

CIRAD-EMVT
Campus de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
d'élevage et
de médecine
vétérinaire
CIRAD-EMVT

DESS de Productions Animales en Régions Chaudes

LA REPRODUCTION DES BOVINS EN ZONE TROPICALE

LE CAS DES TAURINS N'DAMA ET BAOULE

par **MEYER Christian**

Campus
international
de Baillarguet
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France
téléphone :
04 67 61 58 00
télécopie :
04 67 59 37 95

RCS Paris B
331 596 270

novembre 1997

CIRAD-EMVT, BP 5035
34032 Montpellier Cedex 01, FRANCE

RESUME

Les bovins tropicaux comprennent des taurins, des zébus, des sanga et des croisements divers. Les performances de reproduction sont beaucoup plus faibles en milieu villageois qu'en milieu contrôlé.

Quelques données sur l'anatomie de l'appareil génital mâle et femelle des zébus et de taurins Baoulé sont exposées.

Puis sont envisagés les méthodes d'étude et les résultats de la fonction sexuelle mâle et femelle. La production de spermatozoïdes est plus faible que chez les bovins de zones tempérées. Elle permet toutefois de constituer des stocks de semence. La puberté des génisses est tardive. En race N'Dama et Baoulé, les 2/3 des oestrus, de durée courte (9-12 h) et d'intensité assez faible peuvent être détectés par 2 observations de 30 min par jour vers 7 h et vers 15 h en Côte d'Ivoire. Le dosage de la progestérone peut être utilisé en races N'Dama et Baoulé comme pour les bovins européens. La reprise de l'activité post-partum dépend fortement du mois de vêlage.

La synchronisation des chaleurs est possible en races N'Dama et Baoulé, au moyen d'implants sous-cutanés ou de spirales vaginales. L'insémination artificielle est assez peu utilisée en Afrique en raison de contraintes importantes malgré les avantages de cette technique liés surtout à l'amélioration génétique. Les résultats assez faibles du transfert embryonnaire en Afrique limitent son utilisation surtout à la recherche.

La pathologie de la reproduction est évoquée avec l'infertilité, les avortements et la trypanosomose.

Les critères de choix des reproducteurs mâles et femelles sont exposés.

Les méthodes d'étude des performances de reproduction en milieu contrôlé et dans le cas des enquêtes en milieu villageois sont passées en revue.

La pathologie et l'alimentation paraissent les principaux facteurs responsables des performances de reproduction faibles en zone tropicale.

Mots-clés : reproduction, bovin, taurin, zébu, N'Dama, Baoulé

SOMMAIRE

RESUME	1
SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	7
GÉNÉRALITÉS	1
I. INTRODUCTION	3
I. QUELS SONT LES BOVINS TROPICAUX ?	4
II. QUELLES SONT LES QUESTIONS A RESOUDRE EN MATIERE DE REPRODUCTION ?	8
1re PARTIE : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE	11
Chapitre I. ANATOMIE DU TRACTUS GÉNITAL	11
I. APPAREIL GENITAL MALE	13
II. APPAREIL GENITAL FEMELLE	13
Chapitre II. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES MÂLES	
I. METHODES D'ETUDE DE LA FONCTION SEXUELLE MALE	19
A. Composante anatomique	19
B. Composante comportementale	19
C. Composante hormonale	20
D. Examen du sperme	20
II. RESULTATS	25
A. Mensurations testiculaires et production de spermatozoïdes	25
B. Libido	27
C. Composante hormonale	28
D. Puberté des taurillons	29
E. Caractéristiques du sperme	29

Chapitre III. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES FEMELLES

I. METHODES D'ETUDE DE LA FONCTION SEXUELLE	37
A. Composante anatomique	37
B. Composante comportementale	37
C. Composante hormonale	39
1. Quels sont donc les intérêts du dosage de la progestérone ?	39
2. Comment dose-t-on la progestérone ?	43
3. Hormone LH	46
D. Diagnostic de gestation	46
II. RESULTATS	49
A. Puberté des génisses	49
B. Cycle oestral et chaleurs	55
1. Durée des cycles	55
2. Phases du cycle	56
3. Comportement	56
4. Modifications anatomiques	63
5. Composante hormonale	65
6. Comparaison entre le cycle oestral de la vache et le cycle menstruel de la femme	73
7. Variations saisonnières de la cyclicité	73
8. Cyclicité et alimentation	79
C. Gestation	80
D. <i>Post-partum</i>	85
E. Fertilité	92
2e PARTIE : MAITRISE DE LA REPRODUCTION	97
I. MAITRISE DE L'OESTRUS	99
A. Généralités	99
1. Intérêts de la maîtrise de l'oestrus	99
2. Méthodes employées chez les bovins	99
3. Résultats en France	104

B. Résultats en races N'Dama et Baoulé	105
1. Synchronisation des chaleurs avec des prostaglandines	105
2. Synchronisation/induction des chaleurs avec des spirales ou des implants	106
4. Conclusion	109
 II. INSEMINATION ARTIFICIELLE	 111
A. Avantages de cette méthode	111
B. Contraintes de l'insémination artificielle	114
C. Technique de l'insémination artificielle	114
D. Méthodes d'utilisation et organisation en pays tropicaux	120
E. Résultats	122
 III. TRANSFERT EMBRYONNAIRE	 123
A. Définition	123
B. Importance	123
C. Techniques	124
D. Résultats	125
 IV. MAITRISE DE LA REPRODUCTION : AUTRES	 127
A. Avortement provoqué	127
B. Maîtrise du part	127
C. Maîtrise de la sex-ratio	127
 3e PARTIE	 129
 Chapitre I. PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION	 129
I. L'INFERTILITÉ	132
II. LES AVORTEMENTS	141
III. LA TRYPANOSOMOSE ET LA REPRODUCTION	143
IV. CONCLUSION	143

Chapitre II. CHOIX DES REPRODUCTEURS	145
I. CHOIX DES REPRODUCTEURS MALES	148
II. CHOIX DES REPRODUCTEURS FEMELLES	155
Chapitre III. PERFORMANCES DE REPRODUCTION	157
I. METHODES D'ETUDE	158
A. Enregistrements	159
B. Les taux en élevage amélioré	160
C. La fertilité et la fécondité dans les enquêtes en milieu villageois	164
II. Le PAVIR	178
CONCLUSION GÉNÉRALE	181
BIBLIOGRAPHIE	183
LISTES DES TABLEAUX ET DES FIGURES	203
INDEX	211

REMERCIEMENTS

Les études menées en Côte d'Ivoire au Département des Ressources animales de l'IDESSA l'ont été avec l'aide du CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, France, de l'Agence internationale pour l'Energie atomique (AIEA), Vienne, Autriche, et du projet FAO/RAF/88/100 de Banjul (Gambie) avec la supervision du Dr THIBIER Michel, directeur général du CNEVA, ex directeur du Laboratoire pour le Contrôle des Reproducteurs, Maisons-Alfort, France.

Je remercie vivement pour sa grande contribution à ce travail le Dr YESSO Philidor, collègue et ami, co-responsable de ces études. Celles-ci ont été réalisées avec la collaboration technique de TANOÛ Kouassi Germain, SIRIKI Dramane Traore, N'GUESSAN Kouame Laurent, KASSOU Kouassi François et YOBOUE Kouame Vincent. Qu'ils soient ici également remerciés.

Je remercie tout particulièrement le docteur PLANCHENAU Dominique à qui revient l'initiative d'écrire cet ouvrage et qui a bien voulu m'en confier le soin. Le dernier chapitre lui doit beaucoup.

Mr THIMONIER Jacques, les docteurs GRUVEL Jean, DUVALLET Gérard, FAYE Bernard ainsi que Madame KWATEK Simone, ont participé à la relecture de ce document et je leur en sais gré.

GENERALITES

I. INTRODUCTION

L'efficacité de la reproduction dans un troupeau a une forte incidence sur la productivité de celui-ci et donc sur sa rentabilité économique. La principale fonction des phénomènes de la reproduction est d'assurer le renouvellement et la croissance du troupeau par la production de jeunes. Ceux-ci, lorsqu'ils sont issus de parents améliorateurs selon certains critères choisis pour leur intérêt économique et/ou leur forte héritabilité, deviennent alors l'outil du progrès génétique. Cependant, les stress et facteurs limitants liés au milieu tropical perturbent souvent le déroulement "normal" des événements de la reproduction tels qu'ils se produisent dans les pays développés tempérés.

Un de ces facteurs limitants est la trypanosomose. Ainsi, sur les 30 millions de km² de l'Afrique continentale, près de 10 millions de km² sont occupés par des déserts et près de 10 millions de km², soit la moitié des surfaces habitables, sont infestés de glossines, mouches vectrices de cette maladie (mouches tsé-tsé). Vers 1985, dans toute l'Afrique de l'Ouest, les effectifs des races bovines trypanotolérantes étaient seulement de 4,5 millions pour la race N'Dama, 2 millions pour la race Baoulé et 125 000 pour les races naines des lagunes alors que les surfaces occupées par les glossines en Afrique pourraient permettre d'élever 140 millions de bovins (séminaire sous-régional sur l'économie de la production animale en Afrique de l'Ouest, Bouaké, Côte d'Ivoire, décembre 1986).

Afin de valoriser au mieux l'espace encore disponible en améliorant la multiplication et la diffusion de ces races, il a été jugé nécessaire d'effectuer des études sur la reproduction des bovins tropicaux tels que les bovins trypanotolérants. En effet, des résultats faibles de reproduction de ces races ont été constatés, en particulier en milieu villageois (Landais, 1983).

Le présent document fournit des données générales sur la reproduction des bovins, sur les méthodes d'étude de cette discipline et fait le point des acquis en reproduction des bovins trypanotolérants (*Bos taurus*) **N'Dama** et **Baoulé** essentiellement au Département des Ressources Animales de l'IDESSA (Institut des Savanes) à Bouaké au centre de la Côte d'Ivoire de 1986 à 1992. Ces résultats sont comparés à ceux qui ont été obtenus sur les mêmes races et sur les **zébus** (*Bos indicus*) par d'autres auteurs en pays tropicaux et sur les taurins des pays tempérés pour mettre en évidence des différences éventuelles.

II. QUELS SONT LES BOVINS TROPICAUX ?

Deux groupes (qui ne sont pas de vraies espèces) du BOEUF DOMESTIQUE (genre *Bos*, sous-genre *Bos*) : les **taurins** (*Bos taurus*) et les **zébus ou bovins à bosse** (*Bos indicus*) se rencontrent dans les zones tropicales. Les zébus ont une bosse au niveau du garrot, en position thoracique ou cervico-thoracique. Taurins et zébus sont parfaitement interféconds entre eux et leurs produits des deux sexes sont féconds. Le métissage entre eux plus ou moins prononcé est fréquent.

Les zébus sont typiquement tropicaux. Les taurins sont autochtones ou d'importation plus ou moins récente dans les tropiques. Les taurins autochtones sont plus répandus en zones humides et les zébus en zones sèches. Les zébus sont très sensibles aux trypanosomoses alors que les taurins autochtones survivent et même produisent en présence de cette maladie dans certaines conditions. Ils sont dits trypanotolérants. En revanche, ils sont très sensibles à la peste bovine et à la péripneumonie (Duplan, 1992).

Parmi les **taurins d'Afrique occidentale et centrale**, on distingue deux grands groupes :

- le bétail à longues cornes

Le taurin **N'Dama** (Futa, Futa Longhorn, Malinké, Mandingo, Gambia Longhorn). Le nom est celui d'un village de Guinée au N.N.O. du massif montagneux du Fouta Djallon, berceau de la race. Celle-ci est présente en Guinée, en Guinée-Bissau, en Sierra-Leone, en Côte d'Ivoire, au Mali et au Sénégal. Elle a été diffusée au Zaïre, au Congo et en République Centrafricaine. Chez la femelle et chez le mâle respectivement, la taille au garrot est de $113,6 \pm 0,8$ cm et $116,4 \pm 1,6$ cm et le poids adulte de $286,7 \pm 8,3$ kg et $328,6 \pm 20$ kg (Coulomb, 1976). La robe est souvent fauve ;

Le **Kouri** (Buduma), présent au Tchad, au Niger, au Nigeria et au Cameroun, a des cornes longues et bulbeuses typiques ou des cornes coniques à base large. Sa taille au garrot est comprise entre 116 et 152 cm ;

Le **Namchi** (Namji, Doyayo, Poli), présent au nord du Cameroun, est de petite taille (moins de 110 cm au garrot). Ses cornes sont moyennes à longues.

- le bétail à courtes cornes (Shorthorn) (dérivé de *Bos taurus brachyceros*). Il en existe de deux types :

* le type de savane

Le taurin **Baoulé** est présent en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso, au Mali et en République Centrafricaine. Cette race est plus petite que la race N'Dama. La taille au garrot est $95,15 \pm 1,14$ cm chez la femelle et $100,07 \pm 1,68$ cm chez le mâle (Tidori, 1975). Le poids des adultes est de 180 à 200 kg. La femelle produit 18,1 à 48,8 kg de veau par vache et par an (Chicoteau, 1989). La robe est souvent noire ou pie noire ;

Le Ghanean Shorthorn au Ghana ;

Le Somba (Atakora) au Bénin, au Togo, au Burkina et au Nigeria ;

Le Savanna Muturu (Nigerian Shorthorn) au Nigeria ;

Le Bakosi (Bakuri, Kosi, Kasi) au nord du Cameroun.

* le type nain

Le taurin des lagunes (Forest Muturu, race lagunaire) est présent en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Togo, au Bénin et au bas Congo. Sa taille est naine avec 86 cm chez la vache et 105 cm chez le taureau (Doutressoule, 1947) ;

Le Forest Muturu au Nigeria ;

Le Gambian Dwarf en Gambie ;

Le Bakweri au Cameroun (Mont Cameroun) ;

Le Kapsiki (Kirdi) au Cameroun (Extrême-Nord) et au Nigeria ;

Le Manjaca en Guinée Bissau ;

Le Toupouri (boeuf du Logone) au sud-ouest du Tchad.

Parmi les zébus d'Afrique à bosse thoracique, sont distingués 5 groupes :

- les zébus sahéliens à cornes courtes ou moyennes

Le Maure en Mauritanie et au Mali,
Le Touareg au Mali (zone du fleuve Niger),
L' Azaouack au Mali (est), au Burkina Faso, au Niger et au Nigeria,
Le Sokoto Gudali au Nigeria,
Le Djali (Jali, Diali) au Niger et au Nigeria,
L' Arabe (Choa, Shuwa, Fellata) au Tchad, au Cameroun et au Nigeria,
Le Goudali (Ngaoundéré, Banyo, Yola, Peul, Foulbé, Peul de l' Adamawa)
au Cameroun, au Nigeria et en République Centrafricaine.

- les zébus peuls à cornes plus ou moins longues ou géantes

Le Gobra (Peul sénégalais, Senegal Fulani : Gobra Wolof, Gobra Baol, Gobra
Dagana, Goboura) au Sénégal, en Mauritanie et au Mali,
Le Peul soudanais (Sudanese Fulani, Toronké, Sambourou, Baoro, Macina) au
Mali, en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso,
Le White Fulani (Yakanaji, Bunaji, White Kano, White Fulbe) au Nigeria, au
Cameroun (Mbororo Akou), en Rép. Centrafricaine et au Soudan,
Le Red Fulani (Mbororo, Mbororo Djafoun, Rahadji, zébu Peul Rouge) au
Bénin, au Niger, au Tchad, au Cameroun et en Rép. Centrafricaine ou
Red Bororo (Rahaji, Abori, Brahaza, Fogha, Gabassaé, Gadéhé,
Hanagamba, M'Bororo, Bodadi) au Nigeria.

- les zébus d' Afrique de l'Est à cornes courtes (Karamajong, Angoni, Malawi, Nuba
mountain),

Le Boran (Borana, Avai, Improved Boran, Tanaland Boran, Galla, Northern
frontier district, NFD) en Ethiopie, Somalie, Kenya, Tanzanie et Zaïre,
Le Somali (Small zebus of Somalia, Somaliland zebu, Ogaden, North Somali,
Gare, Garre, Gherra, Dauara, Bimal et Gasara, Abgal, Aria, razzetta delle
dune, Magal) en Ethiopie et en Somalie,
Le zébu Abyssin (Walega, Shoa, Harar, Abyssinian shorthorned zebu) en
Ethiopie,
L' Arsi (Arusi) en Ethiopie,
Le Horro (Walega) en Ethiopie,
Le Barca (Begeit, Begait, Barka, Baraka) en Erythrée et en Ethiopie,

Le Lugware (Lugbari, Mangbattu, Bahu, Ituri) au Zaïre et en Ouganda,
Le Bukedi (Nkedi, Teso, Lango, Tesse Island, Eastern Province zebu)
d'Ouganda et du Kenya,

Le Masaï (Maasaï) du Kenya et de Tanzanie,

Le Nandi d'Ouganda, Kenya et Tanzanie,

- les zébus du nord du Soudan (Butana, Ketana, Dongola, Shendi et Baggara),
- le zébu malgache présent à Madagascar et dans les Iles (la Réunion, Comores, Mayotte).

Les zébus d'Afrique à bosse cervico-thoracique (ou Sanga) se trouvent dans l'est, le centre ou le sud de l'Afrique (Maule, 1990). Citons parmi eux l'Ankolé (en Ouganda, Tanzanie, au Zaïre, au Rwanda et au Burundi), le Barotse et l'Angoni (ou Nguni).

Il existe aussi en Afrique des zébus importés tels que le zébu Guzérat (Kankrej), le Red Sindhi et le Sahiwal originaires de l'Inde ou du Pakistan.

Le Djakore (Jakore) du Sénégal résulte du **croisement** entre le N'Dama et le zébu Gobra. Le Bambara (Méré) du Mali est un métis entre le N'Dama et le zébu Peul. Le Borgou (Borgu, Keteku, Borgowa, Kettije, Ketori, Koima) du Bénin et du Nigeria est aussi un métis entre taurin (N'Dama, Baoulé, Somba, race des Lagunes) et zébu. En Côte d'Ivoire, le métis Baoulé et zébu est appelé Méré et le métis taurin N'Dama et zébu Peul est appelé N'Damaze. Au Burkina Faso, les métis taurin x zébu sont appelés Méré. Le taurin de Sayoum du Niger et du Nigeria résulte du croisement entre taurin Kouri et zébu.

Dans certaines régions, des bovins de zone tempérée ou leurs croisements avec les races précédentes se rencontrent aussi. En Côte d'Ivoire, la N'Damance est le croisement de la N'Dama et d'une race pie rouge exotique, Abondance ou Fleckvieh. Le croisement taurin N'Dama x taurin Jersiaise exotique s'y trouve aussi.

Nous n'envisagerons pas ici les autres membres de la sous-famille des bovinés : le Banteng de Bali, le Mithan, le Yack, le Bison d'Amérique, le Bison d'Europe, le Buffle de rivière, l'Anou et le Buffle d'Afrique (Payne W.J.A., 1970).

III. QUELLES SONT LES QUESTIONS A RESOUDRE EN MATIERE DE REPRODUCTION ?

Ces questions se posent à deux niveaux : en milieu traditionnel villageois et en milieu amélioré comprenant des élevages plus importants et des stations d'élevage où la gestion est meilleure (alimentation complémentaire à certaines saisons, vaccinations, soins vétérinaires...).

A. En milieu villageois

Les études faites en milieu villageois dans le nord de la Côte d'Ivoire ont mis en évidence des problèmes en matière de reproduction des taurins et des zébus.

Tableau 1 : Performances de reproduction comparées en milieu villageois et en station

	Vaches Baoulé en milieu villageois (Landais, 1983)	Vaches Baoulé en station (Yesso <i>et al.</i> , 1986)
Age au premier vêlage en mois	42,5 ± 7,3 (n = 116)	38,0 ± 6,2 (n = 142)
Fertilité (p. 100)	50,5 ± 3	83,0
Intervalle entre mises bas en mois	15,0 ± 4,6 (n = 535)	14,5 ± 4,6

- âge au premier vêlage

Il est en moyenne de 42,5 mois, au lieu de 38 mois en station. Il est lié à l'âge à la puberté. Peut-on avancer celui-ci ?

- distribution saisonnière des mises bas

Il existe un pic principal des naissances en octobre-novembre et un pic secondaire en avril. Pour retrouver ce pic principal en station, les montes sont pratiquées de janvier à mars. Mais est-il bon de rechercher ce pic ?

- taux moyen de mise bas (définition dans le chapitre VIII)

Landais (1983) rapporte un taux de fertilité de 50,5 p. 100 en milieu villageois, donc très bas par rapport à ce qu'on peut obtenir en station. Comment peut-il être augmenté ?

- intervalle entre mises bas

Cet intervalle était de 15 mois en milieu villageois et de 14,5 mois en station. Il serait souhaitable qu'il soit proche de 12 mois.

C'est la somme de la durée de gestation et de l'intervalle mise bas - saillie fécondante. La durée de gestation ne peut guère être modifiée. Il nous faut donc étudier la période *post-partum*, avec les problèmes d'anoestrus.

Par ailleurs, les chaleurs sont réputées difficiles à détecter et de courte durée. Ce point est à préciser. S'il est confirmé, la synchronisation des chaleurs permet de pallier cet inconvénient.

B. En milieu contrôlé

Lorsque la saillie naturelle est utilisée en milieu amélioré, normalement des taux de fécondité de 80 à 85 p. 100 qui paraissent honorables sont atteints. L'intervalle entre mises bas en station est proche de 14,5 mois en races N'Dama et Baoulé.

En revanche, les techniques de synchronisation des chaleurs et d'insémination artificielle sont à mettre au point pour les races locales. Les résultats rapportés avec insémination artificielle en Côte d'Ivoire après synchronisation des chaleurs sont de 62 à 65,8 p. 100 (Galet et Rombaut, 1983). L'intérêt principal de l'insémination artificielle est l'amélioration génétique. Il est possible de produire des animaux métis entre race

locale et race exotique. La race locale apporte sa rusticité, son adaptation au milieu, sa résistance aux maladies (dont la trypanotolérance). La race exotique permet d'améliorer les performances telles que la croissance ou la production de lait.

C. Dans tous les milieux

Il y a lieu de mettre en évidence d'éventuelles ressemblances et différences d'une part entre les races de bovins des pays tempérés et celles des pays tropicaux et d'autre part entre les races des pays tropicaux du point de vue physiologique. Entre autres, cela peut permettre de déduire si certaines méthodes utilisées en pays tropicaux peuvent être transposées ou non. D'une manière générale, la physiologie de la reproduction des races trypanotolérantes N'Dama et Baoulé était peu connue. Cette connaissance est nécessaire pour tout essai d'amélioration des performances de reproduction.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I

ANATOMIE DU TRACTUS GENITAL

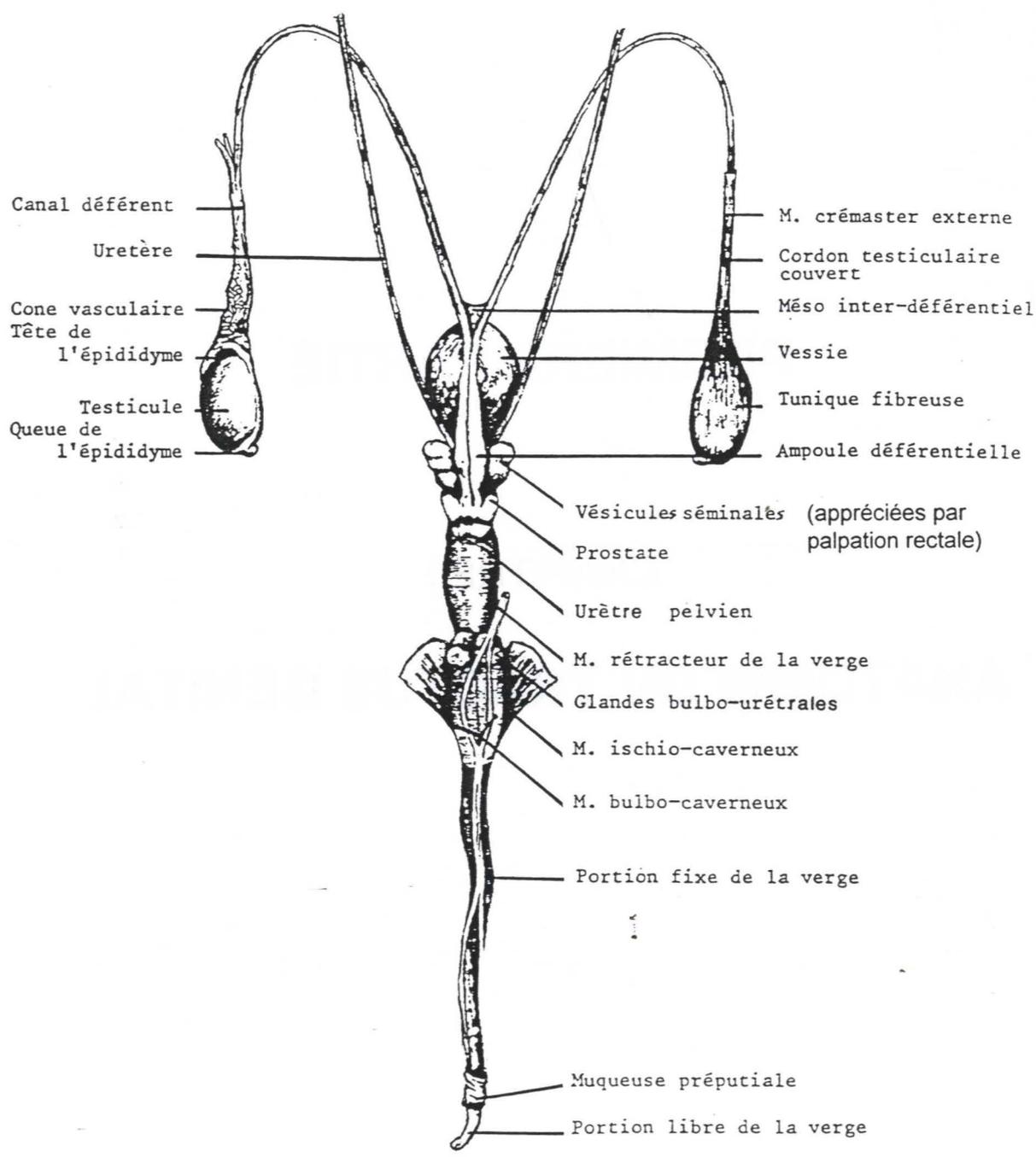


Figure 1 : Tractus génital du taureau zébu
 Vue dorsale après isolement
 (Source : Cuq, 1973)

Il est important de signaler d'abord quelques particularités anatomiques et physiologiques de la reproduction des races locales des zones tropicales.

