

TD 8956

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

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

ANNEE 1989



N° 56

MANUSCRIT
DES SCIENCES ET MEDICINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

L'INFERTILITE BOVINE EN
AFRIQUE TROPICALE:
CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE SON IMPACT ECONOMIQUE

THESE

présentée et soutenue publiquement le 02 Décembre 1989
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par
TELESPHORE GATSINZI
né le 08 Avril 1960 à NTARABANA - MUGAMBAZI (RWANDA)

- président du Jury : M. François DIENG
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- rapporteur et directeur de Thèse : M. PAPA EL HASSANE DIOP
Professeur agrégé à l'E.I.S.M de Dakar
- membres : M. KONDI CHARLES AGBA
Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar
- : M. MAMADOU BADIANE
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1988-1989

SCOLARITE

MS/MD

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

I- PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1- ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi M. AGBA	Maître de Conférences Agrégé
Jean-Marie AKAYEZU	Assistant
J. ALAMARGOT	Assistant
Pathé DIOP	Moniteur

2- CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassan DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Franck ALLAIRE	Assistant
Moumouni OUATTA	Moniteur

3- ECONOMIE-GESTION

Cheikh LY	Assistant
-----------	-----------

4- HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES

ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE

(HIDAQA)

Malang SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Serge LAPLANCHE	Assistant
Saïdou DJIMRAO	Moniteur

5- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE

INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Mme Rianatou ALAMBEDJI	Assistante
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Julien KOULDIATI	Moniteur

.../...

6- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean BELOT	Maître-Assistant
Salifou SAHIDOU	Moniteur

7- PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIE
ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore ALOGNINOUWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger PARENT	Maître-Assistant
Jean PARANT	Maître-Assistant
Jacques GODFROID	Assistant
Yalacé Y. KABOPET	Assistant
Ayao MISSCHOU	Moniteur

8- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A. ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Lassina OUATTARA	Moniteur

9- PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE PHARMACODYNAMIE

Alassane SERE	Professeur
Moussa ASSANE	Maître-Assistant
Mohamadou M. LAWANI	Moniteur

10- PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Samuel MINOUNGOU	Moniteur

11. ZOOTECNIE-ALIMENTATION

Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'enseignement
Moussa FALL	Moniteur

- CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Lucien BALMA	Moniteur
--------------	----------

II- PERSONNEL VACATAIRE

- BIOPHYSIQUE

René NDOYE	Professeur
	Faculté de Médecine et de Pharmacie
	Pharmacie.
	Université Ch. A.DIOF .../...

- Mme Jacqueline PIQUET

Chargée d'enseignement
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université Ch.A. DIOP

Alain LECOMTE

Maître-Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

Mme Sylvie GASSAMA

Maître-de Conférences
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université Ch.A. DIOP

Mme H. SOW

Assistante
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université Ch.A. DIOP

-- BOTANIQUE-AGRO-PEDOLOGIE

Antoine NONGONIERMA

Professeur
IFAN-Institut Ch.A. DIOP
Université Ch.A. DIOP

-- ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences Juridiques et
Economiques
Université Ch.A. DIOP

-- AGROSTOLOGIE

- Mr MANDRET

Ingénieur agronome, Agropastoraliste
(I.E.M.V.T.) en poste au Laboratoire
de Hann.

- Mr AIDARA

Ingénieur agronome
Ministère de développement rural

- Dr GROUZIS

Ecologue, ORSTOM

III- PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1988-1989)

- PARASITOLOGIE

- L. KILANI

Professeur
ENV Sidi Thabet (TUNISIE)

.../...

- S. GEERTS
Professeur Institut Médecine
Vétérinaire Tropicale ANVERS
(Belgique)
- PATHOLOGIE PORCINE
ANATOMIE PATHOLOGIQUE
- A. DEWAELE
Professeur
Faculté Vétérinaire de CURGHEM
Université de LIEGE, (BELGIQUE)
- PHARMACODYNAMIE GENERALE ET
SPECIALE
- P.L. TOUTAIN
Professeur
Ecole Nationale Vétérinaire
TOULOUSE (France)
- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE
- Melle Nadia HADDAD
Maître de Conférences Agrégée
E.N.V. Sidi THABET (TUNISIE)
- PHARMACIE-TOXICOLOGIE
- L. EL BAHRI
Maître de Conférences Agrégé
E.N.V. Sidi THABET (TUNISIE)
- Michel Adelin J. ANSAY
Professeur Faculté de Médecine
Vétérinaires
Université de LIEGE (BELGIQUE)
- ZOOTECNIE-ALIMENTATION
- R. WOLTER
Professeur
ENV ALFORT (FRANCE)
- R. PARIGI BINI
Professeur Faculté des Sciences
Agraires
Université de PADOUE (ITALIE)
- R. GUZZINATI
Technicien de laboratoire
Faculté des Sciences Agraires
Université de PADOUE (ITALIE)
- INFORMATIQUE STATISTICIENNE
Dr. G. GUIDETTI
Technicien de la Faculté des
Sciences Agraires
Université de PADOUE (ITALIE)
-

JE DEDIE

CE

MODESTE

TRAVAIL

- A tout le peuple Rwandais pour tous les sacrifices consentis à ma formation.
- A mes grands-parents et parents : longue vie et bonne santé jusqu'à la fin de vos jours.
- A mon oncle NKULIKIYINKA Oswald et sa famille, merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.
- A mes frères, sœurs, cousins et cousines pour vous inciter à faire mieux et davantage.
- A mes grand-frères RUDATSENYIRA et MUTSINZI ainsi qu'à leurs familles. Le bon exemple est contagieux.
- A ma future épouse
- A tous mes enseignants et professeurs depuis l'école primaire de RUSASA à L'E.I.S.M.V. de DAKAR en posant par les petits séminaires de KABGAYI, SAINT-PAUL, de KIGALI, SAINT-DOMINIQUE de RWESERO et la Faculté des Sciences de l'Université C.A. DIOP de DAKAR.
- A tous mes amis et anciens promotionnaires bonne réussite dans votre vie familiale et professionnelle.
- A tous mes collègues RWANDAIS, SENEGALAIS, NIGERIENS, BURKINABE, CAMEROUNAIS, CENTRAFRICAIS etc... On se reverra Inch'Allah !
- Aux Docteurs PAPA NANSA KEITA et famille, BASSIROU FALL et Famille, A Messieurs DIALLO et sa famille, JACKSON MAMIS et BODIAN, Mme Khady BOIRO :
Vous m'avez fait connaître la Téranga Sénégalaise.

- Au Personnel de L'E.I.S.M.V. DAKAR
- A toute la colonie RWANDAISE et BURUNDAISE de Dakar.
- AU F.E.D.
- Au SENEGAL pays hôte.

A NOS MAITRES ET JUGES

- Monsieur François DIENG

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar.

Vous nous faites l'insigne honneur de présider notre Jury de thèse.

Hommages respectueux

- Monsieur Papa El Hassane DIOP

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

Vous avez accepté de diriger ce travail malgré vos multiples occupations.

Sincères remerciements

- Monsieur Charles KONDI, AGBA

Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Avec plaisir et sourire vous avez accepté de siéger à notre jury de thèse malgré votre emploi du temps chargé.

Profonde gratitude

- Monsieur Mamadou BADIANE

Professeur Agrégé à la faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR.

Vous avez accepté avec spontanéité et enthousiasme de faire partie de notre jury de thèse.

Profonde reconnaissance.

R E M E R C I E M E N T S

- Au Docteur FRANK ALLAIRE, Assistent au Département de Chirurgie-
Reproduction à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

- Au personnel de l'I.S.R.A.

- A Madame Victorine BIDI pour la dactylographie rapide et
soignée de la fin de ce travail.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	<u>Pages</u>
<u>Introduction générale.....</u>	1
<u>PREMIERE PARTIE(I) LES DIFFERENTS MILIEUX TROPICAUX</u>	
<u>D'AFRIQUE ET LES PARTICULARITES</u>	
<u>DE L'ELEVAGE DANS CES ZONES.....</u>	4
<u>Chapitre 1 : LES DIFFERENTES ZONES AGRO-ECOLOGIQUES</u>	
<u>D'AFRIQUE TROPICALE ET LEURS PARTICU-</u>	
<u>LARITES.....</u>	6
I.1.1. Les zones arides.....	9
I.1.2. Les zones semi-arides.....	10
I.1.3. Les zones sub-humides.....	10
I.1.4. Les zones humides.....	12
I.1.5. Les Hauts-plateaux.....	13
<u>Chapitre 2 : LES RACES BOVINES EXPLOITEES ET LES SYSTEMES</u>	
<u>DE PRODUCTION ANIMALE EN AFRIQUE</u>	
I.2.1. Le cheptel.....	16
I.2.2. Les races bovines d'Afrique et leurs ca-	
ractéristiques.....	18
I.2.2.1. Généralités sur les bovins d'Afrique	
tropicale.....	19
I.2.2.2. Caractéristiques ethnologiques.....	21
description morphologique.générale.....	22
Aptitudes.....	22
Essais d'amélioration génétique.....	23
I.2.3. Les systèmes de production animale en	
Afrique tropicale.....	24
<u>Chapitre 3 : PRODUCTIVITE DU BETAIL EN AFRIQUE ET LES FACTEURS</u>	
<u>LIMITANTS RENCONTRES.....</u>	28
I.3.1. Les composantes de la performance.....	28
I.3.2. Performances de reproduction dans les	
différents milieux et systèmes de pro-	
duction.....	30
I.3.2.1. Performances dans les élevages tradi-	
tionnel.....	32
I.3.2.2. Performances dans les élevages améliorés.	33
I.3.3. Facteurs limitants de productivité.....	35
I.3.3.1. Facteurs génétiques.....	35
I.3.3.2. Facteurs non génétiques.....	36

<u>DEUXIEME PARTIE (II) L'INFERTILITE CHEZ LES FEMELLES</u>	
<u>BOVINES D'AFRIQUE TROPICALE :</u>	
<u>SEMILOGIE ET ETIOLOGIE GENERALE.....</u>	40
<u>Chapitre 1 ; GENERALITES.....</u>	42
II.1.1. Définitions.....	42
II.1.2. Importance de l'infertilité.....	43
- sur le plan individuel.....	44
- sur le plan collectif.....	44
<u>Chapitre 2 : SEMIOLOGIE DE L'INFERTILITE CHEZ LES FEMELLES</u>	
<u>BOVINES EN AFRIQUE TROPICALE.....</u>	45
II.2.1. L'Anoestus de la vache.....	45
II.2.1.1. Généralités sur l'anoestus.....	45
II.2.1.1.1. Définition.....	45
II.2.1.1.2. Importance.....	46
II.2.1.1.3. Classification des différentes formes d'anoestrus.....	47
II.2.1.2. Diagnostic de l'anoestrus chez les femelles d'Afrique tropicale.....	48
II.2.1.2.1. Anoestrus avec inactivité ovarienne.....	49
II.2.1.2.2. Anoestrus du corps jaune persistant.....	49
II.2.1.2.3. Le suboestrus ou les ovulations silen- cieuses.....	50
II.2.2. Infertilité chez les vaches à chaleurs normales ou repeat-breeding.....	50
II.2.2.1. Généralités.....	51
II.2.2.1.1. Définition.....	51
II.2.2.1.2. Importance.....	51
II.2.2.1.3. Pathogénie.....	52
II.2.2.2. Diagnostic du repeat-breeding.....	52
II.2.3. Infertilité chez les vaches à chaleurs anormales.....	53
II.2.3.1. Anomalies de durée des chaleurs.....	53
II.2.3.2. Anomalies du rythme.....	54
II.2.3.3. Anomalies d'intensité des chaleurs.....	54
<u>Chapitre 3 : ETIOLOGIE GENERALE DE L'INFERTILITE CHEZ LES</u>	
<u>FEMELLES DOMESTIQUES.....</u>	57
II.3.1. Les facteurs intrinsèques de l'infertilité...57	
II.3.1.1. Les facteurs génétiques ou héréditaires....57	

II.3.1.2.	Les malformations congénitales et les lésions acquises.....	61
II.3.1.3.	Les facteurs immunologiques.....	62
II.3.1.4.	Rôle des facteurs endocriniens ou hormonaux.....	63
II.3.1.5.	Les facteurs infectieux.....	64
II.3.2.	Les facteurs extrinsèques d'infertilité.	66
II.3.2.1.	Les facteurs alimentaires.....	66
II.3.2.1.1.	Influence du niveau alimentaire.....	67
II.3.2.1.1.1.	Effets de la sous-alimentation.....	67
II.3.2.1.1.2.	Effets de la suralimentation.....	68
II.3.2.1.2.	Influence de l'équilibre alimen- taire.....	69
II.3.2.1.2.1.	Influence des matières énergéti- ques.....	69
II.3.2.1.2.2.	Influence des matières protéiques...	70
II.3.2.1.2.3.	Influence de l'équilibre minéral....	71
II.3.2.1.2.3.1.	Les macro-éléments.....	72
II.3.2.1.2.3.2.	Les oligo-éléments.....	73
II.3.2.1.2.4.	Influence de l'équilibre vitami- nique.....	74
II.3.2.1.2.5.	Les éléments anormaux de la ration..	75
II.3.2.2.	Les facteurs environnementaux.....	78
II.3.2.2.1.	Rôle des facteurs climatiques.....	78
II.3.2.2.1.1.	Effet des saisons sur la reproduc- tion.....	79
II.3.2.2.1.2.	Action de la température.....	80
II.3.2.2.1.3.	Rôle de la luminosité.....	80
II.3.2.2.1.4.	Effet de l'acclimatation.....	81
II.3.2.2.2.	Rôle des facteurs hygiéniques.....	81
II.3.2.3.	Les facteurs de fécondation.....	83
II.3.2.3.1.	Rôle de la détection des chaleurs...	83
II.3.2.3.2.	Influence du moment d'I.A. et de la technique utilisée.....	85
II.3.2.3.3.	Influence de la qualité des semences.	86
II.3.2.3.4.	Rôle de l'intégrité des voies génitales.....	87

II.3.2.3.5. Rôle de l'infertilité liée au mâle.....	87
<u>TROISIEME PARTIE : L'INFERTILITE, FLEAU DE L'ELEVAGE EN AFRIQUE TROPICALE OU L'IMPACT ECONOMIQUE DE L'INFERTILITE BOVINE.....</u>	<u>90</u>
<u>Chapitre 1 : L'IMPACT ECONOMIQUE DE L'INFERTILITE BOVINE A TRAVERS LE MONDE.....</u>	<u>92</u>
<u>Chapitre 2 : MATERIELS ET METHODES.....</u>	<u>95</u>
III.2.1. Matériels.....	95
III.2.1.1. Données.....	95
III.2.1.2. Les hypothèses formulées.....	97
III.2.2. Méthodes.....	97
III.2.2.1. Choix de la méthode.....	97
III.2.2.2. Principe de la méthode.....	98
<u>Chapitre 3 : RESULTATS : ANALYSE ET DISCUSSIONS.....</u>	<u>104</u>
III.3.1. Analyse des résultats.....	104
III.3.1.1. Pertes liées du premier vêlage tardif...104	
III.3.1.2. Pertes liées à l'intervalle entre vêlages.....	108
III.3.1.3. Pertes par baisse du taux de fécon- dité.....	109
III.3.1.4. Pertes par réforme.....	109
III.3.2. Discussion.....	109
<u>Chapitre 4 : PROPOSITIONS ET AMELIORATIONS SOUHAITABLES....</u>	<u>112</u>
III.4.1. Amélioration de la gestion de la reproduction.....	112
III.4.1.1. Amélioration de la conduite de l'ali- mentation.....	112
III.4.1.2. Amélioration de l'état sanitaire des animaux.....	115
III.4.1.3. Amélioration de la conduite d'élevage...116	

III.4.1.4.	Choix des techniques nouvelles à vulgariser dans le milieu traditionnel.....	119
III.4.2.	Propositions sur les investigations et les axes de recherche à développer.....	122
-	<u>Conclusions générales</u>	130
-	<u>Annexe</u>	134
-	<u>Bibliographie</u>	135

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

INTRODUCTION GENERALE

L'autosuffisance alimentaire et la lutte contre la malnutrition des populations dans les pays en développement, africains en particulier, exigent l'utilisation accrue de techniques ~~intensives~~ de production. Mais une meilleure connaissance des systèmes de production utilisés par ces populations est un préalable incontournable pour arriver à cette intensification. En particulier la gestion des ressources déjà existantes et la minimisation des pertes à tous les stades de production doivent précéder l'injection de ces techniques dans le milieu traditionnel.

En matière de productions animales, les systèmes d'élevage pratiqués actuellement en Afrique tropicale sont caractérisés par un niveau faible de productivité. Les chiffres parlent d'eux-mêmes : sur une région vaste d'environ 23 millions de km², possédant à elle seule 21 p.100 des pâturages mondiaux () et un cheptel de plus de 170 millions de bovins et 350 millions ~~de~~ ^{petits} ruminants soit respectivement 14 à 20 p.100 du cheptel des pays en développement et 10 à 13 p.100 du cheptel mondial (), la production par tête de bovin et par an n'est que de 14 kg de viande comparée aux 79 kg dans les pays développés ; la production laitière quant à elle n'est que de 90 litres par tête de bovin et par an alors qu'elle atteint 900 litres dans les pays industrialisés (). Dans ces conditions, la consommation moyenne par habitant et par an, en Afrique tropicale n'est que de 7,5 kg de viande et 15 litres de lait ().

Face à ces résultats mitigés, les politiques de développement de l'élevage en Afrique tropicale doivent se pen-

cher sur la gestion du patrimoine reproducteur existant, base de l'intensification des productions animales. Parmi les conséquences de la mauvaise gestion de la reproduction, l'infertilité bovine vient souvent en tête surtout dans les élevages améliorés bien surveillés -élevages laitiers en particulier- où elle s'est révélée comme la cause majeure de pertes économiques (). Ce fléau de l'élevage peut se définir comme l'incapacité temporaire ou définitive des vaches à produire des veaux vivants et viables ().

En effet, sans production de veaux il n'y a pas de rentabilité économique et donc pas d'intensification de la production.

En Afrique tropicale les problèmes de reproduction du bétail et les pertes économiques qu'ils entraînent n'ont pas été toujours bien posés par les services vétérinaires malgré les recommandations des experts de la F.A.O. () et des séminaires tenus en Afrique sur la question (). Il a fallu que les tentatives de vulgarisation de l'insémination artificielle échouent pour qu'on reconnaisse bien que la maîtrise des problèmes de reproduction du bétail en général doit précéder l'installation d'un tel programme.

Nous nous proposons donc de cerner dans ce travail les causes d'infertilité dans les élevages tropicaux d'Afrique et surtout les conséquences économiques de ce fléau. Pour cela, nous avons subdivisé le travail en 3 parties :

- la première partie traite des généralités sur les milieux tropicaux d'Afrique, des races bovines et des systèmes de production utilisés. Les performances de reproduction ainsi que les facteurs limitants de productivité dans ces milieux ont été soulignés.

- la deuxième partie a trait à l'évolution des connaissances sur l'étiologie et la sémiologie des différentes formes d'infertilité.

- la troisième partie comprend notre évaluation des pertes économiques liées à l'infertilité dans quelques pays tropicaux d'Afrique. Nos propositions et suggestions sur l'amélioration de la gestion de la reproduction ainsi que des axes de recherche à exploiter figurent également dans cette partie.

PREMIERE PARTIE : LES DIFFERENTS MILIEUX TROPICAUX D'AFRIQUE

E T

LES PARTICULARITES DE L'ELEVAGE DANS CES ZONES

L'Afrique tropicale choisie comme zone d'investigation se définit du point de vue politico-géographique comme l'ensemble des terres fermes d'Afrique à l'exclusion du Sahara Occidental, des pays du Maghreb et de l'Egypte du Nord, de l'Afrique du Sud, du Lesotho et du Swaziland du Sud (). Elle dépasse donc un peu la zone intertropicale qui s'étend entre le 20^e degré de latitude Nord et le 20^e degré de latitude Sud.

Pour pouvoir cerner avec lucidité les causes de la baisse de productivité en Afrique tropicale, nous allons envisager successivement la description du milieu (les zones écologiques), les races bovines et les systèmes de production animale utilisés en Afrique puis les performances de reproduction enregistrées et les facteurs limitants de productivité.

= _ = _ = _ = _ = _ = _ = _ = _ =

CHAPITRE I : LES DIFFERENTS ZONES AGRO-ÉCOLOGIQUES D'AFRIQUE

TROPICALE ET LEURS PARTICULARITES.

L'éventail des conditions d'environnement en Afrique est très large. Cela oblige nécessairement à choisir une classification lorsqu'on veut traiter des aspects bio-climatiques de l'Afrique.

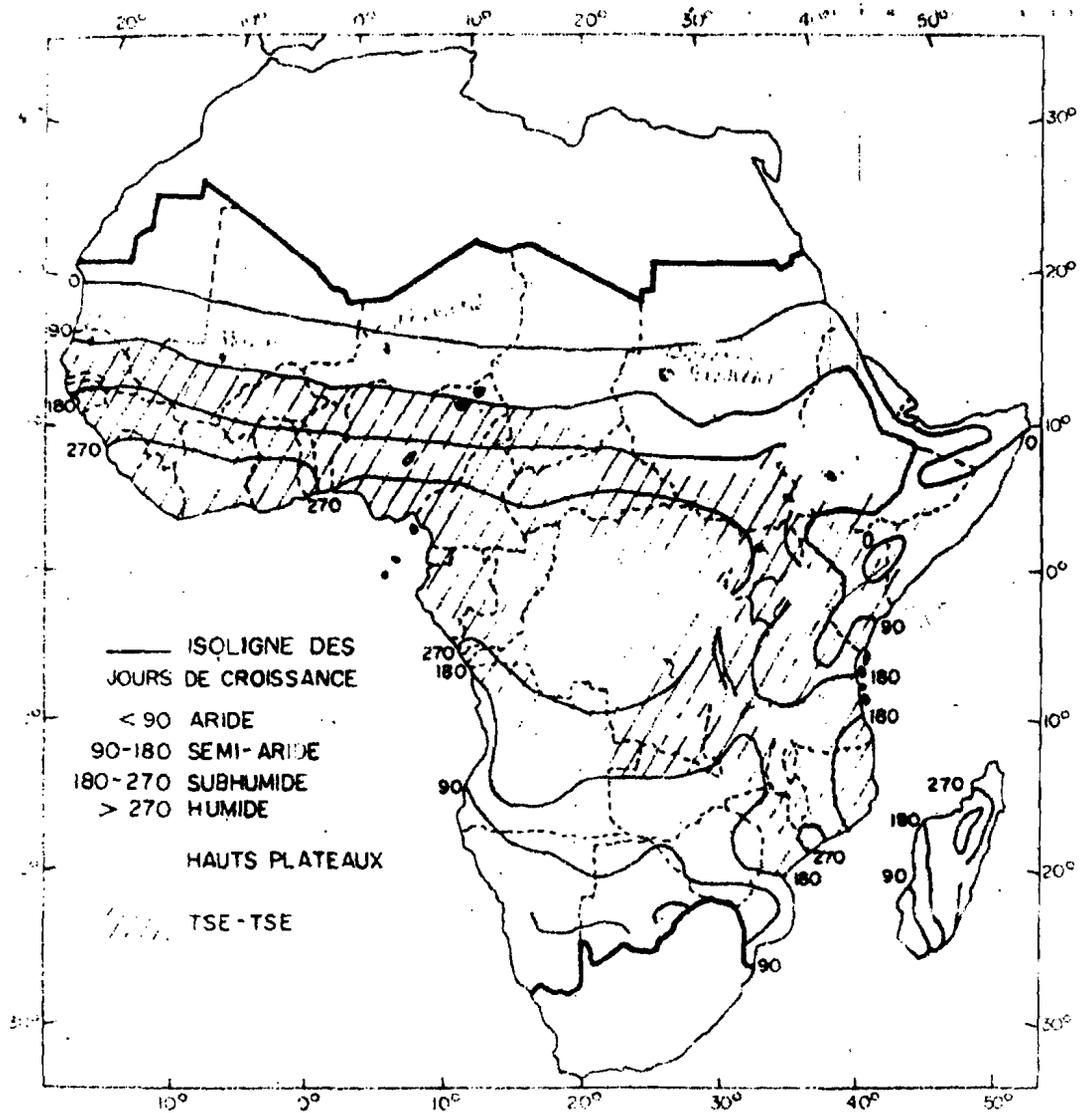
En fonction des facteurs climatiques (précipitations moyennes annuelles, température, humidité relative) et des facteurs agro-climatiques (le nombre de jours de croissance de la végétation), il existe diverses classifications écologiques en Afrique tropicale. Elles sont résumées sur l'annexe n°1.

Dans ce travail, nous adopterons la classification dite "actuelle" définie par la F.A.O. (), qui est largement utilisée par les chercheurs du C.I.P.E.A. (Centre International pour l'Élevage en Afrique) : (), (), (). Celle-ci est basée sur le nombre de jours de croissance de la végétation. Un jour de croissance (J.C.) est un jour au cours duquel le volume des précipitations dépasse celui de l'évapo-transpiration potentielle (). Cette notion a des implications directes sur la productivité des terrains de parcours, sur la production fourragère et l'élevage en général.

D'après la classification actuelle, l'Afrique tropicale est subdivisée en zones arides (moins de 90 J.C.), semi-arides (90-179 J.C.), subhumides (180-269 J.C.) et humides (plus de 270 J.C.). Ces différentes zones sont délimitées par des

Carte n°1

Zones écologiques de l'Afrique tropicale et degré d'infestation par la mouche tsé-tsé.



source : ()

isolignes de Jours de croissance.

En plus de ces 4 zones, il y a les hauts-plateaux d'Afrique Centrale et Orientale qui s'étendent des zones semi-arides aux zones humides. Ils se définissent comme des terres où la température journalière moyenne s'élève à moins de 20°C au cours de la période de croissance (65).

La distribution des différentes zones est donnée par la Carte n°1.

Quant à leurs étendues respectives, elles sont résumées par le Tableau I.1.

ETENDUE DES ZONES ECOLOGIQUES DANS CHAQUE REGION D'AFRIQUE TROPICALE (en milliers de km²)

Tableau n° I.1.

<u>ZONE ECOLOGIQUE</u>	<u>AFRIQUE DE L'OUEST</u>	<u>AFRIQUE CENTRALE</u>	<u>AFRIQUE ORIENTALE</u>	<u>AFRIQUE AUSTRALE</u>	<u>TOTAL</u>	<u>p.100</u>
Aride	3990	—	3015	1322	8327	37,3
Semi-aride	1442	74	1047	1487	4050	18,1
Sub-humide	1187	80	959	1907	4858	21,7
Humide	707	3029	94	307	4137	18,5
Hauts plateaux	4	61	718	207	990	4,4
<u>T O T A L</u>	7330	3969	5833	5230	22.362	100,0.

S o u r c e : (6 5)

Chaque zone écologique possède des particularités qu'il faut connaître avant d'envisager les animaux et les systèmes de production utilisés.

I.1.1. - Les zones arides.

Les zones arides s'étendent sur plus de 37 p.100 de la superficie de l'Afrique tropicale. Du point de vue climatique, elles se caractérisent par un niveau faible des précipitations : moins de 600 mm de pluies par an.

D'après la quantité d'eau précipitée et sa répartition, elles sont distinguées en zones désertique et subdésertique.

La zone désertique reçoit chaque année moins de 200 mm de pluies et le nombre de mois secs est de 11 ou 12. Par contre dans les zones subdésertiques, outre l'existence de températures de saison fraîche, la pluviométrie annuelle est comprise entre 200 mm et 400 mm et le nombre de mois secs. Le nombre de mois secs n'est que de 9 à 11.

