'insémination artificielle constitueront sans nul doute le fer de lance de l'amélioration de la production en Afrique comme en témoignent les résultats dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Résultats de l'insémination artificielle en Afrique.

Race bovine et effectif	Pays	Synchronisation	Taux de synchronisation	Fertilité	Source
Ndama N=40 Gobra N=2	Sénégal	CRESTAR	100% 86,4%	66% 77,3%	NDIAYE 1992
Gobra N=49	Sénégal	Implant + PGF2 α	89,97%	18,36%	MBAYE 1980
Gobra N=30	Sénégal	Spiral	60%	28,5%	MBAYE NDIAYE 1993
Ndama N=40 Zébu N=40	Mali	PGF2 α	90% 100%	52,5% 40%	CISSE 1993
Goudali	Cameroun (CRZ Wakwa)	Implant	-	42,5%	MESSINE 1993
Maure Ndama	Mali(Sotuba)	PGF2 α	100% 95%	-	CISSE 1993

CHAPITRE V

L'INSEMINATION ARTIFICIELLE OUTIL D'AMELIORATION GENETIQUE

L'amélioration génétique vise à accroître les valeurs phénotypiques moyennes des populations animales en exploitant la variabilité intra-race : (on parle de sélection) ou la variabilité inter-races : (on parle de croisement).

Elle passe nécessairement par le contrôle des performances et l'évaluation génétique des candidats à l'amélioration génétique.

Comme toute entreprise, l'amélioration suppose une démarche méthodique dont la finalité doit être précisée.

1- Les principales étapes de l'amélioration des caractères quantitatifs :

D'après BONNES et al. (1991) l'amélioration génétique des caractères quantitatifs comporte quatre étapes qui se succèdent toujours dans le même ordre :

- le choix des objectifs et critères de la sélection
- la description de la population cible
- l'évaluation génétique des reproducteurs
- le choix d'une méthode d'amélioration génétique (sélection, croisement, clonage)

1-1- Le choix des objectifs et critères de la sélection :

Préalablement à toute opération de sélection proprement dite, se situent la définition et le choix de l'objectif global ainsi que des critères de sélection.

- Un objectif de sélection est un caractère ou une combinaison de caractères que l'on cherche à améliorer, mais qui n'est pas nécessairement mesurable sur les candidats à la sélection, ni sur les apparentés.

Exemple : accroître la production de lait, aptitudes bouchères

- Pour atteindre cet objectif, on définit les critères de sélection qui représentent un caractère ou une combinaison de caractères, que l'on peut mesurer sur les candidats à la sélection ou sur les apparentés, et qui permet par conséquent de les classer.

Exemple : la quantité de lait, le gain moyen quotidien, l'indice de consommation.

Un critère de sélection est d'autant meilleur qu'il remplit les conditions suivantes :

- Il présente une corrélation génétique forte et favorable avec les objectifs de sélection.
- Il a une héritabilité élevée.
- Il est indépendant vis à vis des caractères qui ne sont pas adoptés comme objectifs de sélection.
- Il est mesurable précocement et facilement sur les candidats ou leurs apparentés.

1-2- La description ou la connaissance de la population cible :

Objectifs et critères de sélection définis et choisis, il faut en outre avoir une connaissance génétique suffisante de la population étudiée ; celle-ci doit être décrite, caractérisée par un ensemble de valeurs appelées paramètres génétiques, relatifs aux objectifs et critères de sélection. Ces paramètres génétiques sont :

- l'héritabilité
- la répétabilité
- la corrélation génétique et phénotypique

1-2-1- L'héritabilité : h^2

C'est la part de la variation phénotypique qui est d'origine génétique. Le coefficient d'héritabilité est noté h^2 .

$$h^2 = \frac{\text{variabilité génétique additive}}{\text{variabilité phénotypique}} = \frac{v(A)}{v(P)} = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2}$$

Sa valeur est comprise entre zéro et 1

- h^2 est forte si elle est supérieure à 0,4
- h^2 est moyenne si elle est comprise entre 0,2 et 0,4
- h^2 est faible si elle est inférieure à 0,2

Un caractère qui a une forte héritabilité signifie qu'il est plus facile de repérer les individus ayant les plus fortes valeurs génétiques, la sélection est facile et peut être efficace.

Si elle est faible, la variabilité génétique est faible, les différences génétiques entre individus sont faibles, masquées par les effets importants du milieu.

1-2-2 La répétabilité :

C'est le degré de ressemblance entre les différentes performances successives du même caractère chez le même individu (production laitière, la prolificité).

Elle est égale au coefficient de corrélation entre performances successives P_{ij} et P'_{ij} d'un même individu i :

$$\Gamma = \frac{\text{cov}(P_{ij} , P'_{ij})}{\sqrt{v(P_{ij}) . v(P'_{ij})}}$$

Lorsque Γ est faible, le gain de précision est plus important.

1-2-3 Le coefficient de corrélation génétique :

Il permet de caractériser les inter-relations liant les critères et les objectifs, les critères entre eux et les objectifs entre eux.

Soient deux caractères P_1 et P_2 , l'association statistique ou la liaison existant entre les valeurs génétiques additives des individus notées Γ_g est égale :

$$\Gamma_g = \frac{\text{cov}(A_1 , A_2)}{\sqrt{v(A_1) . v(A_2)}}$$

La connaissance de la corrélation entre deux caractères ou critères est particulièrement importante. Elle varie de -1 à $+1$ et plus elle est élevée en valeur absolue, plus l'intensité de la liaison génétique entre les caractères est forte ; au contraire, lorsqu'elle est voisine de zéro, cela signifie une absence de liaison, une indépendance génétique entre les caractères. Le signe positif indique une variation dans le même sens et un signe négatif signifie une variation dans le sens contraire.

1-3 L'évaluation génétique des reproducteurs : indexation

- On appelle indexation les techniques de calcul qui permettent d'obtenir l'estimation de la valeur génétique additive des reproducteurs. Concrètement, chaque reproducteur est caractérisé par un index ou indice de sélection.

- Indexer, c'est estimer, prévoir, prédire la valeur génétique additive d'un individu à partir de toutes informations possibles à un instant donné. Ces informations peuvent être les propres performances de l'individu et (ou) celles de ses apparentés : ascendants, descendants, collatéraux. Elles peuvent concerner un ou plusieurs caractères ou critères de sélection.
- L'index est l'estimation la meilleure à un moment donné de la valeur génétique additive d'un reproducteur associé à une précision exprimée par le coefficient de détermination. Son utilisation pour le classement des candidats reproducteurs permet au sélectionneur de ne pas faire un choix totalement au hasard. (BONNES et al., 1991).

L'index ainsi sa précision varient selon la méthode de sélection

1-3-1- Sélection sur un seul caractère :

1-3-1-1- Sélection massale :

Elle consiste à choisir les candidats à la reproduction sur la base d'une évaluation de leurs propres performances (MISSOHOU, 1997). C'est une méthode qui a une précision élevée lorsque l'héritabilité est élevée, facile à mettre en œuvre lorsqu'elle est applicable à l'animal vivant, elle est peu coûteuse et applicable à un grand nombre d'animaux.

Son inconvénient est que la précision est faible si l'héritabilité est faible et elle n'est pas applicable lorsque le caractère n'est pas mesurable sur le candidat.

Exemple : production de lait chez le taureau ou des œufs chez le coq.

L'index s'écrit :

$$I = h^2 P_1 \quad \text{avec } h^2 = \text{héritabilité}$$

P_1 = performance du candidat exprimé en écart par rapport à la population

L'index n'est qu'une estimation de la valeur génétique additive, il convient de déterminer sa précision qui traduit la confiance qu'on peut lui accorder.

La précision

$$\Gamma_{LA} = \sqrt{h^2} = h$$

Lorsqu'il s'agit d'un caractère répétable tel que la production laitière :

$$I = \frac{nh^2}{1 + (n-1)\Gamma} \overline{P}_n$$

n = le nombre de performance connue

\bar{P}_n = la performance exprimée en écart par rapport à la population

Γ = la répétabilité

$$\Gamma_{LA} = \sqrt{\frac{nh^2}{1 + (n-1)\Gamma}}$$

1-3-1-2- Sélection sur ascendance :

Elle consiste à évaluer les candidats à la sélection sur la base des performances de leurs ascendants (père, mère, grand-père).

L'index s'exprime :

$$I = \frac{2nh^2}{4 + (n-1)h^2} \bar{P}_n$$

n = le nombre de descendants

\bar{P}_n = la moyenne des n descendants exprimés en écarts par rapport à la moyenne de la population

La précision est :

$$\Gamma_{LA} = \sqrt{\frac{nh^2}{4 + (n-1)h^2}}$$

Elle permet un choix précoce des candidats, toute fois la précision de la sélection est relativement moins bonne surtout lorsque l'héritabilité est faible ou lorsqu'on dépasse la génération du père et de la mère (MISSOHOU, 1997).

1-3-1-3- Sélection sur descendance :

Elle consiste à évaluer les candidats à la sélection sur la base des performances de leurs descendants (filles, fils).

L'index s'écrit :

$$I = \frac{2nh^2}{4 + (n-1)h^2} \bar{P}_n$$

n = le nombre de descendant

\bar{P}_n = la moyenne des n descendants exprimés en écart par rapport à la moyenne de la population

La précision est :

$$\Gamma_{IA} = \sqrt{\frac{nh^2}{4 + (n-1)h^2}}$$

C'est une méthode d'une grande précision dont la précision augmente avec le nombre de descendants contrôlés et qui est utilisée à chaque fois que le caractère testé n'est pas mesurable sur le candidat à la sélection. Par contre c'est une méthode longue, lourde et coûteuse.

1-3-2- La sélection sur plusieurs caractères :

Le contrôle de performance se limite rarement à un seul caractère pour atteindre l'objectif de sélection. Trois méthodes sont classiquement distinguées (PAGOT, 1985).

- la méthode en tandem
- la méthode ou seuil
- la méthode sur index

1-3-2-1- Méthode en tandem :

Elle consiste à faire alterner dans le temps des phases de sélection sur chacun des caractères. Son efficacité est assez faible.

1-3-2-2- Méthode en seuil :

Elle consiste à éliminer tous les animaux dont les indices de sélection calculés indépendamment à chaque caractère, sont inférieurs à des seuils fixés à priori.

1-3-2-3- Méthode sur index :

Les index de sélection sont une combinaison linéaire des indices calculés pour chaque caractère. Cette méthode est la plus efficace des trois.

1-4- Le choix d'une stratégie d'amélioration génétique :

Objectifs de sélection bien définis, population caractérisée et connaissant les paramètres génétiques, on détermine la méthode d'amélioration la plus efficace ; dans le souci de modifier la population dans un sens donné.

Les méthodes d'améliorations utilisées sont :

- l'élevage en race pure ou sélection
- le croisement
- les apports de la biotechnologie : insémination artificielle, transfert d'embryon, clonage et la transgénèse.

1-4-1- La sélection :

Elle remonte à plus d'un siècle et consiste à choisir comme reproducteur les individus les plus performants pour le caractère recherché (BODEN et col, 1998).

Sélectionner, c'est choisir parmi un certain nombre d'individus disponibles, ceux qui ont la valeur génétique additive la plus favorable et à qui sera confié le mandat de procréer la génération suivante.

Il existe de nombreux schémas de sélection qui varient selon la nature des caractères à améliorer et selon les modalités de la reproduction :

- la sélection massale
- la sélection récurrente

1-4-1-1 La sélection massale :

La plus simple et la plus anciennement pratiquée est la sélection massale ou phénotypique individuelle : la valeur génétique des candidats est prédite uniquement par la valeur phénotypique, celle-ci pouvant être mesurée une seule fois ou plusieurs fois durant la vie de l'animal (PAGOT, 1985). A la longue, on obtient une population homozygote. Cette méthode est longue.

1-4-1-2- La sélection récurrente :

Elle consiste à réaliser des hybridations tests pendant le processus de sélection et de sélectionner comme parents de la génération suivante les parents qui ont fourni les hybrides les plus performants (BODEN, 1988).

1-4-2- Le croisement ou l'hybridation :

- Le croisement de deux races aux caractéristiques différentes permet de combiner les aptitudes ou les performances présentes séparément chez les deux parents. Les hybrides obtenus seront retenus s'ils ont une valeur génétique et économique intéressante.

En définitive le croisement est l'accouplement entre deux individus appartenant des types génétiques différents ou bien consiste à l'introduction dans une population d'individus reproducteurs issus d'une autre population. Le terme désignait à l'origine échange entre races (PAGOT, 1985).