I. APPAREIL GENITAL MALE

La figure 1 représente l'appareil génital du zébu mâle. Les principales différences avec l'anatomie de *Bos taurus* (taurin) sont :

- le pénis est plus long et de diamètre plus réduit que celui des taurins d'Europe ;
- le fourreau est aussi plus long et plus étroit. Il est appendu à l'abdomen grâce à un ligament qui peut être très lâche chez les zébus et leurs croisements ce qui facilite alors des blessures (par le tranchant des feuilles de graminées ou les piquants de certains épineux). Ces blessures peuvent être à l'origine d'une baisse de libido et entraînent par voie de conséquence une réduction de la fertilité du troupeau.

II. APPAREIL GENITAL FEMELLE

Les figures 2 et 3 représentent l'appareil génital du zébu femelle : conformation intérieure et appareil en place.

L'ovaire de zébu est nettement plus petit que celui des bovins d'Europe. Il mesure en moyenne 2,5 à 3 cm de longueur, 1,2 à 1,8 cm de largeur et 0,8 à 1,3 cm d'épaisseur alors que celui de la vache européenne mesure en moyenne 4 cm x 2,5 cm x 2 cm. Il est de taille comparable à celui des taurins locaux (tableau 2). Sa forme est moins régulière. Elle peut être en amande ou sub-ovoïde. La bourse ovarique est profonde. La zone de recouvrement péritonéal de l'ovaire est plus étendue que chez les taurins. Ainsi, elle empêcherait les follicules en croissance d'atteindre le stade de déhiscence. Cela pourrait contribuer à expliquer les chaleurs anovulatoires et celles d'une durée anormalement longue (Cuq, 1973).

Tableau 2 : Poids des ovaires (g) des Baoulé, zébu soudanien et vaches européennes

	Ovaire gauche	Ovaire droit	Nombre d'observations
Baoulé ou métis (1)	2,4 ± 1,2	3,0 ± 1,9	18
Zébu soudanien (1)	2,8 ± 2,1	2,4 ± 1,2	21
Vaches européennes (2)	10 à 20	10 à 20	

(1) Source : Chicoteau, 1989

(2) Source : Hafez, 1987, Soltner, 1993

L'oviducte mesure 10 à 15 cm de longueur (Cuq, 1973) au lieu de 20 à 30 cm chez la vache européenne (Soltner, 1993). Le corps utérin est virtuel (il mesure 2 à 4 cm chez la vache européenne). Le col utérin interfère plus largement sur le vagin que chez la vache européenne. Comme chez elle, le canal cervical est rectiligne ou très peu sinueux. Son orifice externe est infundibuliforme. Le vagin est volumineux et l'hymen est peu développé chez le zébu (Cuq, 1973).

Le col de l'utérus des femelles locales est en général franchissable par des sondes fines et rigides. Comme chez les taurins tempérés, cela permet d'apporter dans l'utérus même de la semence (insémination artificielle), des embryons (transfert embryonnaire) ou des médicaments (traitement local des métrites par exemple).

Il est possible d'effectuer des palpations transrectales qui permettent d'apprécier l'ensemble des organes génitaux. Les modifications de ces organes (ovaires, utérus et col utérin surtout) sont alors facilement perceptibles pour un opérateur entraîné, ce qui l'autorise à en suivre les principales évolutions au cours du cycle sexuel, de la gestation et de l'involution utérine. Cette palpation est réalisable chez toutes les vaches et chez la plupart des zébus nullipares. Toutefois, cette technique nécessite souvent l'emploi de contentions adaptées notamment lorsque les animaux sont trop vifs ou peu habitués à de telles pratiques.

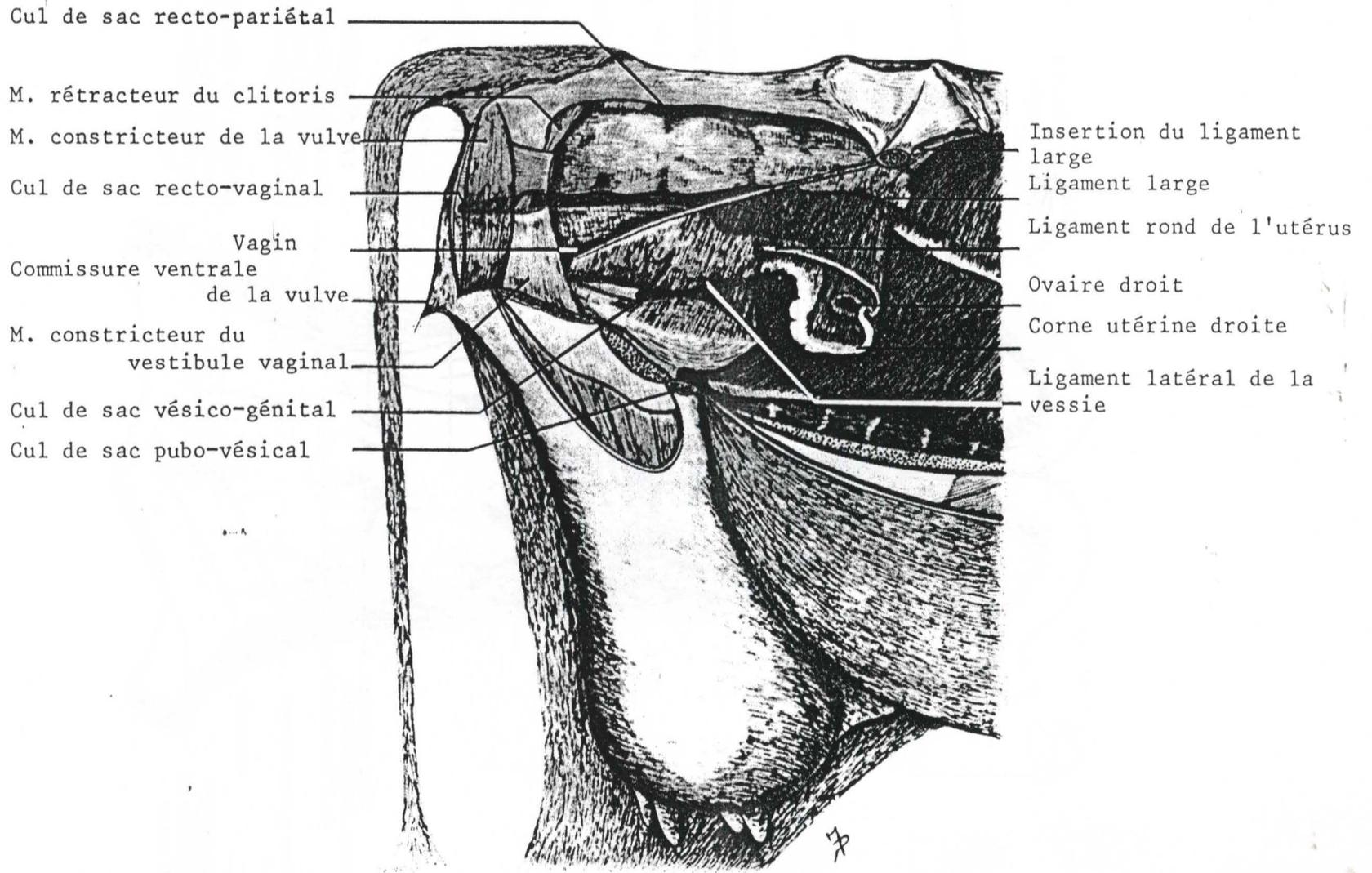


Figure 2 : Tractus génital de la femelle zébu
 Vue latérale droite, organes en place
 (Source : Cuq, 1973)

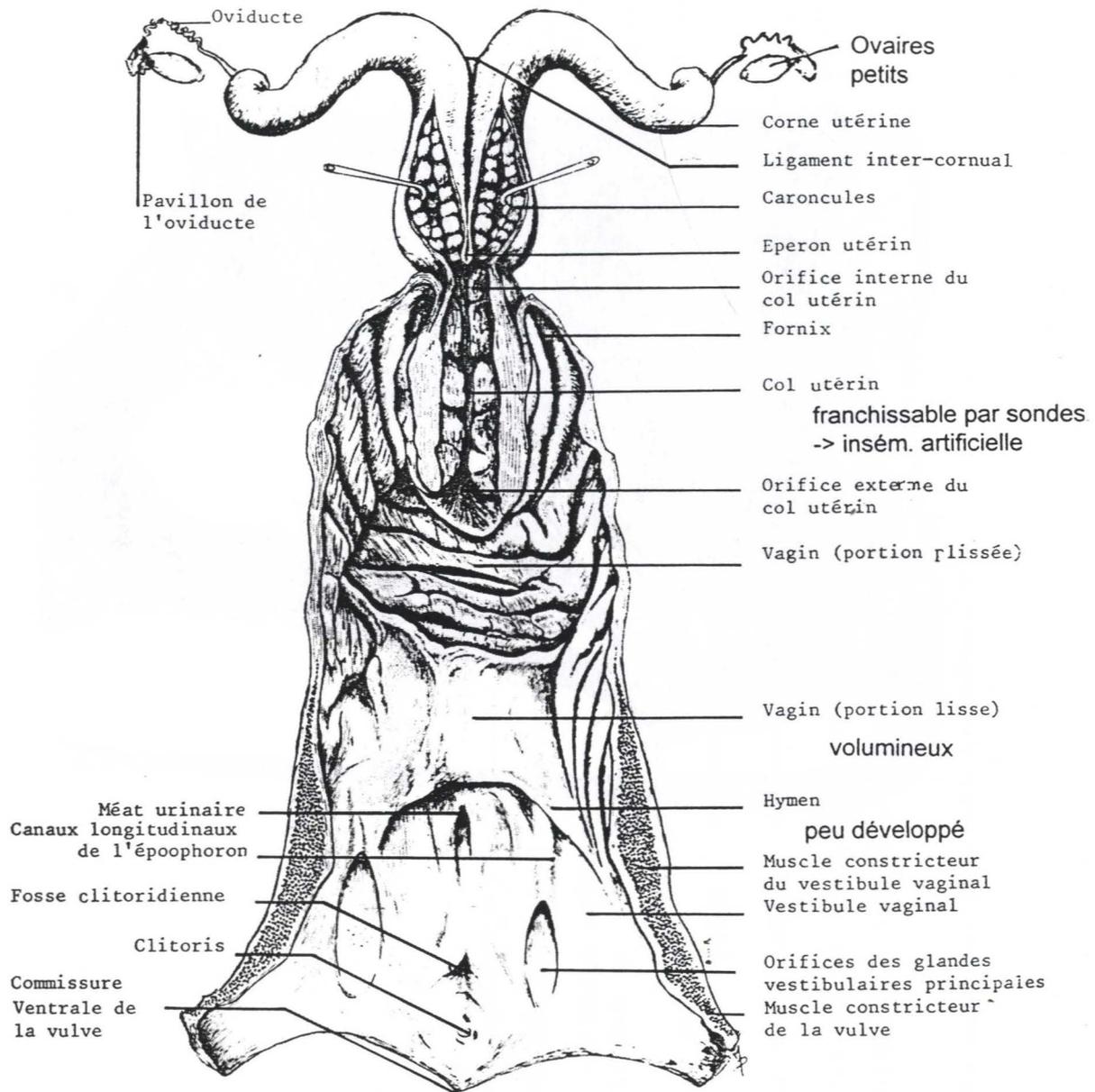


Figure 3 : Tractus génital de la femelle zébu
 Conformation intérieure
 (Source : Cuq, 1973)

CHAPITRE II

**PHYSIOLOGIE DE LA
REPRODUCTION DES MALES**

I. METHODES D'ETUDE DE LA FONCTION SEXUELLE MALE

A. Composante anatomique

L'examen visuel et la palpation sont pratiqués pour les organes génitaux externes et l'examen rectal pour les organes génitaux internes.

La taille, la symétrie, la consistance des testicules sont appréciés. Ceux-ci peuvent même être mesurés et le résultat comparé aux mensurations de la race (et de l'âge pour les jeunes). La mesure de la circonférence peut être effectuée avec un mètre ruban. Celles des longueur, largeur et épaisseur (ou diamètre antéro-postérieur) peuvent l'être avec un pied à coulisse ou un testimètre. La chaleur est appréciée aussi (en cas d'inflammation), la présence de bosses (abcès, tumeurs...). Les bourses et l'épididyme (tête, corps et queue) sont palpés également. Lors de la monte, le pénis peut être observé et le fourreau palpé. L'examen rectal permet de sentir les vésicules séminales sur le plancher du pelvis. Leur volume, leur consistance, leur régularité sont appréciés.

B. Composante comportementale

C'est l'étude de la libido ou ardeur sexuelle.

Le taureau détecte les femelles en chaleur par essais et erreurs. Pendant la phase préparatoire, sa parade sexuelle est dirigée au hasard vers les femelles présentes. Il peut être attiré par l'odeur des parties génitales d'une femelle, surtout si celle-ci présente des écoulements de mucus. Il renifle ces odeurs en retroussant ses lèvres ("flehmen") de manière à ouvrir son canal voméro-nasal (voir phéromones, p. 67). Il effectue des tentatives de monte. Lors de ces tentatives, une vache ne reste immobile que lorsqu'elle est en oestrus vrai. La phase active, aboutissant à l'accouplement, peut alors se produire. Ainsi, le signal majeur est l'immobilité de la femelle. C'est pourquoi il est possible d'utiliser des boute-en-train mâles ou même des mannequins pour la collecte du sperme.

Pour étudier la libido, le plus souvent le temps séparant la présentation du boute-en-train de la monte est mesuré. Parfois le nombre de montes effectuées par unité de temps (heure ou demi-heure par exemple) est compté.

C. Composante hormonale

Elle est peu utilisée en pratique chez le taureau. Les taux de **testostérone plasmatique** présentent de grandes variations pendant le nycthémère. Des pics en nombre et en amplitude variables et irréguliers sont observés. Il faut donc réaliser des prélèvements nombreux et rapprochés. Pour pouvoir juger d'un individu, il faut une dizaine de prélèvements répartis sur 8 à 12 heures. Par exemple, un taureau atteint d'orchépididymite n'a présenté aucun pic de testostérone pendant cette période. Par ailleurs, le stress doit être évité au moment du prélèvement car il modifie les concentrations de l'hormone.

D. Examen du sperme

Cet examen est pratiqué sur le(s) mâle(s) assurant les saillies en cas de fertilité réduite dans un troupeau, et de façon systématique en cas d'insémination artificielle. Il est aussi pratiqué sur le sperme de taureaux destinés à être vendus pour la reproduction dans leur pays d'origine ou après exportation.

La **récolte du sperme** du taureau est effectuée au moyen d'un **vagin artificiel** maintenu à bonne température (39-40°C) grâce à de l'eau chaude. Le taureau est présenté à un boute-en-train maintenu par un montoir ou à un mannequin artificiel. Ce boute-en-train peut être une femelle (en chaleur s'il le faut) ou un mâle, aussi calme que possible. Après une ou plusieurs fausses montes, on présente le vagin artificiel devant le pénis qu'on a légèrement dévié. Le taureau introduit son pénis dans le vagin artificiel où il éjacule sous l'effet de la pression et de la température.

Le local, ou le coin servant à la collecte du sperme, doit être réservé à cet usage. Il est préférable de faire des récoltes ailleurs que dans un pâturage pour éviter que les taureaux ne soient tentés de brouter pendant ce temps. D'autres taureaux que celui qui

est collecté peuvent être attachés au voisinage pour mieux les préparer, car la qualité du sperme obtenu dépend entre autres du temps de préparation des taureaux. Après la collecte, il faut protéger le sperme recueilli de la lumière et éviter de fortes variations de température.

Les **examens** suivants sont effectués à l'oeil nu puis au microscope tout en conservant l'éjaculat à température constante (37°C) pour éviter les chocs thermiques. Pour cela le tube de sperme est gardé au bain-marie et les premiers examens sont effectués en déposant des gouttes sur une lame placée sur une plaque chauffante. Leur interprétation est résumée dans le tableau 9.

Lors d'un premier examen à l'oeil nu, le **volume** de l'éjaculat est noté. Pour être plus précis sur ce chiffre, il est bon d'employer des tubes gradués pour la collecte. **L'apparence** du sperme doit être opaque et uniforme, crémeuse, sans éléments étrangers. **La couleur** est souvent blanche. La couleur jaune peut être normale ou due à de l'urine qui est reconnaissable à l'odeur. La couleur rouge ou brune résulte de la présence de sang dans le sperme.

Ensuite, la **motilité** (qui a une relation avec la fertilité du sperme) est appréciée :

- **la motilité massale** est appréciée à l'oeil nu et au microscope au faible grossissement d'après les vagues qui se forment sur une goutte de sperme frais non dilué déposée sur une lame chaude. La formation de vagues et leur vitesse sont appréciés et une note globale comprise entre 0 et 5 est attribuée.

- **La motilité individuelle** ou progressive s'applique au sperme frais et au sperme dilué. Le pourcentage de spermatozoïdes mobiles ou fléchants est noté : le pourcentage de spermatozoïdes qui traversent le champ de façon rectiligne dans une goutte de sperme déposée sur une lame maintenue à 37-38° par une platine chauffante est apprécié au microscope.

Une note de 0 à 5 correspondant au pourcentage de spermatozoïdes mobiles (qui a une relation très significative avec la fertilité du sperme chez l'adulte) ou encore à la vitesse moyenne des spermatozoïdes peut aussi être mise.

La concentration en spermatozoïdes est mesurée :

Le sperme est dilué au 1/100 : 0,1 ml de sperme dans 9,9 ml de sérum physiologique formolé (20 ml de formol et 9 g de NaCl par litre d'eau). Sa concentration

peut être comptée à l'hématimètre de Thoma ou estimée en examens de routine au photocolorimètre. Le **photocolorimètre** permet de déduire la concentration de la substance absorbante à partir de la quantité de lumière absorbée. Il mesure la densité optique du sperme dilué, densité comparée à celle qui est obtenue avec des échantillons de concentration connue. Il est étalonné par des mesures faites à l'hématimètre. Cet étalonnage doit être refait régulièrement. L'erreur est alors de l'ordre de 1/500.

Le pourcentage de spermatozoïdes vivants et d'anomalies est compté :

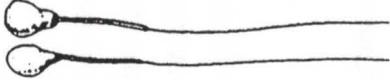
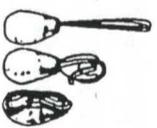
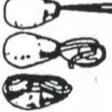
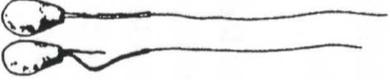
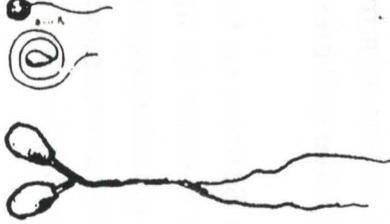
En **examens de routine**, des frottis colorés sont préparés au moyen de colorants vitaux. On mélange une goutte de sperme et une goutte de colorant sur une lame porte-objet chaude. La préparation doit être exécutée rapidement après la collecte. L'**éosine-nigrosine**, l'éosine-bleu d'aniline (Ciptadi, 1993) ou un type particulier d'encre de Chine peuvent être utilisés, puis l'observation au fort grossissement du microscope optique sur fond clair (grossissement 400 fois). Le temps d'exposition au colorant doit être constant et inférieur à 5 min.

PREPARATION DE L'EOSINE-NIGROSINE

- 1°) Préparer une solution citratée 0,1 M par litre
- dissoudre 2,94 g de citrate de soude à 2 H₂O dans 100 ml d'eau distillée (ou 3,6 g de citrate de soude à 5 H₂O)
- 2°) Préparer une solution de nigrosine à 5 p. 100
- dissoudre 0,5 g de nigrosine dans 10 ml d'eau distillée
- 3°) Mélanger 0,8 g d'éosine aux deux autres solutions
- 4°) Tamponner au pH 6,8

Le pourcentage de spermatozoïdes à tête non colorée en rose ou en noir, donc **vivants** est apprécié. Le pourcentage de spermatozoïdes à têtes, à pièces intermédiaires, à queues anormales et le pourcentage total des spermatozoïdes anormaux sont enregistrés. Cette classification est toujours en vigueur car elle est simple (Goffaux, 1991).

Anomalies majeures des spermatozoïdes

- 0. Gouttelettes cytoplasmiques proximales 
- 1. Têtes piriformes ou amincies à la base 
- Crête nucléaire 
- Tête repliée 
- 2. Queues cassées ou enroulées en chignon 
- queues enroulées autour de la tête 
- 3. Déformations de la pièce intermédiaire 
- 4. Mal développés et formes doubles 
- 5. Cratères 
- 6. Acrosomes en bouton 

Anomalies mineures des spermatozoïdes

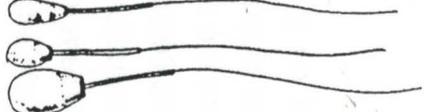
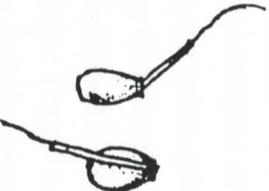
- 8. Gouttelettes cytoplasmiques distales 
- 9. Têtes normales sans queue 
- 10. Queues repliées ou enroulées à l'extrémité 
- 11. Têtes étroites, petites ou géantes 
- 12. Implantations abaxiales 
- 13. Acrosomes anormaux (plissés, détachés) 
- 14. Ruptures partielles du cou 
- 15. Autres anomalies mineures

Figure 4 : Principales anomalies des spermatozoïdes du taureau classées selon Blom (1973), d'après Ott (1986), modifié par Dumont (1992)
(Source : Ott *et al.*, 1987)

Les anomalies peuvent être classées aussi en primaires, secondaires ou tertiaires. Les anomalies primaires sont dues à une spermatogénèse altérée. Les anomalies secondaires se produisent pendant le passage des spermatozoïdes dans l'épididyme. Les anomalies tertiaires surviennent après l'éjaculation, par exemple à la récolte, pendant les manipulations permettant l'insémination artificielle (Hafez, 1987) ou à l'étalement du frottis. Ce dernier augmente artificiellement le pourcentage de têtes détachées. La **méthode de référence** utilise le contraste interférentiel ou le contraste de phase après fixation au formol : quelques gouttes de sperme sont fixées dans 2 ml de solution saline tamponnée et formolée. L'examen est fait au fort grossissement en immersion (1000 fois ou plus).

Les anomalies de la morphologie des spermatozoïdes sont classées en anomalies majeures qui ont un effet nuisible nettement reconnu et en anomalies mineures moins graves, plus tolérables. Au moins six sous-catégories d'anomalies majeures et six mineures sont distinguées (7 et 8 dans la figure 4). Cette méthode de référence est la seule technique qui permette de distinguer les anomalies de l'acrosome dites de cratères correspondant à une perte plus ou moins importante de matériel nucléaire. Le contraste interférentiel permet de voir significativement plus d'anomalies que le contraste de phase.

Il peut y avoir des anomalies de différents types sur le même spermatozoïde. Dans ce cas, un même spermatozoïde anormal n'est compté qu'une fois, pour l'anomalie la plus grave qu'il présente.

Le test de Schalm ou test au teepol, ou CMT est parfois pratiqué. C'est un réactif utilisé pour déceler les mammites sub-cliniques par mise en évidence d'une augmentation des globules blancs dans le lait. Il peut aussi être utilisé avec le sperme pour mettre en évidence une augmentation des globules blancs accompagnant souvent l'infection ou l'inflammation des testicules ou des épидидymes.

Dans un godet plastique à 4 creux, un peu de sperme est déposé dans chaque creux. Du liquide de Schalm (teepol + pourpre de bromocrésol + pH tamponné) est ajouté. On mélange par des mouvements circulaires. Après examen sur fond blanc on note :

- aucun agglutinat
- + légers agglutinats
- ++ des agglutinats nets
- +++ nombreux gros agglutinats.

Les tests de congélation permettent d'étudier la résistance à la congélation du sperme de taureau. Certains éjaculats, paraissant bons lorsqu'ils sont frais, ne résistent pas à la congélation. La motilité d'un échantillon (spermatozoïdes fléchants) est appréciée entre lame et lamelle après congélation et décongélation, si possible une semaine après. Il est recommandé d'éliminer les lots qui présentent moins de 20 p. 100 de spermatozoïdes actifs après décongélation (Jondet et Rabadeux, 1976).

En France, ces tests sont pratiqués sur le sperme des taurillons avant leur admission dans des centres d'insémination artificielle pour éliminer ceux dont le sperme ne résiste pas à la congélation.

Les tests d'épuisement permettent d'évaluer la production de sperme possible du mâle à un moment donné. En pratique, on procède à 10 récoltes de sperme consécutives par taureau. Les examens classiques du sperme sont effectués. Le nombre de spermatozoïdes des 10 éjaculats est totalisé. Cette production peut aussi être déterminée par comptage des spermatozoïdes des testicules et épидидymes après abattage.

II. RESULTATS

A. Mensurations testiculaires et production de spermatozoïdes

En pays tempérés, chez le taureau adulte, la longueur moyenne des testicules est de 13 cm, leur diamètre de 7 cm et leur poids de 350 g (Hafez, 1987). Weisgold et Almquist (1979) rapportent chez le taureau charolais de 3 à 6 ans un poids du testicule moyen de 386 g et une production testiculaire moyenne de $8,9 \cdot 10^9$ spermatozoïdes/j. Les dimensions à âge type en races FFPN, Normande et Holstein figurent au tableau 3.