Du point de vue phytosociologique, les zones arides se caractérisent par une végétation/ ^{souvent clairsemée, réfugiée dans le point bas,} presque exclusivement de plantes annuelles typiques de la steppe Nord-Sahélienne et sahélienne typique. (64)

Du point de vue économique, ces terres sont valorisées par les éleveurs nomades avec prédominance des camélidés . Dans la zone Nord-Sahélienne (entre les isohyètes 200 et 400 mm), l'agriculture est possible avec des cultures pluviales extrêmement aléatoires.

...../....

I.1.2. - Les zones semi-arides.

Ces zones s'étendent sur environ 4 millions de km² soit 18 p.100 de la superficie de l'Afrique tropicale. Grosso modo, elles se situent entre les isohyètes 500 et 1000 mm. Le climat typique de ces zones est le climat tropical sec caractérisé par l'existence de deux ou trois mois très pluvieux pendant lesquels tombe la plus grande partie des précipitations.

La végétation de ces zones est plus dense et comprend aussi des espèces pérennes avec des arbustes fréquents. Les formations végétales dominantes sont la steppe sud-sahélienne et la savane arbustive nord-soudanienne.

Les zones semi-arides sont des zones à vocation pastorale : c'est la zone d'élevage par excellence des zébus. On y pratique également des cultures à faible rendement comme le mil ; vers le Sud il y a aussi le sorgho, l'arachide et le coton. L'existence de sous-produits agricoles dans ces zones favorise le système d'élevage dit agro-pastoral.

I.1.3. - Les zones sub-humides.

Elles occupent à elles seules 21 p.100 de la superficie de l'Afrique tropicale. Les précipitations oscillent entre 1000 et 1500 mm de pluies par an. Le type de climat dominant est le climat tropical semi-humide caractérisé par l'existence d'une saison sèche de 4 à 5 mois seulement. L'existence ou l'absence d'une saison fraîche permet de différencier le cli-

mat soudano-guinéen et guinéen maritime du climat des hauts plateaux du Fouta-Djallon, du Katanga et de l'Est de Madagascar.

En Afrique de l'Ouest, la zone subhumide forme une ceinture continue s'étendant parallèlement à l'Equateur entre les latitudes 6° et 12° Nord. Elle couvre environ 1,3 millions km² soit environ 35 p.100 de la superficie de l'Afrique de l'Ouest(17)

Du point de vue végétation, ces zones se distinguent par la présence d'arbres très nombreux dans les paysages végétaux et de plantes en majorité pérennes, avec des cycles végétatifs plus ou moins longs. Les formations végétales prédominantes sont au Nord les savanes boisées du secteur sud-soudanien de la zone sahélo-soudanienne et au Sud celles du secteur guinéen préforestier soit toute la zone soudano-guinéenne dans la classification d'AUBREVILLE (3). Ce secteur préforestier est l'équivalent de la savane secondaire en Afrique de l'Ouest anglophone d'après KEAY cité par les chercheurs de l'I.E.M.V.T. ().

La zone sub-humide, du fait de l'abondance et de la régularité de ses précipitations ainsi que de son couvert herbacé, présente des potentialités économiques certaines. Elle est riche en cultures pluviales de coton ainsi qu'en cultures vivrières (sorgho, maïs, etc...) Au niveau de la production animale, les disponibilités en fourrages et en grains autorisent un élevage de type sédentaire. Cette zone reçoit également pendant la saison sèche les troupeaux transhumants descendants du Nord qui s'en vont au début de la saison des pluies. Cepen-

dant la population humaine et animale de cette zone est inférieure à celle de la zone semi-aride du fait de la présence de glossines, vecteurs de Trypanosomoses. C'est pourquoi cette zone est la zone d'élevage par excellence de bovins trypanotolérants.

I.1.4. - Les zones humides.

Elles représentent 18,5 p.100 de la superficie totale de l'Afrique. Les précipitations sont en général supérieures à 1500 mm par an et le climat est de type tropical humide avec possibilité d'une seule saison sèche de 3 mois (cas du climat gabonais et ougandien) ou de deux saisons sèches (cas du climat d'Abidjan) ; lorsque le nombre de mois secs est inférieur à 3, on a le climat guinéen forestier typique.

Du point de vue végétation, les savanes laissent la place à la forêt équatoriale ou ne subsistent que lorsque celle-ci a été détruite. Selon le type de végétation, la zone tropicale humide est subdivisée en secteur guinéen forestier, caractérisé par ses savanes édaphiques appelées parfois savanes forestières (forêts claires avec strate graminéenne assez haute) et en forêt dense équatoriale composée de plusieurs strates d'arbres, d'un taillis sempervirent et d'un tapis graminéen sporadique qui fait qu'elle échappe au domaine pastoral.

Dans ces conditions, l'élevage n'est concevable que sur les savanes édaphiques incluses dans la forêt claire et sur les faciès de substitution de la forêt (pâturages culti-

vés après destruction de la forêt par le feu ou les jachères herbeuses). Cette zone tropicale humide est la zone d'élevage de taurins nains à courtes cornes en Afrique Occidentale et Centrale.

I.1.5. - Les Hauts plateaux.

On entend par hauts plateaux tropicaux des régions dont la moyenne des températures diurnes ne dépasse pas 20°C pendant la période de végétation. Dans ces régions l'altitude s'élève à 1500 m ou plus au-dessus du niveau de la mer et contribue largement à la formation du climat dit tropical d'altitude, en abaissant les températures moyennes et en modifiant le régime de pluies.

En Afrique tropicale les hauts-plateaux s'étendent sur une superficie d'environ 1 million de km², soit 4 p.100 de la superficie totale. L'Ethiopie à elle seule couvre plus de 50 p.100 de ces plateaux.

La pluviométrie moyenne sur les hauts plateaux est de 800 à 1200 mm par an et généralement 70 p.100 des précipitations se concentrent dans la principale saison des pluies qui s'étend de Juillet à Septembre sur les hauts plateaux d'Ethiopie ().

Dans ces régions où le climat est tempéré par l'altitude, la végétation naturelle a été modifiée par la présence de l'homme. La prairie altimontaine ne subsiste plus qu'à de très hautes altitudes et dans les régions inaccessibles

à l'occupation humaine.

Là où les sols sont bons et les conditions climatiques appropriées à l'exploitation de la terre, de fortes colonies de peuplement ont occupé toute la zone des hauts plateaux réputée être la plus densément peuplée d'Afrique (les densités les plus fortes sont retrouvées au Rwanda et au Burundi avec 130 à 150 habitants au km²).

Du fait de la pression démographique croissante et généralisée, l'agriculture tend à être très intensive et la culture permanente n'épargne ni les jachères, ni les prairies temporaires et quelquefois les pâturages. Dans ces régions d'altitude, l'agriculture et l'élevage coexistent et l'association agriculture-élevage devient souvent une réalité. L'agriculture des hauts plateaux consiste en cultures inadaptées aux plaines comme le blé, l'orge, le café arabica, le thé, le pyrèthre, etc... La région étant plus ou moins débarrassée de ~~moutons~~ tsé-tsé, Elle a la plus forte densité de bétail de toutes les zones écologiques d'Afrique et toutes les espèces animales ruminantes y sont représentées (). Elle se prête également à un système d'exploitation typique des régions tempérées avec des races exotiques à rendement élevé provenant des zones tempérées. Les hauts plateaux d'Afrique Orientale possèdent le cheptel laitier le plus élevé d'Afrique (plus de 2.775.000 vaches au Kenya dont 66.p.100 sont des races laitières améliorées ()).

Le système de production en petites exploitations

mixtes est très fréquent dans cette zone, particulièrement en
Ethiopie qui a le cheptel le plus important d'Afrique : 26 mil-
lions de bovins, 24 millions d'ovins, 12 millions de caprins,
7 millions de chevaux et 1 million de chameaux ().

=====

CHAPITRE DEUXIEME : LES RACES BOVINS EXPLOITEES ET LES SYSTEMES
DE PRODUCTION ANIMALE EN AFRIQUE

L'hétérogénéité du milieu écologique en Afrique se traduit également par la variété des races rencontrées. En général ces races se distinguent en 3 catégories :

- les races locales peu ou pas modifiées
- les races exotiques, introduites dans les régions chaudes d'Afrique en provenance des pays tempérés d'Europe ou des pays tropicaux d'Asie ou d'Amérique
- les races nouvelles synthétiques provenant du croisement puis du métissage des 2 premières catégories.

Nous allons envisager successivement le cheptel bovin dans les différentes zones écologiques, les caractéristiques des races rencontrées et enfin les systèmes de production pratiqués par les éleveurs.

I.2.1. - Le Cheptel.

Jusqu'au 31 décembre 1986, le cheptel ruminant d'Afrique tropicale était estimée à 176.841.000 bovins, 191.746.000 ovins, 161.537.000 caprins et 13.168.000 camélidés ().

La répartition de ce cheptel dans les différentes zones écologiques est donnée par le **tableau I.2.**

La zone aride qui couvre plus de 37 p.100 des

la superficie de l'Afrique tropicale, n'abrite que 30 p.100 des ruminants et 21 p.100 des bovins. Ceci démontre la faiblesse de la biomasse dans cette zone qui n'est mise en valeur que par les ovins, caprins et camélins capables de supporter l'aridité de la zone.

La zone semi-aride qui ne représente que 18 p.100 de la superficie, recèle à elle seule le tiers du cheptel ruminant d'Afrique tropicale. C'est la zone d'élevage par excellence des zébus. A elle seule, elle contient 30 p.100 du cheptel bovin d'Afrique tropicale !

Tableau n° I.2.

DISTRIBUTION DES POPULATIONS HUMAINES ET ANIMALES EN AFRIQUE
SUB-SAHARIENNE (millions)

ZONES	SUPERFICIE (Km2 x 10)	HUMAINS	BOVINS	OVINS	CAPRINS	U.B.T.
Aride	8,3	24,8	31,6	37,1	48,3	41,7
Semi-aride	4,0	65,7	45,4	23,1	33,2	37,4
Subhumide	4,8	59,4	32,7	14,2	20,3	26,4
Humide	4,1	50,3	8,8	8,2	11,6	8,1
Hauts plateaux	1,0	38	29	24,4	11,9	23,6

La zone subhumide, représentant une fraction importante de l'Afrique tropicale (21,7 p.100 de la superficie totale), n'a que 19 p.100 des ruminants. Ceux-ci sont en majorité des races trypanotolérantes car 68 p.100 de la superficie de la zone est infestée par les glossines, vecteurs de trypanosomoses. La zone humide, couverte de forêts et infestée de glossines à 89 p.100 (), n'abrite que des races naines trypanotolérantes (5,9 p.100 du cheptel ruminant).

Enfin les hauts plateaux d'Afrique tropicale, malgré leur faible superficie (4 p.100 de la surface totale), constituent une véritable fourmilière d'hommes et d'animaux domestiques et même sauvages. Ils abritent à eux-seuls 17 p.100 des ruminants domestiques et presque 20 p.100 du cheptel bovin d'Afrique tropicale. Le climat tempéré, la fertilité des sols et l'éradication de la mouche tsé-tsé sont les facteurs qui ont conduit à cette explosion démographique.

Avant de parler des systèmes de production animale utilisés pour exploiter ce cheptel, revenons d'abord sur les races bovines et leurs potentialités.

I.2.2. - Les races bovines d'Afrique et leurs caractéristiques.

L'Afrique tropicale est reconnue pour la diversité de ses espèces et races domestiques et sauvages. Parmi les espèces domestiques, les bovins et les petits ruminants ont une fonction sociale et économique important qui fait qu'ils

sont mieux connus. C'est ainsi que plusieurs races bovines ont été étudiées quant à leur origine, leur distribution géographique et leurs caractères ethnologiques ou particularités physiologiques. Mais d'autres ne sont pas encore bien connues en particulier les races métissées non encore stabilisées.

I.2.2.1. - Généralités sur les bovins d'Afrique tropicale.

En Afrique tropicale, deux types de bovins prédominent : le type *Bos indicus* ou les Zébus (bovins à bosse développée), le type *Bos taurus* (ou les taurins) ; le type intermédiaire représenté par les Sanga sont des croisés Zébu x taurins locaux déjà stabilisés.

L'aire de dispersion des zébus correspond aux zones chaudes et sèches d'Afrique (zones arides et semi-arides) et celle des taurins aux zones moyennement chaudes et humides (zones subhumides et humides). La ligne de démarcation entre les deux types passe environ vers le 14ème parallèle soit à peu près l'isohyète 750 mm (). Dans la zone de contact entre les aires de dispersion, on rencontre une population métisse non encore stabilisée.

En Afrique orientale et australe, en plus de zébus le type intermédiaire (les Sanga) prédominent. Celui-ci est représenté par les races Ankolé (Sud Ouganda, Rwanda, Burundi), les races Africander, Nguni, Nkone. Tournai, Tuli, Mashna, etc... rencontrées dans la plupart des pays d'Afrique australe (Zambie, Zimbabwe, Botswana surtout).

.....

Les zébus et les taurins ont des caractères généraux morphologiques et physiologiques particuliers qui les distinguent. En général les zébus supportent bien la sécheresse et les températures très élevées et tolèrent mal l'humidité ; ils sont sensibles à la peste bovine et à la péripneumonie mais à un degré moindre que les taurins. Par contre ils sont très sensibles aux trypanosomoses, ce qui les exclut pratiquement des zones infestées par les glossines.

Les taurins quant à eux supportent mal la sécheresse et les températures élevées, mais supportent bien l'humidité ; ils sont très sensibles à la peste bovine et à la péripneumonie alors qu'ils tolèrent sous certaines conditions l'infestation par les trypanosomes ; ils sont dits trypanotolérants.

La classification des différentes races bovines se base essentiellement sur la longueur et la forme des cornes qui sont toujours développées chez les races sélectionnées. C'est ainsi qu'on distingue chez les zébus :

- Les zébus à courtes et moyennes cornes : c'est le cas des zébus de l'Adamaou (Cameroun), des zébus de l'Azaouak (Niger), du zébu maure et de zébus du Sokoto (Nigeria). Bref, ce sont les zébus sahéliens.

- Les zébus à cornes en lyre moyenne : cas du zébu Peulh sénégalais (le Gobra du Ferlo au Nord du Sénégal), le zébu Peulh soudanien, Nigérien et le White Fulani du Nigeria. Ces zébus sont dits soudaniens.

.../...

- Les zébus à cornes en lyre hautes : cas du zébu MBororo du Nigéria, Cameroun, Tchad et République Centrafricaine.

Les bovins trypanotolérants sont également subdivisés en fonction des cornes en deux groupes principaux :

- les taurins à longues cornes représentés par la race Ndama du (Sénégal, Gambie) Sierra-Léone, Guinée surtout) et la race Koun du Tchad.

- Les taurins à courtes cornes d'Afrique Occidentale (West African Shorthorn) subdivisés en fonction de la taille en taurins de savanes à courtes cornes : cas des races Baoulé (Côte-d'Ivoire), le Ghana Shorthorn, le Somba (Bénin, Togo), le Muturu de savanes (Nigéria), le Bakosí et Kapsiki du Cameroun, puis en taurins nains à courtes cornes : ce sont les races Lagune (Bénin, Togo, Ghana) et la race Muturu de forêt (Nigérian dwarf Shorthorn).

Entre les zébus et les taurins, les métissages sont fréquents et les produits sont féconds. Ils portent divers noms comme les Djakoré au Sénégal (Zébu Gobra x NDama), les Bambara (Zébu Peulh x NDama) ou d'autres noms représentant les croisements entre zébus d'Afrique Occidentale et les taurins à courtes cornes comme le Méré (Zébu Peulh x Baoulé), le Ghana Sanga, Borgou, Kétékou, etc... ()

I.2.2.2. - Caractéristiques ethnologiques.

L'origine et les caractéristiques du bétail africain ont fait l'objet de nombreuses publications depuis celle

de Pierre en 1906 () et celle de CURSON et THORTON qui sont à la base de la nomenclature et de la classification actuelle. Nous allons juste nous limiter à la description morphologique en général, les aptitudes et les tentatives d'amélioration génétique.

Description morphologique générale.

Les coordonnées ethniques des races varient selon qu'elles appartiennent au type *Bos indicus* ou *Bos taurus*. C'est ainsi que les zébus africains sont en général rectilignes, médiolignes et eumétriques. Ils présentent une variation par rapport aux zébus du reste du monde qui sont plutôt rectilignes, longilignes et eumétriques. Cette variation serait due selon les auteurs au croisement entre le zébu originaire et les races taurins locales : (23), (36), (39).

Chez les taurins, la morphologie générale se caractérise par leur conformation massive et trapue. Les NDama sont rectilignes, longilignes et eumétriques alors que les autres taurins africains sont rectilignes, brevilignes et ellipométriques (63).

Aptitudes.

Les bovins d'Afrique sont réputés pour avoir une bonne aptitude bouchère, de faibles aptitudes laitières exceptées quelques races comme le zébu maure, le zébu Azaouak du Niger, le White Faroni ou Bunaji du Nigéria, le Sokoto et le zébu Boran en Afrique de l'Est.

L'aptitude au travail est bonne de même, ou alors

souvent non testée. Quant aux aptitudes maternelles, plusieurs auteurs reconnaissent que les bovins d'Afrique se reproduisent bien dans leurs milieux où ils sont adaptés mais la performance dépend bien sûr des actions néfastes ou favorables de l'environnement.

Une autre aptitude reconnue chez les taurins vivant dans les zones de savanes et de forêts est le trypanotolérance qui semble avoir un substitut génétique. Celle-ci permet à ces races de survivre et se reproduire dans les zones infestées de glossines, alors qu'elle limite l'exploitation de races exotiques dans les mêmes zones.

Essais d'amélioration génétique.

L'augmentation de productions animales nécessite l'existence de races à haut potentiel de production en plus de l'amélioration des conditions d'environnement. C'est pourquoi, partout en Afrique actuellement des tentatives d'amélioration des races locales basées sur la sélection et les croisements avec des races exotiques réputées hautes productrices ont été entreprises.

Les bovins de races exotiques introduites en Afrique se répartissent en trois grands groupes :

- Les zébus des zones chaudes d'Asie-Indopakistanaïse surtout -tels que le Sahiwal, Red-Sindhi, Kankrey, le Brahman en provenance de l'Amérique tropicale ;

- Les taurins européens introduits sont des races laitières (Jersey, Frisones, Montbeliards, Brunnes des Alpes, etc...)

ou bouchères (Cherolaise, Limousine, Ayrshire, Shorthorn, Hereford, etc...)

Le troisième groupe est représenté par les hybrides zébus exotiques tels que les bonsimara (Hereford x Shorthorn x Africander), les Santa Gerturdis (Shorthorn x Brahman).

Les races synthétiques issues de ces croisements entre races bovines locales d'Afrique et races exotiques sont des animaux à caractères mélangés variables tant que le croisement n'est pas encore stabilisé. Bénéficiant de l'hétérosis pour les caractères de production et des gènes d'adaptation d'origine maternelle, elles semblent représenter la voie rapide d'amélioration génétique de nos races locales surtout avec l'utilisation de nouvelles techniques comme l'insémination artificielle et les transferts d'embryon.

Cependant les systèmes de production utilisés en Afrique avec la conduite du bétail très rudimentaire, l'absence de complémentation alimentaire ou de soins vétérinaires font que les performances de tout ce potentiel génétique riche sont encore faibles, surtout en matière de reproduction où l'hétérosis existe pourtant.

Il convient alors de voir ces systèmes de production avant les performances des races exploitées.

I.2.3. - Les systèmes de production animale en Afrique tropicale.

L'élevage en Afrique tropicale est une forme d'ex-

exploitation de la terre tout comme l'agriculture avec qui elle entre souvent en concurrence. C'est pourquoi les auteurs ont tenté de regrouper les systèmes d'exploitation d'après ce critère principal qui est la forme d'utilisation des terres. (99) C'est ainsi qu'on distingue les systèmes d'élevage sur terrains de parcours et les systèmes mixtes de production agricole (cultures annuelles ou cultures pérennes) et production animale.

Il est de loin plus intéressant de regrouper ces systèmes d'exploitation par zones écologiques. En effet ceci a l'avantage de fournir en même temps des données sur les ressources de base ou les intrants (les terres disponibles, le bétail, la main-d'oeuvre, la productivité des sols, les facteurs limitants comme le degré d'infestation par la mouche tsé-tsé, etc...) les ressources globales ayant déjà été ventilés par zones écologiques.

D'après cette méthode les grandes catégories de systèmes sont alors définies comme suit (65) :

- les systèmes de production animale sur parcours avec les sous-groupes :

. Le système pastoral rencontré essentiellement dans les zones arides (sous-système nomade) et semi-arides (sous-système transhumant).

. Le système du ranching, rencontré dans presque toutes les zones est un système d'exploitation des parcours améliorés avec notamment une certaine délimitation des parcours et l'aménagement des points d'eau. La charge des pâturages

ainsi que leur amélioration sont étroitement surveillées.

- Les systèmes mixtes de production agricole et animale appelés systèmes agro-pastoraux. Ceux-ci se rencontrent essentiellement dans les zones subhumides et humides et surtout dans les hauts plateaux. Dans ces systèmes, les animaux disposent de sous-produits agricoles ou industriels et même de cultures fourragères. Parfois il y a association agriculture-élevage ou tout simplement complémentarité entre l'agriculture et l'élevage dont les interactions comprennent :

- . l'utilisation de la traction animale pour le transport et l'agriculture,

- . l'utilisation de sous-produits d'agriculture comme les pailles, les chaumes et les déchets aux fins de l'alimentation animale, qui autrement seraient gaspillés car servant de peu d'utilité à l'homme.

- . L'utilisation de l'engrais animal pour améliorer la fertilité des sols,

- . L'utilisation des cuirs et peaux pour stocker et transporter les produits agricoles,

- . Amélioration du régime alimentaire des populations par la consommation de lait et de viande en plus des produits d'agriculture,

- . Augmentation des ressources des petits exploitants par la vente des produits de l'élevage qui leur permet ainsi d'acheter les semences, les engrais bien après les récoltes.

- Il existe des systèmes de production animale

sans terres, non influencés par les conditions écologiques. C'est le cas des élevages intensifs péri-urbains (embouche industrielle, élevages laitiers intensifs, aviculture, porciculture, etc...) Ces élevages nécessitent des investissements assez importants pour la création des usines d'aliments, préalable incontournable à leur création. Ils exigent également une certaine maîtrise des techniques de gestion, une main-d'oeuvre qualifiée des animaux sélectionnés hautement performants pour être suffisamment rentables.

Toutes ces considérations sur le concept systématique de la production animale nous permettront de comprendre pourquoi la productivité diffère tant avec les systèmes de production. En effet les intrants engagés ne sont pas les mêmes. Les systèmes d'élevage traditionnels de type pastoraux utilisent essentiellement les parcours naturels dont la valeur bromatologique est faible durant les périodes sèches, alors que les systèmes de ranching pratiquent une certaine supplémentation des veaux et des reproductrices, surtout dans la saison sèche. Les systèmes agro-pastoraux, du fait de la disponibilité des résidus de cultures, arrivent à compenser les pertes de poids durant les saisons sèches. Quant aux systèmes d'élevage intensif, indépendamment des conditions écologiques, ils sont tributaires des possibilités d'approvisionnement en aliments industriels. Ils peuvent également pratiquer l'irrigation pour disposer des cultures fourragères en permanence.

Toutes ces particularités sont à prendre en compte pour analyser les différents niveaux de productivité.

CHAPITRE TROISIEME : PRODUCTIVITE DU BETAIL EN AFRIQUE

ET LES FACTEURS LIMITANTS RENCONTRES

La variabilité de la production, conjuguée aux effets de la gestion, est très élevée chez le bétail en Afrique. Il devient alors impérieux d'évaluer la performance du bétail non seulement en termes de paramètres de productivité numérique tels que la production laitière et les gains de poids, mais aussi d'après l'impact des facteurs associés aux performances de reproduction et à la survie ou la viabilité(53)

Avant d'évaluer cette productivité en termes de performances de reproduction, il faut rappeler les composantes de la performance.

I.3.1. - Les composantes de la performance.

La performance (P) peut se définir comme le produit ou le résultat d'un exercice ou période de production définie. D'après les auteurs américains, elle peut se décomposer en quatre facteurs résumés par la formule suivante. :

$$P = F+A+H+E+GE \quad \text{où}$$

- F est l'adaptation de l'animal à l'environnement et au système de production utilisé grâce à elle ; l'animal peut survivre et se reproduire dans le milieu qui a un effet de sélection sur lui.

- **A** représente l'effet additif des gènes ou encore la valeur génétique additive. Celle-ci se mesure par un coefficient appelé l'héritabilité (au sens strict) qui donne une idée sur la performance transmissible héréditairement par les parents aux descendants.

- **H** est l'hétérosis ou supériorité phénotypique des descendants par rapport à la moyenne des parents. Celle-ci n'est mise en évidence que lors des croisements entre races différentes.

- **E** est l'environnement qui se définit comme l'ensemble des facteurs non génétiques. On inclut sous ce vocable les facteurs alimentaires, pathologiques, climatiques, technologiques (gestion ou conduite du troupeau). L'environnement est un facteur-clé de la performance car, à lui seul, il peut masquer l'expression totale des potentialités génétiques.

- **GE** est l'interaction entre la génétique et l'environnement.

En somme, la performance est la somme des effets génétiques et d'environnement sur l'animal, en plus de leurs interactions.

La performance de reproduction d'une femelle se mesure non seulement par sa fertilité (puberté précoce, régularité de la reproduction, carrière reproductrice longue) mais aussi par sa fécondité ou nombre de veaux sevré par le nombre de femelles mises à la reproduction. La fécondité est étroitement liée aux caractères maternels tels que la possibilité de conduire une gestation à terme, la facilité de vêlage

l'instinct maternel, la survie du produit, la production laitière, etc... Cette performance peut être exprimée indirectement par le nombre de vaches réformées pour infertilité.

I.3.2. - Performance de reproduction dans les différents milieux et systèmes de production animale en Afrique.

Pour comparer de manière objective les performances de diverses races, il est essentiel de faire porter les études sur un nombre suffisant d'animaux, de types génétiques et de paramètres de production dans un milieu donné. Ces études à long terme sont impossibles à réaliser en station pour des raisons financières. Pour tenter de résoudre ce problème, le C.I.P.E.A. a entrepris de recueillir et d'analyser des informations sur les performances de races élevées dans les systèmes pastoraux, agro-pastoraux ou de la petite exploitation. Grâce à son système micro-informatisé d'enseignement des performances, des études zoogénétiques comparatives ont été réalisées et publiées : (13) (40) (69) (108) (110). Nous nous référons à certaines de ses publications pour avoir des données sur les performances de reproduction.

Les paramètres choisis sont des paramètres de reproduction d'importance économique pour les élevages : âge au premier vêlage, intervalle entre vêlages, la carrière reproductrice de l'animal ou nombre de veaux produits durant la vie productive de l'animal, le taux de fécondité (ou le taux de vêlage), âge et taux de réforme, les paramètres de

viabilité : taux d'avortements et mortinatalités, taux de mortalité avant sevrage, taux de mortalité globale (pourcentage de femelle mourrant avant d'avoir vêlé une seule fois).

(2) Cette bibliographie nous permet d'avoir une idée sur le performance dans les élevages traditionnels et les élevages améliorés.

I- 3 - 2 - 1 Performances dans les élevages traditionnels.

Tous les auteurs cités plus haut sont unanimes pour dire que les performances de reproduction en milieu traditionnel d'Afrique sont encore faible par rapport aux élevages en station. C'est ainsi que le premier vêlage ne survient pas avant 4 ans en moyenne (cf Tableau I-3 et I-4). Ceci confirme d'ailleurs les observations de MAHADEVAN (77) selon lesquels l'âge au premier vêlage se situe entre 3 et 4 ans pour toutes races élevées en milieu tropical. Le meilleur âge à la première mise-bas, dans toute la zone tropicale est de 30 mois (68) et n'a été observée que sur de races exotiques ou leurs croisées.