- L'hybridation s'accompagne le plus souvent d'un effet d'hétérosis ou de complémentarité.

1-4-2-1- L'hétérosis :

L'effet d'hétérosis ou vigueur hybride est la supériorité phénotypique manifestée par les individus issus du croisement par rapport à la moyenne des individus des populations parentales (BONNES et coll, 1991).

Si μ_{AB} = moyenne des performances des croisés

μ_A et μ_B les performances des parents

l'hétérosis :

$$H = \mu_{AB} - \frac{\mu_A + \mu_B}{2}$$

1-4-2-2- La complémentarité :

La complémentarité a comme objectif principal de tirer parti, d'exploiter des caractères différents, parfois antagonistes mais complémentaires, présents séparément chez les parentaux.

C'est l'exemple de la production bouchère caractérisée par une corrélation défavorable entre les aptitudes bouchères et les aptitudes maternelles, on peut croiser le charolais à la normande et les croisés bénéficieront des aptitudes bouchères des charolais et des aptitudes laitières de la normande.

1-4-2-3- Les différents types de croisement :

On peut classer les croisements en deux grandes catégories selon la finalité (BONNES, 1991)

a- Le croisement à finalité génétique :

Il vise des nouvelles combinaisons de gènes entraînant souvent la création d'une nouvelle race.

Exemples :

- Le métissage : consiste à croiser les métisses issus de deux ou plus, races, assortis de l'élimination des animaux non conformes aux objectifs de croisements (MISSOHOU, 1997).
- Le croisement d'absorption ou de substitution consiste à accoupler à chaque génération les métisses avec les mâles d'importation. il permet d'éliminer une souche de son berceau de façon douce.
- Le croisement de retrempe : consiste à infuser du sang d'une race parentale dans une race locale en vue de lui faire retrouver ses caractères ancestraux.
- Le croisement d'amélioration : il s'agit d'une infusion passagère de sang en vue de relever le niveau de production d'une race.

b- Le croisement à finalité commerciale :

Il a pour objectif de produire des animaux de service : (boucherie, reproduction)

- Le croisement industriel : consiste à accoupler une race A et une race B et à envoyer le produit d'accouplement à l'abattoir.
- Le croisement alternatif : il fait intervenir à tour de rôle les mâles des races impliquées dans le croisement.
- Le croisement en étage : le premier étage sert essentiellement à la production des métisses femelles. Les mâles étant abattus. Les métisses ainsi obtenus peuvent être croisés avec :
 - l'une des lignées parentales : on parle de back-cross
 - une autre race : on parle de croisement triple
 - d'autres métisses : on parle de croisement quadruple

Ainsi donc le croisement est un puissant outil d'amélioration génétique qui vise à conférer à un individu une supériorité par rapport à la moyenne de ses parents ou à rassembler chez le même individu plusieurs années de progrès génétique réalisé chez les parentaux.

2- Les apports de l'insémination artificielle en amélioration génétique :

Fascinantes et inquiétantes à la fois, les technologies du vivant s'imposent à nous chaque jour d'avantage. Elles apportent des solutions et des vraies questions de santé, d'agriculture, d'environnement et alimentaires.

Les biotechnologies animales visent à produire des individus possédant un potentiel de production supérieur à celui de leurs parents et dans des conditions de moindre coût (DIOP et SERE, 1989). Les technologies de la reproduction comptent classiquement trois générations (THIBIER et GUERIN, 1993).

- l'insémination artificielle
- le transfert d'embryon
- le sexage des embryons, la fécondation in vitro et le clonage

On pourrait citer une quatrième génération, d'ores et déjà en cours d'étude mais non développée chez les animaux domestiques de ferme :

- La transgénèse

Mais de toutes c'est l'insémination artificielle qui est la plus courante, sans doute pour ses intérêts.

Le développement de l'insémination artificielle depuis plus de quarante ans coïncide à l'évidence avec les progrès génétiques que l'utilisation de cette technique de reproduction permet aujourd'hui de maîtriser. L'insémination artificielle permet une utilisation rationnelle dans l'espace et dans le temps des hautes capacités génétiques d'un mâle par le biais de la récolte et de la conservation de son sperme (DIOP, 1993).

L'insémination artificielle constitue la clef de voûte de tout système d'amélioration génétique susceptible d'être mise en place dans les pays en développement (THIBIER, 1994). L'insémination artificielle est l'un des outils de diffusion rapide du progrès génétiques (LOFTI et col, 1996): 200 taureaux sélectionnés suffisent à féconder plus de trois millions de vaches laitières (BODEN et coll, 1988).

En conclusion l'insémination artificielle associée à la maîtrise de la reproduction (synchronisation des valeurs) permet l'accélération du progrès génétique dans les élevages.

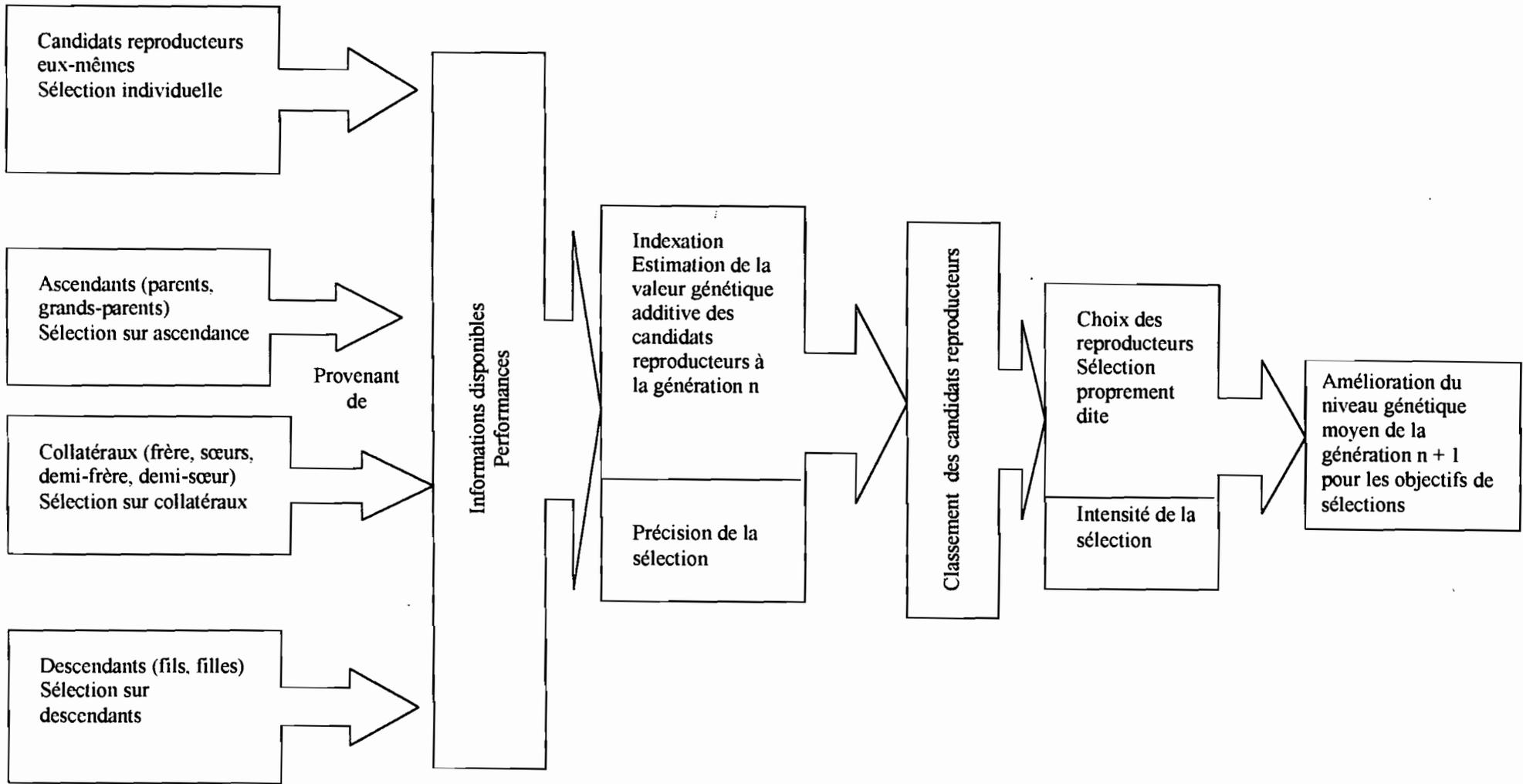


Figure 7 : Démarche générale de sélection (BONNES, 1991)

3- Résultats de quelques croisements obtenus par insémination artificielle :

La problématique d'une amélioration du bétail africain s'est posée depuis la veille des indépendances. Plusieurs croisements furent réalisés dans beaucoup de pays africains dont l'exemple de la production laitière en est une illustration :

Tableau 7: Production laitière des croisés Ndama x jersey en côte d'ivoire (CHARRAY et coll, 1977)

Rang de lactation	Degrés de croisement	Durée de lactation (jour)	Production de lait (kg)	Taux butyreux
Premier	1/2	255	988	5,76
	3/4	263	1136	5,35
Deuxième	1/2	256	1136	5,66
	3/4	287	1332	5,36
Troisième	1/2	255	1271	5,59
	3/4	290	1792	5,13
Quatrième	1/2	251	1435	5,52
	3/4	464	2694	5,32
Cinquième	1/2	268	1611	5,44
Sixième	1/2	278	1664	5,47

Au Cuba des croisements entre zébu et holstein ont montré que l'on peut multiplier la production des races locales par un facteur dix, dès la première génération.

Tableau 8 : La Production moyenne en 244 jours, 305 jours et lactation totale de metis F₁ holstein x zébu au Cuba (Cuba Equipe Technique d'élevage, 1991).

	244 jours		305 jours		Lactation totale	
	1 ^{ère} lactation	2 ^{ème} lactation	1 ^{ère} lactation	2 ^{ème} lactation	1 ^{ère} lactation	2 ^{ème} lactation
Nombre de vaches	38	84	23	9	45	32
Production totale (kg)	3193,9	3961,1	4061,2	4558,5	3544,6	3840,5
Moyenne kg/j	13,1	16,2	13,3	14,9	11,8	14,6

DEUXIEME PARTIE

OBJECTIFS

La finalité du programme d'insémination artificielle du PAPEL est d'améliorer la production animale, avec comme corollaire :

- la lutte contre la malnutrition
- la lutte contre la pauvreté

les objectifs de notre travail sont :

- faire la synthèse de 4 ans d'effort d'amélioration génétique (programmes 1995, 1996, 1997 et 1998)
- décrire le protocole d'insémination artificielle le plus adapté à nos vaches
- jeter les bases d'un système de contrôle de performance des futurs géniteurs afin d'aboutir à un schéma de sélection.

CHAPITRE I

LE CADRE D'ETUDE

Ce programme d'insémination artificielle a couvert les régions de Kaolack et de Fatick. C'est une expérience en milieu réel c'est à dire hors station. Le choix de ces localités s'explique par trois raisons essentielles :

- l'existence des sous produits agricoles (bassin arachidier)
- la facilité d'accès de la zone et enfin
- la richesse en bétail de la zone : 422 000 têtes de bovins (Sénégal . DIREL , 1992)

Dans ce chapitre nous ferons une brève présentation de la région de Kaolack puis celle de Fatick.

1- Présentation de la région de Kaolack :

1-1 Situation géographique:

La région de Kaolack est située dans la partie sud du bassin arachidier et s'étend sur 16010 km². Elle est limitée au nord par les régions de Diourbel et Louga, au sud par la Gambie, à l'est par la région de Tambacounda et à l'ouest par la région de Fatick.

Elle comprend trois départements

- Kaolack
- Kaffrine
- Nioro du Rip

1-2- Le milieu physique:

1-2-1- Le climat:

Le climat est de type sahélo - soudanien caractérisé par l'alternance d'une longue saison sèche et d'une courte saison de pluie. La pluviométrie est comprise entre les isohyètes 400mm et 800mm.

1-2-2- La végétation:

La végétation de la région de Kaolack est dominée par la savane. La région comporte

vingt (20) forêts classées sur une superficie de 254 410 ha.

1-2-3- Les cours d'eau:

Deux cours d'eau drainent la région de Kaolack:

- Le fleuve Saloum
- Le Baolong qui est un affluent du fleuve Gambie.

En dehors de ces deux fleuves il existe de nombreuses mares semi - permanentes qui jouent un rôle primordial dans l'abreuvement du bétail.