Les mesures les plus utiles sont celles de la hauteur et de la circonférence des testicules qui permettent d'apprécier le volume testiculaire dont dépend la quantité journalière de spermatozoïdes produits. Toutefois, ces mesures ne sont utilisables que lorsque la race et l'âge du taureau sont connus.

Tableau 3 : Caractéristiques des mensurations testiculaires gauches de taurillons F.F.P.N., Normands et Holstein âgés de 9, 12 et 15 mois (Source : Thibier et Colchen-Bourlaud, 1972)

9 MOIS

(unité = cm)

	F. F. P. N.		NORMAND		HOLSTEIN	
	Moyenne	Ecart Type	Moyenne	Ecart Type	Moyenne	Ecart Type
EPAISSEUR	6,60	0,62	6,30	0,73	7,00 ^x	0,82
LARGEUR	6,36	0,83	6,20	0,83	6,73 ^x	0,91
HAUTEUR	10,50	1,28	10,56	1,23	11,32 ^x	1,12
CIRCONFERENCE	31,5	3,33	30,71	2,49	33,29 ^x	2,97

12 MOIS

EPAISSEUR	6,94	0,68	6,80	0,57	7,50 ^x	0,91
LARGEUR	6,60	0,78	6,45	0,65	7,20 ^x	0,77
HAUTEUR	11,13	1,03	11,41	1,02	11,8 ^x	0,94
CIRCONFERENCE	33,58	2	33,31	1,91	35,73 ^x	2,28

15 MOIS

EPAISSEUR	7,41	0,63	7,34	0,64	7,62	0,64
LARGEUR	6,88	0,66	7,00	0,55	7,43 ^{xx}	0,75
HAUTEUR	11,63	1,12	11,70	0,79	12,29	1,22
CIRCONFERENCE	34,62	1,69	34,63	2,00	36,73 ^x	2,57

N.B. : x = Significativement différent des 2 autres races ($P \leq 0,05$)

xx = Significativement différent des F.F.P.N. seulement ($P \leq 0,005$).

Pour 9 taureaux Baoulé adultes, les dimensions de testicules relevées par Chicoteau (1989) sont :

- circonférence scrotale : $27,2 \pm 0,8$ cm
- hauteur du testicule gauche : $11,1 \pm 0,6$ cm
- hauteur du testicule droit : $10,9 \pm 0,6$ cm.

Ainsi, la circonférence scrotale est inférieure à celle de taurillons français de 9 mois.

Sur des animaux Baoulé sains, la production a été de 2,4 milliards de spermatozoïdes par éjaculat soit 120 doses à 20 millions de spermatozoïdes au lieu de 300-350 doses en Europe (Lacroix, 1977).

Igboeli et Rakha (1971) rapportent de même que le poids des testicules de taureaux en pays tropicaux est plus petit que celui des taureaux européens : $140 \pm 15,2$ g en race Barotse, $190,8 \pm 13,4$ g en race Africander et $200,3 \pm 25,5$ g en race Angoni (pour chaque race, $n = 10$). Dans cette dernière race, les réserves étaient de $19,57 \pm 8,28 \cdot 10^9$ spermatozoïdes dans le testicule et de $10,96 \cdot 10^9$ spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme soit 2 à 3 éjaculats seulement dans ce dernier organe.

Chez le taureau Créole, le poids moyen des testicules est de 155 ± 41 g pour une longueur de $10,6 \pm 1,1$ cm et un diamètre antéro-postérieur de $5,7 \pm 0,6$ cm. La quantité journalière de spermatozoïdes produits est de $4,7 \pm 2,0 \cdot 10^9$ soit environ 2 fois moins que celle rapportée en race Charolaise (Belloir *et al.*, 1984).

B. Libido

Dans tous les pays, certains taureaux ont une libido faible. Il est possible d'essayer d'aviver leur intérêt en les présentant à une femelle en chaleur, en les faisant marcher derrière un boute-en-train... Les injections de chlorhydrate de yohimbine à 1/200 (0,02 à 0,05 g/j) sont peu efficaces.

Il est important de retenir qu' **il n'y a aucun rapport entre la libido et la qualité du sperme**. Un taureau peut être très ardent et ne pas pouvoir féconder de vaches. Inversement, un taureau peut avoir un sperme excellent et une libido faible. Des taurillons peuvent effectuer des saillies avant même d'avoir du sperme fécondant.

Le temps de réaction du taureau Baoulé est en moyenne de $71,1 \pm 35$ secondes. Il y a de grandes variations. Ce temps est augmenté les jours de pluie (Chicoteau, 1989). Meyer et Yesso (1991b) ont observé 3,7 (N'Dama) et 3,6 (Baoulé) montes par demi-heure. Chicoteau *et al.* (1990) rapportent un nombre de 4,8 montes par demi-heure en race Baoulé au Burkina Faso. Ainsi, la libido de ces races peut être considérée comme semblable à celle des bovins européens.

Toutefois, l'apprentissage à la collecte de taurillons N'Dama et Baoulé et la détermination de leur âge à la puberté n'a pas abouti en Côte d'Ivoire après plusieurs mois, probablement pour des raisons multiples telles que : fréquence insuffisante des essais (une fois par semaine), récolte sur un pâturage aménagé, début à un âge trop précoce (12 m)... Au Burkina Faso, cet apprentissage a nécessité $12,9 \pm 5,3$ semaines (plus de 3 mois) pour des taureaux Baoulé.

C. Composante hormonale

La testostérone n'a pas été dosée chez les taurillons N'Dama et Baoulé. En France, en race Française Frisonne pie noire (FFPN devenue Prim'Holstein), la concentration normale dans le sang est atteinte dès l'âge de 9 mois pour la testostérone et dès 12 mois pour la LH (tableau 4).

Tableau 4 : Concentrations de testostérone et de LH dans le sang à âge-type chez des taurillons de race Frisonne en France (Source : UNCEIA, 1974)

	Testostérone (ng/ml)	LH (ng/ml)
9 mois	$5,31 \pm 3,99$	$1,95 \pm 1,05$
12 mois	$4,43 \pm 3,01$	$2,86 \pm 1,56$
15 mois	$4,34 \pm 2,26$	$3,37 \pm 1,88$

Par ailleurs, il serait possible de caractériser les taurillons par leur taux de testostérone spermatique qui présente une variation significative entre taureaux alors que la concentration dans le plasma n'en présente pas. Ce taux donnerait une image synthétique du "profil producteur de sperme" des taurillons (Baron, 1974).

D. Puberté des taurillons

La définition de la puberté des bovins mâles généralement retenue est le moment où l'éjaculat récolté contient plus de 50×10^6 spermatozoïdes avec une motilité au moins égale à 10 p. 100. Chez les bovins européens, la puberté apparaît vers 11-12 mois. Les tableaux 5 et 6 donnent les caractéristiques du sperme de taureaux de race FFPN âgés de 43 ou 45 à 63 semaines (Thibier et Colchen-Bourlaud, 1972a et b). A 15 mois, tous les taurillons Holstein, 93 p. 100 des FFPN et 81 p. 100 des Normands effectuaient la monte.

En race trypanotolérante **Baoulé** (taurins), la puberté des taurillons (définie par le moment où la production spermatique dépasse 50×10^6 spz vifs) est apparue à 528 ± 57 jours (**17,5 m**) pour un poids de 155 ± 25 kg (61 p.100 du poids adulte). Elle est plus tardive que chez les bovins des zones tempérées, mais comparable à celle des taurins Créoles et des zébus : 20 à 22 mois pour obtenir des éjaculats satisfaisants. Le poids à la puberté est comparable à celui des taureaux zébus au Nigeria.

E. Caractéristiques du sperme (spermogramme)

Le tableau 7 permet d'interpréter ces caractéristiques chez les taureaux français. La **concentration** du sperme de taureau est en moyenne de 800 000 à 1 200 000 spermatozoïdes par mm^3 . Au dessous de 200 000 spermatozoïdes par ml chez le jeune et 300 000 spermatozoïdes par ml chez l'adulte, le sperme est anormal (oligospermie). Il est alors insuffisant même pour la saillie naturelle.

Les **anomalies** sont un critère important d'appréciation de la qualité du sperme, dès le plus jeune âge. Dans les mois qui suivent la puberté, la fréquence des anomalies diminue : gouttelettes cytoplasmiques, têtes déformées et queues enroulées (Goffaux, 1991, Ott *et al.*, 1987). Chez l'adulte, **il existe une relation très significative entre la fertilité et la proportion de spermatozoïdes vivants** (non colorés) (Ciptadi, 1993). Les éjaculats de certains taureaux stériles contiennent une forte proportion de spermatozoïdes anormaux. Pour certains auteurs, le pourcentage d'anomalies totales ne devrait pas dépasser 15 à 30 p. 100 des spermatozoïdes. En réalité, il faudrait tenir compte des catégories d'anomalies. Ainsi, l'anomalie de Dag, avec un ou plusieurs plis de la pièce intermédiaire, ne doit pas dépasser la fréquence de 5 p. 100 pour ne pas entraîner de diminution de la fertilité du sperme.

Tableau 5 : Caractéristiques statistiques de 5 variables quantitatives du sperme de taureau de race F.F.P.N. (Prim'Holstein) âgé de 45 à 63 semaines
(Source : Thibier et Colchen-Bourlaud, 1972)

Caractéristiques statistiques Variables	1er éjaculat			2ème éjaculat		
	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
Volume (ml)	2,38	1,10	46 %	3,14	1,00	32 %
Concentration (10 ⁹ spz/ml)	1	0,51	51 %	0,93	0,30	32 %
Nombre total de spermatozoïdes (10 ⁹ spz)	2,47	2,44	99 %	2,93	1,77	60 %
% de spermatozoïdes mobiles	66,78	12,54	19 %	71,59	9,75	14 %
Motilité massale (notes de 1 à 5)	3,34	0,91	27 %	3,62	0,75	21 %

N. B. Ces caractéristiques sont issues d'un groupe de 57 taureaux à l'exception de celles de la concentration se rapportant aux données ajustées du groupe de traitement A (28 taureaux).

Tableau 6 : Caractéristiques statistiques de 9 variables quantitatives du sperme de taureau de race F.F.P.N. âgé de 45 à 63 semaines
(Source : Thibier et Colchen-Bourlaud, 1972)

Caractéristiques statistiques Variables	1er éjaculat			2ème éjaculat		
	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
% d'anomalies totales	27,96	9,70	35 %	27,94	9,33	33 %
% d'anomalies de têtes	4,10	2,91	71 %	4,04	3,00	74 %
% d'anomalies de queues	13,55	5,73	42 %	12,84	5,42	42 %
% d'anomalies de pièces intermédiaires	4,86	3,20	66 %	5,08	3,41	67 %
% de décapités	5,46	3,73	68 %	5,88	3,79	64 %
Fructose (mg/100 ml)	731,70	115,02	16 %	805,94	278,59	35 %
Acide lactique (mg/100ml)	16,40	5,96	36 %	22,13	6,11	28 %
Nombre de spermatozoïdes réanimables après décongélation (10^9)	1,39	1,20	86 %	1,57	0,82	52 %
% de spermatozoïdes mobiles après décongélation	31,34	13,17	42 %	32,99	15,51	47 %

N. B. Ces caractéristiques sont issues d'un groupe de 57 taureaux à l'exception du taux de fructose ou d'acide lactique (groupe de traitement A : 28 taureaux) et du nombre de spermatozoïdes après décongélation (groupe B : 29 taureaux).

Tableau 7 : Guide d'interprétation du spermogramme du taureau européen (normes approximatives, d'après UNCEIA, 1966)

(Le nombre de spz vivants est : volume x concentration x p. 100 spz mobiles)

	Normal	Douteux	Inacceptable
Volume * (ml)	J 1-2 Ad 3-10		J < 1 Ad < 2
Couleur	Crémeux ou jaunâtre	Aqueux	Rosé, rouge, gris, marron
Motilité massale	4 ou 5	3	< 3
p. 100 spz mobiles	> 70	60 - 70	< 60
p. 100 spz mobiles après décongelation	> 40	25 - 40	< 25
Concentration (spz/mm ³) *	Ad 700 000 à 2 500 000 moy 800 000 à 1 000 000		Ad < 300 000 J < 200 000
Anomalies morphologiques (p. 100)	Totales < 30 Têtes < 7 P. int. < 15 Queues < 15 Décapités < 20	entre les deux	Totales > 60 Têtes > 14 P. int. > 30 Queues > 30 Décapités > 40
Bactériologie	Quelques cell. épith., rares polynucléaires		Nombreuses cell. épith. ou nombr. polynuc. + nombreuses anomalies

spz = spermatozoïde

* varie avec l'âge, la race et la préparation

J = jeune

Ad = adulte

P. int. = pièces intermédiaires

cell. épith. = cellules épithéliales

polynuc. = polynucléaires

Globalement, il est possible de dire qu'il existe une relation entre le nombre de spermatozoïdes vivants dans le sperme, leur activité et la fertilité de ce sperme. Ce nombre est déterminé par le volume, la concentration et le pourcentage de spermatozoïdes vivants (Bischop *et al.*, 1954).

Le tableau 8 indique les caractéristiques comparées du sperme de taureaux adultes de races tropicales et européennes. Au Burkina Faso, la saison la plus propice à la préparation de semences congelées est la saison fraîche et sèche (Chicoteau, 1989). A Bingerville, au sud de la Côte d'Ivoire, les moments les plus propices à la récolte de semence sont les mois de janvier à avril (fin de saison sèche et début de saison humide). Par contre, chez le zébu Mbororo Akou au Nigeria, les anomalies des spermatozoïdes sont plus nombreuses en saison sèche qu'en saison des pluies, probablement à cause de la température plus élevée et des carences nutritionnelles (Fayemi et Agegbite, 1982).

Les caractéristiques du sperme sont comparables en races tropicales à celles des bovins de zones tempérées, avec toutefois assez souvent, un volume d'éjaculat assez bas, donc une production de spermatozoïdes plus faible. Celle-ci est suffisante pour permettre de constituer des stocks de semences de ces taureaux en saisons favorables à la production du sperme.

Tableau 8 : Caractéristiques comparées du sperme de taureaux adultes de races tropicales et européennes. Les taurins tropicaux étudiés avaient souvent un volume et un nombre de spermatozoïdes par éjaculat inférieurs aux taurins européens

Race	Baoulé	Borgou		N'Dama	Zébu Angoni *	Divers	Divers
Pays	Burkina Faso	Bénin		C. d'Ivoire	Zambie	Angleterre	France
Auteur	Chicoteau, 1989	Adamou N'diaye, 1990	Adamou N'diaye et al., 1996 **	Tamboura, 1989	Igboeli et al., 1971	Bischoop et al., 1954	
Volume (ml)	2,4 ± 1,5 (2 - 3)	3,16 (2,24 - 4,49)	3,43	4,06 ± 0,4	3,4 ± 0,1	5,02	5,0 (0,5-20)
Concentration (10 ⁹ /ml)	1,0 ± 0,4	0,76	1,19	0,93 ± 0,08	1,82 ± 0,05	1,173	1,0 (0,8-1,2)
Nombre de spz (10 ⁹)	2,4	2,4	4,09	3,83 ± 0,6	5,6	5,99	5,0
Motilité (note 0-5)	3,8 ± 0,8	3,85	3,85	2,52 ± 1,17		4,15	
P. 100 spz vivants	80 ± 23	82,5		51,5 ± 7	80 ± 0,8	77,9	80
Anomalies p.100 totales majeures	3,8 ± 4,7				26 ± 0,7	25,6	

Spz : spermatozoïdes

* : valeurs pour le premier éjaculat pendant la meilleure saison

** : avec une récolte une fois par semaine en saison des pluies

CHAPITRE III

**PHYSIOLOGIE DE LA
REPRODUCTION DES FEMELLES**

I. METHODES D'ETUDE DE LA FONCTION SEXUELLE

A. Composante anatomique

Seule, la vulve peut être examinée directement de l'extérieur. Le vagin et le col utérin peuvent l'être au moyen d'instruments (spéculum, vaginoscope).

Chez la vache, la méthode d'étude la plus utilisée est le **palper transrectal**. Il permet de sentir les organes de la reproduction que sont les ovaires, les oviductes, les cornes utérines, le col utérin et le vagin. La taille des ovaires, la consistance et la présence d'organites (follicules, corps jaunes, kystes) sont appréciés. Les follicules sont fluctuants. Les corps jaunes sont fermes et en saillie par rapport à la surface de l'ovaire. Mais, il faut savoir que la palpation seule ne permet pas toujours de bien distinguer la présence de corps jaunes mûrs. Une comparaison avec les dosages de progestérone a donné sur 124 palpations 18 p. 100 d'erreurs par excès et 37 p. 100 d'erreurs par défaut (Ott *et al.*, 1986). Des examens répétés sont nécessaires.

La taille des cornes utérines et leur contenu éventuel (enveloppes et leurs liquides, cotylédons ou foetus) sont aussi appréciés. Le diagnostic de la gestation est possible ainsi vers le 45^e jour (et même vers 35 jours pour un opérateur entraîné, mais avec un plus grand risque d'avortement). Ainsi, on admet que le palper rectal est responsable de 10 à 15 p. 100 des interruptions de gestation.

L'**endoscopie** permet d'observer les organes en place notamment les ovaires (Mariana, 1969 ; Chaffaux *et al.*, 1980 ; Bianchi, 1991). L'**échographie** par voie transrectale peut être utilisée pour le diagnostic de gestation dès le 35^e jour de gestation (Chaffaux *et al.*, 1988 ; Bianchi, 1992).

B. Composante comportementale

C'est la détection des chaleurs.

1. Intérêts

La détection des chaleurs est très importante. Le succès de la reproduction dépend beaucoup de la façon dont elle est réalisée lorsque l'insémination artificielle est utilisée sur chaleurs observées ou lorsque la monte naturelle est pratiquée. En effet, la saillie ou l'insémination doit être effectuée à un moment favorable par rapport au début des chaleurs pour obtenir de bons résultats (figure 42).

2. Méthodes

Il faut observer le changement de comportement des femelles : vers le moment des chaleurs, il y a agitation, beuglement, saut sur les autres vaches ou monte par un congénère ou un mâle. Le signe caractéristique recherché est justement l'acceptation de la monte par un mâle ou par une autre femelle. La vache en chaleur s'immobilise lors des chaleurs vraies. Souvent ce comportement s'observe au moment du rassemblement des vaches (par exemple sur l'aire de traite pour les vaches laitières).

Les vaches en chaleur peuvent être marquées par un **animal détecteur** pourvu d'un licol marqueur ou écrasant des marques colorées posées sur la croupe des vaches ou plus simplement badigeonné de graisse colorée sur le poitrail. Cet animal est mis avec un groupe de vaches en permanence ou 2 ou 3 fois par jour pendant 1/2 heure chaque fois. L'animal détecteur peut être :

- un taureau vasectomisé : taureau auquel une partie des canaux déférents a été enlevée après ligature.
- un taureau epididymectomisé : taureau auquel une partie de l'épididyme a été enlevée.
- un taureau dévié : taureau auquel le fourreau a été incisé et la verge déviée d'un angle de 45° pour la suturer dans cette position. Le taureau effectue la monte, mais sa verge ne pénètre pas dans le vagin des vaches, évitant la transmission de maladies vénériennes.
- une vache androgénisée : génisse ou vache de réforme traitée par des injections répétées d'hormones androgènes (Interteston®). Là aussi, la transmission de maladies vénériennes est évitée.

Le marquage des vaches au moyen de licols marqueurs (procédés Chinball, Kamar...) ne doit pas dispenser complètement de l'observation du comportement. Les méthodes de détection des chaleurs utilisables en pays tropicaux ont été passées en revue par Gueye (1983).

L'observation des chaleurs tous les jours plusieurs fois par jour permet de détecter les chaleurs des femelles, donc d'établir leur cyclicité. Toutefois, d'une part certaines chaleurs passent inaperçues lorsque leur durée est inférieure à l'intervalle des observations, d'autre part des ovulations sans chaleurs sont possibles. Le dosage de progestérone est plus efficace pour établir la proportion de vaches cyclées d'un troupeau. Il a aussi d'autres applications importantes que nous allons envisager.

C. Composante hormonale

Envisageons les applications du dosage de la progestérone, ses méthodes de dosage, puis l'intérêt des prostaglandines et celui de la LH.

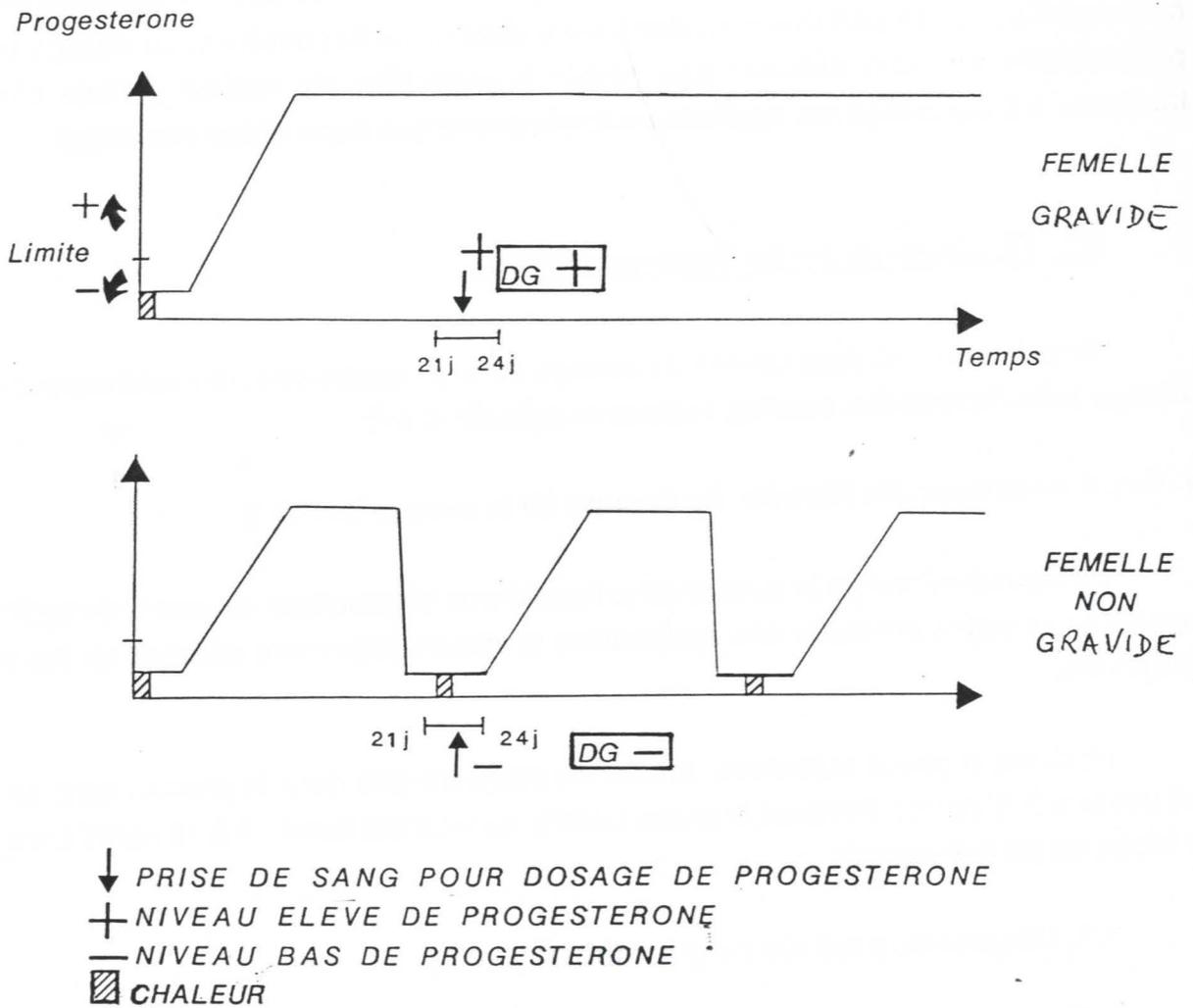
1. Quels sont donc les intérêts du dosage de la progestérone ?

La connaissance de la courbe de progestérone plasmatique au cours du cycle sexuel de la vache présente des applications pratiques largement utilisées en pays tempérés.

Pendant la phase folliculaire, le taux de progestérone dans le plasma sanguin est très bas (< 2 ng/ml). Pendant la phase lutéale, ce taux est élevé : 4 à 10 ng/ml chez la vache en pays tempérés.

1.1. Diagnostic précoce de gestation (figure 5)

Sur un prélèvement de plasma sanguin ou de lait effectué 21 à 24 jours après la saillie ou l'insémination artificielle, un dosage de progestérone permet de distinguer précocement les femelles non gravides dont le taux est bas (<2 ng/ml) des gravides. Le taux de mise bas est toujours plus faible que le taux de gestation déterminé de cette façon car il y a encore des mortalités embryonnaires après le 21^e jour de gestation.



Meyer C.