Cette maturité tardive de nos races locales semble liée à la croissance lente durant le jeune âge, à la conduite très rudimentaire d'élevage des génisses sans supplémentation alimentaire sur tous vétérinaires. Néanmoins l'amélioration des conditions d'élevage est susceptible d'engendrer un accroissement de performances. Ceci est prouvé par l'abaissement de l'âge en premier vêlage en station (ex= 43 mois à Niono (14) et mieux encore pour les expériences d'extériorisation des potentialités conduites sur le Zèbre Gobra où l'âge au premier vêlage fut de 31 mois : (28), (30).

L'intervalle entre le mise-bas dans les élevages traditionnels est également élevée que ce soit les élevages transhumants ou secondaires.

Dans la moyenne, il est supérieur à 18 mois alors que dans les normes idéales, ce paramètre se situe autour de 12 mois soit globalement un vêlage par an. Là encore, le facteurs nutritionnels et de gestion ont un rôle important à jouer puisque, dans les élevages en station, cet intervalle atteint des valeurs de 15,6 mois (14). D'autres facteurs interviennent notamment l'allongement de la période d'allaitement qui dépasse souvent 6 mois chez les éleveurs Peulhs. Cet allongement, qui augmente certes le taux de viabilité des jeunes, est néfaste pour les performances de reproduction ultérieures ; En effet, l'allaitement retarde l'opposition de l'oetus après vêlage et entrave en plus les possibilités de conception à la première saillie.

Tableau I 3

Performance de reproduction dans la zone aride et semi-aride du SAHEL

Pays	Race/ Système de production	Age au premier vêlage (mois)	Interval- le entre vêlages (mois)	Nombre de vêlage/ carrière produc- tive	Taux de fécon- dité	Age + Taux de réforme	Taux de Mortalité (op)				Facteurs non génétiques identi- fiés	Référence Bibliographique	
							Avorte- ments et mort-nés	Avant sevrage	Mortalité: globale de Jeunes	Morta- lité: Adul- tes			
SENEGAL (Région du Ferlo)	Zébu Peulh Séné- galais ou Gobra /												
	Pastoral transhu- mant	48	22,4	4	53 - 55	-	5	18,5	13,2	-	Aridité + maladies (Botulisme)	FAYOLLE et Coll, 1974	
	Station (C.R.Z. Dahra)	45	15,8	-	67 - 81	-	5	3,2	2 - 10	-	Stress thermique durant hivernage (Juin à Octobre)	DENISE THIONGANE, 1973	
	Intensif (Dahra)	31	13	-	-	-	-	-	-	-	Caractère saison- nier des vêlages (Choix de la sai- son de monte)	DENIS et VALENZA, 1971	
MALI	Zébu White Fulane/ Système transhumant (à DIAFARABE)	50,2	19,6	5,1	54	11 ans (6 %)	8,5	n.d	n.d	14,1	Faible croissance durant le jeune âge: allongement de la période d'allaitement et du tarissement, viabilité des veaux.	WAGENAR et SAYERS, 1988	

Tableau I.3 (suite)

Performances de reproduction dans les zones arides et semi-arides du Sahel

(Zébu Peulh soudanais	49,5	22	2,9	55	9ans	8%	13,32	9	31,6	5,01	- Problèmes alimentaires du-	WILSON , 1988 ()
(systèmes agro-pasto-											rant la saison des cultu-	
(raux dans le delta											res (ressources fourragères)	
(Niger											- caractère saisonnier des	
(Zébu Maure et Peulh	43	15,6	5	56	10ans		12,6	9,5	26	2,8	- Conduite d'élevage de	C.I.P.E.A. , 1978 ()
(soudanais					(15,6%)						veaux	
(Station sahélienne											- Brucellose (avortement)	
((Nioro)											- Peste bovine (mortalité	
(de jeunes)	

Une autre particularité de la reproduction des bovins en milieu tropical est le caractère saisonnier de vêlage. Ceci se retrouve dans toutes les zones où les conditions d'accouplement sont libres et où il ya un régime pluvial saisonnier. En fait, l'influence de la saison traduit l'effet des facteurs trophiques sur la reproduction (11). Si le maximum de fécondations a lieu vers la fin de la saison des pluies, c'est parcequ'à ce moment l'herbe est disponible en quantité et en qualité suffisantes. Ce qui permet aux animaux de récupérer le poids perdu après levêlage qui survient dans la saison chaude et sèche.

Le nombre de veaux nés par vache reproductrice est faible : il est en moyenne de 3 veaux dans le système agro-pastoraux (111) et de 4 dans le système transhumants (44). La durée de vie productive moyenne dans le troupeau est 5 à 7 ans et l'âge moyen à la réforme est de 9 à 11 ans. Si tout le troupeau reproducteur devait être remplacé tous les 6 ans annuel de remplacement serait de 16 p. 100 environ. Il n'en est rien puisque la bibliographie rapporte un taux de réforme de 8 p. 100 par an dans les systèmes agro-pastoraux où sédentaires (111) et de 6 p. 100 dans les systèmes pastoraux transhumants (109). Mais ces taux faibles de réforme sont en concordance avec le taux d'exploitation faible aussi puisqu'il est de 11-13 p. 100 dans les élevages transhumants.

Même dans le système de ranching, celui-ci n'atteint guère le taux optimal de 13 p. 100 (104).

La viabilité des veaux produits n'est pas aussi élevée puisque le taux de mortalité global des jeunes atteint 31 p. 100 dans les élevages sédentaires (111) et 16 p. 100 dans les élevages transhumants (109).

La compétition entre l'éleveur et le veau pour le lait joue un grand rôle dans cette élevage de la mortalité des jeunes. Cependant le manque de programmes sanitaires intervient aussi avec les salmonelloses et le gastro-entérites d'origine parasitaires et ou infectieuses qui sont à elles seules responsables de 26 p. 100 de mortalité de jeunes dans les élevages en station (14).

I- 3-2-2- Performances dans les élevages améliorés.

En Afrique, les systèmes d'élevage amélioré sont représentés par le ranching dans les systèmes pastoraux et par l'élevage en station ou les élevages intensifs ou sémi-intensifs de type laitiers.

Tableau I. 4. Performances dans les zones arides et semi-arides d'Afrique Orientale et Australe.

Pays	Race / Système de produc- tion	Age au premier vêlage (mois)	Interval- le entre vêlage (mois)	Nombre de veaux par carrière Reproduc- trice	Taux de fécon- dité	Age + Taux de réforme	Mortalité de Jeunes (op)			Facteurs non gé- tiques identifiés	Référence
							Avorte- ments + mortalité	Avant sevrage	Globale		
TANZANIE	Zébu Boran / ranching (Mkwaja)	47	15,9	5	75,3*	9,2 ans 12,8 %	8	29,7**	Maladies à tiques (anaplasmose) Salmonellose des veaux Plantes vénéreuses et les prédateurs Forte pression glossiniène (protection par chimiopro- phylaxie)	TRAIL et Coll., 1986	
KENYA	Zébu Boran / ranching (11 ranche)	39,7			87*		5,4	12	Pas de risque trypanosomien (absence de prophylaxie)	TRAIL et GREGORY (non encore publié cité par supra	
	Zébu Sahiwal	39,8	13,7				4		Absence d'aliments com- plémentaires	C.I.P.E.A., 1982	
	Zébu Boran ranch privé El Ka- rama	40,7	13				6		Bains détiqueurs éloignés		
UGANDA	Ankole				72*		19			GREGORY et Coll, cité par	
	Boran				73*		8				
	Petit Zébu est (ranching) africain				68*		15			HETZEL	
ZAMBIE	Angoni		12,6		83*				Allaitement prolongé	RAKHA et Coll., 1971	
	Africander		14		65*				Saison de monte, réduite à 2 mois/an		
	Mashona		12,9		83*				Interaction génotype X en- vironnement (adaptation)		
	Hereford (St...		13,7		54*				Faible performance de Afri- cain dans milieu aride		

Tableau I. 5. Performances dans les zones sub-humides et humides d'Afrique Occidentale et Centrale

Pays	Race / Système de produc- tion	Age au premier vêlage (mois)	Interval- le entre vêlage ^s V - V	nombre de vêlage par car- rière re- productri- ce	Taux de fécondité (p100)	Age/Taux de réfor- me	Mortalité des Jeunes (%)			Facteurs non génétiques	Référence
							Avotte - ments + Mortina- lités	Avant sevrage	Globale		
SENEGAL	Taurin NDAMA / - Station (C.R.Z. Kolda)	39,8	16,5	5,5		10,8 ans	-	9,6	17	Parasitisme gastro-intes- tinal, problèmes nutrition- nels, Trypano, troubles res- piratoires	FALL et DIOP, 1982
GAMBIE	NDama / traditionnel vil- lageois	50 40 à 60	23	4	52*	11 ans 9 %	-	-	-	Trypano, nutrition, hautes températures et humidité	JEANNINEKALL, 1987 JEANNIN et Coll., 1987
SIERRA LEONE	NDama et NDama X SAHIVAL Station de Teko	46	17,9	5		11,3 ans 13,5 %	5,6	9,8	17,4	Croissance lente durant le jeune âge des génisses	CAREW et Coll., 1986
COTE D' IVOIRE	NDama, Baoule et Baoule X Zebre Elevage sédentaire traditionnel (ré- gion nord de la cô- te d'Ivoire)	42,5	16,5		50,5		3,6	-	16,5	Effet saisonnier alimentai- re et sanitaire, maladies (Trypano, Brucellose), anoes- tus de lactation	LANDAIS, 1983
moyenne pour tou- te l'Afri- que Occi- dentale et Centrale	NDAMA - élevage traditi- onnel BAOULE - élevage tradi- tionnel	48	18-24		50*				12-30 15-17	o Complémentation en Phos- phore, risque trypano, élevé risque trypano faible (maladies) Production laitière faible	CIPEA, 1979 CIPEA, 1979

Le ranching est pratiqué dans les zones arides et semi-arides peu habitées, disposant de grandes superficies de pâturages qui ne peuvent être mises en valeur que par l'élevage extensif. Les pays d'Afrique orientale et australe ont été les premiers d'Afrique à pratiquer ce système d'élevage. Des études sur la productivité en ranching ont été faites sur les vaches du Kenya (16), de la Tanzanie (105).

Et dans bien d'autres pays d'Afrique orientales et australe (58).

Les performances de reproduction enregistrées dans ce système de production (cf) Tableau I-1) se rapprochent de celles des systèmes pastoraux traditionnels. L'âge au premier vêlage, même s'il connaît une nette amélioration par rapport aux systèmes traditionnels, est encore élevé par rapport aux normes idéales (47 mois à MKWAJA, 40 mois dans les ranches privés du Kenya exploitant des races mixtes). Le manque de supplémentation des génisses durant leur période d'élevage, semble être la principale cause. En effet dans ce système, les génisses sont conduites au pâturage avec les adultes et ne reçoivent aucune complémentation alimentaire sauf des pierres à lècher.

L'amélioration de l'intervalle entre vêlage (15,9 mois) semble liée à une meilleure maîtrise des facteurs d'environnement : diminution des effets de l'aridité par la mise à la disposition des animaux de l'eau de pluies ou des puits, diminution du facteur trypanosomien par le chimioprophylaxie ou par l'éradication de la mouche tsé-tsé. Elle est également liée à l'amélioration de la conduite de l'élevage avec le suivi de troupeaux de reproduction, restriction du nombre de mâles dans le troupeau, choix de la ou des périodes d'accouplement, application de la politique de réforme basée sur l'élimination des génisses de poids faible et de vaches n'ayant pas produit un veau par an (104).

Le caractère saisonnier de vêlages est également observé ; les vêlages sont nettement en corrélation avec le pluviométrie et par conséquent la disponibilité de l'herbe.

Quant à la viabilité des veaux, elle est surtout menacée par la présence de prédateurs sauvages sur les pâturages et leur sensibilité aux maladies infectieuses telles que la Salmonellose ou autres maladies septicémiques.

Dans les systèmes d'élevage intensif et semi-intensif pratiqué sur les hauts-plateaux, que ce soit au niveau des grandes fermes laitières (38) ou de petites exploitations laitières d'Ethiopie (69), les performances de reproduction sont proches de celles des vaches vivant en zone tempérés (tableau I-6). Il est intéressant de noter que même les zébus exploitées dans ces conditions ont de performance d'élevage comparable à celle de metisse zébu x jersey ou zébu x frisonne.

Les conditions climatiques favorables ainsi que l'amélioration de la conduite d'élevage sont à l'origine de cette augmentation des performances : Sevrage précoce, supplémentation de veaux et de genisses, bonne détection de chaleurs, utilisation de l'insémination artificielle pour éviter les maladies d'origine coïtale, la réforme systématique de vache manifestant de trouble de reproduction.

Toutes ces considérations nous permettent d'entrevoir les facteurs limitants rencontrés dans chaque zone écologique et chaque système de production.

I.3-3- Facteurs limitants de productivité

En Afrique tropicale, l'amélioration de la productivité se heurte pour le moment à un certain nombre de contraintes. Leur identification est nécessaire pour le choix de stratégies à adopter dans le cadre de l'intensification des productions animales.

Ces contraintes tiennent d'abord aux races exploitées elles-mêmes, ce sont les facteurs génétique; puis il y a celle qu'on peut imputer au milieu ou environnement, à la conduite de l'élevage et à l'homme lui-même : ce sont tous des facteurs non génétiques.

I.3-3-1 Les Facteurs génétiques

Les races locales africaines sont réputées être certes mieux adaptées aux conditions difficiles du milieu intertropical, mais à l'inverse peu productives. C'est ce que semblent prouver les performances enregistrées dans les élevages traditionnels. La question qui se pose alors est de savoir le rôle de la race par rapport à celui du milieu où les animaux évoluent.

.../...

La plupart des races locales ne doivent leur survie dans le milieu intertropical hostile qu'à la sélection naturelle et non à la sélection basée sur le niveau de productivité. Cette sélection n'est favorable qu'à ceux qui résistent aux climats rudes et aux maladies très virulentes sous les tropiques (77), (97).

Le croisement entre races locales adaptées et les races exotiques réputées hautement productives se présente dès lors comme la méthode de choix de l'intensification des productions. Certes le croisement influe de façon spectaculaire sur les rendements laitiers par exemple (8). Quant à la performance de reproduction, on constate très peu de différence dans la capacité reproductive entre les zébus et les Croisés sous un même régime alimentaire et même système de conduite et de prophylaxie (8).

Par contre, dans un environnement encore mal maîtrisé, ces croisés manifestent une baisse spectaculaire de performance alors que les races locales sont capables de maintenir les leurs mêmes relativement faibles c'est le cas de la race trypanotolérante qui arrivent à maintenir leur fonction de reproduction malgré une forte infestation trypanosomienne (18).

Donc il y a un problème de choix de la race à exploiter dans chaque milieu. Par conséquent les méthodes de reproduction seront basées d'abord sur la sélection au sein de la race locale, avant de penser aux croisements. La réforme des vaches manifestant des troubles de reproduction (d'origine héréditaire et congénitale surtout) est une des méthodes de sélection qui a un effet positif sur les performances d'élevage.

Mais avant tout, il faut pouvoir maintenir les contraintes liées à l'environnement qui sont de contraintes majeures.

I-3-3-2- Les Facteurs non génétiques

Même si la sélection naturelle semble avoir porté les races non améliorées et améliorées au même niveau génétique de fertilité, des différences apparaissent dans les performances d'élevage et elles sont dues essentiellement au milieu. La malnutrition, les maladies, les effets néfastes du climat sur la reproduction, la conduite d'élevage déficiente sont autant de facteurs qui, ensemble, se traduisent généralement par un niveau faible de fertilité phénotypique chez les races non améliorées.

Tous ces facteurs non génétiques jouent donc un rôle prépondérant, mais les contraintes majeures restent l'aridité et son corollaire l'absence de disponibilités alimentaires puis les maladies en Afrique tropicale (65). Même si la grande variabilité génétique de races bovines africains leur permet de s'adapter aux conditions difficiles, ces deux facteurs restreignent la production animale dans une grande mesure.

L'aridité est un facteur écologique important qui entrave le développement de l'élevage dans les régions sahéliennes et d'Afrique de l'est. Le bétail y est constamment menacé d'extinction par de périodes de sécheresse et même en cas de pluviométrie normale par la surcharge et la dégradation rapide des pâturages dont le nombre de jours de croissance ne dépasse guère.

A l'inverse, vers le Sud où les potentialités hydrauliques et pastorales sont théoriquement élevées, les fortes températures et l'humidité élevée favorisent la pullulation de vecteurs et de parasites qui rendent ces pâturages inexploitées. C'est le cas de la mouche Tsé-Tsé (les glossines) qui rendent inutilisables environ 10 millions de Km² soit 40p100 de surfaces disponibles (18). C'est le cas également des maladies transmises par les tiques notamment les théilérioses) qui limitent fortement l'exploitation de races améliorées en Afrique tropicale. C'est le cas aussi de toutes les maladies parasitaires ou enzootiques dont l'importance est souvent liée au climat.

D'autres facteurs non moins importants doivent aussi être signalés surtout en ce qui concerne l'élevage traditionnel. Il ont trait surtout à la conduite de l'élevage et aux facteurs sociologique inhérents au système de production utilisé.

Les facteurs limitants liés au management ou conduite d'élevage sont d'abord le manque de suivi des animaux c'est-à-dire l'identification et l'enregistrement de données sur les performances des animaux, base de l'amélioration de la gestion du patrimoine reproducteur disponible. Ceci est valable pour les élevages améliorés aussi bien que pour les élevages traditionnels où les animaux sont laissés à eux-mêmes, à la merci des aléas de la nature.

Ce manque de suivi est à l'origine d'une faible sélection des animaux basée sur l'élimination de ceux qui présentent de troubles de reproduction.

.../...

Ensuite il y a le mode d'élevage des veaux et des génisses, caractérisé principalement par une alimentation incorrecte uniquement tributaire du lait maternel chez le veau qu'il se dispute avec le propriétaire.

Le sevrage précoce et la diminution de la dépendance des populations pastorales envers le lait sont deux solutions à envisager pour diminuer la durée d'allaitement et l'augmentation des performances en milieu traditionnel. L'alimentation des génisses reste basée uniquement sur les fourrages dont la qualité et la quantité varient en fonction des saisons. L'absence de supplémentation de ces génisses pendant la saison sèche est à l'origine d'une croissance lente, en dents-de-scie, et de la puberté tardive. L'absence de programmes sanitaires (vaccinations, déparasitages) est à l'origine de pertes de jeunes qui sont encore élevées en milieu traditionnel.

La détection de chaleurs et les méthodes de reproduction utilisées, particulièrement le choix entre la saillie naturelle et l'insémination artificielle, sont deux facteurs importants qui interviennent largement dans la réussite d'un plan de reproduction. Lorsque la saillie naturelle est utilisée le testage de taureaux fait souvent défaut et ceux-ci peuvent propager de maladies reproductives. Lorsque l'insémination artificielle est utilisée, les conditions de réussite de celle-ci ne sont pas souvent réunies: absence de programmes sanitaires de reproduction basés sur le contrôle de maladies de la reproduction d'origine infectieuse ou héréditaire, faible niveau de technicité des éleveurs pour la détection des chaleurs, l'enregistrement des données sur les inséminations, les retours en chaleurs, le diagnostic des gestations, les vêlages etc..., l'absence de techniciens inséminateurs compétents ainsi que l'utilisation de semences de bonne qualité (choix entre l'utilisation des semences congelées ou du sperme produit sur place).

Bref, il s'agit là de facteurs de fécondation qui interviennent pour une grande part dans la réussite de la fécondation.

Tous ces facteurs technologiques doivent faire penser à d'autres facteurs limitants de nature sociologique tels que l'acceptation même de l'intensification de la production animale par l'éleveur.

Il est habituellement reconnu que dans les systèmes traditionnels d'élevage, les fonctions essentielles du bétail restent la subsistance des populations, la thésaurisation ou accumulation d'un capital utilisable dans les périodes de soudure, la génération de facteurs de production tels que le

.../...

fumier et la force de travail, sans oublier la fonction sociale et culturelle (la hiérarchie sociale, les relations matrimoniales, le mode de vie des populations etc...).

La connaissance des aspects sociologiques de chaque système de production est donc un passage obligé pour l'amélioration de la productivité chez les éleveurs. L'absence de stimulant des fonctions économiques telles que la pratique des prix rémunérateurs aux producteurs paraît aussi un obstacle majeur à l'intensification .

En résumé, nous pouvons dire que dans les différentes zones tropicales d'Afrique évoluent des races locales adaptés à leur propre milieu.

Ces races sont exploités dans des systèmes de production de type pastoraux ou agro-pastoraux basés sur l'utilisation des ressources disponibles à savoir les pâturages et la terre, avec de faibles intrants engagés.

Les performances enregistrées dans les systèmes traditionnels sont encore faibles mais sont tout à fait améliorables comme le prouvent les résultats obtenus en station.

Les facteurs limitants majeurs rencontrés sont liés aux conditions d'environnement hostiles du milieu intertropical : l'aridité des zones subtropicales, la présence de vecteurs de maladies dans les zones de fortes températures et humidité : la mouche tsé-tsé (vectrice des trypanosomiasés), les tiques et autres arthropodes vecteurs de maladies infectieuses ne parasitaires enzootiques. Cependant d'autres facteurs limitants liés à l'éleveur lui-même subsistent : des facteurs technologiques liés à sa conduite d'élevage peu rigoureuse et efficiente, sa conception de l'élevage elle-même qui semble hostile aux changements

DEUXIEME PARTIE : INFERTILITE CHEZ LES FEMELLES BOVINES D'AFRIQUE TROPIC-

CALE : SEMIOLOGIE ET ETIOLOGIE GENERALE.

=====

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES.

A travers ces généralités, nous allons préciser les définitions des termes utilisés ainsi que l'importance de l'infertilité.

II.1.1. - Définitions.

L'aptitude à la reproduction normale est appelée fertilité ou fécondité selon les auteurs. Nous allons définir les termes fertilité, fécondité, infertilité, stérilité, infécondité ou repeat-breeding.

La fertilité.

La fertilité est l'aptitude d'un géniteur ou d'une reproductrice à produire des gamètes viables, capables de réaliser la fécondation dans les conditions normales (108). Cette aptitude est acquise à la puberté et se traduit concrètement par la fréquence des gestations au cours de la vie productive de la vache.

- La fécondité.

La fécondité est la capacité d'une vache déjà inséminée de concevoir un produit viable puis de conduire la gestation à terme et mettre bas un veau vivant et viable jusqu'au sevrage. En pratique le taux de fécondité s'exprime par le nombre de veaux obtenus sur le nombre de femelles recon- nues gestantes (108). Ce taux diffère du taux de vêlage qui englobe aussi les avortements, les naissances

.../...

ces non viables (les morts-nés, les veaux mourrant le jour du vêlage ou quelques jours après.)

- Infertilité.

C'est l'inaptitude à la reproduction c'est-à-dire l'incapacité pour la vache de produire un veau vivant et viable. Celle-ci peut être temporaire ou définitive. Dans ce dernier cas, on parle de stérilité qui occupe une place de choix dans les troubles de la gamétogenèse. Si la stérilité décrit l'animal qui ne peut pas reproduire, l'infertilité quant à elle décrit l'animal qui n'est ni totalement fertile, ni totalement stérile (57)

- Infécondité.

C'est l'ancienne terminologie utilisée pour désigner une forme d'infertilité temporaire appelée "repeat-breeding" chez les anglo-saxons ou encore infécondité "sine materia". Il s'agit de l'infertilité des vaches apparemment saines qui n'arrivent pas à concevoir après 3 ou plusieurs services successifs (72). Cette forme d'infertilité revêt une importance capitale dans les élevages laitiers.

II.1.2. - Importance de l'infertilité.

L'importance médicale de l'infertilité est généralement faible. Cependant que ce soit au niveau individuel ou collectif (le troupeau), elle a des conséquences économiques graves même si elle cause des dommages moins spectaculaires que ceux des épizooties.

- Sur le plan individuel. :

L'infertilité intervient en abaissant la performance de reproduction et l'animal. Elle est d'autant plus importante qu'elle peut frapper à toutes les étapes de la reproduction : gamétogénèse, coït, fécondation, nidation, gestation, mise-bas, post-partum.

Les troubles à ces différents niveaux auront pour conséquence d'entraîner soit un retard à la puberté, soit des écarts entre vêlages trop allongés, soit une diminution de la fécondité.

Les troubles de la reproduction, outre le fait qu'ils sont souvent de diagnostic difficile et de traitement aléatoire, causent le plus grand souci à l'éleveur et des pertes financières directes par la réforme de jeunes reproductrices. (57).

- Sur le plan collectif. :

Les dommages causés par l'infertilité sont plus importants et plus perceptibles. En privant l'élevage de ses racines (les veaux nécessaires à son renouvellement) et des productions escomptées (pertes de lait, de viande, de force de travail, de fumier, etc...), elle concourt à l'aggravation du déficit en protéines animales et nuit à l'intensification de la production agricole en général.

Cependant son importance économique est perçue différemment en fonction des pays et des systèmes de production utilisés.

CHAPITRE II : SEMIOLOGIE DE L'INFERTILITE CHEZ LES FEMELLES

BOVINES EN AFRIQUE TROPICALE

L'infertilité chez les femelles domestiques revêt plusieurs formes dont la classification chez les bovins se base sur les chaleurs qui constituent le signe évident d'une activité génitale cyclique normale.

C'est ainsi que nous allons distinguer l'infertilité des vaches sans chaleurs visibles ou anoestrus, l'infertilité des vaches à chaleurs normales ou "repeat-breeding" chez les anglo-saxons et l'infertilité des vaches à chaleurs anormales.

II.2.1. - L'anoestrus de la vache

Nous nous limiterons aux généralités sur l'anoestrus et au diagnostic de ce syndrome en milieu tropical.

II.2.1.1. - Généralités sur l'anoestrus

Ces généralités se rapportent à la définition, à son importance ainsi qu'à la classification des différentes formes d'anoestrus.

II.2.1.1.1. - Définition

L'anoestrus peut être défini comme un syndrome caractérisé par l'absence temporaire ou permanente du comportement de l'oestrus ou des chaleurs au moment où elles doivent normalement apparaître. Du point de vue anatomique, il se traduit par

.../...

un tractus génital au repos, un vagin pâle couvert d'un mucus épais, un col saillant non sécrétant (32)

Pour différencier l'anoestrus pathologique de l'anoestrus physiologique, les synonymies de frigidité, anaphrodisie, acyclicité, anoestrie sont souvent utilisées.

II.2.1.1.2. - Importance.

L'importance de l'anoestrus est grande sur le plan économique que ce soit dans les élevages des pays tempérés ou des pays tropicaux.

Dans les élevages intensifs d'Europe, l'anoestrus est une cause importante de réforme, en particulier l'anoestrus du post-partum dont l'incidence économique a été étudiée par ATTONATY et Coll. (2)

En milieu tropical d'Afrique, l'anoestrus est surtout consécutif aux mauvaises conditions d'exploitation qui frappent les génisses et les vaches adultes : carences alimentaires, longues périodes de sécheresse, mauvaise conduite des reproductrices liée au mode d'élevage en mouvement, etc... En plus, il y a l'anoestrus de lactation chez les allaitantes mal entretenues qui contribue beaucoup à l'allongement de l'intervalle entre vêlages d'après les enquêtes effectuées sur le bétail transhumant au Mali (109).

II.2.1.1.3. - Classification des différentes formes d'anoestrus.