1-2-4- La pédologie:

Trois types de sol sont rencontrés dans la région de Kaolack:

- Les sols nus et salés
- Les sols appelés Deck Dior
- Les sols durs

1-2-5- Activité socio - économique:

La région de Kaolack a une population d'environ 811158 habitants et une densité de 40,7 habitants par km².

Cette population est composée de :

- wolofs 62,4%
- peuls 19,3%
- sérères 11,82%

L'économie est basée sur l'agriculture et l'élevage c'est à dire que la population est agropastorale.

La principale culture pratiquée est celle de l'arachide (50%) associée à une culture vivrière : mil, sorgho, maïs.

Cette agriculture en offrant ses sous produits à l'élevage est un atout à la réalisation du programme d'insémination artificielle.

2- La région de Fatick:

2-1- Situation géographique:

Située aussi dans le bassin arachidier, la région de Fatick couvre une superficie de 7913km².

Elle est limitée par la région de Kaolack à l'Est, par l'océan Atlantique et la région de Thiès à l'ouest, par la Gambie au sud et enfin par la région de Diourbel au nord.

Elle comporte trois départements:

- Fatick
- Gossas
- Foundiougne

2-2- Le milieu physique :

2-2-1- Le climat

Le climat est de type soudano sahélien avec:

- une saison pluvieuse de juin à octobre
- une saison sèche de novembre à mai.

Le relief est plat, cependant la température est très élevée.

2-2-2- La végétation :

La végétation est aussi dominée par la savane avec un faciès allant de la savane arbustive à la savane boisée.

Les forêts classées occupent 11% de la superficie de la région.

2-2-3- La pédologie :

Les sols de Fatick sont de type ferrugineux tropicaux. Ils sont fortement lessivés et présentent une texture sablo argileuse. Ils sont pauvres en général.

2-2-4- Activité socio économique :

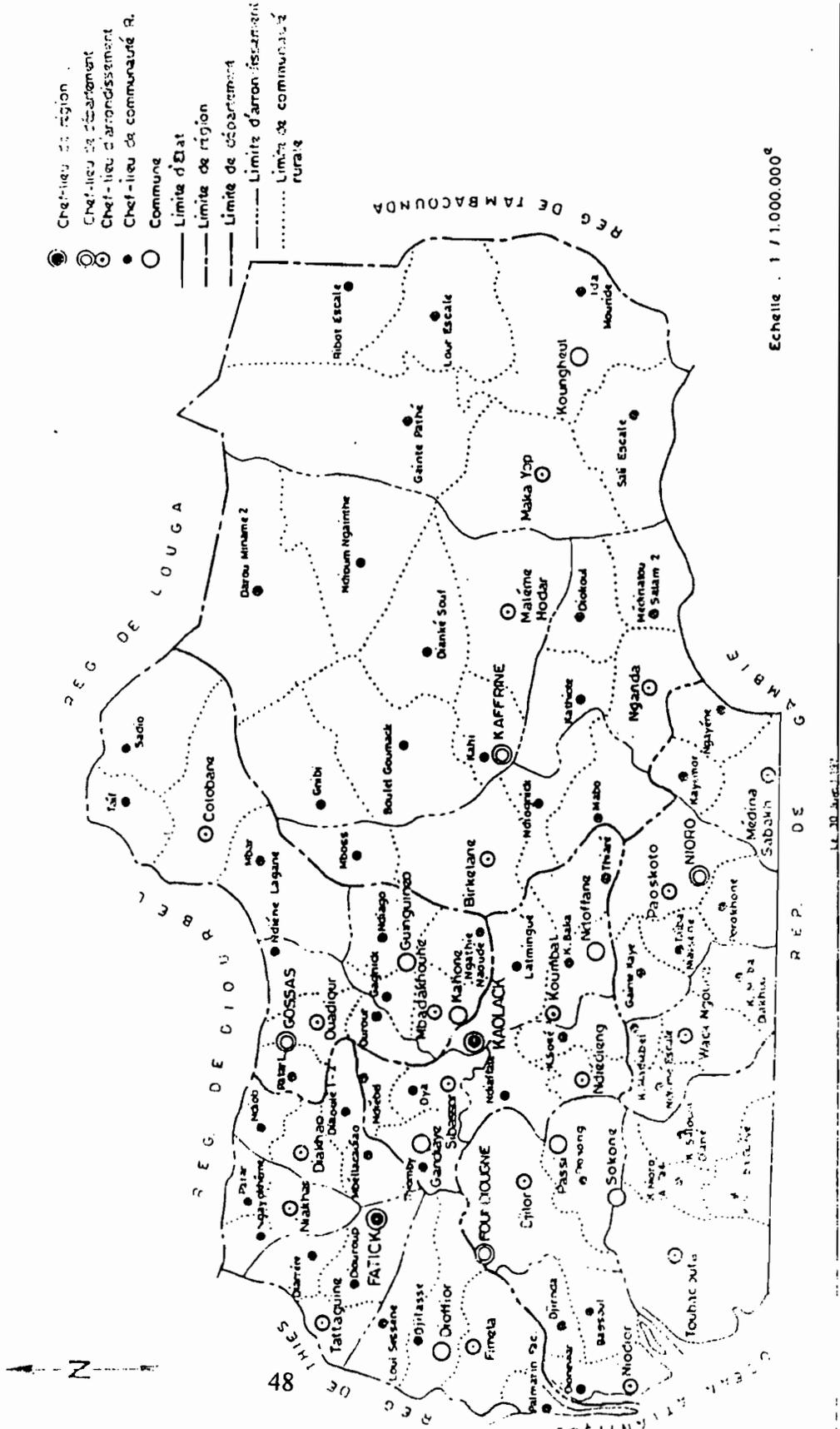
D'une population de 509702 habitants et un taux d'accroissement de 1,8%, Fatick

présente une activité socio - économique de type primaire. La culture d'arachide et l'élevage occupent une place de choix au sein de la population. 90% de la population est agro-pastorale. La pêche vient après l'agriculture et l'élevage.

Ces deux régions font partie des zones encadrées par le projet PAPEL dans ses actions de développement.

Le programme d'insémination artificielle n'est qu'un volet du plan d'action du PAPEL (carte : Kaolack et Fatick).

CARTE ADMINISTRATIVE DES REGIONS DE FATICK ET KAOLACK



CHAPITRE II

LES METHODES

1- Le PAPEL et ses actions dans le bassin arachidier:

Le PAPEL, Projet d'Appui à l'Élevage fut initié en 1993 par l'Etat Sénégalais avec l'appui financier de la Banque Africaine de Développement: BAD.

Ce projet a pour objectif :

- l'intensification des productions animales et l'association élevage - Agriculture afin de stabuler le bétail seul gage d'une production intensive.

Les produits et sous produits agricoles permettront d'optimiser la production laitière. Le fumier des étables sera utilisé comme fertilisant des sols.

- promouvoir l'utilisation des biotechnologies dont l'insémination artificielle en milieu rural.

Ce volet vise à infuser du sang nouveau dans le cheptel autochtone en vue de rehausser le potentiel génétique.

- lutter contre la paupérisation des populations rurales en relevant leur niveau de vie grâce aux fonds générés par la vente du lait et des veaux issus de l'insémination artificielle.

- l'encadrement et la formation des éleveurs : en effet les éleveurs sont organisés en GIE et subissent des formations sur la prophylaxie médico-sanitaire, la production fourragère, les techniques de conservation du fourrage (foin, ensilage), la stabulation en étable fumièrre, la protection des sols.

Notons que le PAPEL renferme d'autres composantes telles :

- le crédit

- l'hydraulique pastorale

- la réhabilitation des services d'élevage

- la gestion des projets et enfin

- la recherche d'accompagnement.

2- Méthodologie et objectifs spécifiques des différents programmes :

2-1- Critères d'affiliation au programme d'insémination artificielle :

Après une campagne de sensibilisation et d'information, une sélection fut réalisée sur la base d'un contrôle individuel des animaux et des éleveurs. Les éleveurs retenus sont supposés remplir les critères suivants :

- avoir des réserves fourragères
- accepter la stabulation
- être volontaire et être intéressé par l'insémination artificielle
- s'engager à accepter le calendrier de travail et ses contraintes

Les conditions de sélection des vaches sont les suivantes :

- être âgées de plus de trois (3) ans
- avoir un bon embonpoint
- être vide et avoir vêlé au moins une fois
- disposer d'un appareil génital fonctionnel et en bonne santé
- un minimum de quatre vingt dix (90) jours post-partum

Ces renseignements sont obtenus sur la base de l'anamnèse, des commémoratifs et d'un examen clinique effectué sur chaque vache.

2-2- Traitement sanitaire des animaux :

Un mois avant chaque programme les animaux étaient identifiés grâce à un numéro, déparasités à l'IVOMEK (Ivermectine) ou au BAYTICOL (deltaméthrine) et constitués en lots. Un flushing est recommandé à l'éleveur afin d'optimiser la fertilité et d'écarter les éventuels anoestrus par sous alimentation.

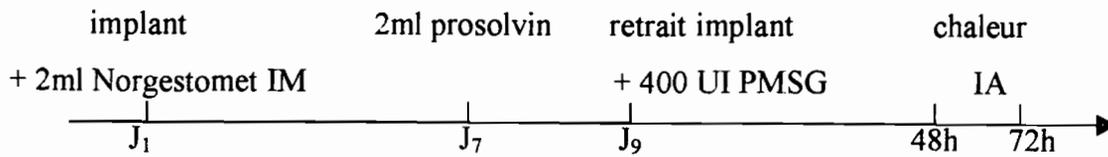
2-3- Le protocole expérimental :

le groupage des chaleurs :

La synchronisation des chaleurs fut réalisée par la méthode CRESTAR plus. Cette méthode comporte trois (3) étapes :

- J1 une pose d'implant CRESTAR à l'aide d'un implanteur sous la peau de la face externe de l'oreille. simultanément l'animal reçoit une injection de 2ml de solution CRESTAR en intra-musculaire
- à J7 l'animal reçoit 2ml de PROSOLVIN (prostaglandine) en intra-musculaire
- à J9 l'implant est retiré par une incision de la peau de l'oreille et simultanément l'animal

reçoit une injection de 400 UI de PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin)



Schema 4 : Protocole de synchronisation

Les chaleurs :

Après le retrait de l'implant, vient l'étape de surveillance des chaleurs et plusieurs auteurs comme PAREZ et DUPLAN (1987) pensent que la réussite de l'insémination dépend d'une bonne méthode de détection des chaleurs. Pour faciliter cette manœuvre, les vaches sont rassemblées dans un parc de vaccination. Les chaleurs se manifestent par l'écoulement d'une glaire cervicale au niveau de la commissure inférieure de la vulve, le beuglement, et surtout l'acceptation du chevauchement. L'observation des chaleurs a été faite de manière continue dès le lendemain du retrait de l'implant.

Seuls les programmes 1995 et 1996 ont détecté les chaleurs.

L'insémination proprement dite :

Les vaches sont inséminées par la méthode rectovaginale en utilisant un pistolet d'insémination de type CASSOU avec une semence en paillette préalablement décongelée dans une eau de thermos réglé à 35°C.

L'insémination est réalisée douze (12) heures après l'observation des chaleurs lors des deux premières phases (1995, 1996) et systématiquement 48 heures après le retrait de l'implant lors des deux dernières phases (1997, 1998).

En outre il a été procédé à une insémination unique dans toutes les phases malgré qu'il soit préconisé dans la littérature une double insémination : 48 heures et 72 heures après le retrait de l'implant.