Figure 5 : Principe du diagnostic précoce de gestation par dosage de progesterone

Ainsi, sur un troupeau de vaches allaitantes, les valeurs suivantes ont été enregistrées :

Tableau 9 : Concentration de progestérone dans le plasma et dans le lait de vaches allaitantes, 21 jours après leur insémination (UNCEIA, 1974)

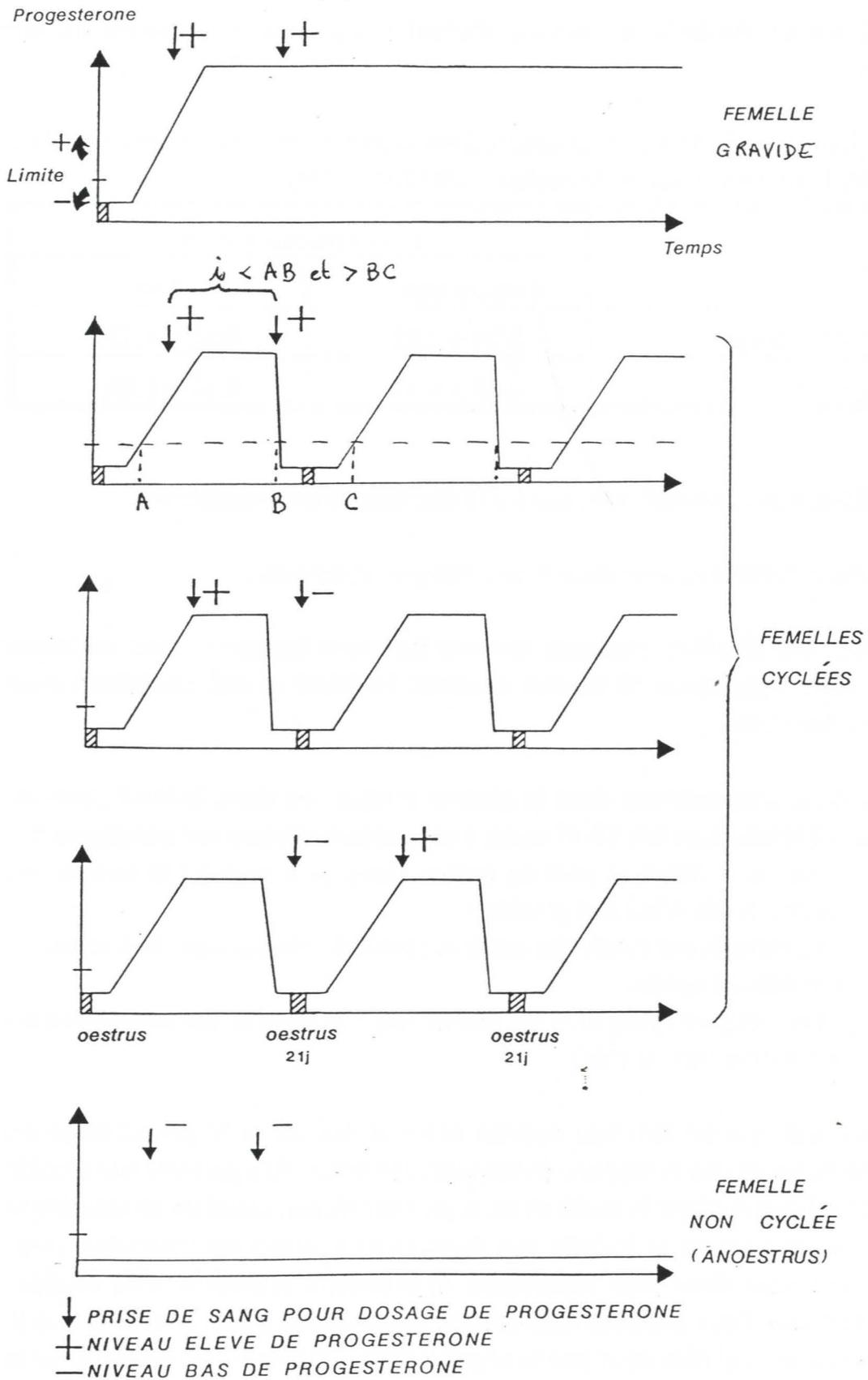
	Progestérone (ng/ml)	
	Plasma sanguin	Lait
Présumées gravides	3,31 ± 1,28	9,82 ± 4,13
Non gravides	0,37 ± 0,19	0,90 ± 0,51

1.2. Etude de l'activité ovarienne par dosage de progestérone

Lors de cyclicité naturelle deux méthodes sont possibles :

- l'observation des chaleurs plusieurs fois par jour tous les jours. Mais certaines chaleurs passent inaperçues (il faudrait observer 24 h/24) et des ovulations sans chaleurs sont possibles.
- le dosage de la progestérone dans le plasma sanguin ou dans le lait à partir de prélèvements effectués tous les 10-11 jours. Il est possible d'observer que (figure 6) :
 - les deux dosages sont de niveau élevé (> 1 ng/ml) : la femelle est cyclée si elle n'est pas gravide ;
 - un dosage est de niveau élevé et l'autre de niveau bas : la femelle est considérée cyclée ;
 - les deux dosages sont de niveau bas : la femelle est considérée en anoestrus (non cyclée).

Le pourcentage de femelles cyclées selon la saison et le pourcentage de femelles cyclées avant une campagne d'inséminations artificielles peuvent être étudiés de cette façon. En cherchant le moment où le premier niveau élevé de progestérone est observé, le moment de la puberté des femelles et la durée de l'anoestrus *post-partum* qui ont tous deux une importance économique reconnue sont étudiés. L'intervalle entre les deux prélèvements est calculé de façon à être plus long que la phase folliculaire (BC) et plus court que la phase lutéale (AB), soit 8 à 10 jours chez la vache.



Meyer C.

Figure 6 : Etude de l'activité ovarienne par dosage de la progesterone (principe)

Le problème est simplifié si les femelles n'ont pas été inséminées ou saillies. Si elles ont été inséminées ou saillies, des prélèvements à 4-5 jours d'intervalle peuvent aussi être faits. Il faut alors entre 2 et 5 prélèvements pour établir si une femelle est cyclée, gravide, ou en anoestrus (tableau 10). Il est important de préciser la valeur prise comme limite entre taux bas de progestérone (notés -) et taux élevés (notés +) qui peut être selon les auteurs de 0,5 ou de 1 ng/ml.

Lors d'ovulation induite puis de service (saillie ou insémination artificielle) deux méthodes sont aussi possibles :

- la palpation transrectale des ovaires 7 jours après le service pour rechercher un ou des corps jaune (s).

- le dosage de la progestérone du lait ou du plasma sanguin 7 j et 21 j après le service. A J7, un taux de progestérone élevé indique qu'il y a un corps jaune, ce qui montre le succès de la synchronisation des chaleurs proprement dite. A 21 j, un taux de progestérone bas indique qu'il n'y pas gestation.

1.3. Etude de l'efficacité de la superovulation

Dans les études sur le transfert embryonnaire, la progestérone du plasma ou du lait est dosée 7 jours après insémination artificielle. Un taux élevé de progestérone indique qu'il s'est formé un corps jaune.

1.4. Autres : D'une manière générale, un dosage de progestérone permet de conclure si l'ovaire avait un corps jaune actif au moment du prélèvement, même si celui-ci n'était pas décelable à la palpation transrectale. En plus des applications que nous venons de signaler, cela permet aussi de suivre l'infertilité par exemple.

2. Comment dose-t-on la progestérone ?

Les techniques modernes de dosage de la progestérone sont très sensibles. Elles sont basées sur l'immunologie et la radioactivité. C'est le dosage radio-immunologique.

Tableau 10 : Interprétation des niveaux de progestérone plasmatique pour définir l'état physiologique d'une vache, brebis, chèvre ou jument (D'après Thimonier, 1978)

Catégories de femelles	Intervalle entre 2 prélèvements	Niveaux de progestérone aux différents prélèvements					Etat physiologique	
		1	2	3	4	5		
Femelles n'ayant jamais été inséminées (pas de gestation possible)	8 à 11 j	+					Cyclique	
		-	+				Cyclique	
		-	-				Anoestrus	
Femelles ayant pu être inséminées ou saillies	4 à 5 j	+	-				Cyclique	
		+	+	-			Cyclique	
		+	+	+	-		Cyclique	
		+	+	+	+	-	Cyclique	
		+	+	+	+	+	Gravide ou corps jaune persistant	
		-	+				Cyclique	
		-	-	+			Cyclique	
		-	-	-			Anoestrus	

+ niveau de progestérone élevé (> 0,5 ou 1 ng/ml)

- niveau de progestérone bas (< 0,5 ou 1 ng/ml)

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (IAEA) des Nations Unies, basée à Vienne en Autriche, a mis au point des kits pour le dosage de la progestérone utilisables en pays tropicaux dans le cadre de contrats de recherche ou de développement. Il est possible d'effectuer ces dosages même dans ces pays en prenant certaines précautions :

- il faut utiliser une blouse et des gants. Pour les femmes, il faut éviter le rouge à lèvres ;
- il faut stocker les déchets radioactifs pendant un an avant de pouvoir les éliminer normalement dans la nature (car l'iode 125 a une période de 58 jours).

La réaction est due à la compétition entre la progestérone (P4) de l'échantillon (inconnue) et la P4 couplée à l'iode 125 :



Ac-P4 : Anticorps contre la progestérone, obtenu chez le lapin, fixé sur la partie inférieure de la face interne des tubes fournis.

P4 : Progestérone de l'échantillon à doser (inconnue).

P4-125I : Traceur, progestérone liée à l'¹²⁵I, est en surplus.

Il y a compétition car il n'y a pas assez d'anticorps pour toute la progestérone marquée ou non. S'il y a peu de progestérone dans l'échantillon, beaucoup de traceur pourra se fixer aux anticorps ; le nombre de coups par minute (cpm) sera élevé. S'il y a beaucoup de progestérone dans l'échantillon, peu de traceur pourra se fixer aux anticorps ; le nombre de cpm sera petit. La proportion de progestérone marquée à l'iode 125 liée aux anticorps à la fin est en relation inverse avec la concentration en progestérone de l'échantillon.

La méthode permet de mesurer la progestérone du plasma, du sérum sanguin ou du lait (écrémé) chez les bovins, les buffles, les brebis, les chèvres, les camélidés et les truies. Elle se fait sans extraction. Le matériel nécessaire est relativement simple : compteur de radioactivité, différents tubes, micropipette et cônes pour 100 µl, multidispenser ou pipette et cônes pour 1 ml, portoirs, rampes de décantation ou bassines plastiques, mixer Vortex et feutre.

Pour le dosage à partir de lait, il suffit de congeler 5 ml de lait fraîchement recueilli. En revanche, pour les prélèvements de plasma sanguin, des précautions sont nécessaires car la progestérone se dégrade au contact des globules sanguins. Il faut,

au moment de la récolte, homogénéiser les tubes de sang contenant un anticoagulant (héparine, éthylènediamine tétracétate = EDTA, citrate de sodium) et les mettre dans un récipient contenant de la glace. Il faut centrifuger ces tubes le plus rapidement possible, dans l'heure qui suit le prélèvement autant que possible. Le délai de centrifugation influe beaucoup sur le taux de progestérone. Le plasma est pipeté, transféré dans des petits tubes étiquetés qui sont congelés (-25°C) jusqu'au moment de l'analyse. Il est possible de conserver le plasma à +4°C après centrifugation jusqu'à 4 jours avant de le congeler. Le jour de l'analyse, il est bon de laisser les tubes de plasma reprendre la température de la pièce.

Lorsqu'il n'existe pas de centrifugeuse près du lieu de prélèvement, des conservateurs qui bloquent la dégradation de la progestérone peuvent être utilisés. L'azide de sodium (5 mg/ml de sang, mais attention, ce produit peut être mortel !) ou le mélange bichromate de potassium et chlorure mercurique permettent une conservation de 3 à 7 jours.

Une série de tubes préparés un jour (par exemple 100 échantillons) peuvent être comptés le lendemain après une nuit au réfrigérateur.

3. Hormone LH

Des techniques de dosage immuno-enzymatique de l'hormone LH utilisables sur le terrain sont mises au point. Elles peuvent permettre de détecter le pic de LH pour ne pas inséminer les femelles qui n'en présentent pas, ce qui pourrait augmenter le taux de fertilité après insémination artificielle de 5 p. 100 environ. Mais la détection du pic suppose des prélèvements fréquents (toutes les 6 heures pendant 48 heures) ce qui rend la technique contraignante (Humblot et Thibier, 1994).

D. Diagnostic de gestation

Le dosage des hormones est très utile pour le diagnostic de gestation, mais ce n'est pas le seul type de méthode utilisable à cette fin. La connaissance de l'état de gestation chez la vache a une importance économique reconnue. Plus tôt le diagnostic de gestation est établi, plus tôt les femelles vides seront remises à la reproduction, permettant de maintenir un intervalle entre mises bas raisonnable, et d'éviter ainsi des pertes financières. Le prix d'une vache est différent si elle est gravide ou si elle est vide.

Les méthodes de diagnostic de gestation chez les bovins ont été décrites par exemple par Derivaux et Ectors (1980) et par Humblot et Thibier (1984). Elles font appel aux trois composantes que nous venons d'envisager. Les critères du choix des méthodes sont la praticabilité, l'exactitude et la précocité.

1. Examen clinique

Certains signes cliniques sont des **signes probables de gestation** : la **cessation des chaleurs**, les modifications du caractère, le développement de l'abdomen (tiers inférieur du flanc droit), le développement des mamelles, l'état croqué lié au relâchement du ligament sacro-sciatique.

D'autres signes cliniques sont des **signes certains de gestation** :

- les mouvements foetaux : ils peuvent être perçus surtout du côté droit vers le 5e-6e mois de gestation.
- le toucher externe donne aussi des renseignements tardifs : 2e moitié et fin de gestation.
- les signes détectés par la palpation transrectale et par l'exploration vaginale par le vétérinaire permettent d'établir le diagnostic dès le 35e jour ou mieux dès le 2e mois avec moins d'erreurs et de risques d'avortements. Au 2e mois de gestation, la dysymétrie des cornes utérines est notée. Les membranes foetales peuvent être senties en pincant la grande courbure de la corne utérine et en la laissant glisser entre les doigts. Au 3e mois, la corne gravide a le diamètre d'un travers de main soit le double de la corne vide. Les cotylédons peuvent être sentis à partir du 4e mois. Notons qu'aux 5e-6e mois de gestation, l'utérus plonge vers le plancher de la paroi abdominale et devient moins perceptible, ce qui peut faire penser à un diagnostic de gestation négatif pour une personne peu entraînée ou procédant trop rapidement. L'artère utérine est hypertrophiée. Sa pulsation ("thrill artériel") est sentie. Au 7e mois et après, le fœtus remonte devant le bassin où il est facile à percevoir au toucher. Chez la vache non gravide, l'utérus est situé presque entièrement dans la cavité pelvienne. L'ovaire porte ou non un corps jaune, alors qu'il en porte toujours en cas de gestation.

2. Détermination par dosage

Chacune des méthodes hormonales que nous avons déjà envisagées présente des contraintes :

- le dosage des oestrogènes permet un diagnostic tardif ; il est donc peu pratiqué ;
- le dosage de la progestérone du plasma sanguin ou du lait permet un diagnostic précoce (21 à 24 jours après l'insémination artificielle ou la saillie) mais il nécessite de connaître avec précision la date du service. Ainsi, il est commode à utiliser en cas d'insémination artificielle.

Il est possible de doser dans le sérum sanguin une protéine, **la PSPB** (Pregnancy Specific Protein B) ou **la PSG 60** (Protéine Sérique de Gestation). Le dosage de la PSPB permet un diagnostic précoce (dès 30-35 jours après l'insémination artificielle ou la saillie) sans qu'il soit nécessaire de connaître la date exacte du service. La date du vêlage doit être assez éloignée de celle du prélèvement (plus de 70 jours) pour obtenir une exactitude élevée (proche de 90 à 95 p. 100 alors qu'elle dépasse rarement 75 p. 100 avec le dosage de progestérone) car parfois de la PSPB liée à la gestation précédente est détectée ce qui fait conclure faussement à un diagnostic positif de gestation. Le retour à des valeurs non détectables s'effectue entre 80 et 100 jours après le vêlage. Une valeur négative est exacte à 100 p. 100 (sauf erreur d'étiquetage ou autre, bien sûr). Cette protéine est spécifique de la gestation, contrairement à la progestérone qui est trouvée aussi pendant la phase oestrale du cycle. Elle est sécrétée par le placenta (Martin, 1993 ; Cosson, 1996).

II. RESULTATS

A. Puberté des génisses

La vie sexuelle de la vache commence avec les premières chaleurs. La puberté est un caractère économiquement important. Plus elle est précoce et plus tôt les génisses pourraient être mises à la reproduction. Toutefois un âge optimal est conseillé (ce qui correspond à la nubilité chez la femme).

Age minimal : les critères de la puberté peuvent être comportementaux (ce sont les premières chaleurs), organiques (identification d'un corps jaune par palpation rectale, lorsque la taille de la femelle le permet) ou hormonaux (c'est le moment où le taux de progestérone dans le sang dépasse pour la première fois un taux limite). Ce taux limite de progestérone est fixé à 1 ng/ml (Mukasa-Mugerwa, 1989) ou à 0,5 ng/ml (Thimonier, 1978). En pays tempérés, la puberté femelle a lieu à 10-12 mois chez les génisses de races laitières et à 11-15 mois chez les génisses de races à viande vers 250-300 kg de poids vif (Dobson et Kamontapana, 1986). La génisse a alors environ 45 p. 100 du poids de l'adulte de sa race. Il a été observé que le poids est plus déterminant que l'âge pour l'apparition des premières chaleurs.

Age optimal : toutefois, il n'est pas toujours souhaitable de mettre les génisses à la reproduction dès leur puberté. Il peut être préférable de le faire peu après, à un âge qui peut être qualifié d'optimal, afin de permettre une bonne carrière de reproductrice à la femelle. Il faut savoir que les premières chaleurs et les premières ovulations ne sont pas parfaitement synchronisées. De plus l'âge au premier vêlage influe sur la vie reproductive de la femelle. Une mise à la reproduction trop précoce peut se traduire par une difficulté de la génisse à élever son veau correctement et à continuer en même temps sa propre croissance. Ainsi, les bovins européens ne sont mis à la reproduction que vers 15 mois d'âge (Dobson et Kamontapana, 1986) alors qu'ils sont pubères plus tôt comme nous l'avons vu. Il est conseillé généralement de ne pas mettre à la reproduction les génisses de ces races avant qu'elles aient atteint les 2/3 du poids de l'adulte.

La puberté dépend de **facteurs** génétiques, de la nutrition, du poids du corps, de la pathologie (parasitisme). Elle est liée à l'année, au mois de naissance, à la pluviométrie pendant la période de croissance et à la supplémentation en saison sèche.

Ainsi, il est important de considérer non seulement l'âge au moment de la puberté chez les races de bovins tropicaux (tableau 11), mais aussi **le poids à la puberté** (tableau 12) et le pourcentage que ce poids représente par rapport au poids moyen de l'adulte dans la race considérée. Le tableau 13 représente l'âge à la première mise bas. En retirant la durée de gestation (environ 9 mois et 10 jours), l'âge à la première conception qui est assez proche du moment de la puberté est obtenu. Meyer *et al.* (1992) ont trouvé **en race Baoulé** un âge à la puberté **proche de 24 mois** en considérant la première augmentation de progestérone supérieure à 1 ng/ml, alors que Chicoteau *et al.* (1990) ont trouvé un âge **proche de 14 mois** avec les mêmes limites pour la progestérone. Ces premiers résultats se rapprochent de ceux obtenus chez les zébus (tableau 11). En revanche, le poids à la puberté des Baoulé est comparable dans ces études. Il est de 120 à 127,5 kg soit **57 à 64 p. 100 du poids adulte** (tableau 12) ; l'alimentation était plus poussée au Burkina Faso. Ainsi, la puberté serait retardée en cas de sous-alimentation. Au Burkina Faso, en race Baoulé, des corrélations ont été trouvées entre :

- le GMQ 0-12 mois et le poids à la puberté (coefficient 0,75)
- le GMQ 6-12 mois et le poids à la puberté (coefficient 0,57).

Rappelons qu'en milieu réel, dans le nord de la Côte d'Ivoire, l'âge moyen au premier vêlage est seulement de 42,5 mois (Landais, 1984) ce qui correspond à des fécondations vers 33,5 mois. L'âge au premier vêlage relevé dans la littérature pour certaines races figure au tableau 13.

En race N'Dama, Meyer *et al.* (1992) ont constaté l'apparition de la puberté femelle à **26,8 mois** pour 175 kg soit **60 p. 100 du poids adulte**. Par ailleurs, ils ont constaté que les génisses Jersiaise x N'Dama complémentées sont beaucoup plus précoces que les N'Dama de race pure pour un poids à la puberté comparable. Ainsi, **à 17,5 mois, 86 p. 100 des génisses Jersiaise x N'Dama complémentées étaient pubères**. Les génisses qui sont entrées en activité ovarienne entre 13 et 18 mois (fin de l'étude) l'ont fait à **486 ± 40,6 jours (16,2 mois)** à un poids moyen de **173 ± 20 kg** (figure 7). Ce poids à la puberté est comparable à celui observé chez les N'Dama pures. De même, au Ghana, Osei *et al.* (1989) ont trouvé une première augmentation du taux de progestérone vers 20,7 mois en croisement Frisonne x N'Dama au lieu de 24 mois environ en race N'Dama en station (tableau 11).

Tableau 11 : Estimations de l'âge à la puberté des vaches
N'Dama, Baoulé, croisées et zébus

Races	Pays	Lieu	Estimation (mois)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	C. d'Ivoire	Station	11,8		Ralambofiringa, 1975	Progesterone nées sais. pluies nées sais. sèche Etude 13-31 m N'Dama et Baoulé N'Dama et Baoulé 1ère saillie
	Ghana	Station	23,99 ± 4,63		Osei <i>et al.</i> , 1989	
	Ghana	Station	21,30 ± 4,70		id	
	Ghana	Station	26,07 ± 3,47		id	
	C. d'Ivoire	Station	26,81 ± 3,40	5	Meyer <i>et al.</i> , 1992	
	Ghana	Station	29,57 ± 0,78		Osei <i>et al.</i> , 1991	
	Ghana	En ferme En ferme		33,53 ± 3,12	20	
Baoulé	Burkina Faso	Station	13,6 ± 2,17	15	Chicoteau <i>et al.</i> , 1990	Progesterone Chaleurs Niv. alim. haut Niv. alim. bas
	Burkina Faso	Station	14,0 ± 2,0		id	
	C. d'Ivoire	Station	24,07 ± 3,40	6	Meyer <i>et al.</i> , 1992	
	C. d'Ivoire	Station	25,70 ± 4,20	5	id	
N'Dama x Jersiaise N'Dama x Frisonne	C. d'Ivoire	Station	15,98 ± 1,33	9	Meyer <i>et al.</i> , 1992	Progesterone
	Ghana	Station	20,66 ± 8,02		Osei <i>et al.</i> , 1989	Progesterone
Zébus Zébu x Jersiaise Zébus Zébus	divers	divers	vers 22		Galina <i>et al.</i> , 1989a	18,85 - 19,6 m 15,6 - 40,2 m
	id	id	vers 15		id	
	divers	divers	19,3 ± 0,39	3 études	Paparella, 1974	
	divers	divers	25,94 ± 7,6	22 études	Mukasa-Mugerwa, 1989	

Tableau 12 : Estimations du poids à la puberté des vaches
N'Dama, Baoulé, croisées, zébus et européennes

Races	Pays	Lieu	Estimation (kg)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Ghana C. d'Ivoire	Station Station	165,9 ± 27,4 175,1 ± 19,6	5	Osei <i>et al.</i> , 1989 Meyer <i>et al.</i> , 1992	Progestérone Progestérone 60 p. 100 poids ad.
Baoulé	Burkina Faso Burkina Faso C. d'Ivoire	Station Station Station	120 ± 21 123 ± 17 127,5 ± 15,2	15 10	Chicoteau <i>et al.</i> , 1990 id Meyer <i>et al.</i> , 1992	Progestérone 57 p. 100 poids ad. Chaleurs Progestérone 64 p. 100 poids ad.
N'Dama x Jersiaise N'Dama x Frisonne	C.d'Ivoire Ghana	Station Station	167,1 ± 20,2 181,3 ± 37	12	Meyer <i>et al.</i> , 1992 Osei <i>et al.</i> , 1989	Progestérone Progestérone
Zébus	divers	divers	198,5 ± 10,36	3 études	Paparella, 1974	193,3 - 210,5 kg
V. europ.	divers	divers	250 - 300		Dobson et Kamontopana, 1986	

Tableau 13 : Estimations de l'âge au premier vêlage
des vaches N'Dama, Baoulé, croisées et zébus

Races	Pays	Lieu	Estimation (mois)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Nigeria	Station	22,5 ± 1	3	Roberts <i>et al.</i> , 1973	Taureau en perman. N'Dama et Baoulé id
	C. d'Ivoire	Station	35,6 ± 1	95	Coulomb, 1976	
	C. d'Ivoire	Station	38,5 ± 3,9	142	Yesso <i>et al.</i> , 1986	
	Ghana	Fermes	40,7 ± 1,6		Osei <i>et al.</i> , 1991	
	Ghana	Fermes	42,7 ± 2	30	id	
	S. Leone	Station	46,5 ± 0,7		Carew <i>et al.</i> , 1986	
	Nigeria	Ranch	47,6		Olutogun <i>et al.</i> , 1986	
Gambie	Village	55,2	617 anx	Leperre <i>et al.</i> , 1992		
Baoulé	C. d'Ivoire	Station	25,6 ± 1,3	63	Tidori <i>et al.</i> , 1975	Mises à reprod. avant puberté Min. 23 m
	C. d'Ivoire	Village	37,5 ± 7,5		Yesso <i>et al.</i> , 1986	
	C. d'Ivoire	Station	38,0 ± 6,2	142	Landais, 1983	
	C. d'Ivoire	Village	42,5 ± 7,3	116		
N'Dama x Sahiwal	S. Leone	Station	32,4 ± 2,1		Carew <i>et al.</i> , 1986	
Zébus	divers	divers	42,9	18 études	Galina <i>et al.</i> , 1989 ^a	27,2 - 67,1 m
	divers	divers	44,66 ± 6,75	37 études	Mukasa-Mugerwa, 1989	34,0 - 60,0 m
	divers	divers	45,05 ± 7,33	21 études	Paparella, 1974	37,5 - 58,3 m