En fonction des facteurs étiologiques, on peut distinguer l'anoestrus lésionnel avec présence d'une anomalie anatomique et l'anoestrus fonctionnel due à une cause d'origine endocrinienne, sans lésion anatomique. Cependant l'anoestrus lésionnel peut conduire à l'anoestrus fonctionnel et vice-versa.

- L'anoestrus lésionnel peut être congénital ou acquis.

L'anoestrus lésionnel congénital est invoqué dans certaines maladies comme l'hypoplasie gonadique, le free-martini- nisme ou les états intersexués, dans les affections génétiques comme la translocation 1/29 Robertsonienne.

L'anoestrus lésionnel acquis existe en cas de présence de kystes ou tumeurs ovariennes, de la sclérose ovarienne, dans les inflammations chroniques des ovaires ou lors de formation d'un corps jaune persistant.

- L'anoestrus fonctionnel peut être physiologique ou pathologique.

L'anoestrus est physiologique en cas d'anoestrus prépubertaire, d'anoestrus de gestation, l'anoestrus de lactation et l'anoestrus de sauvegarde lors des périodes non favorables à la reproduction.

Au-delà des limites normales de ces différentes

périodes, l'anoestrus devient pathologique et ceci en relation avec plusieurs causes que nous aborderons dans l'étiologie générale : facteurs nutritionnels, pathologiques, climatiques, hygiéniques, technologiques, etc... Avant cela, il nous faut connaître les aspects cliniques de l'anoestrus sur le terrain.

II.2.1.2. - Diagnostic de l'anoestrus chez les femelles bovines d'Afrique tropicale.

Le diagnostic de l'anoestrus nécessite d'abord des investigations cliniques sur le terrain : détermination de l'âge des femelles, identification et observations des femelles n'ayant pas manifesté de chaleurs depuis plus de 60 jours après vêlage, explorations gynécologiques (palpations transrectales des ovaires et du tractus génital), recueil des renseignements sur les conditions d'entretien des animaux, etc...

De nos jours, ce diagnostic clinique peut être complété par le diagnostic expérimental basé sur les dosages hormonaux en particulier le dosage de la progestérone dans le lait ou le plasma. Cette hormone est un indicateur fidèle de l'activité ovarienne (32).

Plusieurs travaux ont été effectués sur les races tropicales : investigations anatomo-cliniques sur le fonctionnement ovarien et dosages de progestérone sur le Zébu Boran () et le bétail Nganda (). Tous ces travaux nous permettent de distinguer 3 types d'anoestrus : l'anoestrus avec inactivité ovarienne ou acyclicité, l'anoestrus du corps jaune

persistant et le subœstrus (absence de chaleurs visibles chez les vaches pourtant cycliques).

II.2.1.2.1. - Anœstrus avec inactivité ovarienne.

Cette forme d'anœstrus est caractérisée cliniquement par la présence d'ovaires petits chez les génisses, durs et fischelés chez la femelle adulte. Du point de vue histologique, elle est marquée par l'absence d'organites interprétables comme appartenant à un cycle en cours (pas de follicule mûr ou dehiscent, pas de corps jaune, pas de corps blancs donc pas de traces du cycle antérieur). (21)

Cet anœstrus est rencontré lors de mauvaises conditions d'exploitation des reproductrices : sous-alimentation prolongée dans les périodes de saison sèche (), maladies débilitantes chroniques telles que les trypanosomoses (), mauvaise conduite d'élevage comme dans les cas d'allaitement prolongé (109) ou lors de stress thermique sur les animaux sensibles.

Les étapes de reproduction les plus touchées sont la prépuberté (anœstrus prépubertaire chez les génisses), la période de service après vêlage (anœstrus du post-partum) et la période d'allaitement (anœstrus de lactation) chez les vaches adultes.

II.2.1.2.2. - L'anœstrus du corps jaune persistant

Même si les femelles zébus ont la particularité d'avoir un corps jaune à involution lente (1),

.../...

la persistance du corps jaune dans sa localisation, ses dimensions et sa consistance au-delà de 18 jours doit être considéré comme pathologique (92)

Le corps jaune persistant est habituellement rencontré à la suite d'altérations utérines : métrites, endométrites, pyomètre, fibrose des cornes, etc... Il se forme par absence de sécrétion de facteurs lutéclytiques, en particulier la prostaglandine E_2 synthétisée au niveau des cryptes utérines.

Certaines maladies chroniques peuvent s'accompagner également d'un corps jaune persistant. Ceci est révélé par l'infection expérimentale des femelles zébus par des trypanosomes (

II.2.1.2.3. - Le Suboestrus ou les ovulations silencieuses.

Il s'agit de l'absence de manifestations oestrales chez une femelle pourtant cyclique. Le fouiller rectal chez ces femelles permet de déceler la présence d'un follicule évolutif puis d'un corps jaune après plusieurs explorations.

Cet anoestrus apparent doit donc être différencié de l'anoestrus fonctionnel vrai particulièrement chez les femelles zébus réputées avoir des chaleurs frustes, inapparentes (93)

II.2.2. - Infertilité chez les vaches à chaleurs normales ou repeat-breeding

Cette forme d'infertilité constitue un des problèmes majeurs de reproduction dans les élevages laitiers

En Afrique tropicale, elle est connue dans les pays qui pratiquent l'élevage laitier depuis le début du 20ème siècle comme les pays d'Afrique orientale et australe (67), (38), (8), (69), ()

Son importance économique dans ces élevages laitiers qui se développent de plus en plus en Afrique fait que plusieurs recherches ont été consacrées sur ce type d'infertilité.

II.2.2.1. - Généralités.

A travers ces généralités nous allons revenir sur sa définition, son importance et sa pathogénie.

II.2.2.1.1. - Définition.

D'après LAGNEAU (71), sont considérées comme répondant à l'appellation "repeat-breeders" toutes les vaches dont le cycle est compris entre 19-23 jours mais qui ne sont pas gestantes après 3 inséminations ou services successifs.

Ce syndrome est encore appelé Infécondité "sine materia".

II.2.2.1.2. - Importance.

L'importance du repeat-breeding dans les élevages améliorés tient d'abord à sa fréquence puis aux conséquences économiques élevées qu'elle entraîne : c'est une cause importante de réforme au niveau de ces élevages (38), () en plus elle est à l'origine de la baisse de rentabilité des exploitations par le nombre de semences gaspillées, par les aliments et frais d'entretien supplémentaires aux animaux im-

productifs, sans oublier les pertes de production subies par l'augmentation de l'intervalle entre vêlages.

Son importance tient également à la difficulté du diagnostic et du caractère aléatoire du traitement de cette infertilité.

II.2.2.1.3. - Pathogénie.

L'infertilité chez les vaches apparemment saines résulte de deux mécanismes possibles :

- Soit il y a défaut de fécondation : ceci peut être le cas lorsque la détection des chaleurs n'est pas faite ou est mal faite, lorsque le moment d'insémination est tardif, lorsque la qualité des semences est médiocre ou même lorsque l'intégrité des voies génitales n'est plus respectée.

- Soit il y a mortalité embryonnaire qui survient surtout entre le 16ème et le 34ème jour chez la vache (56). La mortalité embryonnaire précoce est caractérisée par la prolongation de l'intervalle entre les chaleurs. Au-delà du 35ème jour, cette mortalité sera signalée par les retours tardifs des chaleurs.

II.2.2.2. - Diagnostic du repeat-breeding.

Le diagnostic de cette forme d'infertilité est un diagnostic étiologique nécessitant des investigations successives sur tous les facteurs de la conduite du troupeau et sur l'appareil génital même des vaches.

Un exemple de ce type de diagnostic nous est fourni par l'enquête menée sur les fermes laitières du Kenya ().

associant la collecte de données sur le mode de détection des chaleurs, l'incidence des maladies dans la ferme, les causes de réforme, la qualité de l'insémination artificielle, les facteurs du management (alimentation, hygiène, etc...) et la condition physique des vaches laitières. En plus de cela, des prélèvements de sang ont été effectués en vue du dosage de progesterone dans le plasma afin de déterminer l'état reproductif de ces vaches.

L'enquête a révélé que le repeat-breeding est la principale cause de réforme au niveau de ces élevages et que les raisons essentielles de cette infertilité sont la faible détection des chaleurs et la qualité médiocre du système officiel d'insémination artificielle.

II.2.3. - Infertilité chez les vaches à chaleurs anormales.

Un certain nombre d'anomalies des chaleurs chez les femelles bovines sont citées dans la littérature. La rareté de ces anomalies chez les races bovines d'Afrique fait que nous ne ferons que les citer. Elles concernent soit la durée, le rythme ou l'intensité des chaleurs.

II.2.3.1. - Anomalies de durée des chaleurs.

Il peut s'agir soit de leur raccourcissement soit alors de leur allongement.

- Le raccourcissement de la durée des chaleurs est encore appelé Hypoestrus ou chaleurs silencieuses. C'est le "silent-heat" des anglo-saxons Il s'agit de la discrétion

voire l'absence de manifestations oestrales chez une femelle cyclique normale.

Chez les femelles zébus élevées dans les conditions tropicales, l'absence de détection ou la mauvaise pratique de la détection des chaleurs fait que cette anomalie est souvent suspectée dans cette race. Cependant l'amélioration de la détection des chaleurs a prouvé le contraire en Zambie (93)

- L'allongement de la durée des chaleurs ou hyperoestrus, fréquemment observée chez la jument, est mal connue chez les bovins.

II.2.3.2. - Anomalies du rythme des chaleurs.

Le rythme peut être accéléré entraînant le raccourcissement de l'interoestrus ou alors ralenti entraînant l'allongement de l'interoestrus.

- l'accélération existe dans les cas de dégénérescences ou kystes folliculaires ou du corps jaune. Ces kystes sont rares chez les bovins d'Afrique (21)

- le ralentissement est plus fréquent que l'accélération et est observée dans les carences alimentaires et en particulier lorsqu'il y a mortalité embryonnaire. Cette dernière se manifeste par de retours en chaleurs dont le délai est supérieur à la durée normale du cycle.

II.2.3.3. - Anomalies d'intensité des chaleurs.

L'augmentation de l'intensité des cha-

leurs est connue chez les vaches laitières fortes productrices dans un syndrome neuro-endocrinien appelé nymphomanie. Ce syndrome est caractérisé anatomiquement par des modifications de l'appareil génital avec notamment au niveau des ovaires des kystes folliculaires de dimensions variables.

La diminution de l'intensité des chaleurs est connue dans un autre syndrome appelé virilisme chez les vaches dites "taurelières". Il s'agit d'une déviation de la sexualité en faveur des caractères sexuels mâles par suite d'une hyperandrogénie d'origine ovarienne ou surrénalienne (32)

Pour conclure cette étude sémiologique de l'infertilité chez les femelles bovines en Afrique tropicale, soulignons que la principale forme d'infertilité rencontrée est l'anoestrus. L'anoestrus avec inactivité ovarienne ou anoestrus fonctionnel vrai est prédominante chez les femelles malnutries ou dénutries surtout dans les périodes de saison sèche, mais également lorsque les conditions d'exploitation sont mauvaises : maladies chroniques, mauvaise conduite d'élevage avec allaitement prolongé, stress thermique, stress lié aux longs déplacements à la recherche de pâturages, etc...

En plus l'anoestrus, le repeat-breeding est de loin le syndrome le plus fréquent dans les élevages laitiers qui se développent dans plusieurs pays africains.

Tous ces syndromes sont à l'origine de la maturité tardive des génisses en Afrique, des intervalles entre vêlage prolongés et de l'abaissement du taux de fécondité dans les

.../...

troupeaux. Il convient alors d'étudier de près tous les facteurs qui interviennent dans l'étiologie de ces syndrômes. C'est ce que nous allons envisager dans l'étiologie générale de l'infertilité chez les femelles domestiques.

CHAPITRE TROISIEME : ETIOLOGIE GENERALE DE L'INFERTILITE

CHEZ LES FEMELLES DOMESTIQUES

L'activité génitale des femelles subit durant toute la vie de l'animal des influences de nature exogène ou endogène. La performance de reproduction enregistrée est la résultante des facteurs d'adaptation, de la génétique et du milieu ainsi que de leurs interactions.

Les désordres de reproduction et la stérilité sont également la résultante de plusieurs facteurs qu'on a l'habitude de distinguer en facteurs intrinsèques (liés à l'hérédité, à la prédisposition ou la sensibilité de l'animal) puis extrinsèques liés en totalité ou en partie au milieu et au système de production dans lequel l'animal est exploité.

II.3.1. - Les facteurs intrinsèques de l'infertilité

Chez la vache, les plus couramment cités sont les facteurs génétiques ou héréditaires, les malformations congénitales ou acquises, les facteurs hormonaux ou endocriniens ainsi que les facteurs infectieux.

III.3.1.1. - Les facteurs génétiques ou héréditaires

Même s'il existe une aptitude génétique individuelle à la fertilité, celle-ci est difficile à transmettre aux descendants par le biais de l'hérédité. Ceci est prouvé par les résultats d'analyse génétique quantitative des différents

caractères de reproduction (45)

Par contre beaucoup de gènes léthaux sont responsables d'anomalies peuvent se transmettre héréditairement et causer des désordres de reproduction dans les élevages où la consanguinité est pratiquée.

BERTRAND (5) a répertorié et classé ces anomalies en anomalies numériques, structurales et fonctionnelles.

Chez les bovins tropicaux d'Afrique, certaines anomalies structurales comme la translocation 1/29 Robertsonienne ont été isolées sur le bétail trypanotolérant de Côte-d'Ivoire (Cf. Tableau II.1.). Celle-ci est responsable de la baisse de fertilité dans les troupeaux probablement par mortalité embryonnaire.

TABLEAU II.1. : FREQUENCE DE LA TRANSLOCATION 1/29 DANS UNE POPULATION BOVINE DU NORD DE LA COTE-D'IVOIRE.

RACES ETUDIEES	NOMBRE D'ANIMAUX	CARYOTYPES NORMAUX	FUSION 1/29
N'DAMA	22	22	—
BAOULE	67	64	3
ZEBUS	31	31	—
GOBRA	1	1	—
BAOULE X ZEBU	3	3	—
ZEBU X N'DAMA	3	1	2
N'DAMA X BAOULE	4	3	1
ZEBU X GOBRA	5	5	—
<u>T O T A L</u>	136	131	6

SOURCE : (90)

...../.....

Il existe d'autres anomalies numériques (monosomie, trisomie, polysomie, polyploïdie, etc...) ou fonctionnelles (les mutations) rencontrées dans la littérature sur les espèces domestiques. L'origine invoquée de ces anomalies est le vieillissement gamétique ou de la mère, l'action de certains agents physiques comme les rayons X, les ultraviolets, les hautes températures, etc..., de certains agents chimiques comme les médicaments (les antimitotiques) ou alors certains virus (les virus oncogènes).

Chez les bovins, certaines affections sont même reconnues pour avoir un déterminisme héréditaire au sens mendélien : elles sont transmises par des gènes récessifs léthaux. C'est le cas de la maladie des génisses blanches, de l'hypoplasie gonadique, de la cryptorchidie et de certaines formes d'intersexualité (29). En Afrique, l'hypoplasie gonadique a été diagnostiquée par les vétérinaires praticiens du Kenya qui rendent cette anomalie responsable de l'allongement des intervalles entre vêlages chez 3-4 p.100 des vaches sans problèmes de malnutrition (64). En effet il existe une hypoplasie gonadique secondaire ou acquise à la suite d'une sous-alimentation prolongée, de conditions climatiques défavorables, etc... Cependant celle-ci est transitoire et réversible.

D'autres troubles fonctionnels reconnaissent dans leur étiologie un gène à pénétrance incomplète dont l'extériorisation serait liée à l'alimentation et à la forte production laitière. C'est le cas de la nymphomanie qui est un syndrome

.../...

neuro-endocrinien bien connu chez la vache laitière adulte (32)

La mortalité embryonnaire, une des causes étiopathologiques du "repeat-breeding", reconnaît aussi une étiologie héréditaire lorsque les gamètes sont porteurs d'anomalies chromosomiques et de facteurs génétiques léthaux. Il s'agit là d'une mortalité physiologique (élimination des embryons tarés ou non viables) mais qui devient élevée dans les élevages où la consanguinité est pratiquée exclusivement (32).

En résumé, l'infertilité d'origine génétique ou héréditaire existe mais en proportion relativement faible par rapport aux autres facteurs non génétiques. Cependant l'existence d'anomalies héréditaires capables de propager les troubles de reproduction dans le troupeau recommande d'utiliser des taureaux bien testés, de surveiller de près la consanguinité étroite et de pratiquer la réforme des vaches très âgées ou de faibles performances de reproduction.

II.3.1.2. - Les malformations congénitales et les lésions acquises.

Parmi les anomalies anatomiques avec sous-développement de l'appareil reproducteur de la vache, la plus fréquemment citée est un cas d'intersexualité vraie appelé free-martinisme.

Au niveau des lésions acquises, les kystes ovariens et les accidents du port sont les plus rencontrés.

- Le free-martinisme est un cas de stérilité affect-

.../...

tant les génisses nées jumelles de mâles pourtant féconds. Il se rencontre chez la vache taurine des pays tempérés dans une proportion de 90 p.100 environ des naissances gémellaires (78). Même si l'anomalie n'est pas héréditaire, la gémellité elle est héréditaire puisque sa fréquence est d'environ 4.p.100 chez les femelles *Bos taurus* et de moins de 1 p.100 chez les Zébus (29).

- Certaines malformations s'accompagnent d'un dysfonctionnement ovarien mais non irréversible. Il s'agit des kystes ovariens et des accidents du part.

Les kystes ovariens, les kystes lutéiniques surtout, sont signalés chez les vaches laitières fortes productrices. L'infertilité liée à ces kystes survient soit par la frigidité ou anoestrus, soit par la mortalité embryonnaire précoce suite à l'insuffisance de progestérone (52).

Quant aux accidents du part (dystocies, prolapsus utérin, mommification foetale, etc...) ou infections post-partum, (endométrites ou métrites d'origine puerpérale), ils s'accompagnent très souvent d'une anomalie au niveau des ovaires qui est le corps jaune persistant. Celui-ci est à l'origine d'un anoestrus qui se prolonge tant que la lésion utérine n'a pas encore regréssé.

II.3.1.3. - Les facteurs immunologiques.

Le rôle de ces facteurs dans l'étiologie de l'infertilité n'a pas encore été bien élucidé. Ils constituent donc une voie de recherche actuelle dans l'étude des cau-

.../...

ses du repeat-breeding, de la mortalité embryonnaire précoce ou de certains avortements tardifs sans cause apparente.

II.3.1.4. - Rôle des facteurs endocriniens ou hormonaux.

Ces facteurs sont encore mal connus dans la pathologie animale et la tendance habituelle est de les inclure dans la pathogénie et non de les considérer comme des causes primaires d'infertilité.

Pourtant, d'après BERTRAND et COLLI (6); ceux-ci pourraient intervenir dans l'étiologie de plusieurs formes d'infertilité d'origine fonctionnelle. C'est ainsi que, d'après cet auteur :

- Les insuffisances sécrétoires d'origine centrale doivent être invoquées dans le subœstrus ou les chaleurs silencieuses, dans l'anoœstrus fonctionnel vrai avec inactivité ovarienne ou même dans le cas d'anovulation.

- Les insuffisances gonadotropes entraînent un défaut de maturation folliculaire avec déficit oestrogénique et frigidité totale ou relative.

- Les insuffisances ou déséquilibre oestro-progestéroniques compromettent la migration des gamètes, de l'oeuf fécondé, sa fixation sur la muqueuse utérine et seraient à l'origine de la mortalité embryonnaire précoce.

- Les syndrômes d'hyperoestrogénie généralement associés à la présence de kystes folliculaires seraient la con-

séquence de déséquilibres en faveur de la F.S.H. L'hyperprogestéronémie est plutôt ^(rencontre) intermédiaire/lors de présence d'un corps jaune persistant.

- L'antagonisme entre les hormones gonadotropes (F.S.H., L-H) et l'hormone de lactation (la Prolactine) est souvent invoquée comme étant à l'origine d'un anoestrus de lactation. Chez la vache, on constate qu'il y a possibilité de reprise des chaleurs pendant l'allaitement mais à condition que la vache soit bien nourrie (109). Actuellement, l'explication retenue est celle du rôle du stress de la tétée qui s'oppose à la libération des gonadotrophines par l'intermédiaire des corticostéroïdes (32).

Le rôle des techniques de sevrage et leurs effets favorables sur la reprise des chaleurs après vêlages semblent militer en faveur de cette dernière hypothèse () ().

- l'hypothyroïdie est un autre déséquilibre endocrinien qui est à l'origine d'une infertilité temporaire chez les animaux non encore acclimatés. Cette hypothyroïdie résulterait de l'effet néfaste des fortes températures sur ces animaux.

II.3.1.5. - Les facteurs infectieux.

Plusieurs maladies affectent la reproduction chez les espèces domestiques soit en altérant la durée du cycle oestral, soit en provoquant la résorption foetale ou l'avortement.

Les principales maladies habituellement impliquées

.../...

dans l'étiologie de l'infertilité sont : les infections puerpérales d'étable, la Brucellose, la Vibriose ou Campylobactériose, la Trichomonose, la Chlamydirose, la Rhinotrachéite infectieuse bovine (I.B.R) et l'Epididymite - vaginite (Epivag.).

Alors que dans les élevages intensifs ce sont les infections d'étable qui prédominent avec 50 p. 100 des causes d'infertilité (55), en Afrique tropicale les maladies enzootiques prennent le devant. Ceci est en relation avec les modes d'élevage caractérisés par le mouvement et la conduite en grands troupeaux.

Parmi ces affections, la Brucellose revêt une importance particulière en raison de son importance hygiénique (Zoonose majeure) et des pertes économiques causés dans les élevages traditionnels (87)

D'autres maladies pourraient jouer un rôle non négligeable dans ces élevages, surtout qu'elles sont transmises par les taureaux. Il s'agit de la vibriose, de la Trichomonose et des maladies virales comme l'Epivag. Les enquêtes épidémiologiques sur ces maladies ne sont pas encore nombreuses, mais dans certains pays elles sont reconnues comme des problèmes majeurs de reproduction dans le bétail (63), (64). Des enquêtes sérologiques sur toutes ces maladies de la reproduction sont donc souhaitables à l'instar de celle qui a été réalisée en Afrique Centrale par DOMENECH et coll.(32) sur les Chlamydioses et les Rickettioses.

L'infertilité d'origine infectieuse en Afrique tropicale revêt donc une importance non négligeable avec ces maladies enzootiques transmissibles par les taureaux. Le contrôle des reproducteurs ou l'adoption de programmes d'insémination artifi-

cielle pourrait enrayer ces maladies.

Cependant l'étiologie de l'infertilité chez les femelles bovines reste dominée par les facteurs extrinsèques dont nous allons voir les composantes et les conséquences.

II.3.2. - Les facteurs extrinsèques d'infertilité.

Nous allons analyser dans ce sous-chapitre tous les facteurs liés au milieu et au système de production. Ce sont des causes majeures d'infertilité dans les élevages des pays en développement, africains en particulier. Nous les distinguerons en :

- facteurs alimentaires ou nutritionnels
- facteurs environnementaux climatiques et hygiéniques
- facteurs liés à la conduite à l'élevage ou management dont le plus important sont les facteurs de fécondation.

II.3.2.1. - Les facteurs alimentaires

L'alimentation est un facteur de productivité primordial car il permet d'extérioriser les potentialités génétiques des individus. Lorsqu'elle est mal conduite, les erreurs alimentaires affectent en premier lieu la fonction de reproduction qui ne peut s'assumer que dans une entité organique en bon état (113).

Sous les tropiques, la malnutrition et la sous-nutri-

trition sont tenus pour responsables d'au moins 50 p.100 des causes d'infertilité dans les élevages conduits sur pâturages naturels (115).

Ce rôle primordial de l'alimentation fait que l'infertilité d'origine nutritionnelle doit être connue sous toutes ses formes.

En matière de diététique, l'erreur peut porter non seulement sur le niveau nutritionnel : il s'agit des déséquilibres quantitatifs mais aussi sur l'équilibre entre les différents nutriments c'est-à-dire les déséquilibres qualitatifs.

II.3.2.1.1. - Influence du niveau alimentaire.

L'infertilité d'origine nutritionnelle revêt d'abord un aspect quantitatif c'est-à-dire la sous-alimentation ou la suralimentation. Nous nous apesantirons sur la première qui est fréquente en Afrique.

II.3.2.1.1.1. - Effet de la sous-alimentation.

La sous-alimentation ou malnutrition revêt un caractère endémique dans les régions tropicales et constitue une menace pour la survie et le repeuplement du bétail en Afrique. Cela est particulièrement valable dans les zones arides et semi-arides d'Afrique (le Sahel surtout) où le couvert végétal disparaît pendant la saison sèche, entraînant une malnutrition globale chez les ruminants. De plus l'aridité est à l'origine du manque d'eau qui frappe sévèrement les élevages extensif et transhumant de cette zone.

.../...

La malnutrition provoque une infertilité qui se manifeste différemment selon qu'il s'agit des génisses ou des vaches adultes.

- Chez les génisses, la sous-alimentation globale retarde la maturité sexuelle. En effet l'apparition des premières chaleurs à la puberté semble liée à la maturité pondérale plus qu'à l'âge des animaux (100). La croissance lente et irrégulière durant la période d'élevage des génisses est ^{à l'origine du premier vêlage} tardif en milieu tropical (5 ans en moyenne). Elle s'accompagne également d'un retard de fécondité (57).

De façon générale, les apports alimentaires suffisants durant le jeune âge avancent la maturité sexuelle tout en étant favorables à la croissance et à la conformation de la génisse. C'est ce qui est prouvé par les expériences d'extériorisation des potentialités conduites sur le zébu Gobra en zone semi-aride du Ferlo au Sénégal. (107)

Chez la vache adulte, la sous-alimentation est très fréquente durant la saison sèche surtout dans les élevages traditionnels où la supplémentation des reproductrices n'existe pas. Elle est à l'origine de la chute spectaculaire de poids après vêlage qui contribue à allonger les intervalles entre les vêlages dans les systèmes de production de type agro-pastoraux (1). Chez ces vaches dénutries, l'anoestrus qui s'installe est un anoestrus de sauvegarde lié aux mauvaises conditions d'entretien. Il dure jusqu'au retour de la prochaine saison favorable où les animaux retrouvent leur activité sexuelle normale.

II.3.2.1.1.2. - Effets de la suralimentation

Celle-ci est pratiquée dans les élevages où les animaux ont la possibilité de disposer de concentrés à volonté.

La suralimentation affecte surtout les génisses chez lesquelles les excès alimentaires sont néfastes à la fertilité ultérieure, à la production laitière et à la longévité de cette vache (101).

Chez les adultes, elle provoque l'obésité entraînant un état hypohormonal par infiltration graisseuse des ovaires. Ce qui est à l'origine de chaleurs silencieuses et des ovulations retardées (101).

II.3.2.1.2. - Influence de l'équilibre alimentaire.

L'aspect qualitatif de la ration des vaches intervient par l'importance relative des différents nutriments contenus dans cette ration. Ces nutriments sont les matières énergétiques (exprimées en unités fourragères : U.F.), les matières protéiques (exprimées en Matières azotées digestibles ou M.A.D), les matières minérales (macro-éléments et oligo-éléments) puis les vitamines dont les plus importantes sont les vitamines liposolubles des groupes A et D.

II.3.2.1.2.1. - Influence des matières énergétiques.

L'énergie est un facteur-clé de la ration car elle permet aux différents appareils-appareil reproducteur compris- de fonctionner : elle assure le métabolisme

.../.....

basal. Tant que le besoin d'entretien n'est pas couvert, l'animal ne peut pas faire des productions (112).