Le diagnostic de gestation :

Deux méthodes ont été utilisées pour le diagnostic de gestation :

- un diagnostic précoce de gestation par échographie, un mois après l'insémination
- un diagnostic tardif de gestation par palpation transrectale trois (3) mois après l'insémination

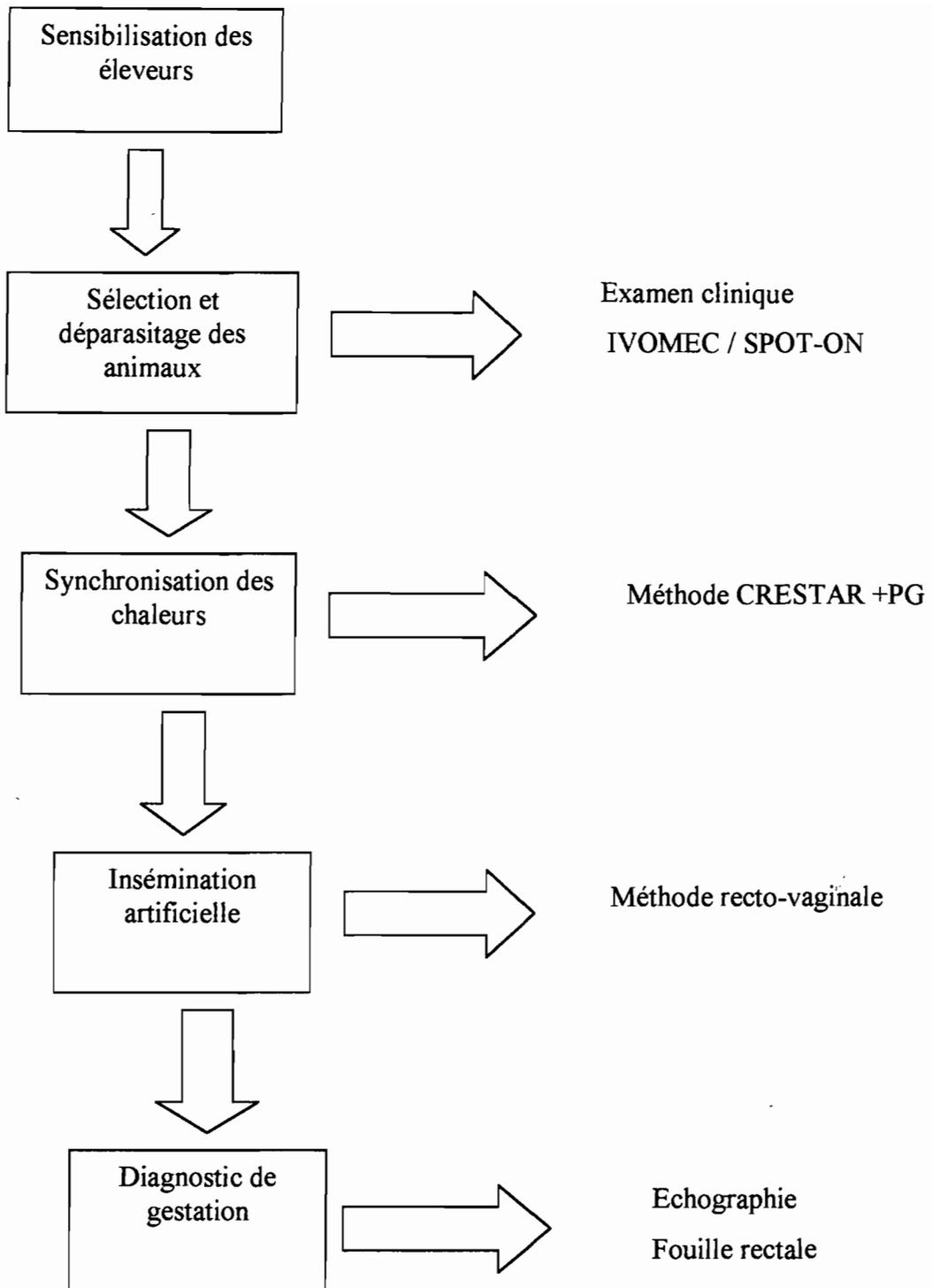


Schéma 5 : Le protocole expérimental



Photo 1 : Diagnostic de gestation par fouille rectale.

2-4- Les objectifs spécifiques des différentes phases :

2-4-1- Phase I et phase II :

Afin de réduire le coût du protocole, les vaches ont fait l'objet d'une insémination simple après une synchronisation à l'aide d'un schéma CRESTAR +. L'insémination n'est faite qu'après l'observation des chaleurs. Les femelles vides ont été reprises après le diagnostic de gestation.

Plusieurs facteurs ont été étudiés dont les principaux sont :

- la synchronisation des chaleurs
- relation taux de synchronisation – état général
- le moment d'apparition des chaleurs
- le délai moyen injection de PG- début des chaleurs
- délai retrait de l'implant – début des chaleurs
- le moment d'insémination artificielle

2-4-2- Phase III et phase IV :

Au cours de ces phases, le protocole d'une seule insémination a été adopté suite des résultats des phases I et II, mais cette fois-ci l'insémination est systématique : 48 heures après le retrait de l'implant sous cutané. En effet la surveillance des chaleurs de la phase I et de la phase II fut révélée trop contraignante.

Aussi le projet PAPEL dans son volet formation avait initié des agents d'élevage aux techniques d'insémination artificielles. Une étude de l'influence de l'inséminateur sur la fertilité s'imposa.

Les différents facteurs étudiés sont les suivants :

- la fertilité
- relation fertilité - inséminateur
- relation fertilité - état général
- relation fertilité - tonicité de l'utérus
- relation fertilité - moment d'insémination

Dans tous les cas, l'objectif majeur est d'obtenir le maximum de femelles gestantes avec un protocole simple et rentable.

2-5- Méthodes statistiques :

L'analyse statistique des résultats a été effectuée grâce aux tests suivants :

- le test de l'écart réduit
- le test de X^2

Le seuil de signification choisi est fixé à 0,05 soit 5%. Ce seuil représente la probabilité de se tromper ou la limite maximale de risque. Il est conventionnellement admis (SCHWARZT, 1969) que l'effet est :

- non significatif si P est supérieur à 0,05
- significatif si P inférieur à 0,05

La moyenne est suivie de l'écart type précédé du signe + ou -

Les éléments : état général, inséminateur, tonicité de l'utérus, moment d'insémination, période de chaleur ont été choisis comme facteurs de variation de la synchronisation et de la fertilité.

CHAPITRE III

RESULTATS

Ce résultat est le bilan de 4 ans de travail réalisé en quatre phases:

Les animaux sélectionnés sont de race Gobra et répartis comme suit:

- Phase n°1 : 135 vaches : programme 1995
- Phase n°2 : 120 vaches : Programme 1996
- Phase n°3 : 927 vaches : Programme 1997
- Phase n°4 : 781 vaches : Programme 1998

L'effectif total est de 1963 vaches.

1- Etude de la synchronisation des chaleurs et ses facteurs de variation:

1-1- Taux de synchronisation :

Les résultats du traitement de synchronisation sont représentés par phase dans le tableau qui suit:

Tableau 9 : L'effectif synchronisé selon le programme

Phase	Effectif synchronisé	apparition des chaleurs	non apparition des chaleurs	Perte d'implant
Phase I	122	114 (93,4%)	7 (6,7%)	1 (0,9%)
Phase II	97	93 (95,9%)	1 (1,1%)	3 (3,1%)
Phase III	764*	-	-	-
Phase IV	781*	-	-	-
Total	1764	207 (94,65%)	8 (3,9%)	4 (2%)

$\varepsilon = 0,57$ $\varepsilon < 5\%$ La différence du taux de synchronisation entre les différentes phases n'est pas significative.

Sur 219 vaches synchronisées, 207 sont venues en chaleur soient:

- un taux de synchronisation moyen de 94,65%
- un taux moyen de non apparition de chaleur de 3,9%
- un taux moyen de perte des implants de 2%

* La synchronisation des chaleurs n'est pas étudiée pendant les phases III et IV

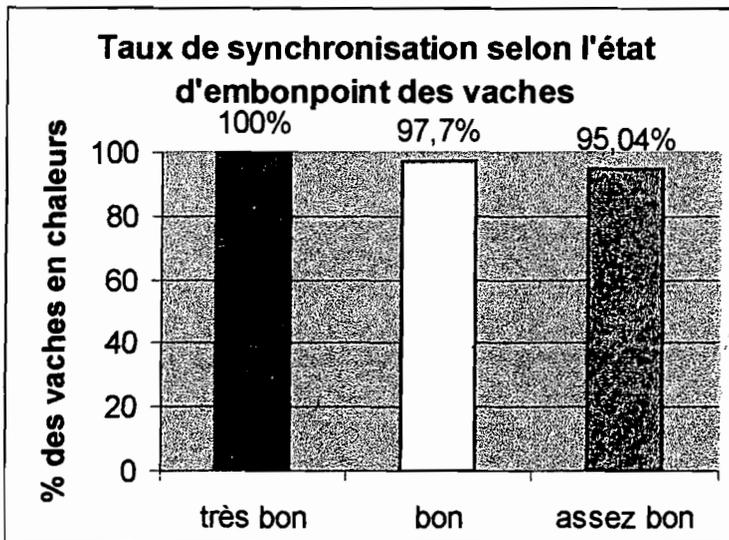
1-2- Relation taux de synchronisation et la note d'état:

Au cours des phases I et II, un lot de 207 vaches a été classé en trois groupes selon l'état d'embonpoint (assez bon, bon, très bon) afin d'étudier le lien: taux de synchronisation - note d'état générale.

Tableau 10 : La relation taux de synchronisation et la note d'état

Chaleur note d'état	Apparition des chaleurs	non apparition des chaleurs	TOTAL
Assez Bon (2)	96 (95,04%)	5 (4,9%)	101
Bon (3)	98 (97,02%)	3 (2,9%)	101
Très bon (4)	13 (100%)	0 (0%)	13
TOTAL	207	8	215

$X^2 = 4,37 > X^2_1 (5\%)$ donc la différence du taux de synchronisation selon l'état général est significative.



1-3- Relation taux de synchronisation - moment des chaleurs:

Au cours du programme 1995, la journée a été découpée arbitrairement en 4 périodes pour analyser le moment d'apparition des chaleurs.

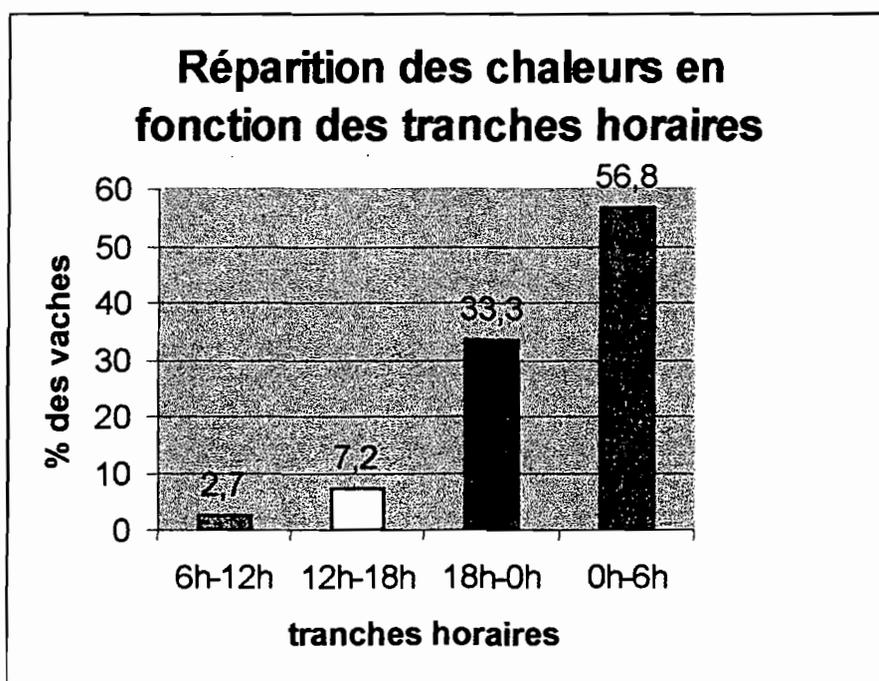
Sur un effectif de 114 vaches, 111 ont manifesté des signes externes de chaleur. Leurs chaleurs sont réparties dans le temps comme suit :

Tableau 11 : La relation taux de synchronisation- moment des chaleurs

Période \ Chaleur	6h - 12h	12h - 18h	18h - 00h	00h - 6h	Total
Nombre de vache ayant exprimé des chaleurs	3 (2,7%)	8 (7,2%)	37 (33,3%)	63 (56,8%)	111*

* 3 vaches ont manifesté des chaleurs discrètes.

La différence entre les différents moments d'apparition des chaleurs est significative. 91% des chaleurs sont observées entre 18h - 6h.



1-4- Le délai moyen retrait de l'implant - chaleur:

Tableau 12 : le délai moyen retrait de l'implant-chaleur

Programme	Nombre de vache	Délai retrait d'implant-chaleur (heure)
Programme 1995	111	39,06 ± 3,72
Programme 1996	93	37,50 ± 3,39
TOTAL	204	38,48 ± 3,5

Sur un effectif de 204 vaches dont le début des chaleurs est connu, le délai moyen entre le retrait des implants et le début des chaleurs est de 38,48 ± 3,50h (tableau)

1-5- Le moment d'insémination artificielle:

Lors de la phase I sur les 111 vaches en chaleur manifeste, 109 ont été inséminées. Le délai moyen d'insémination artificielle est 9,51h ± 3,57h après le début des chaleurs.