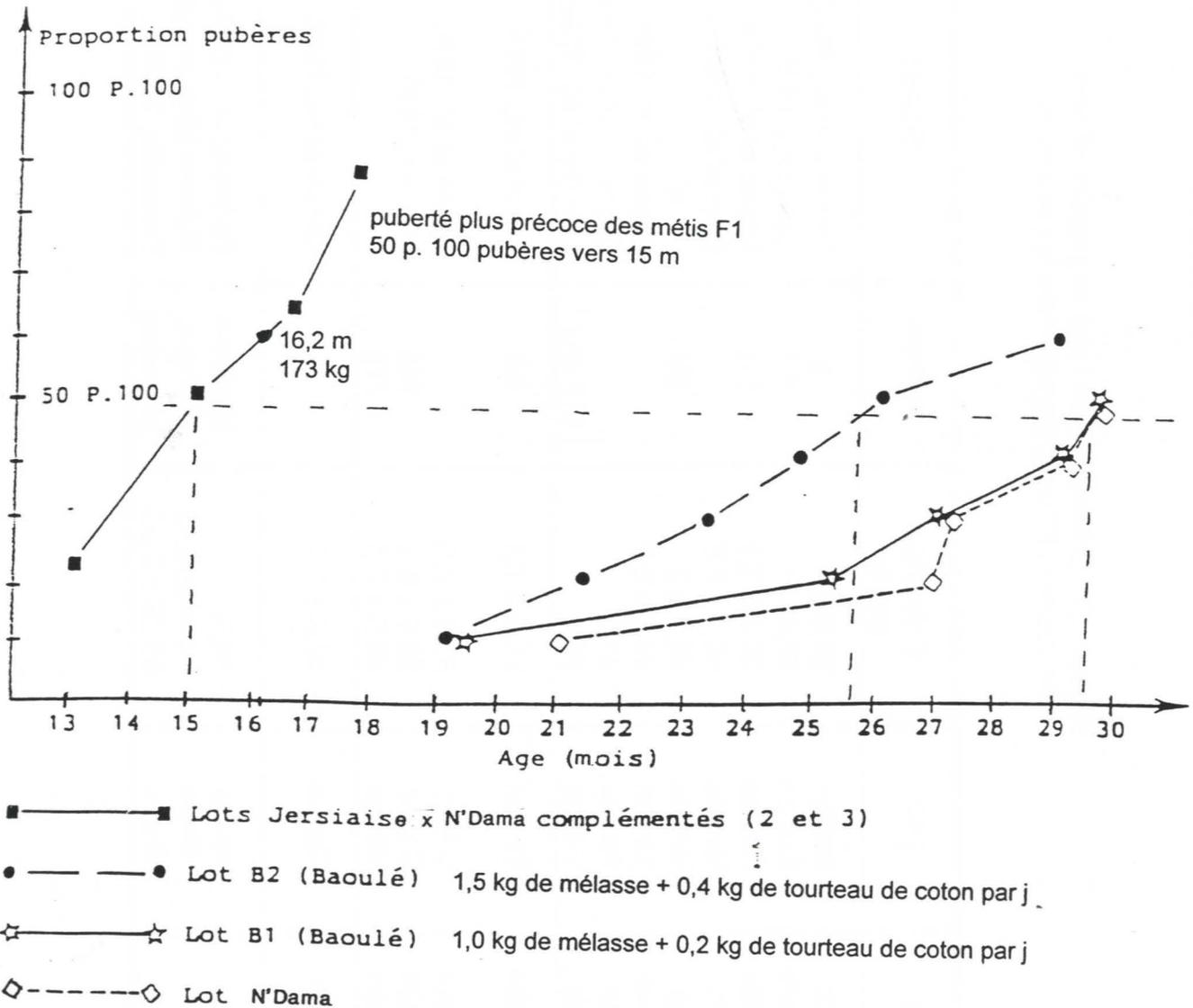


Figure 7 : Proportion de génisses pubères selon l'âge
(Source : Meyer *et al.*, 1993)

En conclusion, le moment de la puberté étant très lié au poids, il apparaît qu'il faut avant tout **veiller à une bonne alimentation des génisses pendant leur croissance** afin que leur puberté ne soit pas tardive. La nutrition pendant les 2 premiers mois d'âge est critique pour la puberté d'après Haresign (1983). Les facteurs les plus importants agissant sur l'âge à la puberté sont l'année, le mois de naissance, la pluviosité pendant la période de croissance et la supplémentation en saison sèche (Galina et Arthur, 1989a).

Compte tenu de ces acquis, il reste encore à étudier pour ces races l'âge optimal de mise à la reproduction des génisses afin de permettre une bonne carrière de reproductrice. Il s'agit de rechercher s'il est possible de mettre les génisses N'Dama et Baoulé à la reproduction avant l'âge de 24 mois sans nuire à leur développement et à celui de leurs veaux, donc à leur productivité. En Europe, les vaches sont pubères à 7-8 mois (40-45 p. 100 du poids adulte) et sont mises à la reproduction à 18-24 mois (les 2/3 du poids adulte) (Soltner, 1993). **Il est estimé qu'une génisse ne devrait pas être mise à la reproduction avant qu'elle ait atteint les 2/3 du poids adulte de sa race** (INRAP, 1988). En attendant le résultat des études en races N'Dama et Baoulé, il peut être considéré que les mêmes règles doivent pouvoir être appliquées.

B. Cycle oestral et chaleurs

Le cycle sexuel ou cycle oestrien comprend l'ensemble des modifications qui se produisent entre deux ovulations aux niveaux anatomique, comportemental et hormonal.

1. Durée des cycles

La durée des cycles de la vache en Europe est de 21 ± 4 jours (85 p. 100 entre 18 et 23 jours) ; celle des cycles de la génisse est de 20 ± 4 jours. Il existe des cycles irréguliers, longs (> 24 jours) ou courts (< 18 jours).

Les durées du cycle oestral observées en race N'Dama et Baoulé figurent dans le tableau 14. Proches de 21 jours, elles sont comparables à celles des vaches zébus et des vaches européennes.

2. Phases du cycle

En fonction des 3 composantes, 4 phases du cycle peuvent être distinguées :

- pro-oestrus : phase de croissance des follicules,
- oestrus : phase des chaleurs ou rut,
- post-oestrus ou méta-oestrus : phase de croissance du corps jaune,
- di-oestrus : phase de maintien du corps jaune.

Au point de vue purement hormonal, 2 phases sont distinguées :

- **phase lutéale** avec prédominance de la progestérone (16-18 jours),
- **phase folliculaire** avec prédominance des hormones oestrogènes (3-5 jours).

3. Comportement

L' **oestrus normal de la vache (ou chaleur ou rut)** est déclenché par les hormones oestrogènes. Sa durée est de 18-19 heures chez les vaches européennes, avec une grande variabilité : de 2 à 48 heures. Elle est plus courte chez la génisse : 14 heures environ. Les signes visibles des chaleurs sont :

- le changement de comportement. Lors des chaleurs vraies ("standing heat" des anglais), la vache accepte la monte sans se dérober ;
- le changement d'apparence des organes de la reproduction : la vulve est enflée et congestionnée ; un mucus transparent et fluide s'écoule généralement de la commissure des lèvres.

Chez les **racés N'Dama et Baoulé**, la détection des chaleurs est un problème important en cas d'utilisation de l'insémination artificielle ou de monte en main. Si la synchronisation des chaleurs n'est pas utilisée, le succès des inséminations est étroitement lié à l'efficacité de la détection des chaleurs. En effet, la fertilité est meilleure lorsque la vache est inséminée dans la deuxième moitié des chaleurs (figure 43).

Tableau 14 : Estimations de la durée du cycle oestral des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes

Races	Pays	Lieu	Estimation (jours)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Sénégal	Station	19,8 ± 0,98	50 fem.	Mbaye <i>et al.</i> , 1989	Vaches
	Mali	Station	20,23 ± 1,13		Traore et Bako, 1984	Génisses
	C. d'Ivoire	Station	20,4 ± 1,1	28	Meyer et Yesso, 1991	Vaches
	C. d'Ivoire	Station	21,08 ± 0,59	74	Ralambofiringa, 1978	92 p. 100 = 19-23 j
	Mali	Station	21,38 ± 1,50	11 fem.	Traore et Bako, 1984	Vaches
	C. d'Ivoire	Station	23	56	Coulomb, 1976	Cité par Ralambofiringa, 1975
Baoulé	Burkina Faso	Station	21 ± 2,1	117	Chicoteau <i>et al.</i> , 1990 ^b	Vaches
	C. d'Ivoire	Station	21,4 ± 1,8	27	Meyer et Yesso, 1991	Vaches
Zébus	divers	divers	vers 21	23 études 17 études	Galina <i>et al.</i> , 1990 ^a	19,6 à 25,1 j 20,06 à 33,89 j
	divers	divers	22,1 ± 1,47		Mukasa-Mugerwa, 1989	
	divers	divers	22,49 ± 3,6		Paparella, 1974	
V. europ.	divers	divers	21		Craplet <i>et al.</i> , 1973	13 - 22 j

Les manifestations comportementales des chaleurs (ou oestrus) sont les plus caractéristiques, cependant même celles-ci ne sont pas fiables à 100 p. 100. Ainsi, en utilisant 2 vaches androgénisées (traitées avec des hormones sexuelles mâles) et en effectuant les observations des chaleurs 3 fois par jour pendant 30 min, le jour des chaleurs, 91,1 p. 100 des vaches N'Dama et 97,6 p. 100 des vaches Baoulé qui devaient être effectivement en période de chaleur (en combinant les critères anatomique, comportemental et hormonal) ont été montées. Ce jour-là, 84,4 p. 100 des N'Dama et 89,3 p. 100 des Baoulé en chaleur ont accepté la monte. Pour détecter 100 p. 100 de ces chaleurs, il aurait fallu faire des observations 24h/24. Seules 62,2 p. 100 des N'Dama et 47,6 p. 100 des Baoulé portaient les marques faites par les femelles androgénisées (figures 8 et 9).

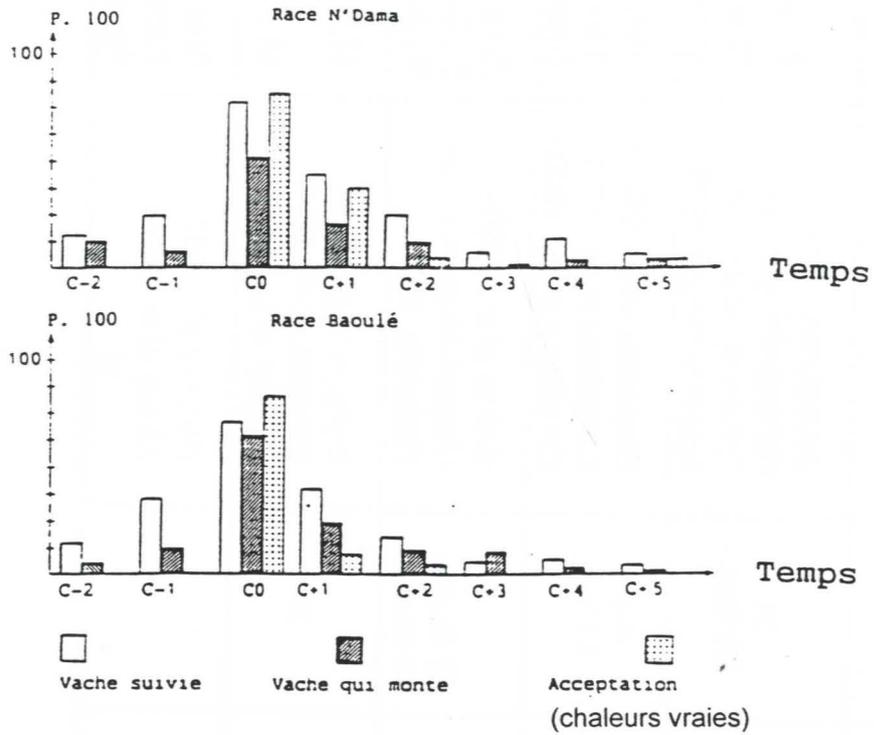
Meyer et Yesso (1991b) concluent que dans la station de Bouaké (Côte d'Ivoire), **en effectuant deux observations de 30 minutes par jour vers 7 h et vers 15 h, et en considérant comme critère des chaleurs au moins deux acceptations à la monte par jour, les deux tiers des chaleurs peuvent être détectées.**

La durée des chaleurs (tableau 15) observée après leur synchronisation au moyen de prostaglandines est semblable à celles des chaleurs naturelles dans les deux races : 12 ± 2 heures en race N'Dama et $9,33 \pm 2,25$ heures en race Baoulé. En revanche, elle est souvent plus longue que les chaleurs naturelles lorsqu'elles sont synchronisées au moyen d'implants ou de spirales. La durée des chaleurs des vaches européennes est généralement plus longue que celle des races locales. Mais lors de stress thermique, la durée et l'intensité des chaleurs des premières sont diminuées (Abilay *et al.*, 1974 ; Drost et Thatcher, 1987). La durée devient proche de 12 heures comme chez les taurins et zébus en pays tropicaux. La durée des chaleurs naturelles serait donc plus liée à la température ambiante qu'à la race de bovins.

D'autres auteurs (tableau 15) ont aussi trouvé une durée des chaleurs naturelles plus courte dans ces races que celle des vaches européennes ne subissant pas de stress thermique. Cette durée présente de grandes variations : de 0,5 à 22,5 heures en race Baoulé selon Chicoteau (1989) (figure 10). Il existe une variation nyctémérale de l'activité sexuelle avec 2 pics d'activité la nuit vers 1 heure 30 et tôt le matin vers 7 heures (figure 11). Ce deuxième pic est très marqué. La première observation des chaleurs effectuée vers 7 h du matin est donc très importante pour la détection.

Tableau 15 : Estimations de la durée de l'oestrus des vaches
N'Dama, Baoulé, zébus et européennes

Races	Pays	Lieu	Estimation (heures)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	C. d'Ivoire Mali C. d'Ivoire	Station Station Station	6 à 8 8 à 12 9,38 ± 1,51 11,9 ± 1,6	24 61 fem.	Bierschenkl, 1984 Ralambofiringa, 1978 Traore et Bako, 1984 Ralambofiringa, 1975	2 - 30 heures 77 p. 100 de 8 à 12 h attirance 2-30 h
Baoulé	Burkina Faso id id	Station id id	9,57 10,7 ± 5,1 11,2	424 34 fem.	Chicoteau <i>et al.</i> , 1990b Chicoteau <i>et al.</i> , 1988 Chicoteau <i>et al.</i> , 1990b	Vaches 0,6 - 22,5 h Génisses
Zébus	divers divers divers	divers divers divers	4 - 14 9,74 ± 5,7 13,29 ± 5,33	22 études 9 études	Galina <i>et al.</i> , 1990a Mukasa-Mugerwa, 1989 Paparella, 1974	Selon la race 2,20 à 20 h 5,73 à 21 h
V. europ.	divers Allem. Fed. divers	divers Station divers	14 - 16 16,9 ± 4,9 18	28	Dobson <i>et al.</i> , 1986 Schams <i>et al.</i> , 1977 Craplet <i>et al.</i> , 1973	12,5 - 27,8 h 16 - 20 h
Holst., Jers. Guernsey Guernsey	Louisianne Mississippi Mississippi	Station Station Station	12 - 13 12,5 ± 1 17,0 ± 0,7		Drost <i>et al.</i> , 1987 Abilay <i>et al.</i> , 1974 id	Sress thermique Temper. 33,5 °C Temper. 18,2 °C



Figures 8 et 9 : Comportement autour des chaleurs (Source : Meyer et Yesso, 1991b)

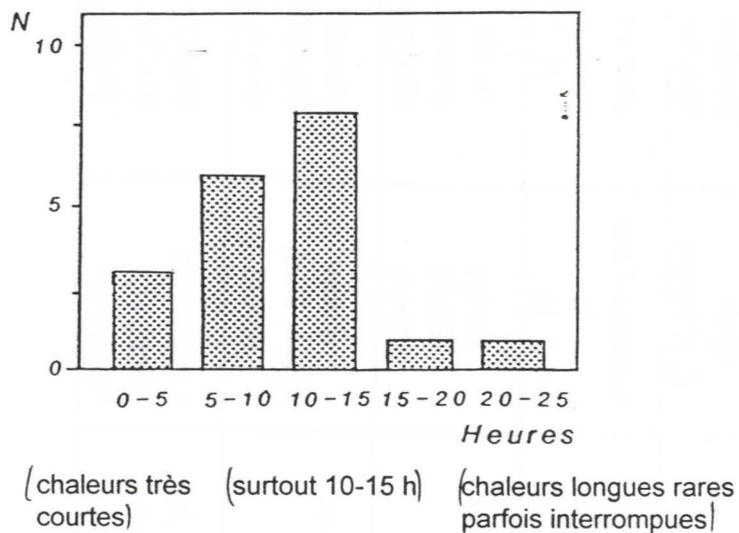


Figure 10 : Durée de l'oestrus en race Baoulé (N = nombre d'animaux) (Source : Chicoteau, 1989)

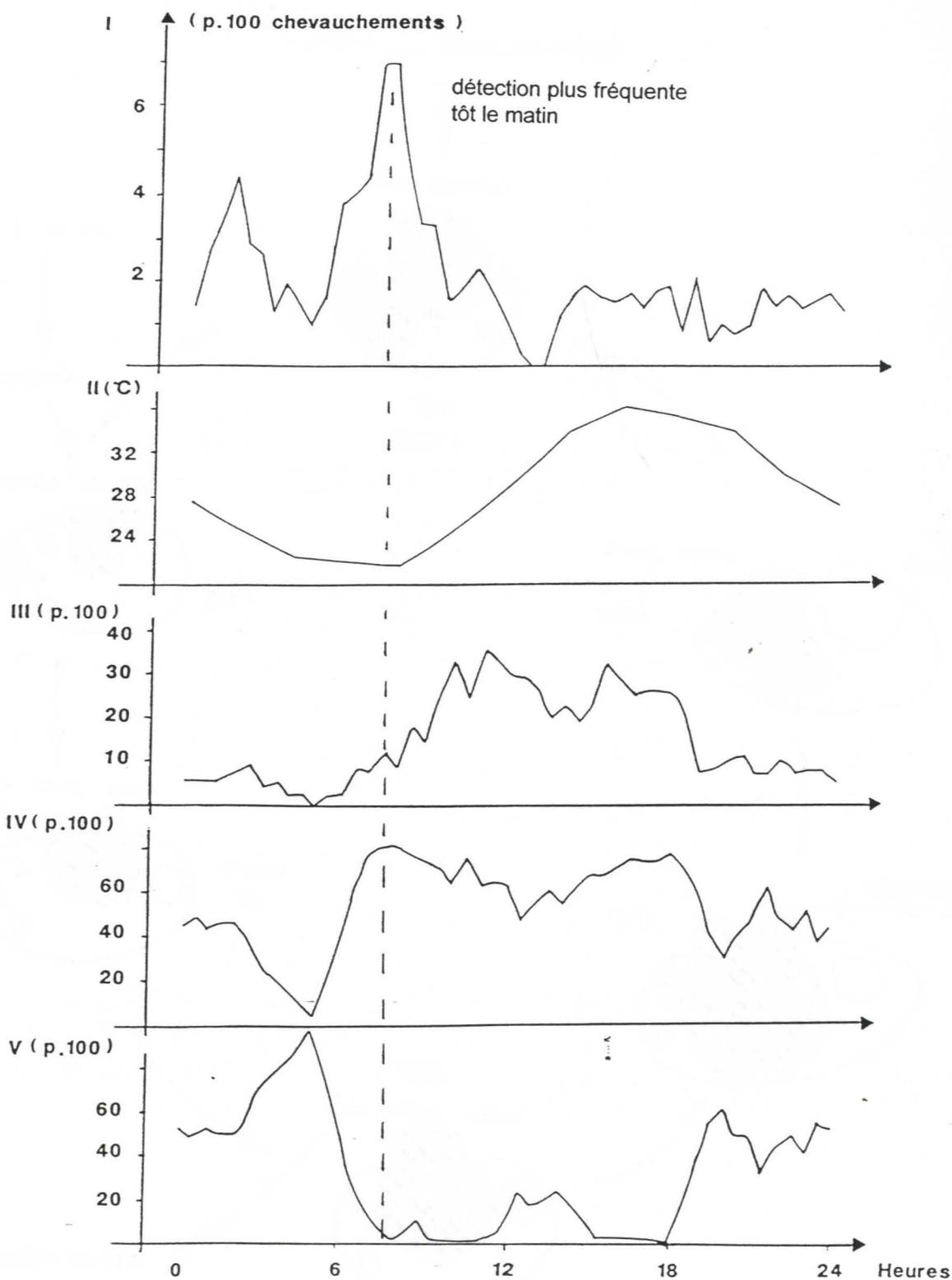
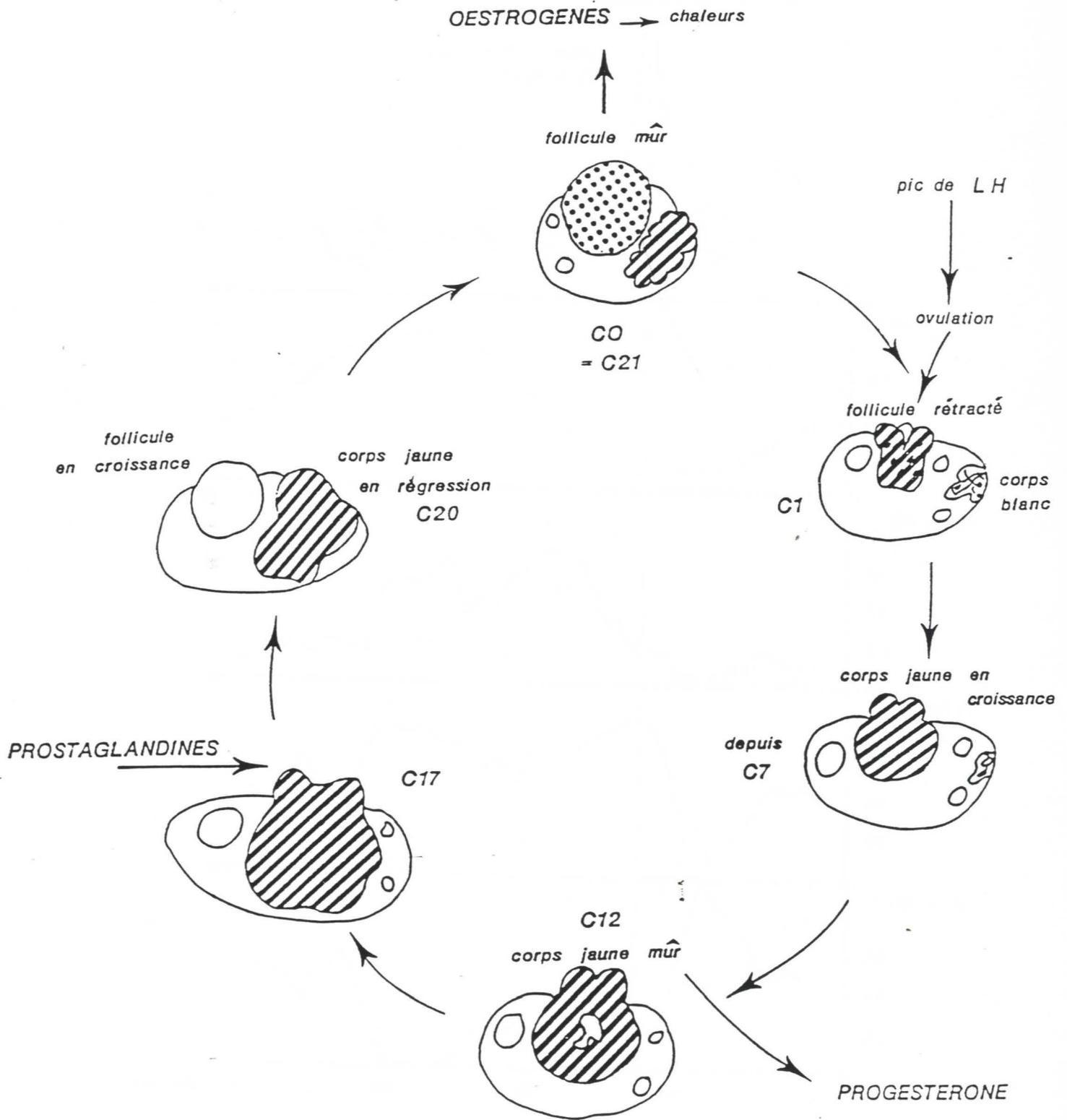


Figure 11 : Variations nyctémérales de l'activité sexuelle (I), de la température ambiante (II) et du pourcentage d'animaux mangeant (III), debouts (IV) ou couchés (V) (Source : Chicoteau, 1989)



Meyer C.

Figure 12 : Evolution de l'ovaire pendant le cycle sexuel de la vache

4. Modifications anatomiques

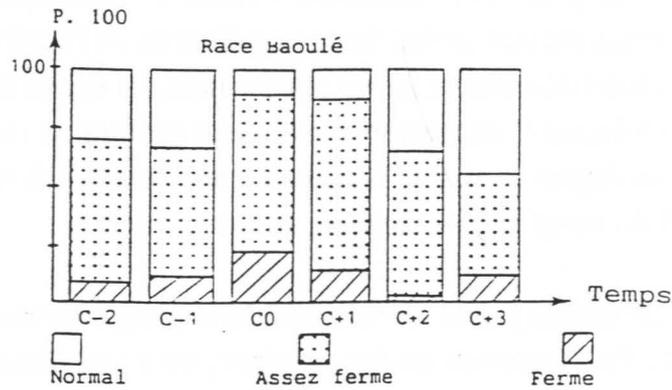
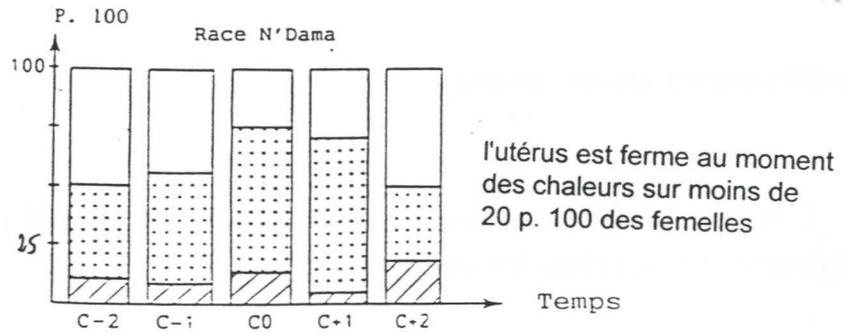
L' **évolution des ovaires au cours du cycle sexuel normal (composante anatomique)** est représentée sur la figure 12.