Au niveau de la reproduction, la carence énergétique chez les vaches sous-alimentées est en rapport direct avec leur état hypoglycémique. Cette hypoglycémie déprime l'activité nerveuse et inhibe ainsi la sécrétion des gonadolibérines hypothalamiques (G_n .R.H.), entraînant un ralentissement ou arrêt de l'activité ovarienne (113).

La fécondation paraît également sensible à la glycémie et d'après LOISEL (75), la période critique se situe autour de l'insémination (Une semaine avant et les deux semaines suivantes. La carence énergétique durant cette période s'accompagne d'une forte mortalité embryonnaire précoce.

Cette carence énergétique affecte également les vaches à la fin de la gestation et sera à l'origine de la réduction de sécrétions de colostrum et de lait à la parturition, conduisant à la naissance de veaux chétifs, peu résistants, se comportant comme des prématurés. En début de lactation, elle contribue à l'épuisement de la mère et à la chute de la sécrétion lactée.

II.3.2.1.2.2. - Influence des matières protéiques.

- La carence azotée entraîne chez la génisse un retard de développement des organes sexuels. En effet la croissance est prioritaire sur la fonction de reproduction.

Chez l'adulte, cette carence inhibe la sécrétion antehypophysaire des hormones gonadotropes (113). Tout se passe

comme s'il s'agissait d'une véritable hypophysectomie sexuelle. Si la carence est prolongée le fonctionnement de l'hypophyse doit s'arrêter.

- L'effet néfaste des excès azotés a été également souligné comme étant dû à la surcharge hépato-rénale, entraînant ainsi un déséquilibre hormonal par défaut de catabolisme des hormones sexuelles (113). Elle peut conduire aussi à l'imprégnation de l'organisme par des substances toxiques issues du catabolisme azoté (amines, urée, etc...) Ces substances induisent une élévation de la mortalité embryonnaire (113).

Le déséquilibre protéique peut survenir lors de la consommation de l'herbe jeune contenant un fort taux d'azote, carencée en glucides et riche de surcroît en substances oestrogéniques.

II.3.2.1.2.3. - Influence de l'équilibre minéral.

Les carences minérales dans les pays tropicaux sont généralement des carences globales et elles sont liées à la qualité des fourrages consommés car la supplémentation minérale y est rare.

Parmi les minéraux susceptibles d'agir sur la reproduction chez les bovins, on cite le phosphore et le calcium parmi les macro-éléments et dans les oligo-éléments, il y a le Manganèse (Mn), le Zinc (Zn) le Cuivre (Cu), l'Iode (I).

II.3.2.1.2.3.1. - Les macro-éléments.

— Le phosphore (P)

De nombreux auteurs ont reconnu en cet élément minéral, un facteur primordial de fécondité :

..../...

THEILER, ECKLES, HIGNETT cités par WOLTER (113). D'après ces auteurs, le phosphore conditionne la sécrétion antéhypophysaire de l'homme gonadotrope folliculinisante (F.S.H.).

Plusieurs travaux rapportent l'effet bénéfique de la complémentation phospho-calcique sur la reproduction : (82), (83).

- La carence en phosphore, souvent faible et graduelle, se manifeste par une infertilité aux chaleurs normales, probablement par défaut d'ovulation (50). Puis lorsqu'elle est prononcée, elle crée un état d'hypophosphorose ayant une répercussion sur l'hypophyse et les ovaires. Cliniquement elle se traduit par des chaleurs irrégulières ou silencieuses, la mise-bas de veaux débiles et en phase d'état l'apparition de symptômes de botulisme.

Cette carence est très fréquente chez la vache laitière à cause des déperditions de phosphore par le lait mais aussi à cause de la teneur faible des fourrages en phosphore.

- Les excès de phosphore sont également nuisibles à la fertilité par défaut l'assimilation des oligo-éléments (50). Ces excès peuvent survenir par consommation d'aliments riches en phosphore comme les grains, les sons, les tourteaux, etc...

- Le calcium (Ca).

Son rôle direct sur la reproduction semble plus restreint que celui du phosphore.

Les excès ont un rôle néfaste sur la reproduction

... / ...

par déséquilibre du rapport phospho-calciqne entraînant une carence en phosphore secondaire. Ils agissent également en bloquant les oligo-éléments comme le Manganèse et l'iode.

La surconsommation d'aliments carencés en calcium comme les pailles et les ensilages de maïs favorisent l'apparition des métrites par retard d'involution utérine, prédisposent aux infections puerpérales, provoquent un retard d'apparition des premières chaleurs et la chute du taux de conception (113).

II.3.2.1.2.3.2. - Les oligo-éléments.

Les plus importants sont le Manganèse (Mn), le Zinc (Zn), le Cuivre (Cu), l'Iode (I).

- Le Manganèse et le Zinc sont nécessaires à l'élaboration des hormones gonadotropes antehypophysaires (F.S.H., L.H.). La carence de Zinc chez la vache provoque un syndrome de prurit, la dégénérescence kystique de l'ovaire et les rétentions placentaires (12). Ces déséquilibres font souvent suite à une surconsommation de calcium ou d'un condiment minéral et vitaminé de qualité médiocre.

- La carence en cuivre est bien connue chez les ruminants et provoque un syndrome avec ataxie, décoloration du pelage mais aussi diminution de fertilité avec anœstrus ou subœstrus. Dans certains cas, il y a inflammation du tractus génital de la vache.

- L'iode joue aussi un rôle important car il intervient dans la synthèse des hormones thyroïdiennes qui participent au contrôle de l'activité ovarienne.

La carence primaire ou secondaire affecte principalement

le foetus et se traduit par des avortements, la non-délivrance, la mise-bas de nouveau-nés goîtreux, myxoedémateux, très sensibles à la mortinatalité (12).

II.3.2.1.2.4. - L'Equilibre vitaminique.

Les vitamines les plus susceptibles de manquer dans la ration des reproductrices sont les vitamines liposolubles. Parmi ces vitamines liposolubles, ce sont les groupes A et D qui se distinguent par leurs effets sur la reproduction chez les bovins.

- Les vitamines du groupe A sont réputées jouer, comme le phosphore, un rôle considérable : elles stimulent l'apparition des chaleurs et renforcent leur manifestation ; elles agissent en préservant l'intégrité des épithéliums germinatif et utérin, favorisent ainsi la ponte ovulaire et la nidation de l'embryon. Elles participent en outre à la prévention des monstruosités foetales et à la mortinatalité (112).

La carence en vit.A est fréquente dans nos régions tropicales du fait de la destruction massive des carotènes des fourrages par la chaleur durant la saison sèche.

Cette carence provoque chez le mâle l'abaissement de la spermatogenèse et l'atrophie des glandes annexes. Chez la femelle, elle entraîne une chute de fécondité, la baisse de synthèse des hormones ovariennes, la kératinisation de l'épithélium vaginal et l'irrégularité des cycles avec en plus la dégénérescence kystique des follicules ovariens (113). Chez les jeunes, la

.../...

carence en vit.A entraîne des lésions définitives de l'hypophyse.

- Les vitamines du groupe D sont réputées avoir aussi, en plus de leur rôle sur le métabolisme osseux, des propriétés oestrogéniques favorables à la reproduction (89). En outre, elles ont un rôle capital de corriger les déséquilibres phosphocalciques néfastes sur la fertilité. Elles augmentent l'assimilation des oligo-éléments, Mn et Zn en particulier, dont la disponibilité est amoindrie par la surcharge calcique de la ration (113).

II.3.2.1.2.5. - Les éléments anormaux de la ration.

Certaines substances chimiques contenues dans les aliments des vaches peuvent altérer leur fonction de reproduction. Elles proviennent :

- soit de la composition chimique propre des aliments : c'est le cas des Phytoestrogènes contenus dans certaines plantes fourragères.

- soit de l'altération des aliments par mauvaise conservation : c'est le cas de l'altération par les moisissures : surtout.

- soit des traitements médicaux : c'est l'origine iatrogène.

Les plantes réputées contenir des oestrogènes sont surtout les Légumineuses comme les trèfles, la Luzerne ou des graminées comme Dactyloctenium ou encore le ray-grass (herbe à éléphant). La consommation de ces plantes peut entraîner des troubles discrets comme la nymphomanie, les troubles de féconda-

tion, avortements, dystocies par inertie utérine, etc... (135).

En Afrique tropicale, ces troubles ne sont pas connus mais il serait important de les ingorer, surtout lors de la consommation de l'herbe jeune.

Les médicaments connus pour leurs effets néfastes sur la fertilité sont le réserpine (effet inhibiteur sur l'oestrus), les corticoïdes (effet dépresseur sur l'hypophyse et la libération des gonadotrophines) ainsi que les oestrogènes qui provoquent l'installation de kystes.

II.3.2.2. - Les facteurs environnementaux.

Les principaux facteurs d'environnement qui agissent sur la fonction de reproduction de l'animal sont les facteurs climatiques et les facteurs hygiéniques. Ces facteurs sont rarement des facteurs réels de stérilité, cependant ils peuvent jouer un rôle important chez les animaux importés ; non encore adaptés au milieu où ils sont introduits.

II.3.2.2.1. Rôle des facteurs climatiques.

Les principaux facteurs du climat qui interviennent sont les saisons, la luminosité, les températures, les précipitations et l'adaptation au climat (acclimatation).

II.3.2.2.1.1. - Effet des saisons sur la reproduction.

Des variations saisonnières de fécondité chez la vache sont observées tant en pays tempérés (33) qu'en régions tropicales (27), (66), (21).

Ainsi dans la zone soudano-sahélienne du Sénégal (les Ferlo), le maximum de fécondations a lieu en Septembre-Octobre-Novembre, donc après la saison des pluies, puis il y a une légère reprise en Mars-Avril. Les études anatomo-cliniques conduites sur les zébus exploités dans cette zone ont montré que le cycle génital des femelles exploitées dans les conditions d'élevage traditionnel est discontinue, caractérisé par des périodes d'anoestrus durant la saison sèche (21).

Ce caractère saisonnier des fécondations -et aussi des vêlages- n'est nullement limitée aux zones arides et semi-arides d'Afrique au Nord de l'Equateur. On le retrouve également en Afrique Australe dans des conditions d'accouplement libre avec un régime pluvial saisonnier : BROWN et BUTTER WORTH cités par WILSON (111).

L'exploitation fournie par les auteurs à ce phénomène est d'abord l'influence de la durée d'éclairement diurne sur le cycle génital (66), mais aussi et surtout par la présence ou l'absence de disponibilités alimentaires en fonction des pluies c'est-à-dire l'influence des facteurs trophiques sur la reproduction (111).

Cette action indirecte du climat par l'intermédiaire des saisons est très importante dans les régions tropicales où il y a une différence nette entre la (ou les) saisons des pluies et la ou les saisons sèches caractérisées par un déséquilibre alimentaire quantitatif et qualitatif qui explique les périodes d'anoestrus observés.

Cependant l'action directe du climat existe aussi par le biais des autres facteurs comme la température et la luminosité.

.../...

II.3.2.2.1.2. - Action de la température.

Normalement la zone de confort thermique pour les bovins tropicaux se situe entre 10° - 26° C (97). Au-delà, les animaux sont obligés de déclencher des mécanismes d'adaptation au stress thermique. Avec les hautes températures les effets néfastes de la chaleur sur la reproduction apparaissent aussi bien chez le mâle que chez la femelle.

Chez le mâle, les effets nocifs agissent soit directement sur le testicule (action sur l'épithélium éminéral et baisse de spermatogénèse), soit indirectement par des relais endocrines thyroïdiens ou surrénaliens (51). L'effet des climats chauds et humides sur la production de sperme chez le taureau White Fulani a été étudié par EGBUNIKE et Coll. au Nigéria (1).

Chez la femelle, les fortes températures exercent une action néfaste sur la fertilité, l'âge d'apparition de la puérilité et l'activité ovarienne (51). La baisse de fertilité s'explique par la mortalité embryonnaire accrue qui survient. Le fait que l'oeuf fécondé est très sensible à la chaleur : l'accroissement de la température rectale de 1° C 12 heures après l'insémination fait passer le taux de gestation de 61 p.100 d'après FWASOANSKAS et Coll. (54). Cette action se retrouve également dans les maladies hyperthermiques. Quant aux effets sur l'activité ovarienne, il semble que de légères augmentations de température accélèrent la maturation folliculaire. Par contre les excès entraînent une inhibition de l'activité ovarienne avec absence de maturation folliculaire et d'ovulation allant jusqu'à l'aneurose total (51).

En outre, les fortes températures du fait du stress thermique, sont à l'origine des résorptions foetales, des avortements, des mortalités et de la naissance de veaux chétifs (97).

II.3.2.2.1.3. - Rôle de la luminosité.

Ce facteur ne semble pas jouer un grand rôle chez les bovins. Néanmoins certains auteurs pensent à l'effet de la lumière sur l'intensité des manifestations oes-

trales et sur le taux de conception : MAULEON et Kok OTS cités par ORTAVANT (85).

Cependant la lumière joue un rôle indirect par son effet sur le métabolisme des vitamines D : cette action s'exerce par l'intermédiaire des rayons ultra-violetts solaires (112).

II.3.2.2.1.4. - Effet de l'adaptation au climat ou l'acclimatation.

L'adaptation aux conditions tropicales est accusée d'être à l'origine de la faible productivité chez les zébus et les autres types de bétail non encore acclimatés. En particulier, cette adaptation est associée avec la maturité tardive, le raccourcissement des chaleurs et un long anoestrus post-partum d'après les observations faites dans les conditions tropicales du Brésil ().

Chez les races locales bénéficiant de ces gènes d'adaptation de par l'hérédité (héritabilité du pouvoir d'adaptation aux rigueurs climatiques : 0,15 à 0,3 d'après SEATH cité par ROLLINSON (57)), le problème qui se pose est que cette sélection naturelle va de pair avec la baisse des aptitudes de production.

Chez les races exotiques introduites dans les zones tropicales, on constate une baisse des performances, notamment la baisse de fertilité et aux maladies des zones tropicales. Le stress climatique provient de l'infertilité transitoire observée chez les animaux non encore acclimatés (32).

II.3.2.2.2. - Rôle des facteurs hygiéniques.

L'hygiène est, avec l'alimentation, un des facteurs de productivité primordial permettant aux animaux de produire et se reproduire. (24).

Elle se définit comme la méthode de prophylaxie sanitaire visant à lutter contre tous les facteurs d'agression de l'animal (facteurs physiques, chimiques, biologiques, etc...) qui sont des causes primaires de maladies ou des causes prédis-

.../...

posantes pour l'attaque par des germes spécifiques.

Cette prophylaxie doit être mise en place d'abord au niveau de tout l'élevage (hygiène générale de l'élevage) et particulièrement au niveau des parturientes : (hygiène du post et du post-partum).

Hygiène générale de l'élevage.

C'est l'ensemble des mesures visant à préserver ou rétablir l'état de santé des animaux au sein d'un élevage. Elle comprend des mesures défensives comme l'isolement, l'institution d'une quarantaine, les vides sanitaires, etc... ainsi que les mesures offensives comme la lutte contre les microbes et leur vecteurs par le nettoyage et la désinfection, la désinsectisation, la dératification, l'enlèvement des litières, etc....

Ces mesures doivent être prises au niveau des bâtiments d'élevage (assurant le confort zootechnique des animaux) et des conditions d'entretien et d'exploitation.

Hygiène du part et du post-partum.

Elle est un des éléments-clé d'un programme sanitaire de reproduction.

En effet après vêlage, l'ouverture du col, l'écoulement des lochies et les traumatismes du part sont autant de portes d'entrée pour les microbes dans le tractus génital : cette hygiène a donc un rôle essentiel dans la prévention de l'infertilité d'origine infectieuse, particulièrement les métrites puerpérales.

Dans nos élevages traditionnels, l'adoption de mesures hygiéniques simples comme le nettoyage et l'aération des enclos, le renouvellement des litières, le nettoyage de l'aire anagénitale des reproductrices et la pratique de l'antiseptie utérine permettraient de réduire les cas de non-délivrance, les retards d'involution utérine et l'intervalle entre les vêlages et les chaleurs post-partum de façon sensible.

II.3.2.3. Les facteurs de fécondation.

Nous allons cerner dans ce sous-chapitre les causes d'infertilité liés au type de fécondation utilisé. Il s'agit des facteurs liés au mâle lorsque la saillie naturelle est employée ou dans le cadre de l'insémination artificielle, de la détection des chaleurs, de la qualité des semences, de la technique d'insémination et de l'intégrité des voies génitales.

II.3.2.3.1. - Rôle de la détection des chaleurs.

La détection des chaleurs est un élément majeur de rentabilité des élevages bien conduits. En effet, rien qu'une seule détection manquée entraîne la perte de 21 jours de retard sur l'intervalle entre le vêlage et la fécondation et donc sur l'intervalle entre vêlages en général. En outre, toute erreur d'identification conduit à pratiquer l'insémination au moment inopportun, ce qui compromet sérieusement les chances de celle-ci.

D'après ces mêmes auteurs, il est statistiquement établi que le taux moyen de détection des chaleurs dans les élevages présentant des problèmes d'infertilité se situe autour de 50 - 60 p.100, alors qu'il peut dépasser 80 p.100 dans les élevages mieux organisés (98).

Dans les pays en développement, où les éleveurs sont peu habitués aux techniques de détection, la détection des chaleurs s'est révélée comme l'une des difficultés pratiques dans la réussite d'un programme d'insémination artificielle (SASSANAYAKE et SETTERGAN cités par BANE et HULTNAS. (4).

Dans les conditions tropicales d'Afrique, les femelles bovines semblent avoir des symptômes frustes de chaleurs, d'intensité faible et de courte durée ; d'amélioration de la détection des chaleurs a révélé chez les races bovines de Zambie que la durée des chaleurs était presque identique à celle des terrains européens, et qu'en outre les signes comportementaux de l'oestrus étaient bien décelables : (96). Elle pourrait donc nous permettre de bien appréhender les cas d'anoestrus apparent et de suboestrus dans les conditions tropicales, comme l'affir-

ment les auteurs australiens (110).

- Amélioration de la détection des chaleurs.

En Afrique tropicale, du fait de la particularité des chaleurs des bovins zébus qui débutent souvent tard le soir, tôt à l'aube et rarement durant la journée, les méthodes directs d'observation par l'éleveur ou le berger doivent être améliorés car nécessitant des observations à faire durant la nuit.

L'amélioration de taille peut être obtenue grâce à l'utilisation des marqueurs de chevauchement portés par les femelles susceptibles d'entrer en chaleurs. En particulier l'utilisation de la pâte colorée "TEL TAIL" s'est révélée plus efficace et moins chère pour les éleveurs que les autres méthodes. Utilisée sur les femelles zébus Gobra du Sénégal, elle a amélioré les résultats de détection des chaleurs de façon tangible (31)

La détection des chaleurs malgré ses nombreux avantages cités plus haut, paraît très contraignante dans les élevages à gros effectifs. C'est pourquoi on a cherché à la contourner par des méthodes d'induction artificielle des chaleurs et leur synchronisation. Cependant ces traitements hormonaux ne sont pas sans conséquence sur la fertilité des femelles bovines.

- Synchronisation des chaleurs et conséquences des traitements hormonaux sur la fertilité des vaches

Parmi les différents traitements de maîtrise du cycle sexuel chez les bovins (96), les méthodes basées sur l'utilisation des progestagènes sont celles qui s'accompagnent le plus d'un faible taux de fertilité apparente à l'oestrus induit. C'est ainsi que l'utilisation de la Mestestérone (MESTIVAR^(R)) sur les femelles zébus à Madagascar a donné un taux de synchronisation de 90 p.100 mais un taux de fertilité apparente de 26,7 p.100 d'après SERRES et DUBOIS cités par THIAM (). Sur les femelles Baoulé, ces traitements n'ont conduit qu'à un taux de fertilité apparente de 38,5 p.100 d'après OUEDRAOGO (). Ce manque de succès serait dû à la faible charge en glycogène des cellules

.../...

de l'endomètre, à la densification du tissu conjonctif et à la baisse de vascularisation chez les femelles traitées aux progestagènes ().

II.3.2.3.2. - Influence du moment d'insémination et de la technique utilisée.

Dans les pays africains ayant adopté l'insémination artificielle comme méthode de reproduction, il est bien connu que la réussite d'un plan d'A dépend dans une grande mesure de la qualité des inséminateurs (4). Ces derniers font également office de conseillers aux éleveurs et lorsqu'ils sont appelés pour inséminer, ils doivent être capables de déterminer si le moment est favorable ou non.

Moment d'insémination chez les femelles bovines,

Chez les femelles bovines des races tropicales, la durée de l'oestrus est court : 13 à 17^h d'après les observations du zébu Gobra (29). Ces chaleurs apparaissent en majorité entre le milieu de la nuit et 9^h du matin et l'ovulation se produit aussi tardivement : environ à 25^h depuis le début de l'oestrus d'après PLASSE et Coll. cités par AGBA (1).

Dans ces conditions, le moment propice pour l'insémination se situe dans la deuxième moitié de l'oestrus soit à 10 - 12^h depuis le début des chaleurs (). Dans la pratique, il faut respecter la loi MATIN-SOIR c'est-à-dire que les vaches vues en chaleur le matin doivent être inséminées au cours des premières heures de la matinée suivante. Signalons en outre que la pratique de la double insémination sur les chaleurs induites améliore la fertilité de 10 points environ (74).

L'influence du moment d'insémination sur les résultats de fertilité après synchronisation de l'oestrus a été étudiée par Lhoste et al au Cameroun (74). Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque l'A est pratiquée entre le 60ème et le 84ème heure après arrêt du traitement de synchronisation.

- Influence de la technique utilisée.

L'absence de techniciens compétents retentit non seulement sur les résultats de fertilité (74) mais également elle peut conduire à la propagation des maladies reproductives lorsque l'hygiène des manipulations n'est pas respectée.

Particulièrement la technique de contention du col doit se faire par voie rectale (méthode recto-corticale) et le lieu de dépôt de la semence se situe dans la partie crâniale du col ou dans le corps de l'utérus. L'insémination doit se faire de manière douce, exempte de rapidité pour ne pas provoquer une décharge d'oocytocine s'opposant à la progression des spermatozoïdes.

II.3.2.3.3. - Influence de la qualité des semences utilisées.

La qualité d'une semence dépend de la concentration des spermatozoïdes qu'elle contient, de leur mobilité, de la présence ou de l'absence de spermatozoïdes anormaux, et de la vitalité de ce sperme après congélation et décongélation ainsi que de ses propriétés biochimiques (le pH surtout).

Dans les pays africains, la qualité des semences sera surtout altéré par les températures de conservation qui sont souvent élevés : au dessus de 30°C, les semences ne sont plus viables et la fertilité chute énormément (). Ce qui pose le problème de l'approvisionnement des zones éloignées du Centre de production des semences.

Du point de vue biochimique, les auteurs indiens ont montré que la fertilité est hautement corrélée avec le pH du sperme, le temps de réduction du bleu de méthylène, la concentration en acide ascorbique et l'index de fructolyse du sperme qui sont également corrélés avec la concentration du sperme, la mobilité, le pourcentage de spermatozoïdes vivants, le p.100 de spermatozoïdes anormaux. ().

.../...

les surmenés sexuels, les taureaux souffrant des carences alimentaires ou ayant des troubles neuro-musculaires) ou lésionnelles résultant de traumatismes de l'appareil génital avec fracture du pénis, de tumeurs de balanites (inflammations du gland).

- soit des anomalies d'accouplement ou dyspareunie qui peuvent être d'origine lésionnelle (existence de plaies au niveau de l'appareil génital ou extragénital) ou mécanique : accouplement sur un sol glissant, les différences de taille, de poids, etc...

- soit des anomalies de l'éjaculation qui peut être absente par manque d'érection, interruption du coït, manque d'usage chez les jeunes, surmenage sexuel chez les adultes. Par contre une éjaculation anormale peut se produire lors d'inflammations du tractus génital depuis l'épiderme jusqu'au méat urinaire ou lorsqu'il y a des phénomènes d'hypospadias ou épispadias (manque de fermeture du fourreau en bas ou en haut) : (32).

Les troubles de fécondation provenant du côté du mâle sont surtout les gènes responsables d'anomalies -comme la translocation 1/29 robertsonienne- qui sont à l'origine de défauts de fécondation, de mortalité embryonnaire précoce, de maladies congénitales comme la cryptorchidie, l'hypoplasie gonadique, l'intersexualité, etc...

Ces gènes doivent être recherchés lors du contrôle des reproducteurs au niveau des centres de saillie ou d'insémination : sélection basée sur le progeng-Test (sélection sur la descendance) qui doit être couplée avec le contrôle sanitaire pour le dépistage des maladies comme la Brucellose, la Tuberculose, la Vibriose, la trichomonose, l'épididymite-vaginite, etc...

Au terme de cette revue des différents facteurs intervenant dans l'étiologie générale de l'infertilité chez les femelles domestiques, il convient d'insister sur ceux qui sont les plus rencontrés dans les milieux tropicaux d'Afrique : par-

mi les facteurs intrinsèques, le rôle des facteurs endocriniens n'est pas négligeable ainsi que celui des facteurs infectieux avec en particulier les maladies enzootiques sévissant dans les différents milieux tropicaux, surtout les maladies de troupeaux comme la Brucellose.

Les facteurs extrinsèques sont prédominants avec les déséquilibres alimentaires (déséquilibres globaux dans la saison sèche, déséquilibres quantitatifs et ou qualitatifs dans d'autres saisons), les facteurs environnementaux climatiques et hygiéniques viennent s'ajouter à ces facteurs alimentaires ainsi que les facteurs technologiques caractérisés notamment par la conduite rudimentaire des élevages.

L'étiologie de l'infertilité dans les pays tropicaux reconnaît donc plusieurs facteurs qui sont imbriqués. Dans la pratique, le vétérinaire appelé pour un problème d'infertilité se trouve confronté à des syndrômes où sont mélangés des troubles fonctionnels d'origine alimentaire, endocrinienne, immunologique, climatique, etc... Il convient alors d'avoir une approche sémiologique pour pouvoir faire un diagnostic correct de l'infertilité.

T R O I S I E M E P A R T I E

L'INFERTILITE, FLEAU DE L'ELEVAGE EN AFRIQUE
TROPICALE OU L'IMPACT ECONOMIQUE DE L'INFERTILITE
BOVINE

En Afrique tropicale, les analyses économiques permettant d'évaluer avec exactitude le niveau des pertes dues aux maladies animales sont encore rares, faute de données épidémiologiques fiables. L'infertilité bovine n'échappe pas à ce handicap, mais il est possible de le contourner en faisant une évaluation à partir du niveau de performances finales des animaux dans les différents systèmes de production. Ceci est d'autant vrai que dans les systèmes d'élevage traditionnel avec les animaux en mouvement, seuls les vêlages sont détectables facilement et donc les carrières des femelles reproductrices sont plus faciles à analyser (69).

Dans cette partie, nous allons tenter de faire une évaluation des pertes directes liées à l'infertilité. Nous présenterons d'abord la méthode d'évaluation choisie, puis les résultats que nous allons ensuite discuter. Mais avant cela, il nous faut revenir sur l'importance économique de l'infertilité à travers le monde.

C H A P I T R E P R E M I E R

L'IMPACT ECONOMIQUE DE DE L'INFERTILITE BOVINE

A TRAVERS LE MONDE

Au niveau mondial, l'infertilité bovine se révèle comme l'une des grandes causes de pertes économiques dans l'industrie animale, industrie laitière en particulier. Même si les chiffres exacts de pertes totales ne sont pas disponibles, les experts de la F.A.O. estiment qu'au moins 20p. 100 des pertes économiques dues aux maladies animales sont attribuables à l'infertilité (41).

Cependant il faut faire une distinction entre les élevages des pays tempérés et ceux des pays tropicaux.