Tableau 13 : le moment d'insémination artificielle

Lot	Nombre de vache	Délai moyen chaleur-IA (heure)
I	19	13,09 ± 2,56
II	12	10,47 ± 2,54
III	25	9,21 ± 2,51
IV	16	8,50 ± 3,18
V	17	7,51 ± 3,30
VI	20	9,55 ± 4,27
Total	109	9,51 ± 3,57

P = 0,0001 < 0,05: La différence entre les lots est significative.

2- Etude de la fertilité et ses facteurs de variation:

Le tableau suivant nous offre les taux de gestation par programme.

Tableau 14: Le taux de fertilité selon le programme

Phase	Nbre de vaches synchronisées et IA	Nbre de vaches inseminées et fouillées	D.G+	D.G+ %
I	112	105	61	58,09%
II	91	91	67	73,6%
III	764	699	250	35,77%
IV	914	540	245	45,29%
Total	1882	1435	623	43,41%

$$X^2 = 61 > X^2_3 (5\%)$$

Le taux de gestation global obtenu est de 43,41% cependant il existe des variations en fonction de l'inséminateur, de la note d'état, du protocole expérimental, de la tonicité de l'utérus et du moment d'insémination artificielle.

La différence du taux de gestation en fonction des programmes est très hautement significative.

2-1- Relation taux de fertilité -inséminateur:

Tableau 15 : La fertilité selon l'inséminateur

Inséminateur	Inseminés	D.G.	D.G+	D.G+% ✓
DIOP P.E.H.	141	130	45	34,62%
AKA	72	64	12	29,69
DATT	43	37	7	18,92%
MAMADOU	38	30	7	23,33
THIAM	73	60	14	23,33%
SOW	83	78	26	33,33%
SALL	61	54	22	40,74%
KANE	58	53	18	33,96%
DIOUF	30	27	8	29,63%

$X^2 = 12,6 < X^2_7 (5\%)$ La différence du taux de fertilité est significative selon l'inséminateur.

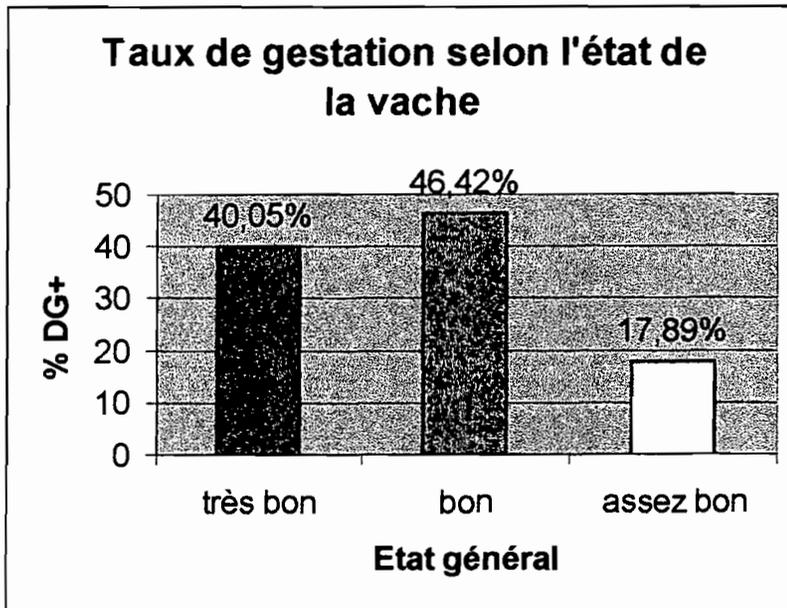
2-2- Relation taux de fertilité – état d'embonpoint :

Tableau 16 : Le taux de fertilité selon l'état général

Etat général	Vaches contrôlées	DG+	DG+(%)
Très bon	207	84	40,05%
Bon	629	292	46,42%
Assez bon	514	92	17,89%

$X^2 = 80,5 > X^2_1 (5\%)$ La différence du taux de fertilité selon l'état d'embonpoint est très significative.

86,47% des femelles gestantes ont un état général de bon à très bon.



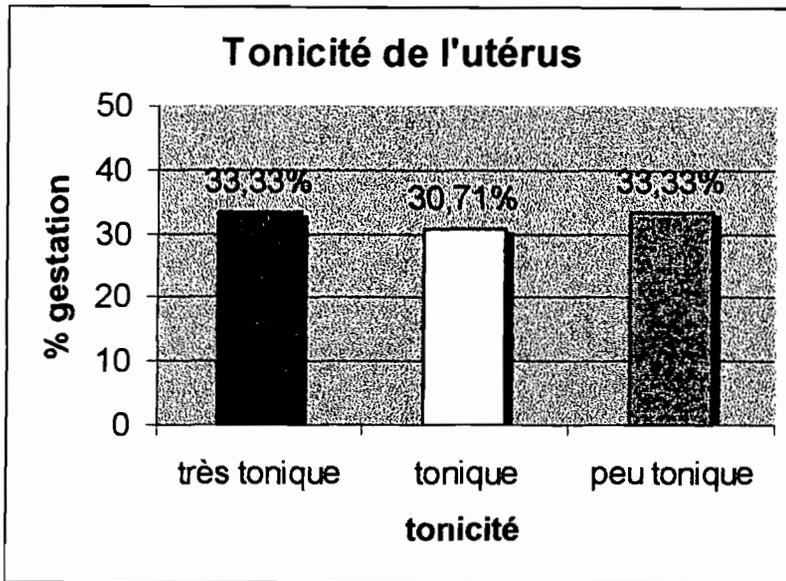
2-3- Relation fertilité et tonicité de l'utérus:

Elle est étudiée au cours des phases III et IV

Tableau 17 : La fertilité selon la tonicité de l'utérus

Tonicité	DG+	contrôlées	DG%
Très tonique +++	177	531	33,35%
Tonique ++	180	586	30,71%
Peu tonique +	31	93	33,35%

$X^2 = 0,9 < X^2_2 (5\%)$ donc la différence de la fertilité en fonction de la tonicité de l'utérus est non significative.



2-4- Relation fertilité - moment d'insémination artificielle :

Les vaches ont été classées en trois groupes en fonction du moment d'insémination:

- Moins de 11h après les chaleurs
- entre 11h et 13h après les chaleurs
- plus de 13h après les chaleurs

Les résultats sont donnés par le tableau ci dessous

Tableau 18 : La fertilité en fonction du moment d'insémination

Moment d'insémination	Nombre de vaches inséminées	Nombre de vaches gestantes	Taux de fertilité
- 11h	76	38	50%
11h - 13h	75	16	21,05%
+ 13h	76	22	28,95%
Total	227	76	100%

71,05% des vaches gestantes ont été inséminées avant un délai de 13h après les chaleurs.

Tableau 19 : Le tableau récapitulatif

Effectif synchronisé et inséminé	1882
Taux de synchronisation	94,65%
Effectif des gestantes	623
Taux de gestation	43,41%



Photo 2 : Hybride F₁ : Holstein × Gobra



Photo 3 : Hybride F₁ : Montbéliard × Gobra

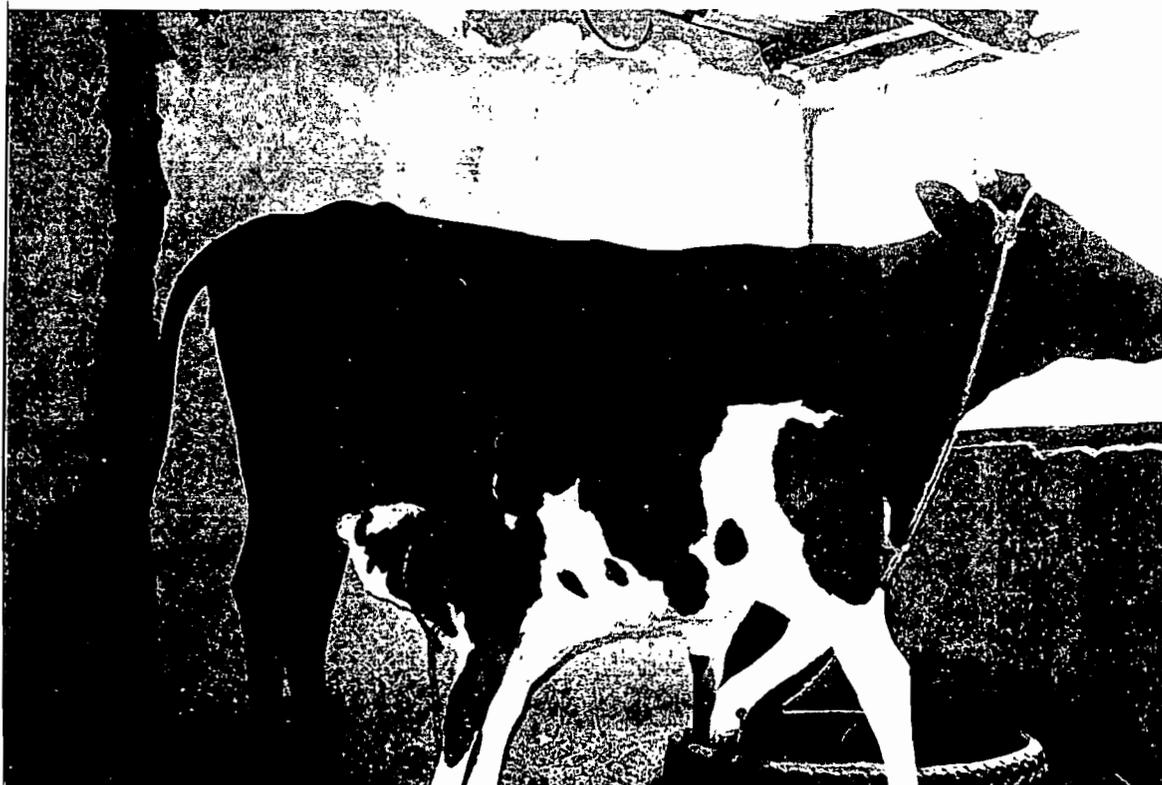


Photo 4 : Hybride F_2 : Holstein \times F_1



Photo 5 : Hybride F_2 : Gobra \times F_1 .

CHAPITRE IV

DISCUSSION – PERSPECTIVES

1- La synchronisation des chaleurs :

1-1- Le taux de synchronisation :

Sur un effectif de 219 vaches synchronisées et contrôlées, 207 ont été vues en chaleur soit un taux de synchronisation de 94,65%. Ce résultat est très satisfaisant comparé à d'autres travaux. Il est conforme aux résultats de:

- MBAYE (1990): 92,8% avec l'implant de Norgestomet + P.M.S.G. au centre de recherche zootechnique de Dahra.

- NDIAYE (1992): 93,8% avec le CRESTARND seul.

Par contre il est inférieur au taux de synchronisation de:

- CISSE (1991): 100%

- FAYE (1992): 98% par le CRESTARND seul.

Des résultats inférieurs ont été obtenus respectivement par :

- MESSINE et coll (1993) : 42,5% avec l'implant sous cutané à l'institut de recherche zootechnique de Wakwa au Cameroun.

- TWAGIRAMUNGUH et al (1993): 85% par le traitement au synchro - Mate.B (S.M.B.) + P.G. à l'université nationale du Rwanda.

Le taux de perte d'implant de 2% est très faible par rapport aux taux de DIENG (1994): 6%, NDIAYE (1992): 12,5% et PETIT et coll (1982): 13,2% rapportés par FALL (1995).

Mes résultats confirment l'efficacité de la méthode CRESTARND dans la synchronisation des chaleurs chez la femelle zébu Gobra.

1-2- Effet de l'état d'embonpoint sur les chaleurs:

Les trois catégories d'état : très bon, bon, assez bon ont respectivement 100%, 97,02% et 95,04% de taux de synchronisation. L'analyse statistique montre une différence significative du taux de synchronisation selon l'état général. La note d'état général est donc un critère très important dans le choix des femelles à synchroniser, car les meilleurs taux sont obtenus chez les femelles les mieux alimentées: (100% chez les femelles à très bon état général). En effet

une sous alimentation entraîne chez la femelle un repos ovarien.

Selon GONGNET (1998) une expression des chaleurs et un taux d'ovulation normal supposent un niveau alimentaire correct.

Ce qui justifie l'importance d'un flushing qui consiste à augmenter le niveau d'alimentation énergétique des futures reproductrices pendant 3 à 4 semaines avant la lutte ou l'insémination artificielle.