Au moment des chaleurs, il existe sur l'ovaire un **follicule** mûr qui a sécrété les hormones oestrogènes responsables du comportement de l'oestrus. Lors de l'ovulation, l'ovule libéré par le follicule dans la cavité abdominale est capté par le pavillon et passe dans l'oviducte où a lieu la fécondation. Celle-ci se produit en moyenne 30 h (18 à 48 h) après le début de l'oestrus, soit 12 h après sa fin. Puis le follicule qui a libéré l'ovule se rétracte (caillot de sang) et ses cellules se transforment.

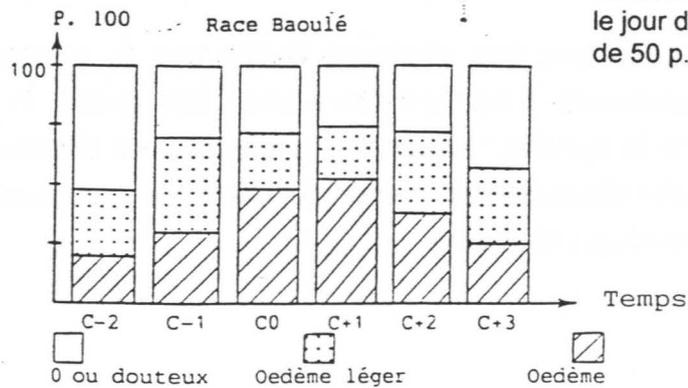
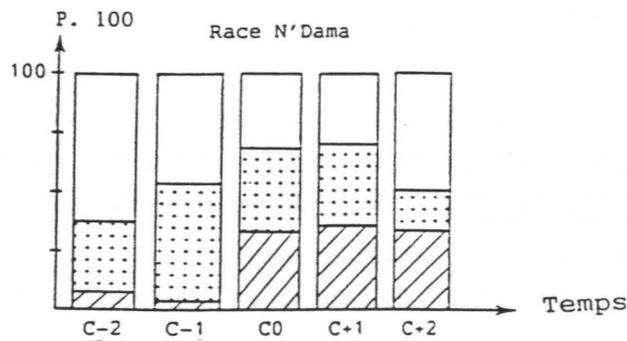
Il se forme un **corps jaune** qui sécrète de la progestérone. Il grossit jusqu'à un diamètre de 2 cm. En l'absence de fécondation, ce corps jaune est détruit (lyse du corps jaune = lutéolyse) par des prostaglandines, hormones sécrétées par l'utérus vers le 17^e jour du cycle. Il régresse et se transforme en corps blanc qui finit par disparaître. En cas de fécondation, le corps jaune subsiste. Il s'appelle alors corps jaune de gestation. Chez la vache, il y a une deuxième poussée d'un follicule qui n'ovule pas vers le 12^e jour du cycle.

En races N'Dama et Baoulé, les modifications anatomiques ne sont pas présentes dans 100 p. 100 des cas. Le jour des chaleurs, la **fermeté de l'utérus**, la **présence d'oedème de la vulve** et l'**écoulement de mucus** n'ont pas été observés dans 24, 24 et 76 p. 100 des cas respectivement chez la vache N'Dama et 9, 20 et 69 p. 100 des cas chez la vache Baoulé (Meyer et Yesso, 1991b) (figures 13, 14, 15 et 16).

Ainsi, la détection des chaleurs basée sur le comportement et sur les modifications organiques n'est pas facile chez ces races, ce qui incite à utiliser systématiquement la synchronisation des chaleurs pour effectuer des inséminations artificielles. Il paraît difficile de se baser uniquement sur l'observation des chaleurs pour pratiquer l'insémination artificielle.



Figures 13 et 14 : Consistance de l'utérus autour des chaleurs (Source : Meyer et Yesso, 1991b)



Figures 15 et 16 : Oedème de la vulve autour des chaleurs (Source : Meyer et Yesso, 1991b)

5. Composante hormonale

5.1. Les hormones intervenant dans la reproduction sont d'origines diverses.

sécrétées par l'hypothalamus

C'est une partie du cerveau située juste au dessus de l'hypophyse. Elle sécrète des hormones appelées releasing factors (RF).

La "Gonadotropin Releasing Hormone" (LHRF ou **Gn RH**) provoque la décharge de FSH et surtout LH par l'hypophyse. Elle est sécrétée dans les capillaires du système porte hypothalamo-hypophysaire pour agir sur les cellules gonadotropes de l'hypophyse (figure 17). Cette hormone est utilisée dans les traitements de l'infécondité des femelles : vaches à ovulation nulle ou retardée, anoestrus *post-partum*, syndrome kystique folliculaire.

libérées par l'hypophyse

L'hypophyse est une glande située à la base du cerveau. Elle est en relation étroite, sanguine et nerveuse avec l'hypothalamus (figure 17). Elle coordonne le fonctionnement de beaucoup d'autres glandes (rôle de chef d'orchestre). Elle sécrète, entre autres :

- l'hormone folliculo stimulante (**FSH** = "Follicule Stimulating Hormone") qui favorise la croissance et la maturation des follicules ovariens ;
- l'hormone lutéinisante (**LH** = "Luteinising Hormone") dont la décharge cyclique inhibe la production d'oestrogènes et entraîne l'ovulation. Elle favorise aussi la croissance du corps jauré ;
- la **prolactine** qui intervient dans le développement de la mamelle, la sécrétion du lait et le fonctionnement du corps jaune ;
- l' **ocytocine** qui intervient sur l'excrétion du lait et sur les contractions de l'utérus. Comme la vasopressine, elle est élaborée dans des neurones de l'hypothalamus (phénomène de neurosécrétion), et véhiculée le long d'axones qui se terminent au contact de vaisseaux sanguins.

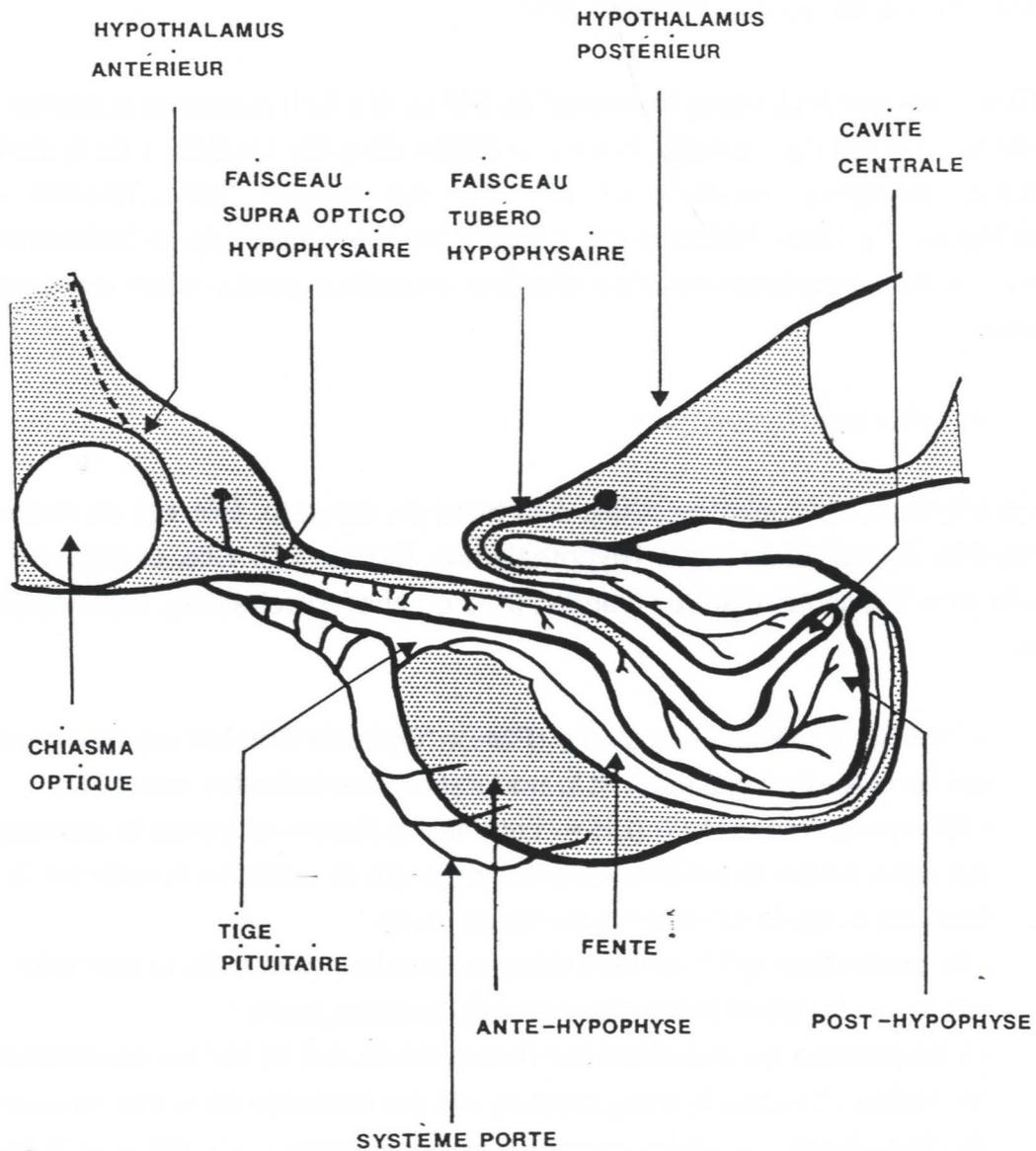


Figure 17 : Coupe mi-sagittale schématisée de l'hypothalamus et de l'hypophyse du chat (D'après Malmejac J., 1969)

sécrétées par les ovaires

- des hormones oestrogènes sont produites par les follicules ovariens. Elles déclenchent le comportement des chaleurs des femelles, stimulent les contractions de l'utérus et le développement des mamelles...
- la progestérone est produite surtout par le corps jaune. Elle empêche la formation de nouveaux follicules et permet le maintien de la gestation. Son dosage a un grand intérêt pratique.
- l'ocytocine.

sécrétées par le placenta

- (chez la jument et la femme, des hormones gonadotropes agissant sur l'ovaire)
- de la progestérone...

sécrétées par l'utérus

- des prostaglandines F sécrétées avec l'ocytocine vers le 17^e jour du cycle s'il n'y a pas eu fécondation. Celles-ci entraînent la dégénérescence du corps jaune (lutéolyse) donc l'arrêt de sécrétion de progestérone, ce qui permet de déclencher un nouveau cycle.

Il faut savoir que les prostaglandines sont efficaces entre les 5^e et 17^e jours du cycle normal. Elles font avorter les vaches gravides.

A ces hormones s'ajoutent *les phéromones* (ou phéromones) ou "hormones sociales", substances qui agissent sur d'autres individus pour modifier leur comportement. Ainsi, lorsque le taureau relève la tête, retrace ses lèvres supérieures et aspire de l'air ("flehen"), il semble que cela sert à faire pénétrer de l'air dans l'organe voméro-nasal situé dans la mandibule supérieure (organe de Jacobson), qui détecterait l'odeur des phéromones émises par la vache.

5.2. Mécanisme hormonal du cycle sexuel (figure 18)

Après l'ovulation, le follicule se transforme en corps jaune qui sécrète de la progestérone. Celle-ci agit sur l'hypothalamus pour limiter la sécrétion de FSH et LH (rétroaction négative) et empêche le développement des follicules.

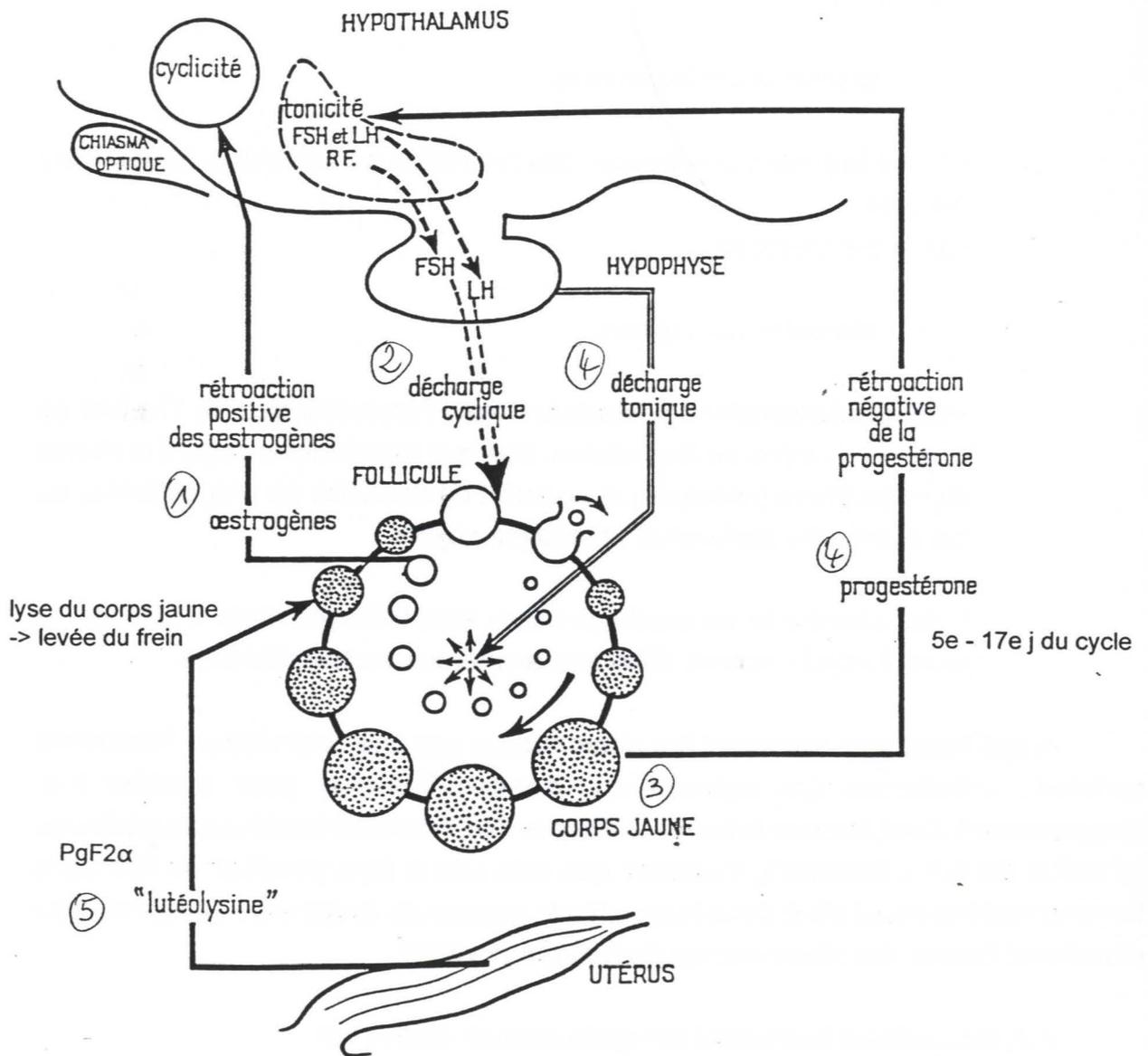


Figure 18 : Schéma du mécanisme hormonal du cycle de la vache selon Thibault, 1970 (Source : Craplet et Thibier, 1973)

Vers le 17^e jour du cycle, s'il n'y a pas eu fécondation, l'utérus sécrète des prostaglandines qui lysent le corps jaune. Le taux de progestérone diminue. En présence d'un faible taux de progestérone, FSH et LH permettent le développement complet d'un follicule. Celui-ci sécrète des hormones oestrogènes qui entraînent le comportement des chaleurs et favorisent la sécrétion de FSH et LH. Il se produit un pic de LH (décharge cyclique) qui déclenche l'ovulation du follicule. Les cycles recommencent jusqu'à ce qu'il y ait fécondation. Dans ce cas, il n'y a pas sécrétion de prostaglandines par l'utérus vers le 17^e jour après les chaleurs. Le corps jaune persiste et la progestérone qu'il sécrète empêche le déroulement de nouveaux cycles.

5.3. Progestérone plasmatique au cours du cycle des vaches N'Dama et Baoulé

Il est important de déterminer si les applications de son dosage sont utilisables chez les bovins trypanotolérants. Si oui, quel taux limite entre taux bas et taux élevé faut-il considérer ? En se référant aux courbes typiques de progestérone au cours du cycle sexuel, il n'a pas été noté de différences significatives dans le taux de la progestérone plasmatique entre les races N'Dama et Baoulé et avec les bovins européens (Meyer et Yesso, 1991) (figure 19).

Le jour des chaleurs (C0), la concentration de progestérone est très faible, de l'ordre de **0,6 ng/ml** : $0,59 \pm 0,36$ ng/ml (n = 20) pour les Baoulé et $0,61 \pm 0,45$ ng/ml (n = 22) pour les N'Dama. Ce taux varie peu pendant les 2 jours suivants (C1 et C2). Puis il augmente progressivement jusqu'à C9 (Baoulé) ou C8 (N'Dama). La valeur de 2 ng/ml est atteinte entre C2 et C5. De C9 (Baoulé) ou C8 (N'Dama) à C17, soit pendant 9 ou 10 jours respectivement, le taux de progestérone présente un plateau à un niveau de **$9,27 \pm 0,44$ ng/ml** pour la race Baoulé et de **$9,53 \pm 0,44$ ng/ml** pour la race N'Dama. Après C17, le taux chute fortement de 3 ng/ml/j environ pendant 3 jours.

La valeur de 2 ng/ml est considérée comme limite pour le diagnostic de non-gestation 21 à 24 jours après insémination artificielle chez la vache européenne (Thibier et Saumande, 1974 ; Thibier, 1982 ; Thimonier, 1978). La concentration de progestérone est inférieure ou égale à 2 ng/ml pendant $5,9 \pm 1,4$ j (n = 20) pour les Baoulé (4 à 9 j) et $5,7 \pm 1,4$ j (n = 21) pour les N'Dama. Le taux de progestérone est supérieur à 2 ng/ml pendant $14,5 \pm 1,3$ j (n = 19, 13 à 18 j) et $14,9 \pm 1,8$ j (n = 20, 13 à 19 j) respectivement. Chicoteau *et al.* (1989, 1990) et M'baye *et al.* (1989) ont trouvé des résultats comparables en race Baoulé et en race N'Dama.

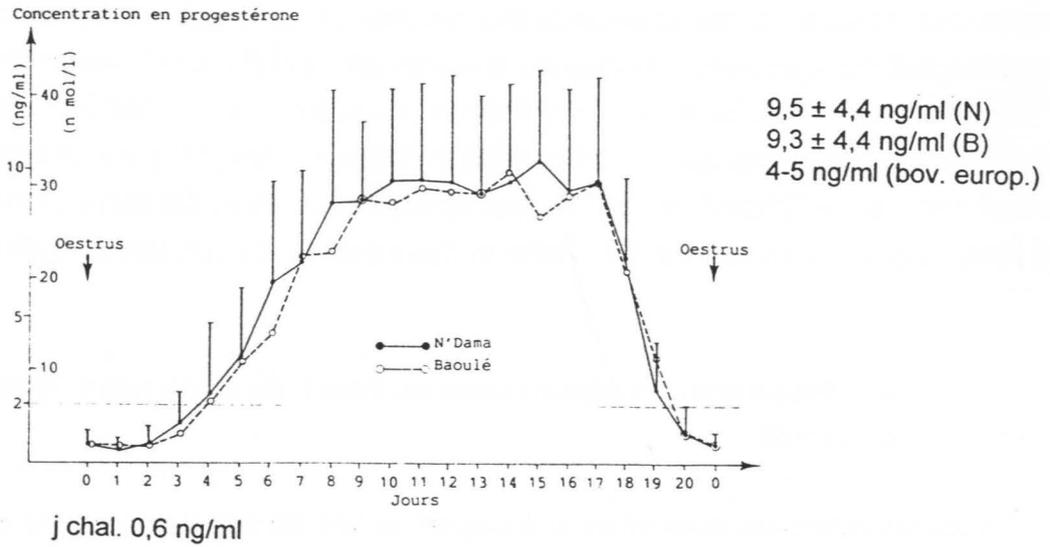


Figure 19 : Courbes de progestérone au cours du cycle oestral chez les races taurines N'Dama et Baoulé (Source : Meyer et Yesso, 1991)

Niveau du plateau : $9,53 \pm 0,44$ ng/ml (N'Dama) $9,27 \pm$ ng/ml (Baoulé)

Niveau le jour des chaleurs : $0,6$ ng/ml

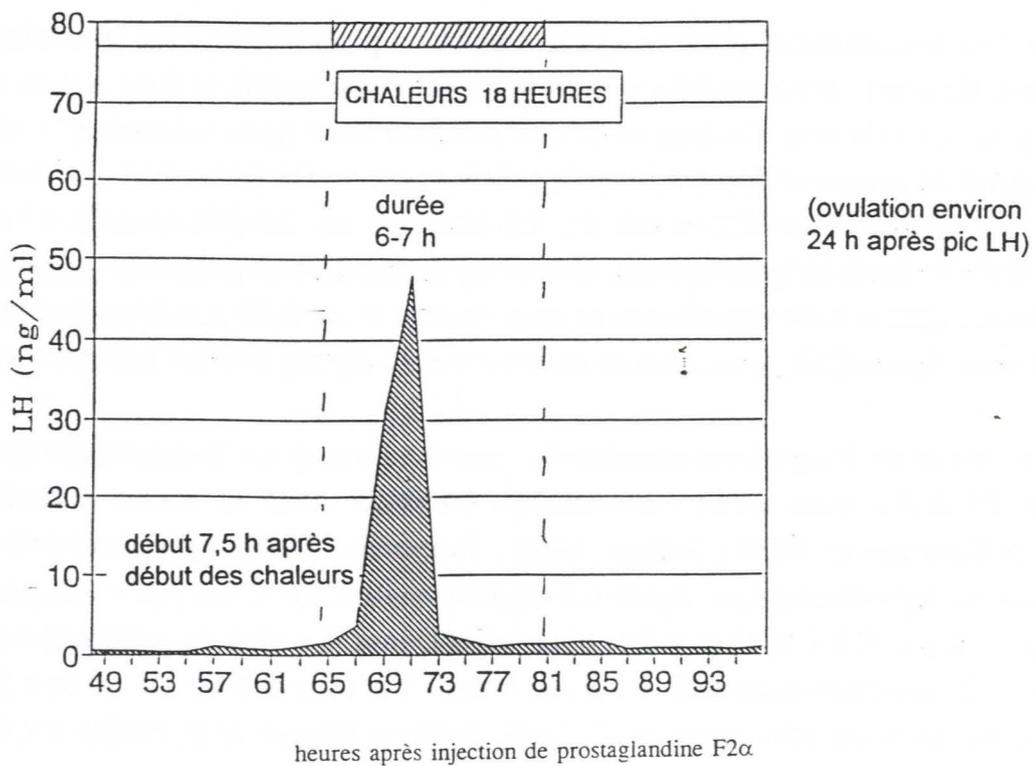


Figure 20 : LH autour des chaleurs : cas particulier d'une vache N'Dama (Source : Meyer et Yesso, 1995)

Mais des cas atypiques ont été rencontrés pour lesquels la concentration était supérieure à 3 ng/ml le jour des chaleurs dans 12 p. 100 des chaleurs. Le taux de progestérone des vaches en phase lutéale peut sembler plus élevé en pays tropicaux qu'en pays tempéré (de l'ordre de 9,5 ng/ml au lieu de 4-5 ng/ml). Mais cela est controversé car ce n'est pas systématique.

En conclusion, les applications pratiques du dosage de la progestérone sont utilisables chez les races taurines N'Dama et Baoulé : étude de la présence d'un corps jaune actif (puberté, reprise de l'activité *post-partum*, recherche du pourcentage de vaches cyclées, suivi de l'infertilité...) et diagnostic de la non-gestation 21 à 24 jours après l'insémination artificielle.

5.4. LH et oestradiol autour des chaleurs des vaches N'Dama et Baoulé (Meyer et Yesso, 1995)

Les concentrations d'oestradiol forment un pic vers **11 pg/ml** avant le pic de LH puis tombent à un niveau de base proche de **5 pg/ml**. La durée de ce pic n'a pas été déterminée.

Le niveau de base de l'hormone LH est **1,5 ± 0,5 ng/ml** (N'Dama) et **1,9 ± 0,6 ng/ml** (Baoulé). Le pic de LH était bien marqué sur 4 vaches N'Dama et 3 vaches Baoulé et présentait les caractéristiques suivantes : début 7,5 h après le début des chaleurs, durée **6-7 h**, niveau maximal **60 ng/ml**. La figure 21 représente la courbe de LH d'une vache présentant des caractéristiques moyennes (Meyer et Yesso, 1995).

Le niveau maximal du pic LH est de 50 à 100 ng/ml chez les vaches européennes. Nous avons trouvé un niveau de 60 ng/ml environ (N'Dama et Baoulé) lorsque le pic est bien marqué. Chicoteau *et al.* (1989) ont trouvé un niveau de 100 ng/ml en race Baoulé en effectuant des prises de sang toutes les heures. En les effectuant toutes les 2 heures comme dans notre étude, le maximum du pic a pu se trouver entre deux prélèvements. Nos résultats sont du même ordre que le niveau de base de l'hormone LH (de 1 à 2 ng/ml) chez les bovins européens.

En conclusion, les concentrations circulantes d'oestradiol et de LH suivent des évolutions semblables chez les vaches N'Dama et Baoulé et chez les bovins européens. De même, il a été trouvé que la LH suit la même évolution chez les zébus que chez les taurins (Desoutter *et al.*, 1983).