Chez les premiers, l'industrie animale est nettement dominée par la production laitière. Elle utilise des races hautement sélectionnées, bien alimentées et correctement suivies. En plus les grandes épizooties ont été éradiquées ou sont l'objet d'une surveillance épidémiologique stricte. Dans ces pays, la principale cause de pertes économiques aux éleveurs est la réforme pour faible production. Elle est suivie de la réforme pour infertilité qui est en moyenne de 20 à 30 o/o du cheptel en Europe (45), 20 à 25 c/o par an aux U.S.A. (57), 15 o/o en Australie (106). Il faut signaler en plus que la principale forme d'infertilité rencontrée dans ces pays est le repeat-breeding, suivie dans faibles proportions par l'anoestus du post-partum (106). Du point de vue économique, les pertes liées à l'infertilité y sont donc dues à la réforme des vaches infertiles et à l'allongement de l'intervalle moyen entre les vêlages.

C'est ainsi qu'aux U.S.A., le contrôle laitier officiel donnait en 1976 un cheptel national chiffré à 12,5 millions de têtes et un intervalle moyen de vêlage d'environ 13,5 mois soit un écart de 45 jours par rapport aux normes idéales (12mois). Sachant qu'au delà de 90 jours après vêlage, la perte minimale par jour supplémentaire est de 4 francs (F.F.) soit 180 F.F. par vache, cela représente pour tout le cheptel une perte totale de 2,25 milliards de francs (soit 112,5 milliards C.F.A.).

Il faut y ajouter les pertes par réforme à cause de l'infertilité estimées à 625 millions F.F. par an. En conséquence, le total des pertes liées à la stérilité et à l'infertilité dans le troupeau laitier et donc supérieur à 2,8 milliards de Francs par an (140 milliards de francs C.F.A.) soit environ 8,6 o/o du revenu agricole total des fermiers américains : (57).

Dans les pays tropicaux, l'élevage est dominé par les races à viande. Malgré les énormes potentialités génétiques présentes dans ces pays, la production de viande et de lait reste faible à cause de l'hostilité du milieu intertropical, particulièrement les nombreuses animales qui y sévissent et la malnutrition des animaux. Dans ces conditions, la principale cause des pertes directes dans les élevages est la mortalité des jeunes et des adultes, suivie de la morbidité dont les conséquences directes sont peu visibles particulièrement les conséquences sur les performances de reproduction.

Cependant, une estimation même partielle des effets économiques causés par les anomalies de la reproduction sur la productivité de l'élevage révèle un niveau de pertes supérieur à celui des épizooties.

Au Sénégal, NIANG (84) a essayé d'évaluer les pertes causées par les problèmes de reproduction (puberté tardive, durée de gestation prolongée, intervalles entre vêlages trop allongées) chez le bétail Ndama. Ces pertes évaluées sur une période de 6 ans en terme de veaux et de production de lait perdus, se sont élevées à 100 milliard de francs CFA, soit l'équivalent du double de la valeur ajoutée du sous-secteur de l'élevage au Sénégal au cours du 6ème plan de développement économique et social.

Dans ce qui suit, nous allons essayer d'estimer les pertes économiques dans d'autres élevages en Afrique.

CHAPITRE DEUXIEME

MATERIELS ET METHODES

Après avoir vu le rôle néfaste de l'infertilité sur les performances du bétail en Afrique, nous allons tenter d'évaluer les pertes économiques liées à ce fléau. Nous envisagerons seulement les pertes directes, analysables à partir des carrières des femelles. Nous présenterons successivement les données de base et les hypothèses dans le matériel, puis la méthode d'évaluation choisie, les résultats et enfin leur discussion.

III.2.1. Matériels

Pour évaluer les pertes annuelles, quatre pays ont été choisis pour représenter les différentes zones écologiques de l'Afrique tropicale. Le Mali représentant les zones arides et semi-arides du Sahel, la Côte d'Ivoire pour la zone sub-humide et humide, le Kenya pour les hauts-plateaux d'Afrique Orientale, la Tanzanie pour les ranches installés dans les zones arides et semi-arides d'Afrique Orientale et australe.

Dans ces différents pays, des enquêtes sur les troupeaux ou des observations à long terme ont été réalisées à partir d'échantillons représentatifs par différents auteurs : (14), (73), (38), (105), (109), (111).

III.2.1.1. Données

Les données de base ayant servi aux calculs sont rassemblées dans le tableau III.1. Elles concernent :

Paramètres	Age au premier vêlage (mois)	Intervalle entre vêlages (mois)	Taux de fécondité (%) ou taux de vêlage (%)	Taux de réforme %	mortalité avant sevrage (%)	mortalité globale (%)	mortalité adulte (%)	prix de référence	
valeurs optimales	31	12-13	80 100()	18					
Race/ système de production (Référence)	Echantillon caractéristique	moyenne observée	moyenne observée	moyenne observée	moyenne observée				
Zébu White Fulani / Transhumant à DIAFARABE (Mali) (105)	2550 têtes (870 en moyenne par an)	50,2	19,6	54	6	-	14,1	-	Valeur commerciale bovin de 3-4 ans = 80.000 FM valeur de réforme bovin de 11 an = 33 320 FM prix du litre de lait : 210 F.M. (prix de 1980, 420 F.M.=USA)
Zébu Peulh soudanais / Agrostoraux du Delta intérieur du Niger au Mali (108)	274 vaches 545 génisses	49,5	22	55(*)	8,4	9	31,0	5,01	-valeur commerciale bovin de 3-4 ans = 70.000 FM valeur de réforme = 33290 FM prix du litre de lait : 210 FM (prix de 1980)
Zébu Maure et Peulh / élevage en station à Niono au Mali (13)	200 génisses 5267 adultes -production moyenne par lactation = 500 kg	43	15,6	56	15,6	9,5	26	2,8	- valeur commerciale bovin de 3-4 ans = 120.000 FM - valeur de réforme = 51.500 FM - prix du litre de lait = 210 FM (prix de 1980)
Taurins Baoulé et NDam / élevage sédentaire traditionnel au Nord de la Côte d'Ivoire (69)	8000 têtes -production moyenne par lactation : 150 kg durée de lactation = 250 J	42,5	16,5	50,5	6	3,6	16,5	-	-valeur commerciale bovin 3-4 ans = 40.000 cfa -valeur de réforme = 16680 Fr. -prix du litre de lait = 150 F (prix de 1980, 250 F = 1 \$ USA)
Zébu Bovin et petit Zébu est africain à courtes cornes / Ranching à MKWAJA (TANZANIE) (100)	4460 génisses 48007 adultes -production 244 kg -durée de lactation = 176 J	47	15,9	75,3(*)	12,8	8	22,7	5,8	-Valeur commerciale bovin de 3-4 ans : 200 \$ USA -valeur de réforme = 115 \$ -prix du litre de lait = 0,5 \$ (prix du marché international 1980)
Races laitières européennes et leurs croisés / Elevages laitiers intensifs à semi-intensifs sur les hauts-plateaux du Kenya (36)	2232 génisses > 7000 femelles -adultes -production /vache/an : 800 kg -durée de lactation = 270 jours -production maximale par lactation = 10 J	33,2	13,7	86,5(*)	33	10	25,1	3	-valeur moyenne d'une génisse de race améliorée = 400 \$ -valeur de réforme = 196,5 \$ -prix du litre = 0,5 \$/kg (61)

- l'effectif et la structure des trapeaux échantillons qui sont distingués par pays, par race et système de production utilisé.

- les paramètres de production notamment pour la production laitière : la production moyenne par lactation (kg)
la durée de lactation (jours)

- pour les performances de reproduction : l'âge au premier vêlage (mois), l'intervalle moyen entre vêlages (mois); le taux de fécondité (pour 100) ou le taux de vêlage (pour 100), le taux de réforme (100).

- des données sur la viabilité et la mortalité notamment le taux de mortalité avant secouage, la mortalité globale et la mortalité adulte (en pour 100).

- Les valeurs optimales des paramètres : nous avons choisi de comparer les moyennes observées dans les différents pays et systèmes de production aux valeurs obtenues en station (conditions optimales d'extériorisation des potentialités) en Afrique tropicale. Seuls les élevages intensifs laitiers sont comparés aux normes idéales valables dans les pays tempérés d'Europe.

- Les prix de référence des animaux sur pied et de leurs productions : ils varient en fonction de l'âge, du sexe, de la race et du marché. Nous avons souvent retenu les prix du marché international en 1980 (91). Les prix des vaches de réforme sont obtenus à partir du prix de génisses de 3 - 4 ans et de l'amortissement annuel multiplié par le facteur d'actualisation $\frac{1}{(1+i)^n}$

III.2.1.2. Les hypothèses formulées

Pour l'évaluation des pertes, trois niveaux d'estimation ont été considérés, correspondant aux 3 hypothèses suivantes : (cf. Tableau III.2).

- Hypothèse (1) : les pertes se rapportent seulement à l'échantillon considéré.

- Hypothèse (2) : Il y a généralisation au cheptel de la région ou du pays.

- Hypothèse (3) : Il y a généralisation au cheptel de la zone écologique considérée.

Pour chaque hypothèse, la structure du troupeau reproducteur est envisagée.

III.2.2. Méthode

La méthode choisie pour évaluer les pertes liées à l'infertilité est la méthode d'estimation des pertes annuelles pour l'effet sur les performances finales des animaux.

Nous allons présenter les raisons du choix de la méthode, le principe de la méthode et enfin la méthodologie de calcul suivie pour avoir les pertes.

III.2.2.1. Choix de la méthode

Le C.I.P.E.A. (Centre International pour l'Élevage en Afrique) a initié depuis 1984 des méthodes d'estimation du coût des maladies animales en Afrique (91). D'après ces auteurs, les pertes dues aux maladies peuvent être distinguées en pertes directes et indirectes. Les pertes directes sont les pertes de production directement imputables à la maladie (pertes par mor-

Tableau III.2. Valeur des hypothèses et structure du troupeau reproducteur.

(Pays/système de production animale + (référence)	Hypothèse(1):échantillon + période d'observation	Hypothèse (2): cheptel de la région	Hypothèse(3):cheptel de la zone écologique dans le pays
(Mali/systèmes transhumants (105)	- population : 870 têtes en moyenne par an (2550 au total) - structure: velles:8% genisses:23% vaches : 35% (1979 à 1983)	<u>DIAFARABE</u> - population : 10 000 têtes ou - structure: velles: 7,9% genisses:23,8% vaches : 23,1%	<u>Zone semi-aride du Mali :</u> - population : 1 468 000 têtes - structure : velles: 10,9% genisses: 15,8% vaches : 35,5%
(Mali/systèmes agro-pastoraux (108)	- population : 1870 têtes - structure : velles: 8% genisses: 22% vaches : 33% (de 1978 à 1983)	<u>le delta intérieur du Niger</u> - population : 1 114 000 bovins - structure: velles : 8,2% vaches: 33% genisses: 22%	. Zone semi-aride du Mali 30p-100 du cheptel . Zone subhumide du delta : 1 114 000 bovins - structure : velles : 10,9% genisses : 15,8% adultes : 35,5%
(Mali /Elevage en station (Niono) (13)	<u>Station du Sahel à Niono</u> 200 vaches étudiées pour la production laitière (de 1966 à 1975)	ramener les pertes enregistrées à DIAFARABE à un niveau de celles des élevages en station	ramener les pertes des élevages agro-pastoraux du Mali au niveau de celles des élevages en station
(Côte d'Ivoire/Elevage sédentaire traditionnel (69)	- population : 8000 têtes observations sur la période de 1976 à 1981	<u>région Nord de la Côte d'Ivoire</u> - population : 330.000 têtes - structure : 48% reproductrice 10% reproducteurs 18% genisses	<u>Zone d'extension naturelle de taurins de savanes</u> - population: plus de 1.600.000 têtes - structure : 48% adultes taux de fécondité : 55% genisses : 15,8%
(Tanzanie/ Ranching (101)	Le Ranch de MKwaza - 4460 génisses - 4800 femelles adultes données analysées sur période de 1973 à 1982	Les ranchs installés dans la zone aride et semi-aride de Tanzanie - effectif : 5 .800 00 têtes -structure : 36% adultes 5% reproducteurs 15,8% génisses	ramener les pertes enregistrées dans les ranchs au niveau de celles des élevages en station (Niono)
(Kenya/Elevage laitier intensif à semi-intensif (36)	33 fermes gouvernementales au nord-ouest du Kenya - 2232 génisses - 7000 adultes enquête réalisée de 1971 à 1974 - production moyenne par lactation : 2000 litres - production moyenne par jour : 10 litres	<u>Les grandes fermes laitières du Kenya</u> - effectif de race de souche: plus de 110 000 têtes structure : 18% velles 16% génisses 48% adultes	<u>Le cheptel laitier national</u> -effectif : environ : 2 000 000 têtes (races européennes + zèbres sahiwal) - structure : 18 % velles 16% génisses 48% adultes - production moyenne par lactation:600l - production moyenne /jour : 6 litres

talité et pertes par morbidité : avortements, baisse de fécondité, retard de croissance, réduction de la production de lait, pertes de poids et de capacité de travail etc.) Les pertes indirectes quant à elles ont trait aux effets de la maladie sur le comportement de l'éleveur, sur le choix du système de production comme par exemple l'utilisation des races améliorées ou des techniques modernes intensives.

En matière de reproduction chez les bovins, l'infertilité représente une partie des pertes directes dues à la morbidité et ces pertes peuvent être matérialisées par les effets sur les performances des femelles mises en reproduction. Le terme "maladie" comprend tous les facteurs étiologiques de l'infertilité : facteurs génétiques, alimentaires, pathologique, environnementaux, technologiques etc... Et puisque l'infertilité résulte de l'action de tous ces facteurs négatifs, il est difficile d'isoler l'effet de chaque facteur sur la fonction de reproduction puis de construire un modèle mathématique permettant d'avoir les pertes subies. C'est pourquoi nous préférons les évaluer indirectement en estimant le niveau annuel des pertes subies.

III. 2.2.2. Principe de la méthode

L'estimation des pertes annuelles liées à l'infertilité peut se faire de 2 façons (94) :

- Lorsque les données épidémiologiques sur les différentes formes d'infertilité sont disponibles sur des échantillons représentatifs, il est possible d'extrapoler les résultats sur l'ensemble du troupeau reproducteur. Les pertes subies seront calculées à partir des conséquences directes sur la production annuelle de veaux, de lait, de génisses de rempla-

ement, avec en plus les pertes en aliments, en semences et en frais vétérinaires chez les animaux inproductifs. Puis les pertes annuelles sont ajustées sur les années futures en fonction du taux d'accroissement et du taux de survie des femelles dans le troupeau.

- Lorsque seul les effets de l'infertilité sur les performances finales des animaux sont connus (performance de reproduction, viabilité, réforme), les pertes peuvent être calculées en termes de baisse de production ou d'intrants gaspillés. Il suffit alors de disposer de valeurs optimales de ces performances et des prix moyens des différentes productions pour calculer le niveau des pertes. Les pertes de production finale sont d'abord estimées sur une base annuelle puis ajustées en fonction du nombre moyen d'années de vie productive de la vache dans le troupeau. C'est cette méthode indirecte que nous allons essayer dans nos calculs.

III.2.2.3. Méthodologie de calcul

Les pertes économiques liées à l'infertilité peuvent être calculées comme suit :

A/ Pertes liées au premier vêlage tardif

- pertes de veaux = Age au premier vêlage observé - Age optimal x nombre.

Intervalle entre vêlages optimal.

Le coût de cette perte est évalué en valeur commerciale d'un bovin adulte ou en valeur d'une génisse de remplacement.

- perte de production : Age au premier vêlage observé - Age optimal x nb. génisses.

Intervallle entre vêlages

Le coût est évalué en fonction de la production moyenne par lactation et du prix du litre de lait.

B/Pertes par allongement de l'intervalle entre vêlages (V-V).

- Pertes de veaux = $\frac{V-V \text{ moyen} - V-V \text{ optimal}}{V-V \text{ optimal}}$ x nb. femelles reproduction.

Le coût de cette perte est évalué en valeur commerciale d'un bovin adulte et d'une génisse de remplacement.

- Pertes de production (lait) : elles peuvent être calculées en fonction de la diminution du nombre de vaches en lactation par an du fait de l'allongement de l'intervalle entre vêlages. Une autre façon plus simple est de considérer que durant la période improductive, la vache perd par jour une production qui serait égale à son meilleur niveau si elle avait mis bas. Ce meilleur niveau est représenté par la production moyenne au pic de lactation (à 90 jours). Ce qui peut s'écrire comme suit :

Pertes de lait = $\frac{V-V \text{ moyen} - V-V \text{ optimal}(\text{jours})}{(\text{jours})}$ x

Production moyenne à 90 jours x nb. vaches en reproduction.

C/Pertes par baisse du taux de fécondité (en o/o)

La baisse du taux de fécondité correspond à une perte de veaux et donc à une perte de productions futures en viande et en lait. La perte peut s'écrire comme suit :

- Pertes de veaux = (1-taux de fécondité) x nb. femelles en reproduction x taux de survie jusqu'à l'âge adulte. Le taux de survie est calculé en fonction du taux de mortalité globale jusqu'à l'âge de 3-4 ans et du taux de mortalité adulte jusqu'à

l'âge de 7 ans. Puis les pertes sont exprimées en valeur commerciale d'un bovin adulte et des femelles de remplacement.

- Pertes de lait = (1-taux de fécondité) x nb. femelles en reproduction x taux de survie x production moyenne annuelle x nb. d'années de vie productive dans le troupeau x prix du litre de lait.

D/ Pertes dues à la réforme

Lorsqu'une vache productive est réformée pour infertilité, il y a non seulement pertes de production, mais aussi perte de valeur (différence entre la valeur de réforme ou valeur de récupération et la valeur d'une femelle de remplacement). Bien plus, si le nombre de génisses dans le troupeau n'est pas suffisant, il s'y ajoute le coût des génisses supplémentaires à acheter. La valeur de réforme est obtenue à partir de la valeur d'une génisse de 3-4 ans (valeur de remplacement) et du facteur d'actualisation en fonction de la durée de vie productive (n).

L'âge moyen de réforme dans les élevages traditionnels est de 11 ans alors qu'il est de 6 ans pour les élevages laitiers : (84).

Donc valeur de réforme = $V_A - \frac{1}{n} V_A \times \frac{1}{(1+r)^n}$ où

V_A = valeur initiale ou de remplacement.

r = est le taux d'inflation (100/o par an).

n = est le nombre d'années de durée de vie.

Les pertes liées à la réforme peuvent donc être formulées comme suit :

- Pertes de production (dans les élevages laitiers) = nb. femelles.

en reproduction x taux de réforme x production annuelle x prix du litre de lait.

- Pertes de valeur = nb. femelles réformées x (valeur de remplacement - valeur de réforme).

- Pertes de génisses = (nb. femelles réformées - nb. génisses disponibles) x prix d'une génisse de remplacement. Le nombre de génisses disponibles peut-être obtenu à partir du taux de vêlage x taux de survie jusqu'à 3-4 ans x nb. femelles en reproduction.

E/ Coûts inattendus ou pertes par intrants gaspillés

Ces pertes sont citées pour mémoire car elles sont difficiles à calculer lorsque tous les intrants engagés ne peuvent pas être chiffrés surtout pour les élevages traditionnels. Mais dans les élevages intensifs, où les coûts de l'aliment, des inséminations, des frais vétérinaires sont connus, il est possible de chiffrer les pertes par entretien des animaux durant les périodes improductives. Par contre dans les élevages traditionnels, seul le coût du gardiennage peut-être calculé soit en valeur monétaire, soit en quantité de lait trait en faveur des bergers.

F/ Les pertes indirectes

Ces pertes sont difficiles à traduire en valeur monétaire. Elles sont représentées par le manque à gagner subi par l'éleveur à cause de soucis constants pour les vaches ou le taureau infertiles, du temps gaspillé pour le suivi et le traitement aléatoire de ces vaches, du découragement de l'éleveur qui risque même d'abandonner le système de production choisi. En particulier, l'exploitation de **raças** améliorées ou l'utilisation de

techniques modernes comme la synchronisation des chaleurs ou l'insémination artificielle peuvent être délaissées au profit des méthodes traditionnelles d'élevage.

Concernant l'insémination artificielle, KALYOGIRA (63) après analyse des difficultés rencontrés au niveau du programme national d'I.A. en Uganda, a constaté que ce sont les problèmes d'infertilité qui viennent en premier lieu (infertilité d'origine infectieuse, nutritionnelle ou due à de déficiences héréditaires). Ces problèmes d'infertilité, couplés aux contraintes de la détection des chaleurs et à un faible taux de fertilité à l'I.A., ne font qu'aggraver le suspicion des éleveurs vis-à-vis d'une telle technique nouvelle qu'ils risquent d'abandonner définitivement.

C H A P I T R E T R O I S I E M E
R E S U L T A T S , A N A L Y S E E T D I S C U S S I O N

Les résultats de l'évaluation des pertes liées à l'infertilité par la méthode d'estimation des pertes annuelles par l'effet sur les performances finales des animaux figurent au Tableau n° III. 3. Ils sont distingués en fonction des différents systèmes de production et des hypothèses correspondant aux 3 niveaux d'estimation.

Ces pertes de production finale ne concernent que les pertes en veaux et en quantité de lait. Il s'agit donc d'une estimation partielle des pertes directes puisque les pertes de force de travail, de fumier, n'ont pas été considérées. Bien plus, les ressources ou intrants gaspillés par entretien des vaches dans les périodes improductives n'ont pas aussi été envisagés.

Les pertes ont été calculées sur une base annuelle (année de référence : 1980), puis en fonction du nombre d'années de durée de vie productive dans le troupeau (6 ans en moyenne), elles ont été actualisées et cumulés. Les facteurs d'actualisation ou de composition utilisés figurent dans le mémento de l'Agronome 1984 et sont repris par les chercheurs du C.I.P.E.A. (91). Le taux d'inflation utilisé est celui qui est cité couramment dans les évaluations économiques sur les maladies animales (10 pour 100 par an).

III.3.1. Analyse des résultats

III.3.1.1. Pertes liées au premier vêlage tardif

Dans les élevages traditionnel d'Afrique, le génisse avant d'entamer sa carrière reproductrice accuse déjà un retard équivalent à au moins 1,5 vêlages et autant de lactations. Ce qui

Tableau III-3 (suite)

Tableau récapitulatif de pertes liées à l'infertilité (pertes de veaux et de lait seulement)

Pays/système de production	Hypothèses	Pertes liées au premier vêlage tardif	pertes par allongement de l'intervalle entre vêlages	pertes par baisse du taux de fécondité	Pertes liées à la réforme	Total des pertes annulées en francs constants; 1980	Total des pertes liées et actualisées en \$ USA)
						:420 FM= 1\$ USA	:250 2 FA = 1\$ USA:
Mali/ transhumant	(1)	:58.367.990 FM	:50.433.392 FM	:53.918.577 FM	-	:387.428,5 \$:2.717.510,3 \$
	(2)	:700.415.950 FM	:547.236.320 FM	:216.678.920 FM	-	:3.486.717 \$:24.456.494 \$
	(3)	:45.832.134-103 FM	:86.173.303.03 FM	:88.415.150.10 ³ FM	-	:524.810.921 \$:3.681.123.513 \$
Mali / Agro-pastoralisme	(1)	:145.498.277 FM	:35.586.263 FM	:27.775.641 FM	-	:4.972.860 \$:31.709.635 \$
	(2)	:68.916.490.10 ³ FM	:50.290.406.10 ³ FM	:87.094.366.10 ³ FM	-	:491.193.416 \$:3.132.113.972 \$
	(3)	:88.483.230.10 ³ FM	:121.582.349.10 ³ FM	:88.770.553.10 ³ FM?	-	:711.514.600 \$:4.537.600.595 \$
Mali / élevage en station	(1)	:36.479.998 FM	:42.879.520 FM	:25.320.552 FM	-	:249.238 \$:506.126,98 \$
	(2)	:434.111.960 FM	:130.811.200 FM	:142.262.412 FM	-	:1.683.775 \$:3.422.062 \$
	(3)	:42.306.580.10 ³ FM	:20.559.452.10 ³ FM	:18.089.991.180 FM	-	:192.752.436 \$:391.629.737 \$
Côte d'Ivoire/ Elevage sédentaire traditionnel	(1)	:88.461.525 CFA	:132.073.832 CFA	:181.333.930CFA	-	:1.607.477 \$:6.863.708 \$
	(2)	:3.317.071.10 ³	:7942.845.600CFA	:7.178.168.500CFA	-	:73.752.348 \$:388.664.843,6 \$
	(3)	:17.692.304500CFA	:38.510.766.800CFA	:38.006.399.000CFA	-	:376.837.883 \$:1.990.884.393 \$
Tanzanie/ Ranching	(1)	:1.797.532 \$:3.485.538 \$:623.494 \$	-	:5.906.564 \$:23.386.112,8 \$
	(2)	:480.311.384 \$:274.812.923 \$:260.113.992 \$	-	:1.015.238.299 \$:4.019.676.652 \$
	(3)	:272.382.276 \$:246.384.000 \$:92.508.640 \$	-	:611.274.916 \$:2.420.244.059 \$
Kenya/élevage laitiers intensifs à sémi-intensifs	(1)	:572.800 \$:2.181.667 \$:926.635 \$:2.811.285 \$:6.492.387 \$:16.800.823,7 \$
	(2)	:4.517.334 \$:16.456.000 \$:4.416.053 \$:21.040,184 \$:46.429.571 \$:120.149.190 \$
	(3)	:41.066.667 \$:201.280.000 \$:51.194.740 \$:160*788*800\$:454.330.207 \$:1.176.945.290 \$

s'élève pour une population animale de 10.000 têtes (DIAFARABE) dans les systèmes transhumants au Mali, à une perte totale de 700.415.950 FM (soit 1.667.657 \$ USA) au prix du bétail de 1980.

Nous avons déjà vu plus haut que ces pertes sont dues à la croissance lente, en dents-de-scie durant la période d'élevage de ces génisses conduisant à la maturité sexuelle tardive.

L'amélioration de l'alimentation de ces génisses et de la conduite d'élevage en général a permis d'obtenir le premier vêlage à 43 mois à la station du Sahel de Niono. Donc les mêmes pratiques permettraient d'abaisser le niveau des pertes de DIAFARABE de 700.415.950 FM à 434.111.960 FM soit une diminution de 30 p.100 en moyenne par an. Celle-ci atteint le taux de 52 p.100 après les 6 années de durée de vie.

III.3.1.2. Pertes liées à l'intervalle entre vêlages

L'allongement de l'intervalle entre vêlages entraîne des pertes pouvant aller jusqu'à l'équivalent d'un veau et d'une lactation dans certains élevages traditionnels. Particulièrement les systèmes de production de type agro-pastoraux ou sédentaires, du fait du déficit en ressources fourragères durant la saison sèche et chaude, accusent des intervalles moyens de 665 jours (22 mois). Au niveau des élevages transhumants, c'est la lactation prolongée et la survie des veaux qui sont à l'origine de l'allongement des intervalles entre vêlages dont la moyenne est de 525 jours (19, 6 mois).

Ainsi, pour une population bovine de 10.000 têtes à DIAFARABE, les pertes liées à l'écart entre les vêlages se chiffrent à 547.236.320 FM (1.302.943,6 \$) alors qu'elles s'élèvent à

50.290.406.000 FM(119.739.062 ₣) pour toute la population du delta du Niger au Mali (1.114.000 bovins). Par tête de bovin, cela représente une perte sèche de 107 ₣ par année-vêlage.

L'amélioration des conditions nutritionnelles des vaches ainsi que l'introduction de techniques de gestion telles que le sevrage précoce ou temporaire, la diminution de la période de tarissement et les techniques de stimulation alimentaire permettraient de diminuer ces pertes d'environ 76 p.100.