Selon SOW (1997), les vaches sélectionnées doivent, pour de meilleures performances, subir un flushing de un mois avant la mise en reproduction et après l'insémination pour réduire le risque de mortalité embryonnaire. Le taux de mortalité embryonnaire peut atteindre 43,59% et côtoyer un taux d'échec de l'insémination artificielle.

SAWADOGO et al (1998) pensent que si entre deux saisons la femelle n'a pas eu suffisamment de nourriture pour faire de réserve et atteindre le poids requis, il n'y aura pas mise en route et reprise de l'activité sexuelle.

En conclusion la reprise de l'activité sexuelle est en étroite liaison avec l'état corporel des animaux.

1-3- Le moment d'apparition des chaleurs:

Rappelons que la journée a été subdivisée en quatre périodes et le pourcentage d'apparition des chaleurs sur un effectif de 111 vaches est le suivant:

2,7% → entre 6h -12h

7,2% → entre 12h -18h

33,3% → entre 18h - 00h

56,8% → entre 00h - 6h

Il en résulte que 90,1% des chaleurs sont observées entre 18h - 6h du matin d'où le caractère nocturne et matinal de l'œstrus chez la femelle zébu en zone tropicale. En effet c'est aux heures de la journée où la température est la plus basse que l'œstrus se manifeste.

Plusieurs travaux confirment cette observation dont ceux de PAREZ et DUPLAN (1987).

1-4- Délai moyen de retrait de l'implant – chaleur :

Sur un effectif de 204 vaches dont le début des chaleurs est manifeste, le délai moyen est de $38,48h \pm 3,5h$.

Puisque l'insémination artificielle est réalisée environ 12h après l'observation des chaleurs, il en ressort que le moment le plus indiqué est de $50h \pm 3,5h$ après le retrait des

implants.

Une insémination systématique peut être réalisée 50h \pm 3,5h après le retrait de l'implant réduisant considérablement le travail de surveillance des chaleurs. Ce protocole simplifié sera plus économique avec des résultats acceptables.

Ce délai moyen est comparable à celui de DIOP et coll. (1988) qui ont obtenu un délai de 48 - 52h après le retrait des implants.

1-5- Le moment d'insémination artificielle :

Ce moment est très important car conditionne une meilleure fertilité. L'objectif est d'avoir un maximum de spermatozoïdes vivants et féconds juste à l'ovulation. Une insémination précoce diminuerait le nombre et le pouvoir fécondant des spermatozoïdes (durée de vie 24h), alors qu'une insémination tardive affecterait défavorablement l'ovule (durée de vie 12 - 18h). Sur un effectif de 109 vaches réparties en 6 lots le délai moyen d'insémination artificielle était de 9,51h avec les extrêmes de 13,09h et 7,91h.

Ces résultats confirment la thèse selon laquelle l'insémination doit être réalisée 12h après le début des chaleurs car l'ovulation a lieu 10h après l'œstrus. La différence entre les lots n'est pas significative et justifie le taux de fertilité assez élevé : 43,41%.

2- La fertilité des femelles :

2-1- Le taux de gestation :

Sur 1882 vaches synchronisées et inséminées, 1435 ont été examinées par fouille rectale ou par échographie et 623 femelles étaient gestantes. Ce qui nous donne un taux de fertilité de 43,41%. Il existe cependant une différence du taux de gestation hautement significative selon le protocole expérimental.

En effet les inséminations après observation des chaleurs donnent les meilleures fertilités :

- 58,09% pendant la phase I
- 73,6% pendant la phase II

Soit une fertilité moyenne de 65% contre 39,39% en insémination systématique des phases III et IV.

Le taux de fécondité global est proche de celui de MESSINE et coll. (1984) : 47,5% . Chez la femelle zébu synchronisée à l'implant sous cutané puis suivie.

Cependant notre résultat est supérieur respectivement à ceux de:

- CISSE A. (1983): 35%

- MBAYE et NDIAYE (1983): 27,2%

L'insémination artificielle bien conduite peut donner des taux de fécondité identiques à la monte naturelle à savoir 50 à 60 %.

Il existe toute fois des variations du taux de gestation selon l'inséminateur et l'état d'embonpoint de l'animal.

2-2- Effet inséminateur sur la fertilité :

Le tableau 15 présente les différents taux de gestation selon l'inséminateur. Le test de X^2 montre une différence significative selon l'inséminateur. Les meilleurs taux sont obtenus par:

- SALL : 40,74%

- DIOP : 34,62%

Nous pensons que la biotechnologie de l'insémination artificielle est une science mais aussi de l'art qui nécessite une connaissance approfondie de la physiologie sexuelle de la femelle mais aussi beaucoup de dextérité.

Les faibles taux de gestation des programmes 1997 et 1998 s'expliquent sans nul doute par l'inexpérience des nouveaux inséminateurs qui viennent d'être formés par le projet PAPEL, mais également par le moment de la campagne d'insémination qui a eu lieu entre Janvier et Avril

2-3- Effet de l'état d'embonpoint sur la fertilité:

Conformément au tableau 16 : 86,47% des femelles gestantes ont un état d'embonpoint très bon ou bon, en plus la différence de taux de gestation est très hautement significative selon l'état général: $X^2 = 80,5\% > X^2_2 (5\%)$

La fertilité tout comme l'expression des chaleurs est conditionnée par une bonne alimentation. Selon KORNERMANN cité par GONGNET (1995) l'alimentation influence la fertilité de la vache entre 40 et 60%.

THIAM (1996) a abouti à ces conclusions en réalisant des taux de 66,67%, 61,8% et 56% respectivement à la SOCA, WAYAMBAM et BEER qui sont des fermes laitières modernes sur des animaux de bon état général.

Aussi l'année 1997 a accusé un déficit fourrager avec comme corollaire un anoestrus par sous alimentation. Cela explique aussi le faible taux de gestation du programme 1997 qui est de 35,77%.

Remarquons que le meilleur taux est observé chez les animaux "bon" par rapport aux animaux "très bon". En effet les animaux trop gras se prêtent mal à une bonne fertilité car la graisse de la bourse ovarique empêcherait la ponte ovulaire.

En conclusion les animaux à bon état général sont les mieux indiqués pour la réussite d'un programme d'insémination artificielle.

2-4- Effet de la tonicité de l'utérus sur la fertilité:

Le tableau 17 montre les taux de gestation en fonction de la tonicité utérine.

Très tonique +++ → 33,50%

Tonique ++ → 30,71%

Peu tonique + → 33,33%

Le test statistique réalisé montre qu'il n'y a pas de différence de fertilité selon la tonicité utérine.

Cette tonicité est fonction de l'imprégnation utérine par les œstrogènes qui stimulent la contraction utérine donc rendent plus tonique l'utérus ou l'imprégnation par la progestérone responsable d'une atonie musculaire de l'utérus.

Nous concluons qu'il n'y a pas d'inter - relation entre la tonicité utérine et la fertilité, mais une bonne nidation exige toujours une imprégnation de l'utérus par la progestérone.

2-5- Effet du moment d'insémination sur la fertilité:

71,05% des vaches gestantes ont été inséminées dans un délai de 13h après le début de l'œstrus.

Il y a une différence nette du taux de fertilité entre les inséminations précoces et les inséminations tardives, les plus fertiles étant les plus proche de l'œstrus.

Tout semble comme si la présence des spermatozoïdes avant l'ovulation était un gage de bonne fécondité.

Une insémination post-ovulatoire trouverait un ovule peu fécond malgré que sa durée de vie soit de 12 à 18h dans les voies génitales femelles.

3- Analyse économique de l'insémination artificielle:

Le protocole d'une seule insémination permet de faire une économie substantielle de semence. En effet une double insémination aurait exigé 3764 doses au lieu de 1882 pour un taux de gestation d'environ 55%. Pourtant ce même taux peut être obtenu avec une

insémination simple comme en témoignent les phases I et II. Bref le protocole d'une seule insémination se révèle plus économique.

L'insémination des vaches après l'expression des chaleurs présente certainement des contraintes (veillée pour surveillance), mais est de loin la plus intéressante d'un point de vue fertilité. Le taux de gestation de 65% (protocole avec observation de chaleur) contre 39,39% (protocole sans observation de chaleur) est assez évocateur.

En conclusion le protocole d'une seule insémination après observation de chaleur est à la fois rentable et pratique.

4- Les perspectives d'avenir:

La mise en œuvre de plan d'amélioration génétique des races tropicales soulève des difficultés qui tiennent d'une part aux particularités du milieu naturel et d'autre part au stade d'organisation de la production animale.

Dans tous les cas la performance ou valeur phénotype d'un animal s'écrit $P = M + G$ donc l'amélioration des performances peut être obtenue en agissant sur M c'est à dire par l'amélioration des conditions du milieu environnemental ou en agissant sur G c'est à dire en créant des génotypes nouveaux par la sélection ou le croisement.

Les actions à entreprendre sont nombreuses et devraient être entreprises aussi bien par les autorités que par les producteurs:

4-1-1- Les réformes étatiques:

➤ En amont il faut non seulement définir une politique agricole encourageant l'intensification de la production animale mais aussi et surtout une réforme agraire pour une redistribution équitable des terres au profit de l'élevage et de la culture fourragère (maïs, soja, arachide, niébé).

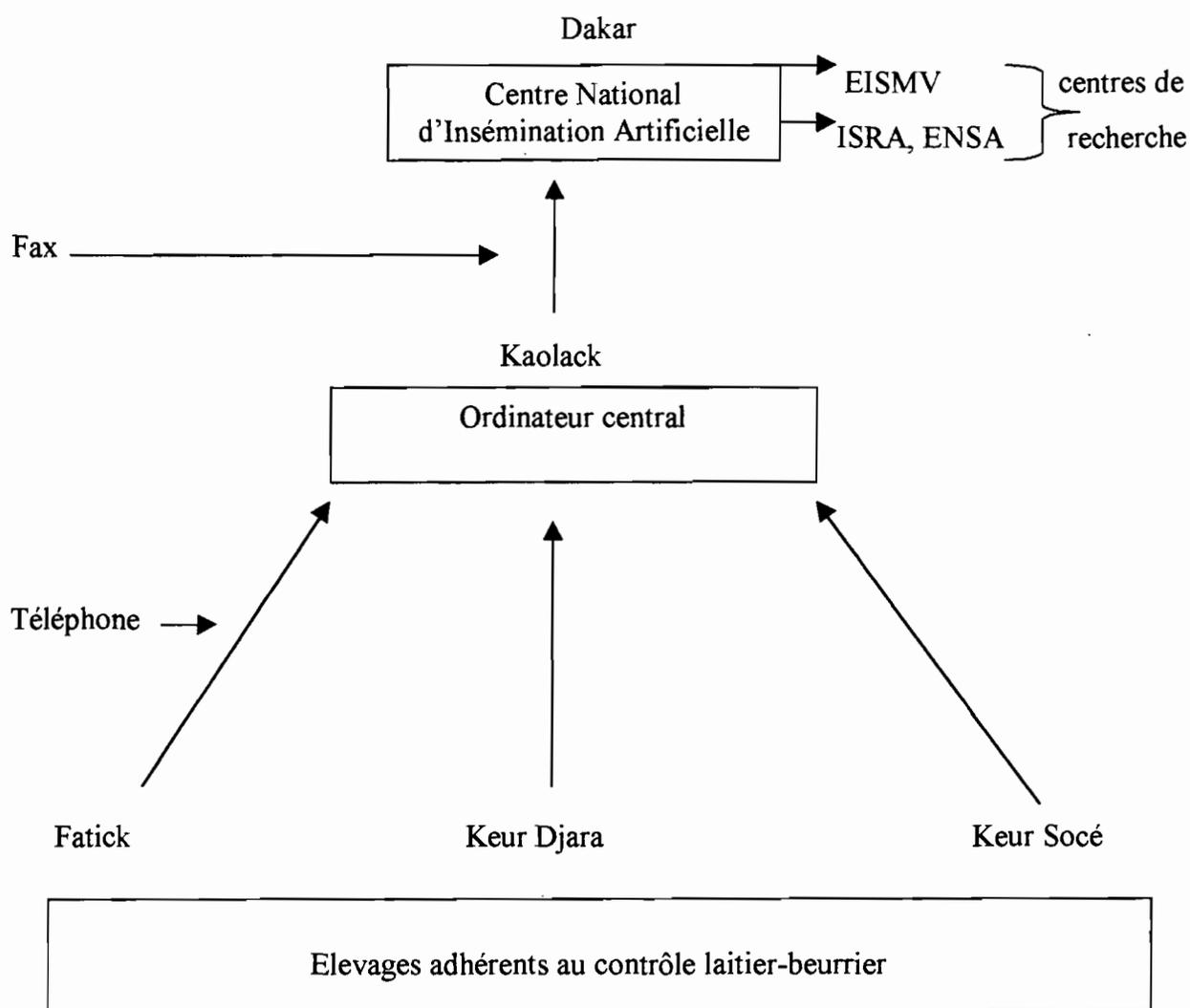
➤ Le programme national d'amélioration génétique doit mettre en place une structure de contrôle laitier - beurrier c'est à dire un système de contrôle des performances. En effet nous sommes à l'interface insémination artificielle / F1; et il ne saurait y avoir un programme couronné de succès sans la valorisation rationnelle des produits issus de l'insémination artificielle et la prise en considération des conséquences économiques et sociales de cette technique.