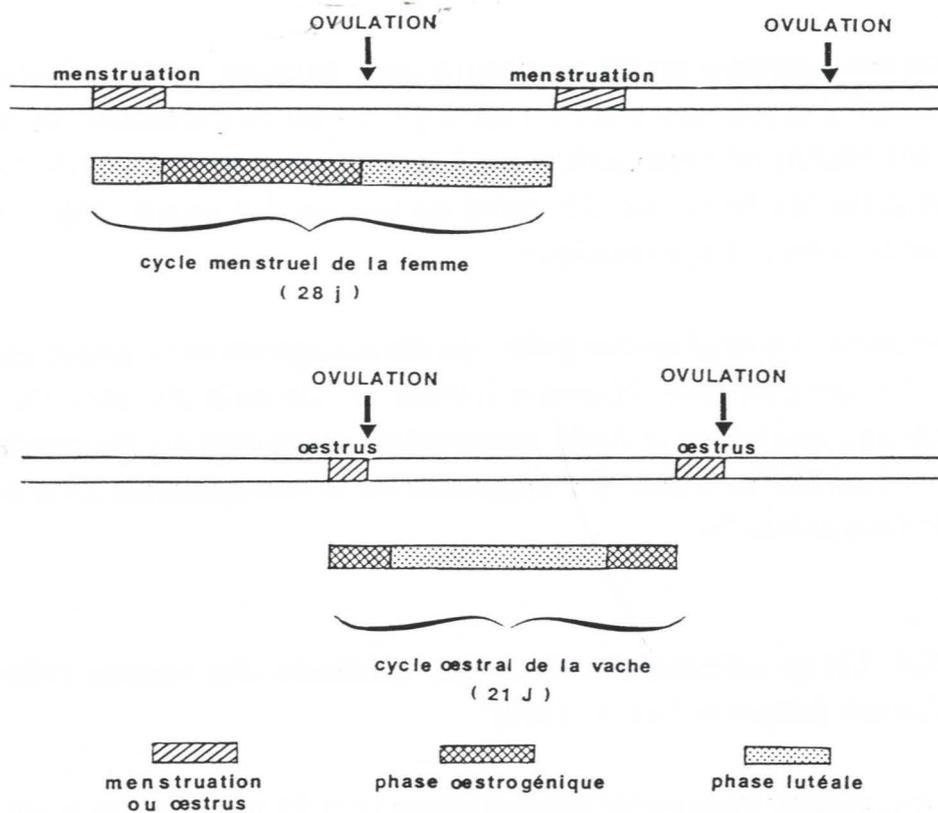


Figure 21 : Comparaison entre le cycle menstruel de la femme et le cycle oestral de la vache (D'après Thibault *in* Hafez, 1987)

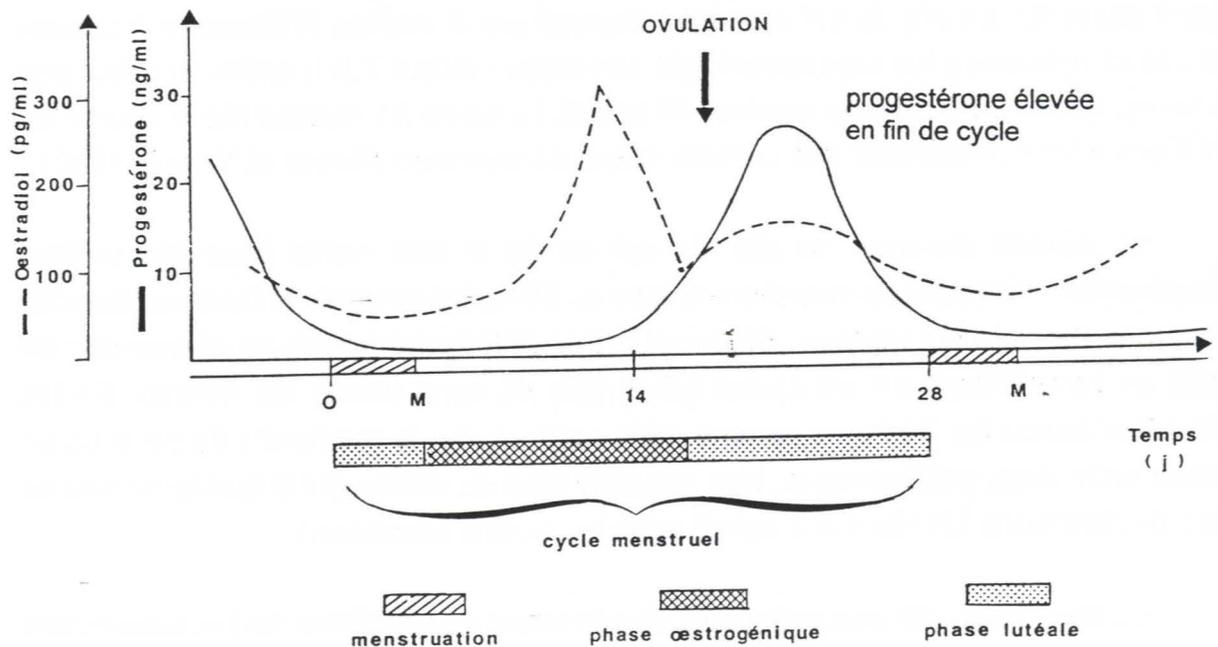


Figure 22 : Evolution des hormones oestradiol et progestérone pendant le cycle menstruel de la femme (D'après Thibault et Levasseur, 1991)

6. Comparaison entre le cycle oestral de la vache et le cycle menstruel de la femme (figures 21 et 22)

Chez la vache, ce qui attire le plus l'attention pendant le cycle, c'est l'oestrus, ou période des chaleurs, d'où le nom de cycle oestral. L'oestrus est suivi de l'ovulation qui se produit donc au début du cycle. La phase oestrogénique entoure l'oestrus. Elle a donc lieu à la fin et au début du cycle oestral.

En revanche, chez la femme, l'acte sexuel est possible à tout moment du cycle. Ce qui frappe l'attention est la menstruation. Il s'agit de l'élimination de la dentelle endométriale au niveau de la vulve. Celle-ci permet d'accueillir un éventuel oeuf (ovule fécondé). Elle est éliminée s'il n'y a pas eu fécondation. On parle donc de cycle menstruel. L'ovulation se produit entre deux menstruations, vers le milieu du cycle menstruel. La phase oestrogénique occupe la première moitié du cycle menstruel. Par ailleurs, la durée du cycle menstruel de la femme est de 28 jours.

7. Variations saisonnières de la cyclicité en races N'Dama et Baoulé

Meyer et Yesso ont mené des essais en races N'Dama et Baoulé en station à Bouaké, au centre de la Côte d'Ivoire. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 150 mm.

Le climat de Bouaké permet de distinguer quatre saisons (Yesso *et al.*, 1991) (figure 23) :

- saison chaude, sèche et non pluvieuse (novembre à février) ;
- saison chaude, humide et pluvieuse (mars à juin) ;
- saison fraîche, humide et peu pluvieuse (juillet et août) ;
- et saison fraîche, humide et pluvieuse (septembre et octobre).

Pendant une année civile, les chaleurs et la cyclicité de 15 vaches N'Dama et de 15 vaches Baoulé ont été suivies (par des dosages de progestérone). L'observation des chaleurs avait lieu 2 fois par jour vers 7 heures et 15 heures pendant 30 minutes. Les deux races ont perdu du poids après le vêlage, atteint un poids minimal au 1er mars puis ont repris du poids progressivement avec le retour de la saison des pluies. Le poids minimal 3 mois après la mise bas était les 2/3 de la valeur du 2e plateau de reprise du poids (figure 24). La reprise de l'activité ovarienne s'est produite $87,9 \pm 51$ jours (N'Dama) et $101,5 \pm 60$ jours (Baoulé) après la mise bas.

Du mois de juin au mois de décembre, presque toutes les vaches des deux races étaient cyclées mais peu de chaleurs étaient exprimées. Les chaleurs exprimées étaient plus fréquentes entre juin et septembre inclus (saison des pluies) : 30 à 65 p. 100 des vaches (figure 25). En milieu villageois, un petit pic de chaleurs consécutif aux repousses après les feux de début de saison sèche (flushing naturel) correspond au pic des naissances d'octobre-novembre.

Le pourcentage de vaches cyclées (selon le taux de progestérone) par mois a augmenté jusqu'à atteindre 100 p. 100 vers juin (figure 26). Le pourcentage des vaches vues en chaleur est plus important en saison humide. De même, le pourcentage de vaches en activité ovarienne vues en chaleur a été important en saison humide de juin à septembre inclus.

Selon le niveau du poids minimal des vaches Baoulé (vaches légères, moyennes ou lourdes), celles-ci ont repris leur activité sexuelle plus ou moins vite. Plus les vaches étaient lourdes, plus tôt elles revenaient en activité (figure 28). Le poids des vaches influe fortement sur leur cyclicité. Dans une autre étude, Yesso *et al.* (1991) ont trouvé un coefficient de corrélation de 0,83 entre le poids moyen de vaches en fin de mois et le pourcentage de vaches vues en chaleur pendant le mois.

En race Baoulé, au Burkina Faso, les résultats ont été différents : le pourcentage d'animaux cyclés passe de 91 p. 100 en saison sèche et fraîche (janvier) à 50 p. 100 en saison prépluvieuse, chaude et humide (mai-juin) (figure 27). Par ailleurs, les animaux cyclés sont plus lourds (210 ± 40 kg) que les non cyclés (176 ± 39 kg) (figure 29). La proportion de montes selon l'heure du nyctémère varie avec la saison. En revanche, il n'y a pas de variations saisonnières de la durée du cycle, de la durée des chaleurs et du profil de la progestérone plasmatique (Chicoteau *et al.*, 1990).

Il a été démontré que la glande pinéale ou épiphyse sert de médiateur entre l'environnement et le contrôle de la reproduction afin que les jeunes naissent à un moment de l'année où les conditions de survie sont les meilleures. En milieu tempéré, la mélatonine est synthétisée la nuit par cette glande. Sa production varie pendant l'année avec les rythmes nyctéméraux (durées respectives du jour et de la nuit). En zone équatoriale, d'autres facteurs pourraient intervenir, tels que la température, l'humidité (saison des pluies ou saison sèche), la nourriture et les odeurs (Vivien-Roels, 1980).

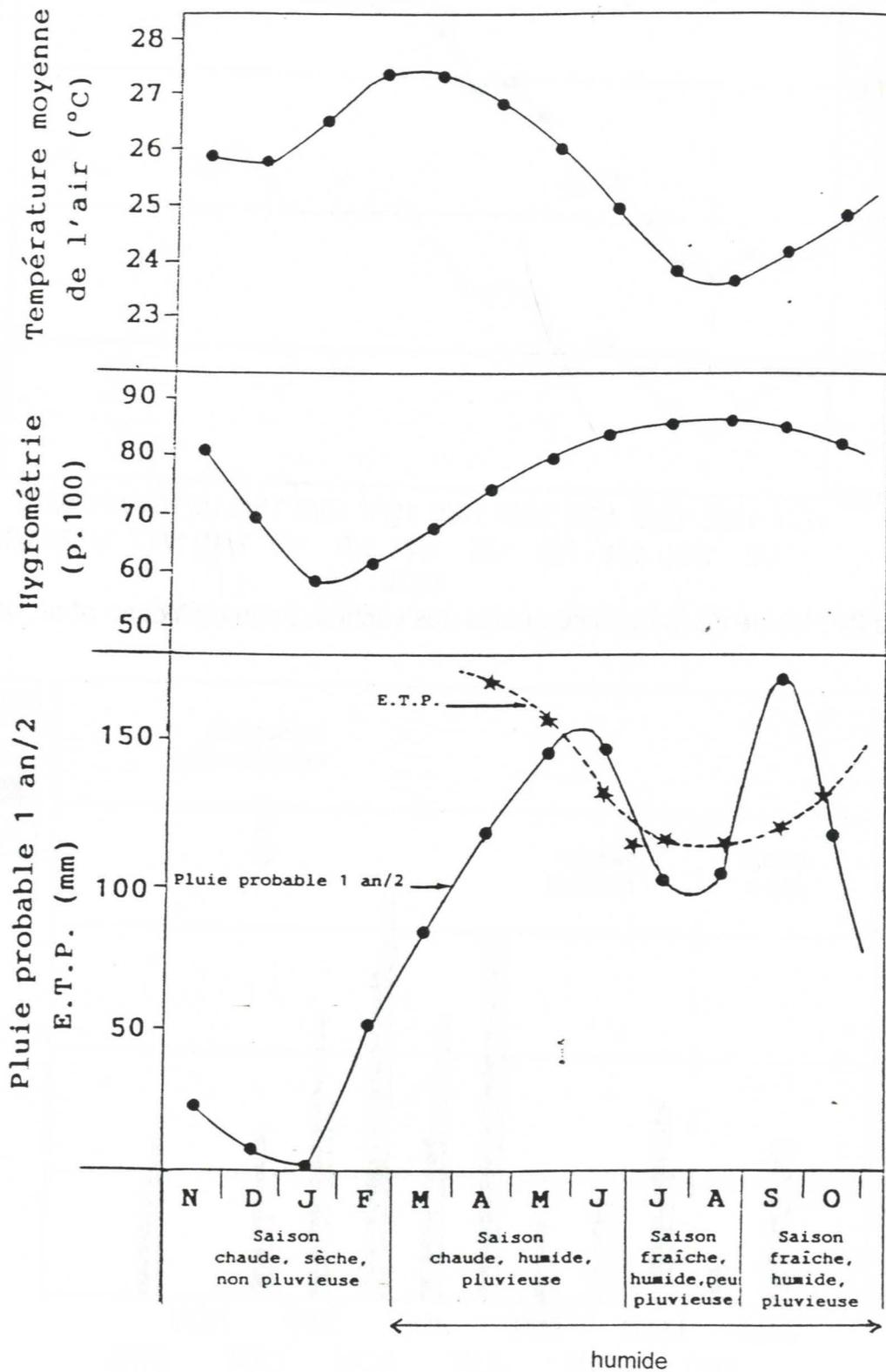


Figure 23 : Typologie saisonnière de Bouaké (région Centre Côte d'Ivoire) pour la période 1953-1959 (Yesso *et al.*, 1991)

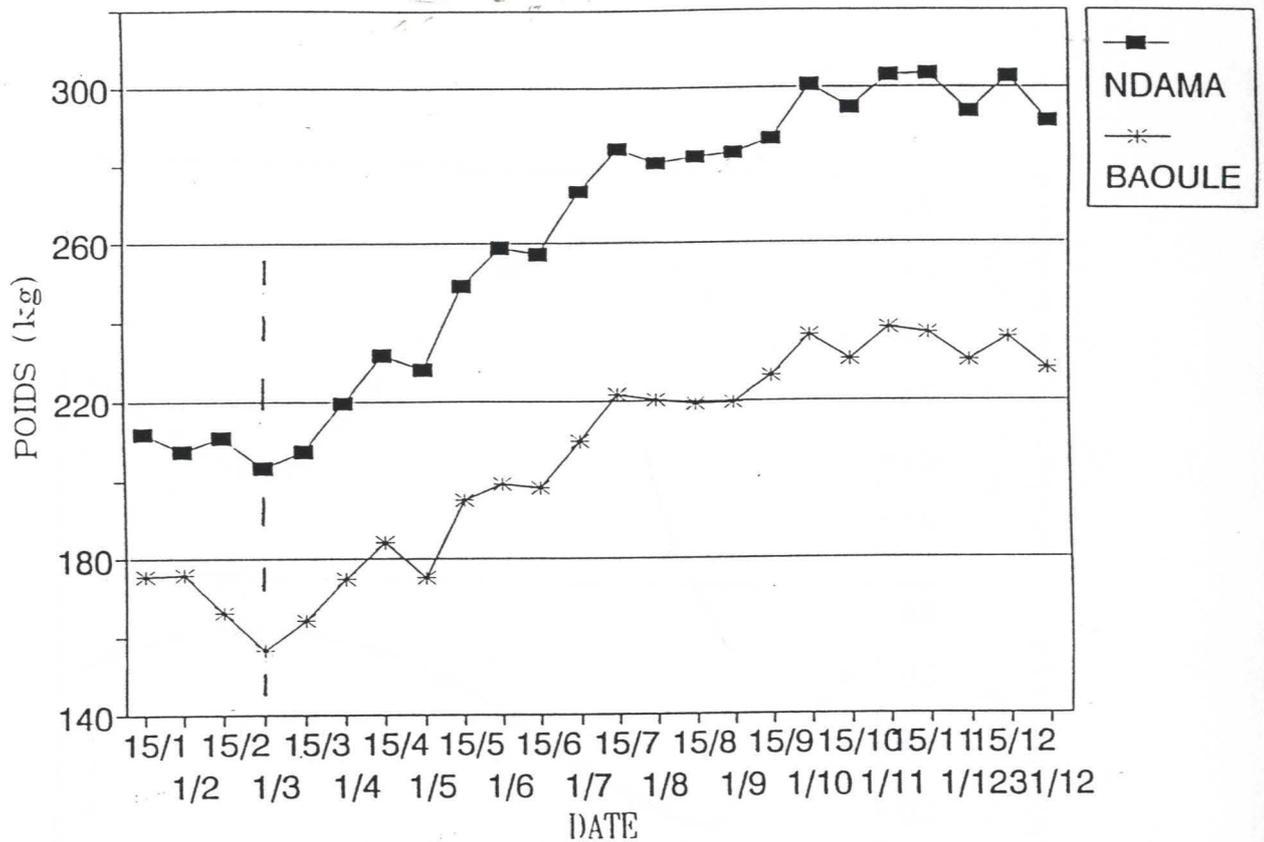


Figure 24 : Etude de la cyclicité : poids des vaches (Source : Yesso *et al.*, 1991)

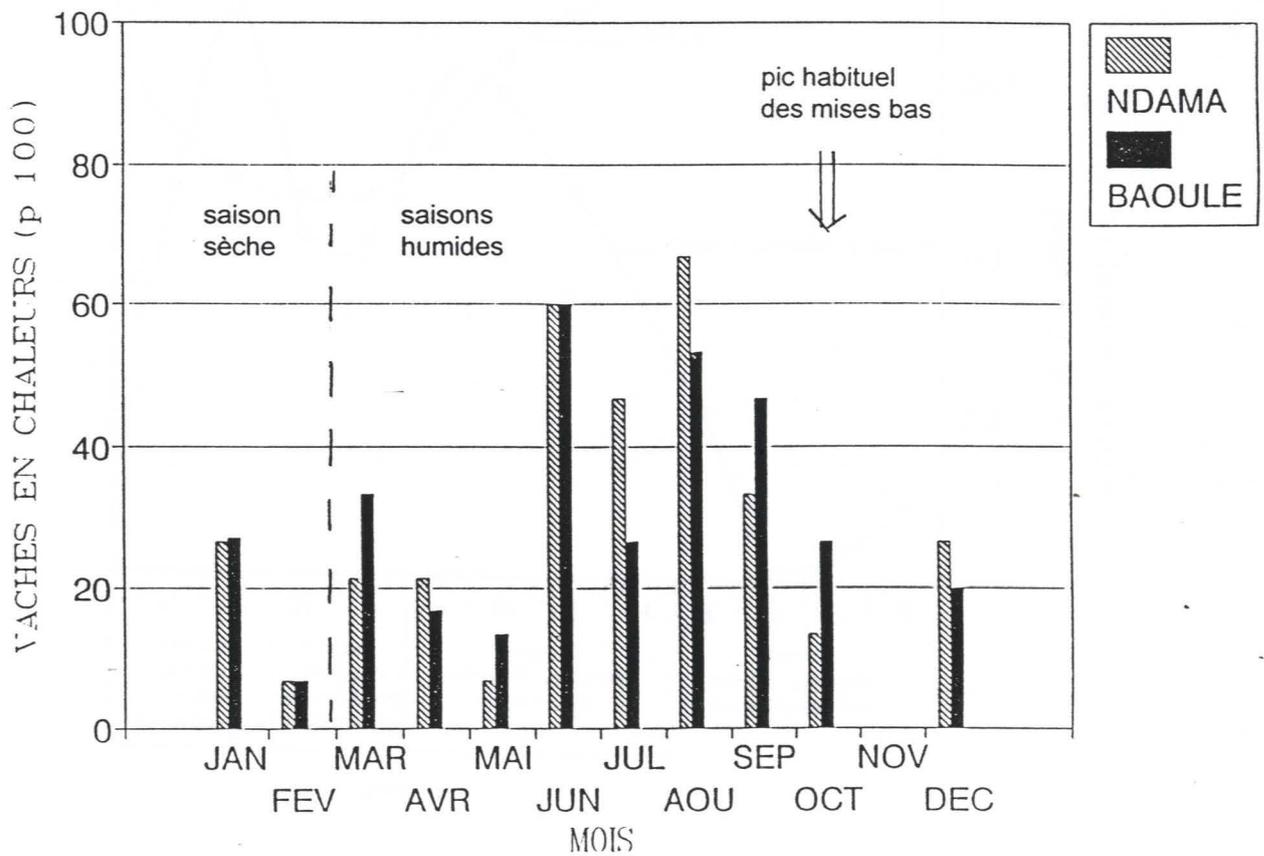
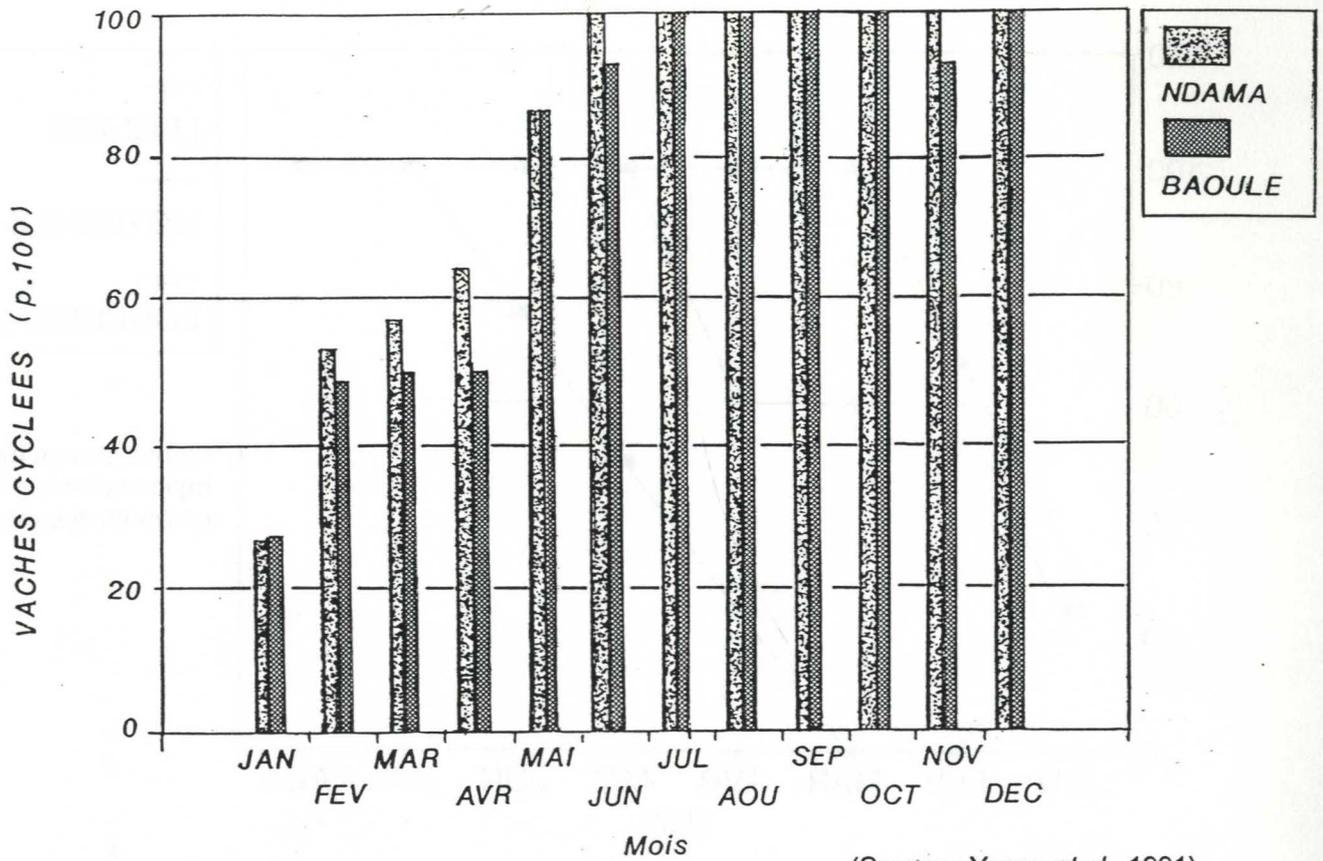
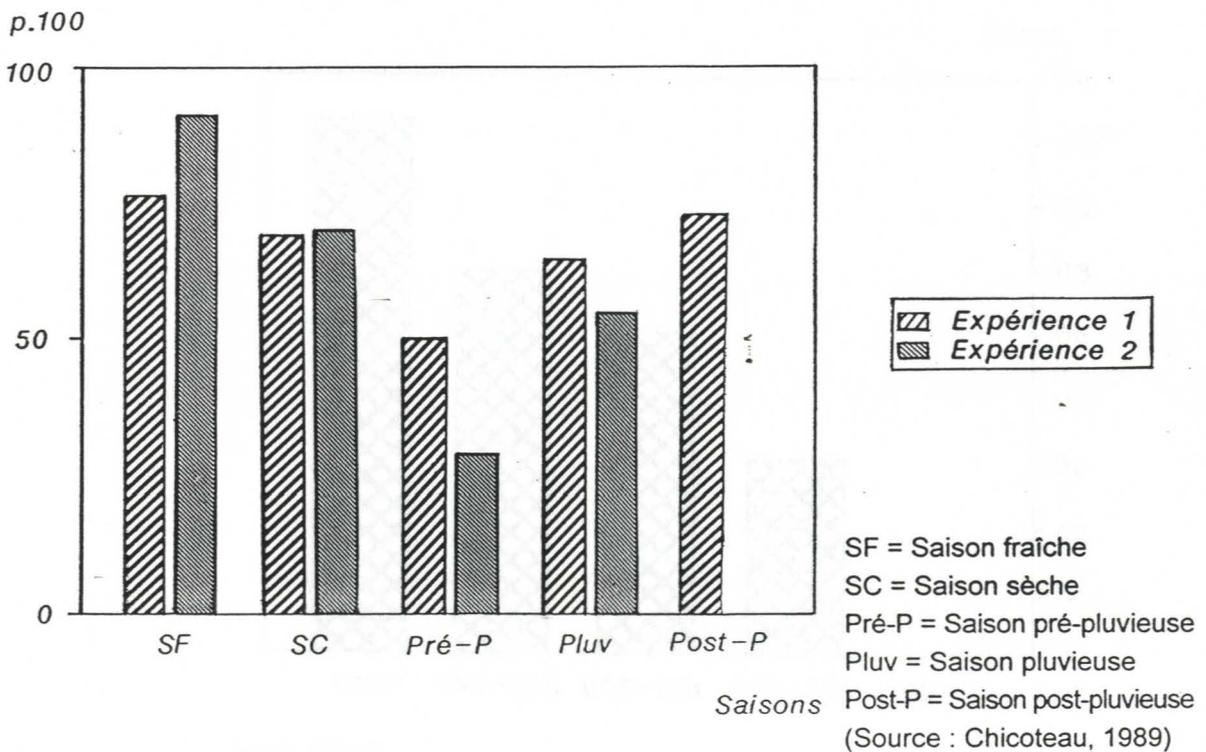