III.3.1.2. Pertes par baisse du taux de fécondité

La baisse du taux de fécondité dans les élevages traditionnels d'Afrique n'est pas due seulement aux intervalles entre vêlages prolongés. Il s'y ajoute les pertes par avortements, mortinatalités et mortalités avant sevrage. Alors que dans les élevages bien conduits, un taux de fécondité moyen de 80 p.100 est observé par an, celui-ci n'est que de 50 à 55 p.100 en élevage traditionnel. Ce manque à gagner constitue des pertes énormes de veaux et de production futures. Ce qui s'élèverait par exemple, pour le cheptel de la zone semi-aride du Mali (1.468.000 têtes dont 35,5 o/o de femelles adultes), à une perte de 88.415.150.103 FM (21.051.226 ₣) par an. Cela représente une perte de 40 ₣ (16.965 FM) par vache adulte et par an.

III.3.1.4. Pertes par réforme

Ces pertes n'ont pas été calculées dans les élevages traditionnels. En effet dans ces systèmes de production, outre le fait que le taux de réforme est faible dans les troupeaux, le

principal motif de réforme est l'âge avancé des femelles et non l'infertilité.

Par contre au niveau des élevages laitiers installés en Afrique la réforme pour infertilité est mieux connue et elle est à l'origine d'environ 45 p.100 des pertes totales dues à l'infertilité dans les grandes fermes laitières du Kenya.

III.3.2. Discussion

L'évaluation des pertes directes dues à l'infertilité, même avec une méthode indirecte comme l'estimation des pertes de production finale, permet de révéler que ces pertes cachées sont énormes et peuvent être parfois plus élevées que celles causées par les épizooties en Afrique. Ainsi au Nigéria, l'évaluation économique des pertes directes dues à l'épizootie de Peste bovine de 1982-1983 a permis de chiffrer le niveau des pertes à 404 millions \$ U.S.A. (). Ce niveau est de loin inférieur, toutes proportions gardées, à celui des pertes annuelles directes liées à l'infertilité dans les systèmes agro-pastoraux de la zone semi-aride et subhumide du Mali (plus de 700 millions de \$ U.S.A. pour une population bovine de plus de 1.500.000 têtes).

Plus grave encore est l'aspect cumulatif de ces pertes liées à la reproduction durant toute la durée de vie productive de la femelle. Ainsi le cumul des pertes annuelles dans les élevages transhumants de la zone semi-aride (Sahel) du Mali pendant 6 ans s'élève à plus de 3 milliards de \$ USA soit l'équivalent du quadruple du P.N.B de ce pays chiffré à environ 690 millions de \$ U.S.A. (61).

L'infertilité bovine est donc importante du point de vue économique dans les pays d'élevage en Afrique. Elle mérite par conséquent une attention particulière que ce soit au niveau des éleveurs dans la gestion de leurs troupeaux, ou au niveau des organismes de recherche pour mieux lutter contre ce fléau.

C H A P I T R E Q U A T R I E M E

PROPOSITIONS ET AMÉLIORATIONS SOUHAITABLES

Après avoir fait le point sur les aspects sémiologique, étiologique et économique de l'infertilité bovine en Afrique tropicale, il nous revient maintenant de voir comment aborder ce fléau dans le contexte de l'Afrique tropicale. Nos propositions ont trait à l'amélioration de la gestion de la reproduction ainsi qu'aux recherches à entreprendre ou à encourager afin d'éclaircir certains aspects de l'infertilité encore mal connus.

III.4.1. Amélioration de la gestion de la reproduction
Une arme essentielle contre l'infertilité.

Quel que soit le système de production animale en cause, la bonne gestion commence par la limitation des pertes et du gaspillage des ressources ou intrants. Or l'infertilité, comme nous l'avons vu plus haut, entraîne des pertes économiques graves. Il faut donc attaquer les problèmes de reproduction du Cheptel à la base, c'est-à-dire au niveau des contraintes majeures de la reproduction du bétail en Afrique. C'est pourquoi nous envisagerons successivement l'amélioration de la conduite de l'alimentation, de l'état sanitaire des troupeaux, de la gestion technique des élevages. Puis nous verrons les techniques modernes que l'éleveur africain pourrait adopter pour augmenter la productivité de son élevage.

III.4.1.1. Amélioration de la conduite de l'alimenta-
tion.

L'alimentation constitue l'obstacle majeur en matière de reproduction dans l'élevage traditionnel. Il est donc impéra-

tif de résoudre les problèmes nutritionnels qualitatifs et quantitatifs pour améliorer les paramètres de la reproduction dans le contexte de l'élevage traditionnel en Afrique tropicale. Pour cela, il faudrait :

- Une amélioration de la production fourragère et une meilleure utilisation des ressources disponibles afin de prévenir les carences alimentaires durant la saison sèche. Pour cela, les techniques de préparation d'ensilages, de récolte de foin de bonne qualité, d'utilisation de résidus de récolte et de sous-produits agro-industriels doivent continuer à être vulgarisées dans le milieu traditionnel.

- Une meilleure connaissance des techniques d'alimentation des animaux qui varient en fonction des âges.

Pour les veaux, il s'agit d'abord de leur laisser suffisamment de lait durant la période d'allaitement naturel. Pour cela, la compétition entre l'éleveur et le veau devrait baisser en essayant de diversifier le régime alimentaire des populations pastorales. Il a été démontré que l'amélioration des performances de reproduction des vaches dans les systèmes nomade et transhumant passait par la diminution de la dépendance des populations Peulhs à l'égard du lait (109). Dans cette optique, la durée d'allaitement devrait également diminuer en vue de sauvegarder les performances ultérieures de la mère. Habituellement le sevrage est pratiqué vers 11 mois en milieu traditionnel (109).

Plusieurs techniques de sevrage existent qui permettraient de ramener la période d'allaitement à 6 mois (52) ou de limiter

les cas d'anoetus de lactation (106).

L'alimentation des génisses doit également être surveillée en vue de couvrir leurs besoins d'entretien et de croissance rapide sans laquelle elles ne peuvent atteindre le poids requis pour la puberté précoce. Pour cela, il faudrait leur choisir des pâturages de bonne qualité et de pratiquer la supplémentation à l'étable. L'utilisation des pierres à lécher et d'un condiment minéral apportant le calcium et le Phosphore sont souhaitables.

Pour les adultes, il s'agit surtout de prévenir les chutes de poids après le vêlage qui survient durant la saison sèche et chaude. Ces chutes de poids au cours de la saison sèche sont plus sévères chez les vaches allaitantes et leur récupération est plus lente durant l'hivernage (109).

- Un programme de déparasitage interne et externe des animaux suivi rigoureusement. En effet ces parasites, par leur action spoliatrice, aggravent les carences nutritionnelles particulièrement pendant la saison sèche.

- Une politique de réforme des vieilles vaches improductives qui ne font qu'aggraver la situation alimentaire déjà précaire des autres. L'âge de 9 ans est une bonne moyenne en élevage traditionnel, ce qui correspond à une carrière de 3 veaux (109).

III.4.1.2. Amélioration de l'état sanitaire des animaux

En Afrique tropicale, malgré les progrès de la médecine vétérinaire et l'organisation de campagnes internationales et nationales de prophylaxie, plusieurs maladies du bétail sont encore à l'origine de pertes économiques énormes dans les élevages. Trois groupes d'affections se partagent le gros des services vétérinaires africains : Les maladies infectieuses épizotiques ou enzootiques notamment la Peste bovine, le péripneumonie contagieuse des Bovinés et la fièvre aphteuse ; Les typanosomoses et la lutte contre la mouche tsé-tsé ; Les tiques et les maladies transmises par les tiques.

Dans un contexte où les facteurs pathologiques sont donc importants comme le milieu tropical africain, l'amélioration de la gestion de la reproduction passe nécessairement par :

-- L'augmentation des moyens logistiques mis à la disposition des services vétérinaires pour l'organisation et le suivi des campagnes de prophylaxie.

-- La construction et l'équipement de laboratoires de diagnostic qui manquent encore dans certains pays. Même lorsqu'ils sont disponibles, la formation du personnel compétent fait souvent défaut.

-- L'organisation d'enquêtes sérologiques et des dépistages sur le terrain pour certaines maladies de troupeaux comme la Brucellose, la Tuberculose, la Vibriose, la Trichomonose etc...

- La participation des éleveurs dans les campagnes de lutte contre les tiques et la mouche tsé-tsé.

- L'extension des réseaux d'approvisionnement en médicaments jusqu'aux éleveurs mais à un prix compatible avec les prix des productions animales pratiqués sur le marché.

III.4.1.3. Amélioration de la conduite d'élevage

La conduite d'élevage ou management du troupeau est l'ensemble des actions à mener et les techniques à utiliser pour tirer le maximum de profit possible des animaux exploités. Parmi ces actions zootechniques, il faut retenir le suivi correct des animaux par l'identification et l'enregistrement des données, le choix des reproducteurs, le choix de la saison de monte, le choix de la méthode de reproduction, la détection des chaleurs, la préparation au vêlage, l'hygiène du vêlage et du post-partum etc...

- L'identification des animaux et l'enregistrement des données sur les événements physiologiques et pathologiques revêt une importance capitale pour le vétérinaire qui doit poser le diagnostic de l'infertilité. Sans bons enregistrements, ce dernier est perdu en essayant de faire face à l'infertilité(18).

Dans les systèmes traditionnels d'élevages, où les animaux sont conduits en grands troupeaux et où ils sont en perpétuel mouvement, le suivi quotidien des animaux s'avère difficile. Mais la formation des bergers ou des propriétaires au

marquage des animaux (marquage au fer rouge, entailles sur les oreilles, Utilisation de peintures etc...), à l'observation minutieuse des animaux le matin avant d'aller au pâturage et le soir au retour, à un minimum d'enregistrements des faits observés doit être encouragée par les responsables des services d'élevage.

Dans les élevages améliorés (stations d'élevage, élevages intensifs), le principal problème posé est celui de la fiabilité des données car les techniciens n'hésitent pas à enregistrer des données fictives. Concernant les fiches d'enregistrement, 4 types de fiches individuelles doivent être élaborées (la fiche de reproduction, la fiche de production, la fiche sanitaire, la fiche d'alimentation). L'utilisation des documents récapitulatifs ou prévisionnels tels que les plannings linéaire et circulaire doit être instituée.

- Le choix des reproducteurs doit être rigoureux que ce soit pour les mâles ou les femelles.

Avant tout l'éleveur doit écarter de la reproduction tous les candidats porteurs de tares ou anomalies héréditaires : taureaux crytorchides, à testicules hyposolasiés ou ayant une ardeur générique faible, les femelles porteuses de kystes ovariens, d'ovaires hypolasiques ou les vaches nymphomanes. De même les femelles ayant un taux élevé de dystocies, de mortalité embryonnaire et d'avortements répétés doivent être écartées.

Au niveau des centres de saillie ou d'insémination artificielle un contrôle des reproducteurs basé sur le contrôle génétique (étude du caryotype), sur la qualité de sperme produit et sur les tests de fertilité (Progeny-testing) doit être encouragé.

Quant à la sélection des génisses, elle doit se baser sur leur condition physique (le poids) à la puberté et non sur l'âge. Il vaut mieux ne pas mettre au taureau les génisses encore immatures, d'un poids inférieur à 200 kgs. Pour les vaches adultes, la sélection sera basée sur l'âge : toutes les vieilles vaches (ayant plus de 10 ans) doivent être réformées systématiquement.

- Le choix de la saison de monte dépend de la distribution naturelle des naissances, de la nécessité de regrouper les vèlages, de la facilité de conduite dans certaines saisons etc... En général dans les différentes zones écologiques d'Afrique tropicale, il existe des périodes de forte fécondité correspondant soit au début de la saison des pluies chez les Zébus sahéliens (29), soit au milieu de la saison sèche pour les taurins de la zone guinéenne (73).

- Le choix de la méthode de reproduction (la fécondation naturelle ou saillie et la fécondation artificielle) dépend du niveau de technicité de l'éleveur, de l'état nutritionnel et sanitaire des animaux, de la disponibilité des infrastructures et de la maîtrise technique d'I.A. dans le pays.

La saillie naturelle sera donc utilisée de préférence chez les éleveurs disposant de moyens limités ou modestes. Une bonne conduite d'élevage basée sur l'organisation des troupeaux, la séparation des mâles et des femelles, le choix de bons taureaux et la limitation de leur nombre dans le troupeau peut conduire à des résultats satisfaisants.

Chez les éleveurs moyens et modernes, l'utilisation de l'insémination artificielle est possible, sous réserve de la maîtrise de la technique. Dans ces conditions, la formation des éleveurs ou des bergers aux méthodes de détection des chaleurs, aux techniques d'alimentation du bétail et aux méthodes de gestion des élevages est un instrument indispensable à la réussite d'un programme d'insémination artificielle.

- Que ce soit dans les élevages traditionnels ou améliorés, le rôle de la détection des chaleurs doit être bien perçu par les éleveurs. En effet, celle-ci est la condition sine qua non de l'obtention de bonnes performances de reproduction dans un élevage bien conduit. Pour les besoins tropicaux, il faudrait surveiller l'apparition des chaleurs non seulement le matin et pendant la journée, mais aussi à l'aube et tard le soir (4). Donc il faudrait aussi motiver les éleveurs par des prix rémunérateurs à leurs productions.

III.4.1.4. Choix des techniques nouvelles à vulgariser dans le milieu traditionnel

L'intensification des productions animales en Afrique doit passer nécessairement par l'utilisation de techniques modernes permettant de raccourcir l'âge de mise à reproduction, les intervalles entre les cycles de production et d'augmenter la viabilité des produits. Parmi ces techniques, on pourrait retenir le sevrage précoce et l'alimentation intensive des génisses, la détection des chaleurs, l'utilisation de l'insémination artificielle de façon raisonnée.

- Les techniques de sevrage favorisent la reprise

rapide des chaleurs et le niveau des performances de reproduction après le vêlage chez les femelles allaitantes. Trois techniques sont utilisables :

- le sevrage précoce à 90-120 jours après vêlage : l'utilisation de cette technique dans les conditions d'élevage traditionnel au Brésil a permis d'abaisser l'intervalle entre vêlages de 25 mois à 18-20 mois (52). Mais elle nécessite que les veaux sevrés aient à leur disposition des lacto-remplaceurs et des concentrés de démarrage en quantité suffisante.

- le sevrage partiel : qu à temps partiel. Il consiste à laisser le veau téter 2 à 3 fois par jour de 30 minutes en début de lactation seulement (entre le 28e - 41e jour) puis une seule fois par jour dans la période du 41e-100e jour après vêlage. Appliquée au Zimbabwe sur des vaches Africander, cette méthode a permis d'abaisser le taux de vaches en anoestus de lactation de 40 p. 100 à 6 p. 100, d'augmenter le taux de fertilité de ces chaleurs de 50 à 90 p. 100, de diminuer l'intervalle vêlage-première ovulation de 20 jours de l'intervalle vêlage - fécondation de 21 jours (106). L'utilisation de cette technique en milieu traditionnel suppose que les veaux puissent être supplémentés.

- le sevrage temporaire : celui-ci consiste à arrêter l'allaitement pendant une semaine en début de lactation pour déclencher la reprise du cycle sexuel juste au début de la saison de monte. L'application de cette technique s'est révélée avoir les mêmes effets que ceux du sevrage précoce (52).

- L'alimentation intensive des génisses permet de raccourcir l'âge de mise à la reproduction. En effet ce dernier dépend plus de la maturité pondérale que de l'âge proprement dit. Ainsi, dans une expérience d'extériorisation conduite sur le Zébu Gobra au Sénégal, la distribution de concentrés titrant environ 0,8 U.F et 130g M.A.D/kg et par jour depuis la naissance jusqu'à l'âge de 43 mois a permis d'obtenir l'âge au premier vêlage de 45 mois à 31 mois, l'intervalle entre la mise à la reproduction et la fécondité de 8 mois chez les témoins à moins de 3 mois chez les génisses extériorisés. Bien plus, l'intervalle entre les vêlages ultérieures et abaissé de 20 mois à 15 mois et la répartition des naissances est constante au cours de l'année, le caractère saisonnier des vêlages tendant à disparaître : (30).

-- La détection des chaleurs, dont nous avons souligné l'importance précédemment, pourrait être améliorée grâce à des moyens différés d'observation comme l'utilisation d'un marqueur de chevauchement tel que la pâte colorée TEL-TAIL. Utilisée sur le Zébu Gobra du Sénégal, elle a donné de très bons résultats (100 p. 100 de détection des chaleurs) et elle est d'un coût abordable pour les éleveurs (80 francs CFA par animal) : (34).

- L'insémination artificielle, technique d'avenir pour l'amélioration génétique de nos races locales, donne pour le moment, des résultats inférieurs à ceux de la monte-libre que ce soit en oestus naturel ou en Oestus induit. Rapportée au nombre de vachesinséminées, la fécondité brute est de 50 p.100 à L'I.A. contre 68 p.100 en monte libre pour les chaleurs naturelles, alors qu'elle est de 40 p.100 à L'I.A. contre 65 p. 100 en monte libre en cas de chaleurs induites (74).

L'amélioration des résultats de cette technique dans les conditions d'élevage extensif exige une surveillance très soutenue des animaux (bonne détection des chaleurs qui conditionne le moment d'insémination), le choix de la saison où les conditions nutritionnelles sont favorables et même la pratique d'une ~~stimulation~~ stimulation alimentaire (techniques de "Flushing") au début de la campagne d'insémination, la maîtrise de la technique par la formation des inséminateurs, la sélection de mâles et de femelles ayant un bon niveau de fertilité.

L'utilisation de la synchronisation des chaleurs permettrait de planifier et raccourcir la durée des campagnes d'insémination, faciliter la réalisation de l'I.A dans des conditions plus favorables en simplifiant la détection des chaleurs.

En somme, l'amélioration de la gestion du patrimoine reproducteur en Afrique tropicale occasionne beaucoup d'exigences techniques et d'après THIBIER (100), elle semble plus compliquée qu'ailleurs à cause des nombreuses contraintes du milieu tropical. Des recherches doivent donc être conduites pour tester l'applicabilité de ces techniques dans le milieu traditionnel africain.

III.4.2. Propositions sur les investigations et les axes de recherche à développer.

Jusqu'à l'heure actuelle, la recherche appliquée dans le domaine de la reproduction du bétail en Afrique tropicale, s'est orientée vers l'étude des caractéristiques anatomiques et physiologiques ainsi que des performances de reproduction dans les centres de recherche zootechnique. Les aspects pathologiques et physiopathologiques de la reproduction sont encore peu connus.

C'est pourquoi nos propositions vont dans le sens d'une meilleure connaissance des problèmes de reproduction du bétail dans les systèmes d'élevage traditionnel surtout. Nous envisagerons les enquêtes à mener sur le terrain et les recherches à conduire au laboratoire pour une meilleure connaissance des différents aspects de l'infertilité bovine.

III.4.2.1. Enquêtes sur le terrain

- Des enquêtes ou observations à long terme pour l'évaluation du niveau de fertilité du bétail africain dans les différentes zones écologiques : Jusqu'à présent seules les enquêtes sur les systèmes de production et la productivité du bétail ont été réalisées par ou en collaboration avec le C.I.P.E.A. : (14), (73), (105), (109), (111).

Cependant de telles enquêtes sont très onéreuses car elles nécessitent la mise en place d'un système d'enregistrement de données sur une période de 5 ans au moins. Au niveau de l'élevage traditionnel, elles ne peuvent être conduites que par des enquêteurs devant participer effectivement aux activités de gardiennage des troupeaux en constant mouvement. Les données à enregistrer concernent l'état civil des animaux (numéros d'identification, dates de naissance, arbre généalogique etc...), les événements physiologiques et pathologiques comme les vêlages, les dates de retour des chaleurs, les dates de saillie (ou d'insémination), les diagnostics de gestation, les avortements, les naissances prématurés ou les mortalités, les suites du vêlage, la mortalité et les causes de réforme

chez les adultes etc... En plus, il faut des données sur l'alimentation, les maladies, la production laitière ou l'allaitement, le mode de détection des chaleurs, les facteurs climatiques. (Températures moyennes, pluviométrie, humidité relative etc...).

La complexité de ce genre d'enquêtes fait que jusqu'à présent elles n'ont été conduites que dans les élevages laitiers. L'exemple nous est fourni par une enquête réalisée au Kenya : (38).

- Des enquêtes épidémiologiques sur les maladies d'élevage (maladies infectieuses générales ou spécifiques, maladies parasitaires) et leurs conséquences sur l'appareil reproducteur des animaux : anoestus avec inactivité ovarienne, corps jaunes persistant, suboestus, infécondité, avortements, anomalies de gestation, mortinatalités ou foetus non viables etc...

Ces enquêtes permettraient de faire la part des facteurs infectieux et celle des facteurs alimentaires et d'environnement dans l'étiologie de l'infertilité bovine. Cependant elles sont également coûteuses car elles nécessitent des investigations cliniques, sérologiques, biochimiques (dosages de progestérone, profils métaboliques) et parasitologiques. Mais elles sont nécessaires pour l'évaluation exacte des pertes économiques dues aux maladies animales, pertes dues à l'infertilité en particulier.

III.4.2.2. Recherches et expérimentations à promouvoir

De nos jours, plusieurs aspects cliniques et étiologiques de l'infertilité bovine sont encore mal connus. La recherche fondamentale ou appliquée pourrait élucider certains de ces aspects. Il faudrait promouvoir notamment :

- Des études cytogénétiques permettant de révéler des anomalies chromosomiques à l'origine de problèmes divers de reproduction dans le bétail. C'est ainsi que des examens cytogénétiques ont permis de révéler l'existence de la translocation 1-29 dans les troupeaux de taurins du Nord de la Côte d'Ivoire : (90). Cette anomalie entraîne une baisse de fertilité dans les deux sexes.

D'autres tests basés sur la recherche d'anomalies dans la chromatine sexuelle peuvent être utilisés dans la détection de mauvais reproducteurs à la naissance. Ce genre de test est très utilisé en Inde (8).

- L'utilisation des techniques radioimmunologiques (R.I.A) ou Enzymo-immunologiques (E.I.A) pour les dosages hormonaux. Ces techniques s'appliquent bien aux dosages des hormones ovariennes (oestrogènes et Progestérons), hypophysaires (gonadotrophines F.S.H. et L.H) et hypothalamiques (la gonadolibérine Gn. R.H) qui enterviennent dans les différentes étapes de la reproduction. En particulier le dosage de progestérone dans le plasma ou le lait par la méthode R.I.A. permettrait d'abord une meilleure compréhension des paramètres de reproduction de nos

races locales (âge à la puberté, cycle oestral, gestation parturition et période post-partum avec notamment la durée d'invololution utérine).

La technique a également des applications pratiques telles que le diagnostic précoce de gestation, la confirmation de l'oestus et du moment propice d'insémination, méthode utilisable pour corriger les erreurs dans la détection des chaleurs et pour la réussite d'un programme d'I.A. à grande échelle.

Les autres applications pratiques de la technique sont la confirmation ou l'infirmité du diagnostic clinique de conditions pathologiques telles que l'anoestus fonctionnel vrai, l'anoestus du corps jaune persistant et les kystes ovariens ainsi que de l'efficacité des traitements choisis pour ces affections.

Les dosages de progesterone, en combinaison avec des méthodes cliniques telles que l'exploration rectale des organes génitaux et l'observation des variations comportementales, constituent un outil important dans la détermination du niveau de fertilité dans un troupeau. Un exemple nous est fourni par une étude conduite sur le bétail NGANDA en Ouganda (78).

- D'autres études sont nécessaires pour combler les lacunes dans la connaissance des mécanismes par lesquels les facteurs d'environnement tels que le climat, l'alimentation, le management interviennent sur l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien. De même la façon dont les interactions Genotype x environnement déterminent la performance de reproduction globale doit être mieux connue dans le cadre des opérations de sélection. Pour cela, il faudrait donc encourager des recherches fondamentales sur :

. le rôle des gonadotrophines et de la gonadolibérine, des effets feed-back des hormones gonadiques sous certaines conditions d'alimentation, d'hygiène et d'environnement climatique précis.

. le rôle de certains facteurs nutritionnels comme le niveau protéique, l'apport de certains minéraux comme le phosphore, le rapport phospho-calique, les oligo-éléments comme le Mn, cu, I, se, l'apport vitaminique (vitamines A, D, E).

. le rôle de certaines hormones telles que l'hormone de croissance, la prolactine et sa part dans le déterminisme de l'anoestus de lactation chez les vaches allaitantes.

- Enfin certaines techniques d'avenir telles que le transfert d'embryons et la détection des ovulations doivent être expérimentées dans le contexte de l'Afrique tropicale. Le transfert d'embryons permettrait de contourner le problème de la mortalité embryonnaire précoce chez les races amélioratrices importées, chez qui le stress thermique induit une mortalité très élevée. Quant à la détection des ovulations, elle permettrait de contrôler les ovulations silencieuses ou le suboestus qui semblent nombreuses chez les races tropicales.

En bref, l'infertilité bovine est un véritable fléau économique dans les élevages. La méthode d'évaluation des pertes directes par l'estimation des pertes annuelles de productions finales montre que les pertes dues à l'infertilité, malgré leur caractère surnois, sont souvent plus élevées en

valeur absolue que les pertes directes dues à certaines épidémies meurtrières.

Il convient alors de ne pas négliger ces pertes et de consacrer à ce fléau plusieurs enquêtes épidémiologiques et des recherches plus approfondies.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'Afrique tropicale malgré ses vastes étendues et les différentes actions entreprises pour l'intensification de la production n'a pas encore atteint un niveau suffisant d'autosuffisance alimentaire.

En matière de productions animales, productions bovines en particulier, le niveau de productivité estimé à 14 kg de viande et 90 litres de lait par tête de bovin et par an est encore faible.

En plus, il est associé à de faibles performances de reproduction. En effet dans les systèmes traditionnels d'élevage, produisant 95 p.100 de la viande en Afrique, l'âge au premier vêlage se situe entre 4 et 5 ans, l'intervalle entre vêlages moyen et supérieur à 18 mois, le nombre de vêlages par femelle est de 3 en moyenne, le taux de fécondité voisin de 50 p.100 et le taux annuel de remplacement théorique est de 16 p.100.

Ces performances de reproduction assez faibles sont liés à certaines formes d'infertilité, ce fléau de l'élevage qui se définit comme l'incapacité temporaire ou définitive de la vache à reproduire c'est-à-dire produire un veau vivant et viable.

Du point de vue sémiologique, nous avons distingué 3 types d'infertilité à savoir l'anoestrus, l'infertilité des vaches à chaleurs normales ou **repeat-breeding** et l'infertilité des vaches à chaleurs anormales. En Afrique tropicale, c'est l'anoestrus qui prédomine particulièrement l'anoestrus avec inactivité ovarienne ou acyclicité liée à la sous-alimentation prolongée des femelles durant les périodes de sécheresse, aux mala-

dies débilitantes chroniques et aux mauvaises conditions d'entretien : stress thermique, longs déplacements, mauvaise conduite d'élevage avec sevrage tardif et allaitement prolongé, non suivi des génisses et des reproductrices, modes d'élevage en mouvement etc...

Du point de vue étiologique, les causes majeures d'infertilité sont donc des facteurs extrinsèques : les facteurs alimentaires avec en particulier la carence énergétique ou famine partielle durant le ou les saisons sèches, les facteurs environnementaux climatiques et hygiéniques, les facteurs technologiques comme le manque ou la mauvaise pratique de la détection des chaleurs, l'absence de contrôle de l'infertilité liée aux mâles ou l'absence de maîtrise de la technique d'insémination artificielle dans certains pays, le choix des femelles et l'intégrité de leurs voies génitales etc... A ces facteurs extrinsèques s'ajoutent souvent des facteurs intrinsèques d'origine génétique (les anomalies chromosomiques ou génétiques létales transmises par les taureaux ou les femelles elles-mêmes), d'origine endocrinienne (les facteurs hormonaux) et d'origine pathologique avec notamment les maladies enzootiques "sévisant dans les troupeaux dont la Brucellose surtout.