Cette structure de contrôle laitier - beurrier peut s'organiser sous la forme d'une pyramide:

- A la base se trouvent les élevages ou les villages adhérents : les agents techniques d'élevage circuleront d'élevage en élevage à la fin de chaque mois pour mesurer la quantité de lait produite, les poids des veaux et l'enregistrement de ces données dans le cahier de la ferme.

Ces données sont envoyées à Kaolack où elles sont centralisées dans l'ordinateur central du projet PAPPEL qui se charge de les corriger.

- Au sommet se trouve le centre national d'amélioration génétique qui se charge du traitement de l'information et qui travaille en collaboration avec les centres de recherche comme l'ISRA, EISMV. Ces données sont envoyées régulièrement de Kaolack par FAX.



Schema 6 : contrôle laitier-beurré

L'information circule donc de la base vers le sommet puis régulièrement retourne à la base afin de permettre aux éleveurs de faire un choix judicieux des géniteurs.

Ces données permettront de :

- tracer les courbes de lactation de chaque vache
- tracer les courbes pondérales des veaux
- calculer les taux butyreux et protéiques
- calculer les paramètres génétiques : h^2 , r , r_g
- calculer les index de sélection et de leurs précisions
- calculer le progrès génétique et enfin
- définir un schéma de sélection national (distinguer les différents types d'hybrides : Gobra x holstein, Gobra x Montbéliard).

➤ L'organisation du circuit de commercialisation et de transformation du lait associé à une protection du marché local seul gage d'un prix conséquent aux producteurs. (Taxation élevée des produits laitiers importés).

En effet le dumping des pays européens a eu pour conséquence une baisse du prix des produits laitiers sur le marché international d'où une importation massive des pays sous développés qui freine la production locale.

➤ Un encadrement des éleveurs aux techniques modernes d'élevage afin d'organiser la filière laitière (fanage, ensilage, pierre à lécher)

➤ Incitation des producteurs (octroi de prêts, aides financières, garantie de prix à la production).

4-2- Les réformes des producteurs :

En aval toute stratégie de développement de la production laitière doit s'articuler sur des axes suivants:

➤ La diversification et la valorisation des ressources alimentaires du cheptel par la culture fourragère (maïs), la conservation du foin, l'ensilage, l'utilisation des sous produits agricoles (fane d'arachide, de niébé), la supplémentation.

Vu que les taux de synchronisation et de fertilité sont fonction de l'état d'embonpoint un "flushing" de deux (2) à trois (3) semaines avant l'insémination artificielle puis suivi une semaine après l'insémination artificielle est nécessaire.

➤ L'encadrement sanitaire : déparasitage régulier, une complémentation en oligo éléments et

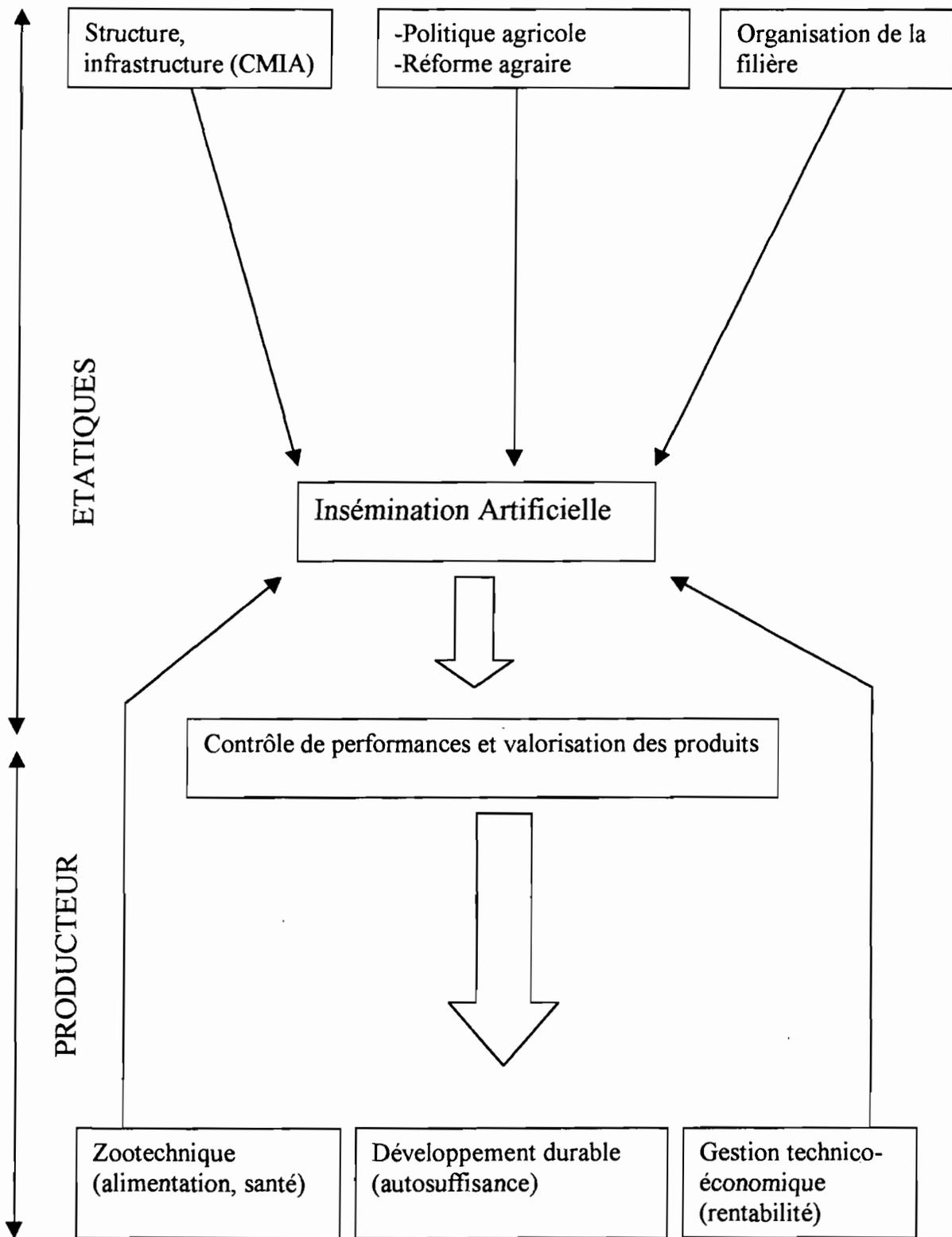
en vitamines A, D₃, E sont indispensables à une meilleure prolificité.

► Une modification du système de conduite au troupeau : La transhumance et le nomadisme doivent faire place à la stabulation. En effet les longues distances à parcourir sont responsables d'une perte considérable de poids qui entravent conséquemment la reproduction.

► Le croisement (insémination artificielle.) devait être couplé à une sélection rigoureuse sur des bases scientifiques et économiques afin d'obtenir une population hautement productrice de lait. Un livret généalogique porterait les liens entre ascendants, descendants et collatéraux.

Bref la recherche doit fournir nécessairement les solutions d'un développement harmonieux et durable au monde rural qui représente +80% de la population. En définition les possibilités d'une production laitière intensive sont réelles mais ne se feront qu'en :

- * Améliorant le milieu (alimentation, révision de la capacité de charge des pâturages, ensilage, foin)
- * Améliorant l'animal (sélection, croisement par insémination artificielle, transfert d'embryon)
- * Améliorant la gestion technico-économique des exploitations (circuit de commercialisation, synchronisation des chaleurs).



Schema 7 : Organisation du programme d'amélioration génétique

CONCLUSION GENERALE

- Le Sénégal à l'instar de beaucoup de pays africains est confronté au problème de l'autosuffisance en denrées alimentaire d'origine animale (lait et produits laitiers, viande et produits carnés, œuf et ovoproduits).
- Malgré une croissance démographique de 2,9% par an, la consommation nationale en lait est couverte à 60% par des importations en provenance de l'Union Européenne.
- Face à cette situation, le Sénégal tente de réorganiser sa filière laitière. Les biotechnologies dont l'insémination artificielle et le transfert d'embryon sont l'occasion pour nos pays d'accroître de manière significative la production animale.
- C'est ainsi qu'un programme d'amélioration génétique par l'utilisation de l'insémination artificielle fut mis sur pied en 1995 par le projet PAPEL à Kaolack et Fatick.
- Notre travail s'inscrit dans ce cadre et se fixe pour objectif de dégager le bilan des efforts d'amélioration génétiques puis d'esquisser des perspectives d'avenir.
- Au cours de ce programme 1882 vaches Zébu Gobra ont été inséminées avec de la semence Holstein et Montbéliard après une synchronisation par la méthode CRESTAR ® + (CRESTAR + PG + PMSG).

Le taux moyen de synchronisation est de 94,65% et le délai moyen d'apparition des chaleurs se situe à $38,48h \pm 3,50h$ après le retrait de l'implant sous cutané.

90,1% de ces chaleurs sont observées entre 18h – 6h du matin d'où le caractère nocturne et matinal de l'oestrus chez la femelle Zébu Gobra.

L'insémination était réalisée par la méthode rectovaginale.

Le protocole d'une seule insémination après l'observation de l'oestrus a été adopté pendant les programmes 1995 et 1996. Lors des programmes 1997 et 1998, l'insémination

était aussi unique mais systématique 48h après le retrait de l'implant

- Le diagnostic de gestation a été réalisé par échographie ou par palpation transrectale et le taux de gestation global obtenu est de 43,41%.
- Une variation du taux de fertilité en fonction de l'insémination est observée et témoigne que l'insémination artificielle est une science mais aussi de l'art qui érige non seulement

une connaissance approfondie de la physiologie sexuelle de la femelle mais aussi et surtout beaucoup de dextérité.

- L'effet de l'état d'embonpoint sur les taux de synchronisation et de gestation est très marqué d'où la nécessité d'un Flushing de 2 à 3 semaines avant l'insémination.
- La tonicité utérine est sans influence sur la fertilité et serait sous le contrôle de l'imprégnation par les hormones sexuelles à savoir les oestrogènes et la progestérone.

L'analyse des résultats de ce travail synthétique nous permet d'avancer que malgré les multiples contraintes (alimentaires, génétiques et pathologiques) les objectifs du projet PAPEL sont atteints.

L'accroissement de la productivité du bétail en milieu rural par l'insémination artificielle constitue un idéal à la fois réaliste et primordial. Il pourra être définitivement réalisé lorsque nos politiques agricoles mettront en œuvre un certain nombre d'action dont :

- la redynamisation et l'extension du programme d'insémination artificielle
- la culture fourragère (maïs, panicum) associée aux techniques de conservation telles que l'ensilage, le fanage
- la formation d'inséminateur qualifié
- l'application du protocole d'une seule insémination artificielle : $9,51h \pm 3,57h$ après l'observation de l'oestrus
- la mise en place d'un système de contrôle laitier beurrier pour valoriser les hybrides
- enfin la définition d'un schéma de sélection spécifique

En définitive, l'amélioration génétique repose sur deux principes :

D'une part la création du progrès génétique par le croisement et la sélection et d'autre part la diffusion de ce progrès à grande échelle par l'insémination artificielle ou le transfert d'embryon.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGBA, K.C.

Particularités anatomiques et fonctionnelles des organes génitaux de la femelle zébu.
Th : Med. Vet. Dakar, 1977; 12

2. AGBA, K.C et CUQ,P

Les organes génitaux de la femelle
Rev. Elv. Med. Vet. Pays Trop; 1975, n° 28.(331p - 349p).

3. BEN YAHMED, B ; DANIEL, B ; RENAUD, R.

L'Atlas du continent africain.- Paris: Groupe Jeune Afrique et les éditions du Jaguar, 1993.-
175p.

4. BENLEKHAL, A.

Amélioration génétique des bovins laitiers: Situation et Bilan. (56p - 61p) in: Reproduction et
production laitière.-Tunis: Serviced 1996. - 316p (Actualité scientifique AUPELF-UREF)

5. BIZIMUNGU, J.

Limites et perspectives du secteur laitier en Tunisie (15 - 17) in: Afrique Agriculture n°228
53p (1995)

6. BODEN, J; CLOARE, J; FLOCH, J; GAUDIN. B.

Amélioration des espèces: Bilan 324p. - 325p in: Biologie: collectionTavernier.-Imprimerie
Moulde et Renou.- Paris: 1988.

7. BONNES, G; AFKE, A ; DARRE; FUGIT, G; GADOUD, R.

Amélioration génétique des animaux domestiques. Foucher- Paris: 1991.- 287p.

8. BOSSE, H.B.

Politique alimentaire globale d'origine animale (55p - 63p) in: Actes du séminaire sur l'étude
des contraintes au développement des productions animales en Afrique sub - saharienne. -
cahier N°3.- Dakar: EISMV, 1998.- 382p.

9. BYANGURA, F.

Amélioration du programme d'insémination artificielle en milieu rural dans les régions de
Kaolack et Fatick.
Th: Med. Vet.: Dakar, 1997; 25

10. CASSOU, R.

La miniaturisation des paillettes
6^e congrès Intern. Reprod. Anim. Insem. Artif.
Paris 1998.vo II (1013p - 1015p)

11. CISSE, A.B.

Synchronisation des chaleurs chez les vaches Ndama et zébu Maure avec de la postaglandine F_{2α} (21p - 26p) in: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants.- Dakar: les Nouvelles Editions Africaines du Sénégal, 1993 290p (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

12. CRAPLET, C.

La vache laitière.- Tome IV.- Paris IV^e: Vigot Frères, 1960.- 484p.

13. CUBA. EQUIPE TECHNIQUE DE L'ELEVAGE

Les F₁ zébu x Holstein : une possibilité pour l'élevage tropicale et sub-tropicale: Cuba (SD): 1991 33p

14. DENIS, J et THIONGANE, A.I. 1973

Caractéristiques de reproduction chez le zébu étudiées au centre de recherches zootechniques de Dahra. Rev. Elev. Med.Vet. Pays trop.(28) p 495 - p 497

15. DENIS, J et THIONGANE, A.I. 1973

Caractéristiques de reproduction chez les zébus Gobra étudiés au CRZ de Dahra. Rev. Med. Vet. Pays trop. (23) : 229p-241p

16. DENIS, J et THIONGANE, A.I. 1975

Note sur les facteurs conduisant au choix d'une saison de monte au CRZ de Dahra. Rev. Med. Vet. Pays trop. (26) p.49 - p.60

17. DERIVAUX, J

Reproduction chez les animaux domestiques
tome II, le mâle: insémination artificielle
Edit. Derouaux: Liège 1971

18. DERIVAUX, J et ESTORS, F.

Reproduction chez les animaux domestiques. _ vol 1. _ France: Académia, 1989. _ 155p.

19. DIAO, BA, M.

La production laitière au Sénégal: contraintes et perspectives (p.63 -p.78) in: Reproduction et production laitière - Tunis: Serviced, 1996.- p.316 (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

20. DIOP, P.E.H.

Biotechnologie et élevage africain.

In: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants (145p.-150p) Dakar. _ Les Nouvelles Editions africaines du Sénégal, 1995. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

21. DIOP, P.E.H.

Production laitière en Afrique au sud du Sahara: Problématique et Stratégie (19 - 24) in: Reproduction et production laitière.- Tunis: Serviced, 1996.- p.316 (Activité scientifique AUPELF - UREF)

22. DIOP, P.E.H.

Comment réussir une filière laitière en Afrique (131p-140p.) in: actes du séminaire sur l'étude des contraintes au développement des productions animales en Afrique sub - saharienne.- cahier n°3.- Dakar: EISMV - Paul, 1998.- 382p.

23. DIOP, F.

Amélioration de la production laitière par l'utilisation de l'insémination artificielle dans la région de Kaolack.

Th: Méd. Vet.: Dakar, 1995; 17

24. DIRECTION DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Schéma régional d'aménagement du territoire de Kaolack et de Fatick. 236p. 1994

25. ELAIDI, L; ECTORS, F. et LAKHDISSI, H.

Transplantation embryonnaire chez la race bovine « Oulmes - Zaer » premiers résultats (301p.- 304p) in reproduction et production laitière.- Tunis: Serviced, 1996 - 316p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

26. EZZAHIRL, A et LOFTI, M

Diffusion du progrès génétique par la technique de transfert d'embryon in: gestion de la reproduction et amélioration génétique.- Maroc: Edition A.N.V.SP, 1993 (67p- 75p)

27. FALL, O.

Amélioration de la production laitière par l'utilisation de l'insémination artificielle dans la région de Fatick.

Th: Med. Vet: Dakar, 1998; 18.

28. FAO.

Production Year book 1993, Rome Fao, 1994

29. FAO.

Rapport et perspectives sur les produits 1994 - 1995 Rome FAO, 1994

30. FAURE, O.

Filière laitière mondiale: Les grandes tendances à l'horizon 2010 in: Réussir lait / Elevage N° 100. 28p - 30p. 1998.

31. FAYE, L.

Maîtrise du cycle sexuel par le CRESTAR au Sénégal

Th : Med. Vet. Dakar 1995. 12

32. GONGNET, P.

Les systèmes d'alimentation des ruminants, contraintes majeure au développement des productions animales en Afrique sub - saharienne (143p - 172p) in: actes du séminaire sur l'étude des contraintes au développement des productions animales en Afrique sub - saharienne. _ cahier N° 3.- Dakar: EISMV, 1996.- 382p.

33. KATYAGA, P.

Performance des Jersiaises sur les versants du mont Meru

Rev. Mond. Zootech. (N° 65) 24p – 30p

34. LOFTI, N. BENLEKHAL, A; MAZOUZ, A; BATTAR, M et EZZAHIRI, A.

Utilisation des techniques nouvelles de reproduction dans le programme d'amélioration génétique du cheptel bovin laitier au Maroc. (269p - 270p) *in*: Reproduction et Production laitière.- Tunis: Serviced, 1996 - 316p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

35. LY, C.

Les politiques agricoles

Dakar: EISMV, 1994. 150p.

36. MAZOUZ, A; LOFTI, N; ELAICH, R et LAKHDASSI, H; HACHI, A et coll

La technique de transfert d'embryon bovin chez les éleveurs: moyen d'accroître le progrès génétique. (271p - 278p) *in* Reproduction et Production laitière.- Tunis: Serviced, 1996. 316p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

37. MAZOUZ, A.

Précis d'obstétrique Vétérinaire.- 2^e ed.- Rabat, AGDAL, 1997.-95xp

38. MBAINADINGATOLOUM, F. M.

L'insémination artificielle bovine au Sénégal

Thèse de Médecine Vétérinaire - Dakar 1982. 18

39. MBAYE, M et NDIAYE. M.

Etude des chaleurs et de la fertilité après un traitement de maîtrise de la reproduction chez la vache zébu Gobra. (27p - 38p) *in*: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Les Nouvelles éditions africaines du Sénégal, 1993. 290p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF)

40. MBAYE, M.

Induction et synchronisation des chaleurs chez la femelle zébu Gobra. CRZ de Dahra. Rapport de confirmation, ISRA - LNERV, 1980.

41. MECHEKOUR, F.

La fidélité des index *in*: Réussir Lait / Elevage / N° 109 68p - 70p. 1997 a

42. MECHEKOUR, F.

Transplantation embryonnaire *in*: Réussir. /lait / Elevage N° 97. 67p – 68p. 1997 b

43. MECHEKOUR, F.

Comment grouper les chaleurs *in*: Réussir. /lait / Elevage N° 97. 70p – 72p. 1997.

44. MEMENTO de l'agronome. 4^e ed.- Paris: CHIRAT, 1991.- 1635p.

45. MESSINE, O; MBAH, D et SAINT MARTIN G.

Synchronisation de l'œstrus chez les femelles zébu goudali au CRZ de Wakwa (13p - 20p) *in*: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants, 1993. 290p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

46. **MESSINE, O; TANYA, V.N. et MBAH. D.A.**
Aperçu sur la production laitière au Cameroun (45p - 53p) in: Reproduction et Production laitière. _ Tunis: Serviced 1996. 316p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).
47. **MISSOHO, A; BANKOLE, A; NIANG, T; RAGOUNANDEA, G; TALAKI et BITAR I. (1997)**
Le zébu Gobra: Caractères ethniques et performances zootechniques in : Animal génétique ressources; information, (n° 22) p.53 p.60
48. **NAGASE, H et NIWA. T.**
Congélation du sperme de taureaux sous forme concentré et en Pastilles. 5^e congré - Intern. Reprod. Anim. Art. N° 30, 1968 (35p - 38p)
49. **NDIAYE, A.**
Insémination artificielle bovine en milieu péri urbain au Sénégal
Th. Med. Vet. Dakar, 1992; 57.
50. **PAGOT, J.**
L'élevage en pays tropicaux:
Ed G.P. Maisonneuve - Paris. 498p.- 1985
51. **PAREZ, V.**
Synchronisation des chaleurs et fécondité in: gestion de la reproduction et amélioration génétique .- Maroc: Edition A.N.V.SP, 1993 - (92p - 99p).
52. **PAREZ, V et DUPLAN, J.M.**
L'insémination artificielle bovine
ITEB / UNCEIA, Paris, 1987 - 256p
53. **PETIT, C et PREVOST, G.**
Génétique et évolution.- France: Hermann, 1967.- 391p.
54. **SAWADOGO, G; NONGASCIO, Y et JEAN, N. M.**
Les situations de la productivité des bovins en élevage traditionnel (67p - 88p) in: actes du séminaire sur l'étude des contraintes au développement des productions animales en Afrique sub - saharienne.- cahier N°3. Dakar: EISMV, 1998.- 382p.
55. **SENEGAL / DIRECTION DE L'ELEVAGE**
Rapport annuel, 1992 Dakar, 1992. 86p.
56. **SOLTNER, D**
La reproduction des animaux domestiques.
Zootechnie générale, Tome1 2^e édition: Loire: collection sciences et techniques agricoles. 1993. (228p.)

57. SOW, A; DIOP. P.E.H.

Place du système d'élevage intensif dans la production laitière au Sénégal, exemple de la société alimentaire SOCA - Tunis: Serviced, 1996.- 316p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

58. SOW, M.B.

L'amélioration de la production laitière bovine par le biais de l'insémination artificielle: cas du PRODAM. Th : Med. Vet.: Dakar, 1997; 17

59. SPENCER, W et ECKERT, J.

Evaluation du poids vif et du point de la carcasse des bovins NDAMA Revue mondiale de zootechnie (n° 65) 19p - 23p.

60. TACET, D.

"L'Agenda 2000" est en route in: Réussir Lait / Elevage / N° 101 60p - 68p. 1997

61. TAINTURIER, D; FIENI, F; BRUYAS, J et BATTUT.I

Les nouvelles biotechnologies au service de la reproduction des petits ruminants (271p - 254p) in: Reproduction et production laitière.- Tunis: Serviced, 1996 - 316p. X. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

62. THIAM, O.

Intensification de la production laitière par insémination artificielle dans les unités de production du Sénégal. Thh : Med. Vet. Dakar. 1996 ; 42

63. THIBIER, M et GUERIN. B.

Les biotechnologies de la reproduction et l'amélioration sanitaire du troupeau: (161p - 180p) in: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants - Dakar: les nouvelles éditions africaines du Sénégal, 1993. 290p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

64. THIBIER, M.

Analyse critique des services d'I.A. dans les pays en voie de développement (231p - 246p) in: Animal production.- Stockholm; Sweden, 1994.- 384p

65. THIBIER, M.

Nouvelles biotechnologies de la reproduction (247p - 262p) in: Animal production. _ Stockholm : Sweden, 1994.- 384p.

66. TWAGINANUNGUH; GUIBAULT; VILLENEUVE et PROULX .

Récents développements dans la synchronisation de l'œstrus et la fertilité en insémination artificielle bovine. (39p - 56p) in: Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants.- les nouvelles éditions africaines du Sénégal, 1993. 290p. (Actualité Scientifique AUPELF-UREF).

67. VAISSAIRE, J.

Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire.- Paris: Maloine, 1977.- 457p.

68. **VON, M.**

Les importations laitières en Afrique sub - saharienne: Problèmes politiques et perspectives.

Addis Abéba: CIPEA. (Rapport de recherche)

SERMENT DE VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et aînés:

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

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



Claude BOURGELAT (1712-1779)