Du point de vue économique, l'infertilité bovine entraîne beaucoup de pertes dans les élevages même si elles semblent souvent cachées. L'évaluation des pertes directes par la méthode d'estimation des pertes annuelles de productions finales (pertes de viande, de lait, de veaux pour le remplacement) nous a permis de voir que l'infertilité cause un manque à gagner annuel de plus d'un milliard de dollars U.S.A (environ 300 milliards de francs CFA) dans les systèmes d'élevage transhumants

et agro-pastoraux du Mali. Ce qui représente environ le double du P.N.B de ce pays par an. Il est intéressant de constater que l'amélioration de la conduite des animaux, telle qu'elle a été pratiquée à la station d'élevage du Sahel à Niono permet d'abaisser le niveau de ces pertes à leur moitié environ.

L'ampleur de ces pertes nous a conduit à réaffirmer que l'infertilité bovine est un fléau de l'élevage au même titre que certaines épizooties comme la peste bovine.

Elle mérite donc une attention particulière que ce soit au niveau des responsables chargés d'élaborer les politiques de développement de l'élevage en Afrique qu'au niveau des organismes de recherche qui s'intéressent aux problèmes de reproduction du bétail en Afrique.

Nos propositions vont dans le sens de l'amélioration de la gestion de la reproduction par l'amélioration de la conduite de l'alimentation particulièrement durant la saison sèche, l'amélioration de l'état sanitaire des animaux et l'amélioration de la conduite d'élevage, mais aussi l'utilisation des techniques modernes de reproduction comme la détection des chaleurs et l'insémination artificielle.

Au niveau de la recherche, nous préconisons ou encourageons les enquêtes ou observations à long terme sur le niveau de fertilité de nos races tropicales, les enquêtes épidémiologiques sur les différentes formes d'infertilité et des investigations sur l'infertilité d'origine génétique, les profils hormonaux des races tropicales d'Afrique en fonction de différents niveaux alimentaires et dans des conditions d'éleva-

ge tropicales bien réelles. Grâce à ces investigations, il serait possible de proposer une thérapeutique adéquate aux différentes formes d'infertilité sévissant en Afrique tropicale.

Annexe n° 1 :

Classification écologique et correspondances approximatives avec d'autres classifications

PLUIES ANNUELLES (mm)	AFRIQUE DE L'OUEST ^(a)			CLASSIFICATION ACTUELLE		AFRIQUE DE L'EST ^(b)		
	CHEVALIER (1933)	AUBRE-VILLE (1949)	KEY (1959)	ZONE AGRO-CLIMATIQUE	JOURS DE CROISSANCE DE LA VEGETATION	PRATT et GWYNNE (1977)	INDICE D'HUMIDITE	
0	SAHARIEN	SAHARIEN	DESERT	ARIDE	0 - 90	DESERT	-57 à -60	60
200		SAHARO-SAHELIEN	SAHEL			TRES ARIDE	-51 à -57	50
400	SAHELIEN	SAHELO-SOUDANAIEN		SEMI-ARIDE	90 - 180	ARIDE	-42 à -51	40
600		SOUDANAIS	SOUDAN			SEMI-ARIDE	-30 à -42	30
800	SOUDANAIS	SOUDANO-GUINEEN	NORD GUINEEN	SUBHUMIDE	180 - 270	SUBHUMIDE SEC à SEMI-ARIDE	-10 à -30	20
1000		GUINEEN	SUD GUINEEN			SEMIA-ARIDE	-10 à -30	10
1200	GUINEEN	GUINEEN-FORESTIER	SAVANNE SECONDAIRE	HUMIDE	270 - 365	HUMIDE à SUBHUMIDE SEC	0	
1400		GRANDE FORET	FORET HUMIDE					
1600								
1800								
2000								
2200								

----- Lignes de correspondance entre définitions.

(a) La détermination des zones suit plus ou moins le niveau annuel des précipitations.

(b) Les zones sont délimitées à partir de la relation entre les précipitations et l'évapotranspiration qui indique l'indice d'humidité.

Source: (-)

B I B L I O G R A P H I E

1. **AGBA, k.c.-** Particularités anatomiques et fonctionnelles des organes génitaux de la femelle Zébu.
Thèse: Méd. Vet. : Dakar, 1975 ; n°12.
2. **ATTONATY, J.M. ; GASTINER, P.L. ; JALLES, E ; THIBIER, M.-**
Conséquences économiques des troubles de la fécondité.
Compte-rendu journées d'information I.T.E.B-UN.C.
E.I.A. : Paris, 1973 ; p. 35.
3. **AUBREVILLE, A.-** Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.
Paris : Société d'Editions géographiques, maritimes et coloniales, 1949.
4. **BANE, A et HULMNAS, C.A.-** L'insémination artificielle dans les pays en développement.
Rev. Mond. Zoot., 1974,(9) : 24-29.
5. **BERTRAND, M.-** Les Anomalies chromosomiques en pathologie vétérinaire.
Rev. Méd. Vet., 1971, 122(12) : 1227.
6. **BERTRAND, M. DESCHANNEL, J.P.-** Les Facteurs hormonaux de l'infécondité chez la vache.
Rev. Méd. Vet., 1969, 120(10): 851.
7. **BERTRAND, M. DESCHANNEL, J.P.-** Les Facteurs de la stérilité animale.
Rev. Méd. Vét., 1970, 121(1):559-575.
8. **BHATIA, S; SHANKER, V.-** Sex chromation test in bovines : a cytodiagnostic tool for detection of poor breeders at birth.
in. 10ème congr. Int. Reprod. Anin. Insem.Artif:
Urbana-champin (Université d'Illinois), juin 1984,
vol. III : brèves communications n°526.- 3p.

9. BRANNANG, E ; MESKEL, L.B ; SCHAAR, J. SWENSON, C.-
Activités d'élevage du projet de développement rural intégré Ethiopie - Suède. Troisième partie: performances de reproduction des bovins zébus et hybrides.
Rev. Mond. Zoot., 1981, (38) : 31-36.
10. BROCHART, M.- Alimentation et fertilité des vaches laitières
Elev. Bov. Ov. Caprin, 1972, (3):53-59.
11. BROCHART, M.- Oligo-éléments et fertilité
Compte-rendu session I.T.E.B.- U.N.C.E.I.A.,
Paris : 1976 (conduite du troupeau et reproduction); p. 22.
12. CAREW, S.F.; SANDFORD, J.; WISSOCQ, Y; DURRIN, J et TRAIL, Jc. M.- Productivité des bovins N'DAMA à la station de Teko (Sierra Léone) et premiers résultats de croisements avec la race Sahiwal.
Bull. C.I.P.E.A., 1986, 23(1) : 2-10.
13. Centre International Pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.)
Evaluation of the productivity of Maure and Peulh cattlebreeds at the sahelian station NIONO, Mali.
Addis-Abeba : C.I.P.E.A., 1979; monography n^o1; 105 p.
14. Centre International pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.).
Le Bétail typanotolérant d'Afrique Occidentale et Centrale. Tome 1. Situation générale.
Addis-Abeba : C.I.P.E.A., 1979, monographie n^o2; 153p..
15. Centre International Pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.)
Le Bétail Sahiwal : Une évaluation de sa contribution potentielle à la production de lait et de viande en Afrique.
Addis-Abeba : C.I.P.E.A., 1982, monographie n^o2; 69p.

16. Centre International pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.).-
La production animale dans la zone Subhumide
d'Afrique de l'Ouest : Une étude régionale.
Addis-Abeba : C.I.P.E.A.(Etude des systèmes),
1984; 101p.
17. Centre International Pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.).-
Production animale dans les régions d'Afrique
infestées par les glossines.
in Compte-rendu de la réunion du réseau africain
d'étude du bétail trypanotolérant : NAIROBI
(Kenya), novembre 1987, 75p.
18. CLEMENCEAU, J.- L'involution utérine chez la vache.
Thèse : Doct. Vet: Alfort, 1976; n^o158.
19. CUØ, P., FERNEY, J. ; VAN CRAEYNEST, P.- Le cycle génital
de la femelle Zébu (Bosindicus) en zone soudano-
sahélienne du Sénégal.
Rev. Med. Vet., 1974, 37 : 147-173.
20. CURSON, M.H.; THORNTON, R.W.- A Contribution to the study
of African native cattle.
Onderstepoort J. Vet. sci., 1936, 7 : 613-739
21. DEBREUX, M.- La Reproductivité : applications à l'élevage
bovin et laitier ; rôle du Vétérinaire.
Thèse : Doct. Vet. Lyon, 1978 ; 87.
22. DECHAMPS, F.; NICKS, B.- Le Stress en élevage intensif,
facteur limitant de productivité.
Ann. Med. Vet., 1987, 131(1) :671-675.
23. DEKRIVIF, A.- Factors influencing the fertility of a cattle
population.
J. Repr. Fert., 1978, 54 :507.
24. DENIS J.P.- Influence des facteurs bioclimatiques sur la
reproduction des femelles zébus en milieu tropi-
cal.
Compte-rendu VIIe Congr. Int. Repr.
Anim. et I.A. : Munich, 1972; 2035-2037.

25. DENIS J.P., VALENZA, J.- Extériorisation des potentialités génétiques du Zébu Peulh Sénégalais (Gobra).
Rev. Elev. Med. vet. pays Tropic., 1971, 24(3)
409.
26. DENIS, J.P.; THIONGANE, A.I.- Caractéristiques de la reproduction chez le Zébu étudiées au C.R.Z. Dahra (Sénégal).
Rev. Elev. Med. vet. Pays Tropic., 1973, 26(4):
49a-60a.
27. DENIS, J.P.; THIONGANE, A.I.- Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles Zébu Gobra au C.R.Z Dahra.
Rev. Elev. Med. Vet. Pays Tropic., 1978, 31(1):
85-90.
28. DERIVAUX, J.; ECTORS, F.- Physiopathologie de la gestation et Obstétrique vétérinaire.
Paris : Vigot, 1981 ; 480p.
29. DERIVAUX, J.; ECTORS, F.- Reproduction chez les animaux domestiques. 3ème édition revue et corrigée.
LOUVAIN-LA-NEUVE : Cabay, 1986.-1.141p.
30. DIMITROPOULOS, E.- Variations saisonnières de la fécondité chez les bovins ; degré de responsabilité du facteur mâle et du facteur femelle dans l'évolution cyclique du processus de fécondité.
Compte-rendu VIe Congr. Int. Repr. Anim. et I.A.
Paris, 1968, 1 ; 265.
31. DIOP, P.E.H.; COLY, M; MBAYE, M; HUMBERT, E.; DIALLO, I.- Etude comparative de 3 méthodes de détection des chaleurs chez la femelle zébu Gobra.
Rev. Med. vet., 1986, 137(12) : 875-880.

32. DOMENECH, J., TRAP, D; GAUMONT, R.- Etude de la pathologie de la reproduction chez les femelles en Afrique centrale : Enquête sur la chlamydiae et la fièvre ϕ .
Rev. Elev. Med. Vet. Pays Tropic., 1985, 38(2): 138-143.
33. DOUTRESOULLE, G.- L'Elevage en Afrique Occidentale française.
Paris : Larose, 1947 ; 298 p.
34. DURWARDS, O ; OLDS, D.M.- An objective consideration of dairy herd fertility.
J. Am. Vet. Med. Assoc., 1969, 154(3) : 253-259.
35. EGBUNIKE, G.N.; TOGUN, V.A.; AGIANG, E.A.- Sperm production of ruminants in hot humid climates
world review of *Animal production*, 1985, 21(3) : 11-17.
36. ELVING, OSINGA, A; GITHENDU, S.N.; BOOTSMA, A.- Fertility of dairy cattle in the tropics.(268-284)
in Deuxième conférence internationale des institutions de Médecine vétérinaire tropicale : BERLIN-OUEST, Octobre 1976; 5 exposés et discussions. ESCHBORN : G.T.Z., 1978 ; 503p.
37. EPSTEIN, H.- The Origin of the domestic animals of Africa.
volume 2.- New York : Africana, 1971.- 1292p.
38. FALL, A ; DIOP, M.- Evaluation des productivités des ovins Djallonké et des taurins N'DAMA au C.R.Z. de Kolda (Sénégal).
Addis-Abeba, : C.I.P.E.A., 1982, rapport de recherche n°3.- 74p.

39. Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (F.A.O.).- F.A.O. Expert panel on livestock infertility.
Rome : F.A.O., 1962, Animal health branch monograph. n°5.- 97p.
40. F.A.O./O.M.S./O.I.E.- Annuaire de la santé animale 1986
Rome : F.A.O., 1987.- 222p.
41. F.A.O. (HIGGINS et Coll.).- Report on the agro-ecological zones project. volume 1. Methodology and results for Africa.
Rome : F.A.O., 1979, world Soil resources report 48. (cité par JAHNKE(61)).
42. FAYOLLE, A.F.; COSTIOU, P. GRANGE, M.- Valorisation du cheptel en zone sylvopastorale de la république du Sénégal. Rapport d'enquêtes, Convention Fac n°63/c/70/A.
DAKAR : L.N.E.R.V., 1974; 126p.
43. FIDON, P.M.R.- La réforme de la vache laitière; ses principales causes d'ordre pathologique, leur prévention.
Thèse : Doct. vet. : Alfort : 1982; n°130.
44. FRANCOIS, G.- Influence sur la fécondité de la vache de l'intervalle post-fécondation.
Thèse : Doct. vet. : Alfort : 1972 ; n°19.
45. GASTINEL, M.- Types génétiques des parents et fécondité du troupeau.
Compte-rendu session I.T.E.B.-U.N.C.E.I.A.
Paris : 1976 ; p. 51.
46. GIROU, R ; BROCHART, M.- niveau énergétique, protéique et fécondité des vaches laitières. Influence d'une supplémentation alimentaire.
Ann. Zootechnie, 1970, 19(1):67-73 et 75-77.

47. GOMBE, S; O'HARA, H.B.- Structures on reproductive performance on Small to large-Scale dairy farms in Kenya (205-213)
in Nuclear and related techniques in animal production and health.- Vienne : A.I.E.A/F.A.O, 1986.-
48. GOURARI, V.- Aphosphorose des bovins : Contribution à l'étude de son étiologie et ses conséquences économiques et pathologiques.
Thèse : Med. vet. Lyon, 1975 ; 14.
49. GRANJEAN, J.P.- Influence de deux facteurs d'environnement: Température et luminosité sur la reproduction des mammifères.
Thèse : Med. vet. : Alfort, 1971; 77.
50. GRÜNERT, H.- Kystes du corps Jaune chez les bovins, leur signification en tant que facteur de stérilité.
Rec. Med. Vet., 1971, 147(1):425.
51. GRYSEELS, G.- Place de l'élevage dans la recherche sur les systèmes de production agricole chez les petits exploitants : Expériences tirées du programme du C.I.P.E.A. sur les hauts-plateaux
Communication présentée lors du Séminaire sur la recherche agricole au Rwanda : Kigali, février 1983 ; 30p.
52. GUIMARAES-FILHO, C.- Weaning of the calf in order to improve reproductive performance of cows in the semi-dry tropics.
An. Breed. Abstr., 1987, 55(7):358.
53. GWASDANSKAS, F.c.; THATCHER, w.w.; WILCOX, C.J.- Physiological, environmental and hormonal factors which may affect conception.
J. Dairy Science, 1973, 58 :873.

54. HAFEZ, E.S.E.- Reproduction in farm animals.
5ème éd.- Philadelphie: Lea et Febiger, 1987.-
649p.
55. HAFS, H.H ; BOYD, L.J.- Fertilité et stérilité des bovins
laitiers.
Fortalkinsin (Wisconsin, USA) : HOARD'S
DAIRYMAN and the National Dairy Farm Maga-
sine, 1976 : traduction française par
COQVEREAU J.P ; 88p.
56. HETZEL, D.J.S.- Comparative productivity of the Brahman
and some indigenous sanga and Bosindicus
breeds of East and Southern Africa.
An. Breed. Abstr., 1988, 56(4) : 243-255.
57. HUMBLLOT, P., DALLA ; PORTA, M ; SCHATZ, J.C.- Mortalité
embryonnaire.
Elevage et Insémination, 1981, 183 : 3-29.
58. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays
Tropicaux (I.E.M.V.T).- Pâturages et
cultures fouragères en Afrique intertropical-
cale.
Paris : I.E.M.V.T et Secrétariat d'Etat
aux affaires étrangères chargé de la Coopé-
ration, Juin 1969 ; 218p.
59. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays
Tropicaux (I.E.M.V.T).- Principales races
domestiques des zones tropicales d'Afrique
francophone et de Madagascar.
Paris : I.E.M.V.T., 1971; 33p.
60. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays
Tropicaux (I.E.M.V.T).- Ecosystèmes pâturés
des régions tropicales. Etat des connais-
sances pour l'Afrique francophone Tome 1.
Description, exploitation, Aménagement des
écosystèmes pâturés.
Paris : I.E.M.V.T., 1974 ; 60p.

61. JAHNKE, H.E.- Systèmes de production animale et développement de l'élevage en Afrique tropicale.
KIEL : KIELER WISSENSCHAFTSVERLAG VAUK, 1984.-
279p.
62. JOCHLE, W.- Seasonal influences on reproductive patterns in Zebu and Zebu Crossbred cattle in the tropics. Compte-rendu VIIe Congr. Int. Repr. Anim. et I.A. : Munich, 1972 : 2026-2030.
63. KALYOGIRA, A.B.- Some of the problems of Reproduction and Artificial insemination of cattle in Uganda.
(285-293)
in Deuxième conférence internationale des institutions de Médecine Vétérinaire tropicale : BERLIN-OUEST, Octobre 1976. 5 Exposés et discussions. ESCHBOEN : G.T.Z., 1978.-503p.
64. KARLBERG, G.- Reproductive disorders of the Cow with special reference to artificial insémination. Bull. Epiz. Dis. Afr., 1969, 17(2) : 231-240.
65. KIWUWA (G.H).- Production characteristics of Friesian and Jersey dairy cattle on privately owned farms in Kenya East Afr. Agric. For. J., 1979, 39 : 289.
66. KIWUWA, G.H. ; TRAIL, J.C.H. KURTU, M.Y et al.- Productivité des bovins laitiers métis dans la région d'ARUSSI en Ethiopie.
Addis-Abeba : C.I.P.E.A, 1986, rapport de recherche n°11 ; 31 p.
67. LAGNEAU, F.- Infertilité chez les vaches à chaleurs normales.
Rec. Med. Vet., 1981, 57(1) : 117-131.
68. LAING, J.A.- Fertility and infertility in the domestic animals.
2ème Ed., Londres. Baillière Tindall, 1970.-
480p.

69. LANDAIS, E.- Reproduction des bovins en élevage sédentaire traditionnel dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Communication présentée au Séminaire sur la reproduction des ruminants en zone tropicale : Pointe à Pitre (Guadeloupe, France), 8-10 Juin 1983 ; 13p.(document dactylographié).
70. LHOSTE, Ph., PIERSON ; J.- L'Expérimentation de l'insémination artificielle au C.R.Z. WAKWA. NGAOUNDERE(Cameroun) : I.E.M.V.T., 1975; 33p.
71. LOISEL, J.- Comment situer et gérer la fécondité d'un troupeau laitier
Paris : I.E.L.B. Edit., février 1976, 63p.
72. LOISEL, J.- Analyse d'ensemble des problèmes de fertilité dans un troupeau.
Compte-rendu session I.T.E.B.- U.N.C.E.I.A.
Paris, 1977 (Physiologie et pathologie de la reproduction); p. 140.
73. LUCKINS, A.G. LLEWELYN, C ; MUNRO, C.D.; MURRAY, M.- Effects of pathogenic trypanosome on the mammalian reproductive system. (351-363)
in Nuclear and related techniques in animal production and health.- VIENNE : A.I.E.A/F.A.D., 1986 ; 503p.
74. MAHADEVAN, P.- Breeding for milk production in tropical cattle.
Edimbourg : Commonwealth Agriculture Bureau, 1966, technical bulletin n°17 ; 38p.
75. MARCUM, J.B.- The Free-martin syndrome.
Anim. Breed. Abstr., 1974, 42(6) : 227-242
76. MASON, I.L.- The classification of west african livestock.
Edinburgh. Bureau of Animal Breeding and Genetics, 1951, technical communication n°7.

77. Mc. CLURE, T.J.- Malnutrition and infertility of cattle in Australia and New-Zeland.
Austr. vet. J., 1968, 44(4):134-137.
78. MIYINGO-KEZIMBIRA, E.- Studies on reproductive efficiency of NGANDA cattle under small-scale management conditions.(583-585)
in Nuclear and related techniques in animal production and health.- VIENNE : A.I.E.A./F.A.O., 1986 ;
79. MOHANTY, D.N.; BISWAS, R.K.; DUGWEKAR, Y.G.- Metabolic traits of spermatozoa and their relationship with fertility in Holstein - Priesian bulls.
J. Res., Punjab. Agricultural University 1986, 23(2) : 289-297(cité par An. Breed. Abstr. 1987, 55(8) : 640.
80. MORROW, D.A.- Phosphorus deficiency and infertility of dairy heifers.
J. Am. vet. Med. Assoc., 1969, 154 : 781.
81. NDIAYE, V.- Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.
Thèse : Med. vet. DAKAR : 1985; 21.
82. NIANG, P.S.- Contribution à l'étude du déséquilibre électrolytique saisonnier et de certains problèmes de reproduction chez la vache au Sénégal.
DAKAR : I.S.R.A., 1979.- 69p.
83. Organisation de l'Unité Africaine (O.U.A.) Bureau Inter-africain pour la Santé Animale (I.B.A.H).- Training course on Infertility of Farm divestock and on the Operation of Artificial Insemination schemes with special reference to conditions in Africa : MUGUGA (Kenya), Février 1962 ; recommandations in Bull. Epiz. Dis. Afr. 1962, 10(2) : p. 207.

84. PACCARD, P.- Aspects alimentaires qualitatifs et fertilité des bovins.
Compte-rendu session I.T.E.B.-U.N.C.E.I.A. : Paris, 1976 (Conduite du troupeau et reproduction); p.29.
85. PAGOT, M.- L'Elevage en pays tropicaux
Paris : Larose et Maisonneuve/A.C.C.T., 1986.
526p.
86. PAULLAIS, A.M.- Les vitamines : les besoins et les recommandations évoluent.
Rev. Elev. Bovin, 1978, 75(7):45-51.
87. PERREAU, P.- Epidémiologie et importance économique des Brucelloses en Afrique tropicale (222-234)
in Deuxième conférence internationale des Institutions de Médecine vétérinaire tropicale : Berlin-Ouest, Octobre 1976. 5 exposés et discussions.-
ECHBORN : G.T.Z., 1978.- 503p.
88. PIERRE, C.- L'Elevage en Afrique Occidentale française.
Paris : Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale française, 1906.
89. PLANES, L.A.- Rôle du corps Jaune persistant dans l'infertilité des femelles bovines.
Thèse : Méd. Vet. Toulouse, 1985; n°32.
90. POPESCU, C.P.; CRIBIU, E.P.; POIVEY, J.P.; SEITZ, J.L.-
Etude cytogénétique d'une population bovine de Côte d'Ivoire.
Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop., 1979, 32(1)
81-89.
91. PUTT, S.N.H.; SHAW, A.P.; WOODS, A.J. et al.- Epidémiologie et Economie vétérinaires en Afrique.
ADDIS-ABEBA, C.I.P.E.A., 1987; p. 93-100.

92. QUITTET, E.- Insémination artificielle dans l'espèce bovine. Encyclopédie des connaissances agricoles. Paris : HACHETTE, 1959.
93. RAKHA, A.M.; IGBOELI ; HALE, O.- The oestus cycle of Zebu and sanga breeds in central Africa.
J. Repr. Fert., 1970, 23 :411.
94. ROLLINSON, D.H.L.- Climate and cattle Breeding in Uganda.
Bull. Epiz. Dis. Afr., 1962, 10(2) :523-535.
95. ROYAL, L., TAINTURIER, D., FERNEY, J.- Mise au point sur les possibilités actuelles de détection des chaleurs chez la vache.
Note 1. Bases physiologiques et méthodes immédiates.
Rev. Med. Vet., 1982, 133(5) : 305-314.
96. RUTHENBERG, H.- Farining systems in the tropics.
3ème Ed.- Oxford : Clarendon Press, 1980.
97. SCHMITT, J.- Influence d'un haut niveau énergétique sur la fécondité des femelles bovines.
Thèse : Méd. Vet. Lyon, 1975; 30.
98. THIAM, M.- Actualités sur la maîtrise des cycles sexuel chez la femelle Zébu (*Bos indices*) en Afrique :
Thèse: Méd. Vet. Dakar, 1989; n°14.
99. THIBIER, M.- Quelques aspects récents de la maîtrise du cycle sexuel de la femelle chez les bovins.
Rec. Med. Vet., 1976, 152(7-8) : 433-448.
100. THIBIER, M.- Gestion de la reproduction des Ruminants domestiques dans les pays en voie de développement.
Rev. Elev. Med. Vet. Pays Tropic., 1986, 39(1) 127.

101. TRAIL, J.C.M.; SONES, K; JIBBO, J.M.C., DURKIN, J., LIGHT, A.G; MURRAY, M.- Productivité des bovins Boran protégés par chimioprophylaxie contre la trypanosomiase.
ADDIS-ABEBA, C.I.P.E.A., 1986, rapport de recherche n°9; 78p.
102. VACCARO, L.P. de.- some aspects of the performance of European purebred and crossbred dairy cattle in the tropics. Part II. Mortality and culling rates. Anim. Breed. Abstr., 1974, 42(3):94-103.
103. VALENZA, J.; DENIS, J.P.; DIALLO, S.M. THIONGANE, A.I.- La viande au Sénégal : Production et hygiène, perspectives.- VIIème journées Médicales de Dakar, 11-16 Janvier 1971 ; 15p.
104. VIALLETON, M.- La fertilité de la vache : évaluation et facteurs.
Thèse : Doct. Vet. : Lyon, 1979; 61.
105. WAGENAR, K.T; SAYERS, A.R.- Productivité du bétail transhumant white Fulani au Mali
ADDIS-ABEBA : C.I.P.E.A., 1988, rapport de recherche n°13.
106. WELLS, P.L.; HOLNESS, D.H.; Mc. CABE, C.T.; LISHMAN, A.W.- Fertility in the Africaner cow. 3 once a day suckling and its effect on the pattern of resumption of ovarian activity and conception rate in early lactation.
Animal reproduction science, 1986, 12(1):1-12.
107. WILLIAMSON, N.B.; MORRIS, R.S.; BLOOD, D.C.- A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd.
vet. Rec., 1972, 91 : 50.

108. WILSON, R.- Production animale au centre du Mali : études à long terme sur les bovins et les petits ruminants dans les systèmes agro-pastoraux ADDIS-ABEBA : C.I.P.E.A., 1988, rapport de recherche n°14.- 111p.
109. WOLTER, R.- Rationnement pratique de la vache laitière, de la chèvre et des ovins.
Paris : Vigot, 1971 ; 112p.
110. WOLTER, R.- Alimentation et fécondité de la vache.
Rev. Med. Vet., 1973, 129(3) : 297.

LE CANDIDAT

VU

LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES VETEPINAIRES

LE PROFESSEUR RESPONSABLE
DE L'ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

VU

LE DOYEN
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE

LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER.....

Dakar, le

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE
DE L'UNIVERSITE DE DAKAR

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

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

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

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

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

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

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL

ADVIENT QUE JE ME PARJURE " .