Figure 25 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches en chaleur selon le mois (Source : Yesso *et al.*, 1991)



(Source : Yesso et al., 1991)

Figure 26 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches cyclées selon le mois



SF = Saison fraîche
 SC = Saison sèche
 Pré-P = Saison pré-pluvieuse
 Pluv = Saison pluvieuse
 Post-P = Saison post-pluvieuse
 (Source : Chicoteau, 1989)

Figure 27 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches Baoulé cyclées selon la saison

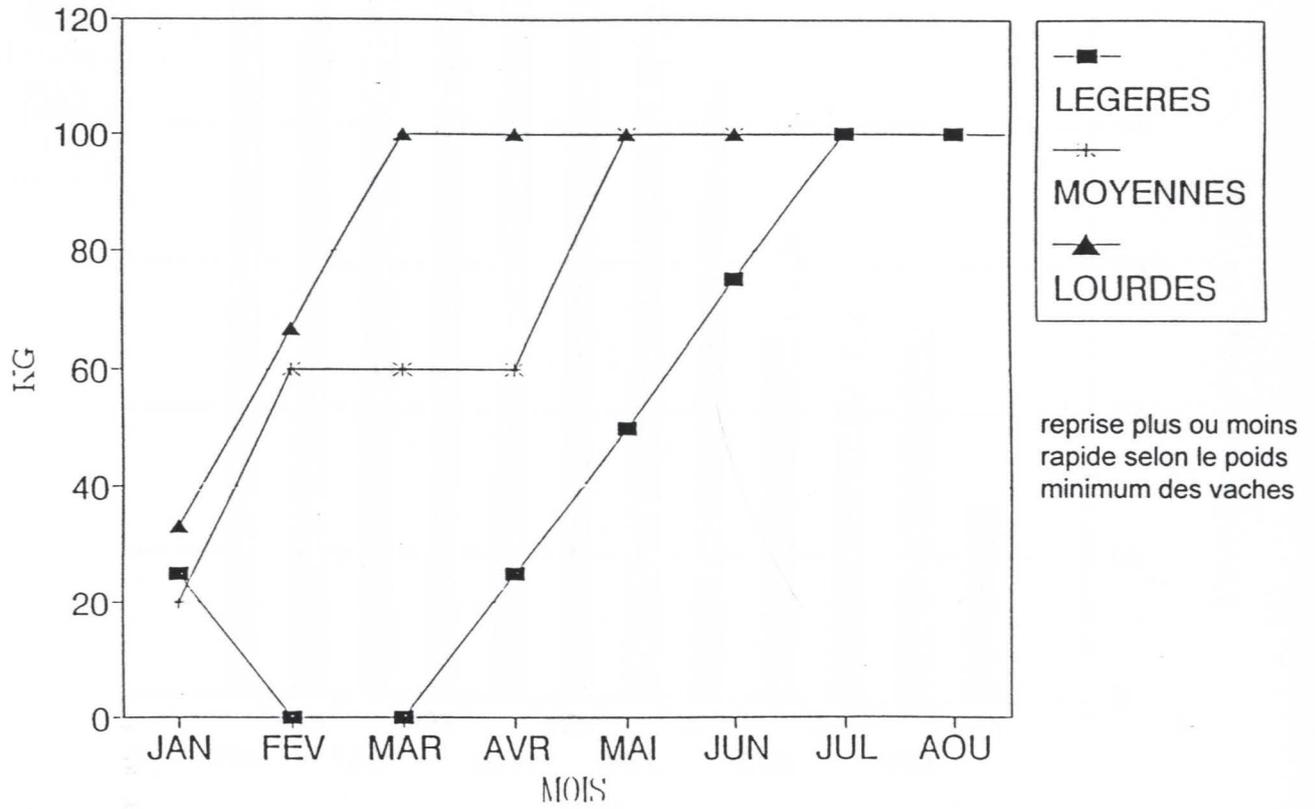


Figure 28 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches cyclées selon le poids (Source : Yesso *et al.*, 1991)

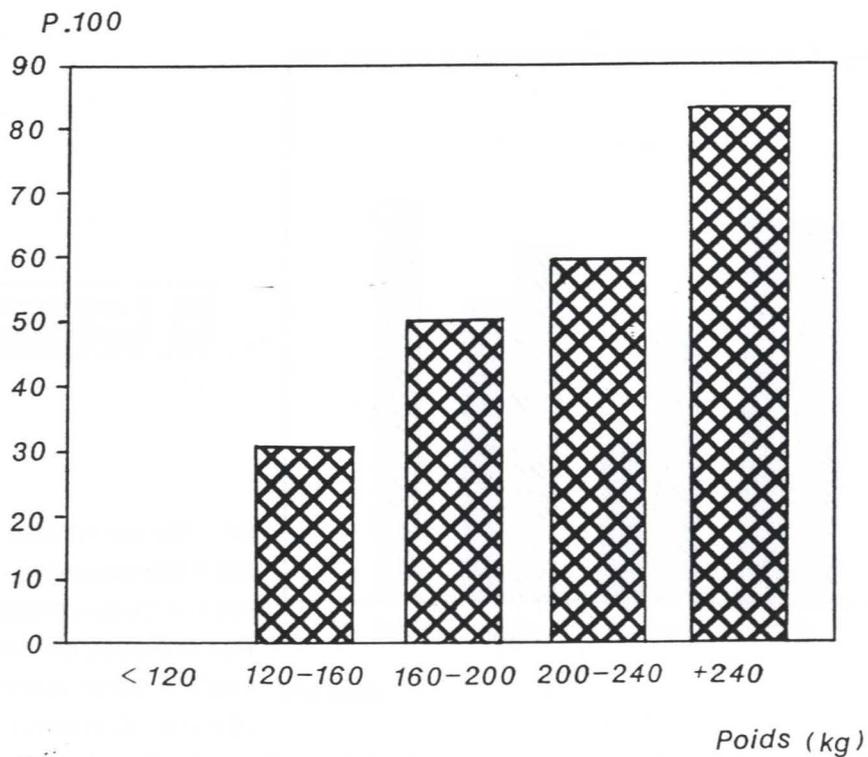


Figure 29 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches Baoulé cyclées selon le poids. (Source : Chicoteau, 1989)

En conclusion, chez les vaches trypanotolérantes N'Dama et Baoulé en Côte d'Ivoire, l'activité sexuelle a lieu toute l'année mais les chaleurs ont été mieux détectées en saison pluvieuse qu'en saison sèche. L'intervalle *post-partum* intervient aussi (chapitre D). Toutefois, des inséminations artificielles réalisées en saison pluvieuse ont donné de moins bons résultats que celles réalisées en début de saison sèche. En station, un maximum de vêlages se produit d'octobre à décembre en cas de monte libre toute l'année correspondant à un maximum de fécondations en saison sèche de janvier à mars. L'influence de la saison sur la physiologie de la reproduction mériterait d'autres investigations.

8. Cyclicité et alimentation

En 1987, des oligo-éléments, du phosphore organique ou des vitamines A, D3 et E ont été fournis à certaines vaches en anoestrus sans aucun succès. Du tourteau de coton (1 kg/j puis 0,5 kg/j) a été fourni à partir de juillet sans modifier l'état d'anoestrus. Les 60 derniers jours, du foin et de la mélasse (4 kg de mélasse par vache et par jour) ont été donnés et ont permis aux vaches de reprendre du poids plus vite. Le pourcentage de femelles en chaleur a augmenté jusqu'à 78 p. 100 en race N'Dama et 71 p. 100 en race Baoulé. Le temps passé au pâturage était probablement insuffisant pour ces animaux.

Au Burkina Faso, le régime alimentaire des vaches Baoulé était plus poussé. De décembre à mai, elles recevaient *ad libitum* un complément équilibré de paille de riz, graines de coton, son de blé et mélasse ainsi que des pierres à lécher et des vitamines A, D3 et E.

D'une manière générale, les principaux risques alimentaires sont liés aux déficits énergétiques en début de lactation qui se traduisent par des ovulations retardées et des chaleurs silencieuses. La reprise des chaleurs a lieu lorsque les animaux recommencent à prendre du poids (Enjalbert, 1994). En milieu tropical, en condition extensive, l'alimentation varie beaucoup avec les saisons. La stratégie est de **bien nourrir pendant les saisons les plus critiques** (Haresign, 1983). Au Zimbabwe, le niveau de nutrition *pré-partum* a semblé plus critique. Le poids vif immédiatement après vêlage était le paramètre le plus important (Holness, 1983).

Il y a lieu de chercher encore quelles sont les périodes de l'année et du cycle de reproduction les plus indiquées pour compléter les vaches.

C. Gestation

1. Rappels

C'est la période qui s'étend du moment de la fécondation à celui de la mise bas. La figure 30 précise la nomenclature utilisée chez les bovins pendant la gestation et la période périnatale : résorption embryonnaire, avortement, mise bas prématurée et mortalité néonatale.

L'oeuf embryonné : l'oeuf fécondé commence tout de suite à se diviser. Il parvient dans les cornes utérines le 3e-4e jour après les chaleurs, au stade 16-32 cellules. **La période embryonnaire** correspond au moment de la formation des organes. Elle dure jusqu'au 42e jour (ou 45e jour selon l'auteur) de gestation chez la vache. L'embryon vit libre dans l'utérus et il est alors très fragile, puis il se fixe sur la paroi de l'une des cornes utérines à l'aide des placentomes vers 20-30 jours. C'est la nidation (ou implantation). Depuis ce moment, le sang de la mère et celui de l'embryon ou du fœtus sont en contact étroit, permettant des échanges de matières nutritives. **La période foetale** : après 42 jours, il y a surtout des phénomènes de croissance. On parle de fœtus et non plus d'embryon à partir du moment où le produit de la conception présente les caractères spécifiques. Cette appellation est valable jusqu'au moment de l'accouchement. Le poids du fœtus augmente beaucoup en fin de gestation. La distance tête-croupe du fœtus est un des éléments permettant de déterminer l'âge de celui-ci (figure 31).

L'avortement est l'expulsion avant terme complet d'un conceptus incapable de vie indépendante. **La mortinatalité** est l'expulsion d'un fœtus mort à terme. En France, dans le cadre de la lutte contre la brucellose, l'expulsion d'un fœtus ou d'un veau soit né mort, soit succombant dans les 48 heures après la naissance est considérée comme un avortement (Fontaine, 1987). Chez les bovins, **un vêlage est prématuré** s'il survient entre 260 jours et la durée normale de gestation. Le prématuré est un sujet viable né avant le terme de sa gestation normale. Avant le 42e jour de gestation, le terme de **mortalité embryonnaire** est employé (Bruner, 1972).

Le **nouveau-né** est le jeune dès sa naissance et pendant ses premiers jours. Un nouveau-né est qualifié de viable s'il vient au monde vivant et présente une bonne conformation. Il est donc possible de penser qu'il est destiné à vivre et à se développer normalement (Villemin, 1975).

Figure 30 : Nomenclature de termes concernant la gestation et la période néonatale chez la vache (Adapté d'après Bruner, 1972)

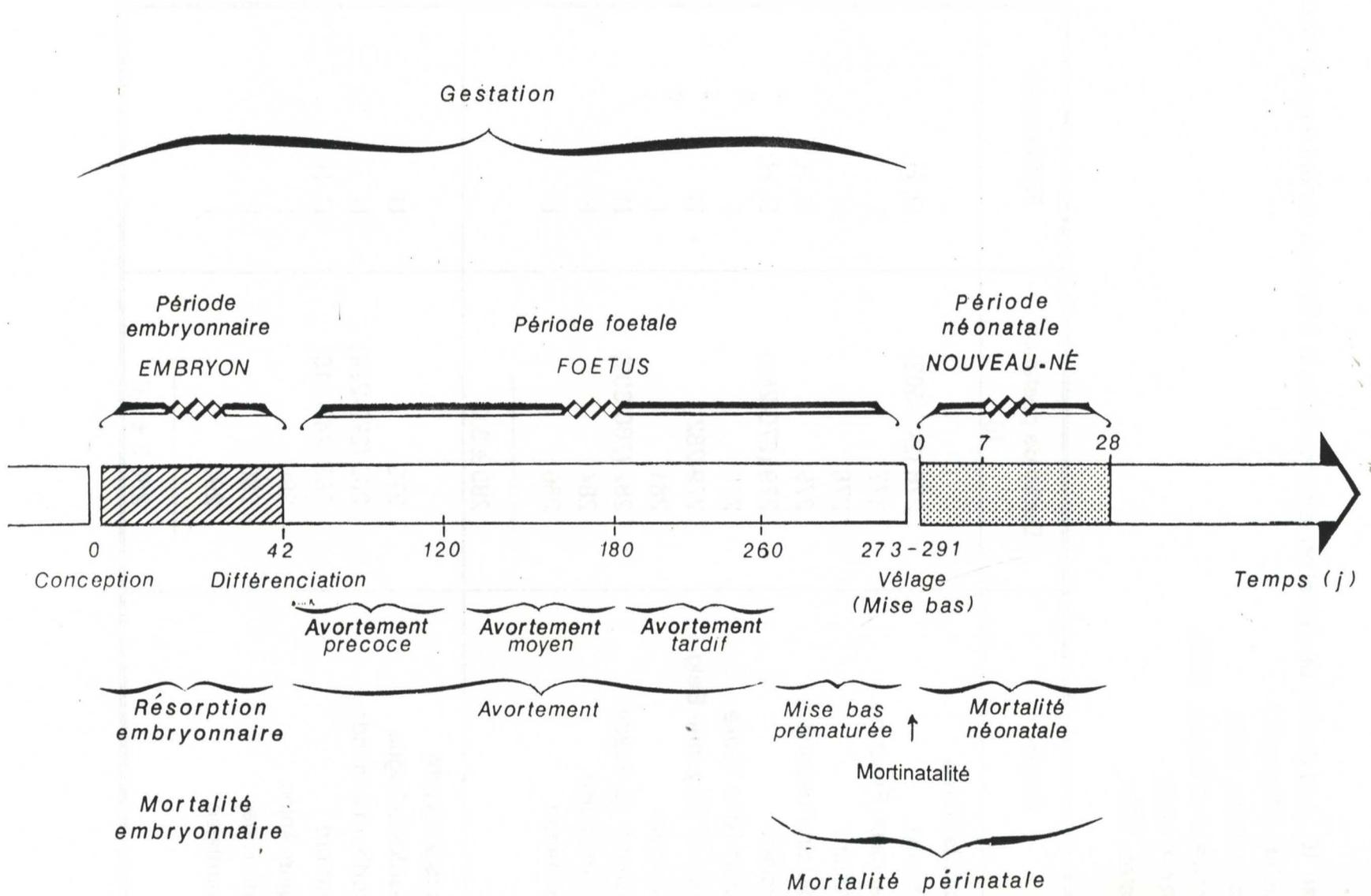


Tableau 16 : Les durées de gestation relevées dans la littérature varient avec la race des vaches (Meyer C.)

C = Cofranimex, 1975,

D = Derivaux et Ectors, 1980,

I = INRAP, 1988,

H = Hafez, 1987.

Races	Durée de gestation (j)	Références
Races laitières		
Frisonne	276 (240-303)	D, H
Française Frisonne	277	I
Ayrshire	278	H
Holstein-Frisonne	279	D, H
Jersiaise	279 (270-285)	D, H, I
Meuse Rhin Yselle	279	I
Haute et Moyenne Belg.	279-282	D
Flamande	281	I
Frisonne de Suède	282 (260-300)	H
Guernesiaise	284	H
Normande	286	I

	280 ± 3,0	
Races à viande		
Aberdeen-Angus	279	H
Shorthorn à viande	283 (273-294)	H
Hereford	285 (243-316)	D, H, I
Maine-Anjou	290	I
Limousine	290	I
Charolaise	290	I

	286,2 ± 4,6	

Tableau 16 : Les durées de gestation relevées dans la littérature varient avec la race des vaches (Meyer C., suite)

Races	Durée de gestation (j)	Références
Races rustiques ou de montagne		
Aubrac	283	I
Bazadaise	286	I
Salers	286	I
Tarentaise	288	I
Brune des Alpes	289	I
Abondance	289	I
Montbéliarde	289	I
Pie Pougé de l'Est	290	I
Brune Suisse	290 (270-306)	D, H

	287,7 ± 2,4	

La durée de la gestation de la vache est en moyenne de 280 jours (9 mois et 10 jours). Elle varie selon les races (tableau 16). Elle est en moyenne plus courte chez les races laitières que chez les races à viande. Elle est de $281,5 \pm 7,25$ jours en races laitières comparée à $287,7 \pm 9,23$ jours en races à viandes d'après Mukasa-Mugerwa (1989). Les races rustiques et les races de montagne, même laitières, ont souvent une durée de gestation longue comparable à celle des races à viande (tableau 18). En cas de transfert embryonnaire, cette durée dépend de la race de l'embryon transféré et peu de celle de la mère porteuse car c'est le fœtus qui déclenche la mise bas. Les chiffres moyens extrêmes selon la race sont de 276 et 290 jours soit une différence de 14 jours, ce qui n'est pas négligeable.

Taux de progestérone pendant la gestation avancée : pendant la gestation, la progestérone peut être sécrétée non seulement par le corps jaune de l'ovaire, mais aussi par le placenta et les glandes surrénales, ce qui explique que le taux sanguin de cette hormone est parfois plus élevé qu'en phase lutéale du cycle oestral.

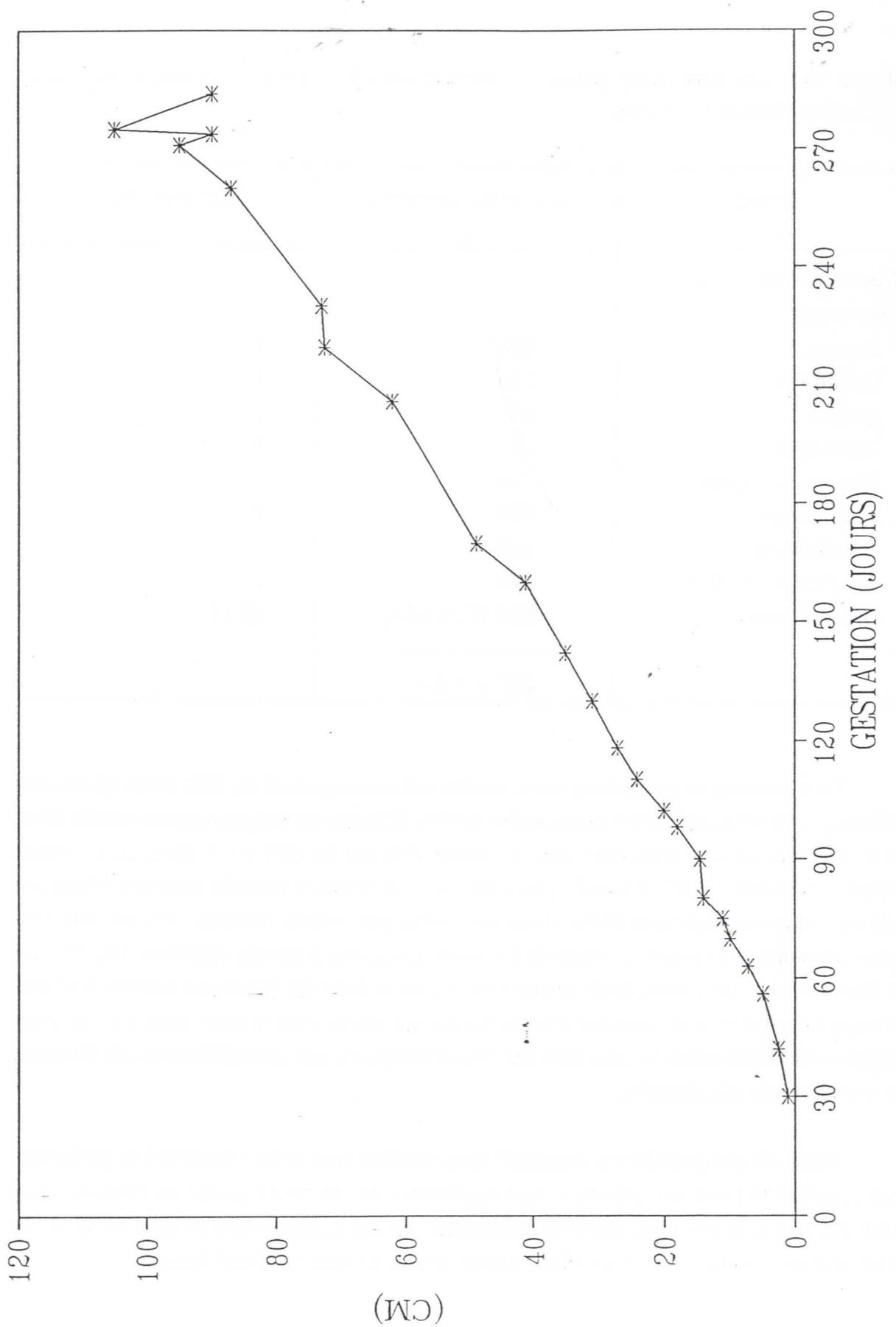


Figure 31 : Dimensions tête-croupe du foetus pendant la gestation de la vache (D'après des chiffres de Arthur *et al.*, 1983)

2. Gestation des races tropicales

Les **durées de gestation** rapportées en races N'Dama et Baoulé et chez les vaches zébus figurent au tableau 17 (282 à 288 j en race N'Dama et 283 j en race Baoulé). La durée pour les races trypanotolérantes est du même ordre que celle des zébus et des races rustiques ou de montagne (285 jours environ). La figure 32 représente la répartition des durées de gestation de 60 vaches Baoulé étalées de 250 à 305 jours.

Le **diagnostic** précoce de non-gestation peut être effectué en races N'Dama et Baoulé en dosant la progestérone plasmatique 21 à 24 jours après l'insémination artificielle. Les vaches présentant un taux de progestérone inférieur à 2 ng/ml sont considérées non gravides.

Le **taux de progestérone** augmente au cours de la gestation, atteint un maximum au 6e mois puis diminue. Les taux moyens varient de 5 à 9 ng/ml (N'Dama) et de 7 à 13 ng/ml (Baoulé). Les vaches N'Dama présentent des taux plus bas statistiquement différents de ceux des Baoulé pour 21 jours, 6 mois, 7 mois et 9 mois de gestation (figure 33). Osei *et al.* (1991) ont publié la courbe de progestérone d'une vache ayant avorté. La chute du taux de cette hormone a commencé 70 jours avant l'avortement et a été très marquée 30 jours avant.

D. Post-partum

1. Rappels

Le gain de temps pour la mise à la reproduction a une incidence économique importante. Chez les bovins, un intervalle entre mises bas d'un an est recherché. Ce dernier dépend surtout de l'intervalle vêlage-saillie fécondante, lequel dépend étroitement de l'intervalle vêlage-reprise de l'activité ovarienne.

L'involution de l'utérus ou retour de celui-ci aux dimensions habituelles dure environ 4 semaines.

Tableau 17 : Estimations de la durée de gestation des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes.
La durée moyenne de gestation est 282 à 288 j (N'Dama) et 283 j (Baoulé)

Races	Pays	Lieu	Estimation (jours)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	C. d'Ivoire	Station	281,4 ± 5,2	48	Meyer et Yesso, n. p.	IA en 1989
	Ghana	Station	282,0 ± 5,7	20	Sanyang, 1993	
	Ghana	Fermes	282,3 ± 8,53	30	Osei <i>et al.</i> , 1991	N'Dama et Baoulé
	C. d'Ivoire	Station	283,7 ± 4,9	39	Meyer et Yesso, n. p.	IA en 1990
	C. d'Ivoire	Station	284,7 ± 1,5	40	Coulomb, 1976	N'Dama
	C. d'Ivoire	Station	285 ± 1,7	30	Coulomb	Cité Ralamb., 1975
	C. d'Ivoire	Station	288,2 ± 6,8	18	Ralambofiringa, 1978	279 - 307 j
Baoulé	C. d'Ivoire	Station	283,0 ± 9,2	60	Meyer et Yesso, n. p.	IA en 1989
Zébus	divers divers	divers divers	284,84 ± 5,51	22 études	Mukasa-Mugerwa, 1989 Paparella, 1974	275 à 297,5 283 à 297,5
			288,19 ± 3,92	19 études		
Prim' Holstein			277			
Jersiaise			279			
Brune suisse			289			
Charolais			290			
Laitières A viande			282,5 ± 7,25		Mukasa-Mugerwa, 1989 id	
			287,5 ± 9,23			

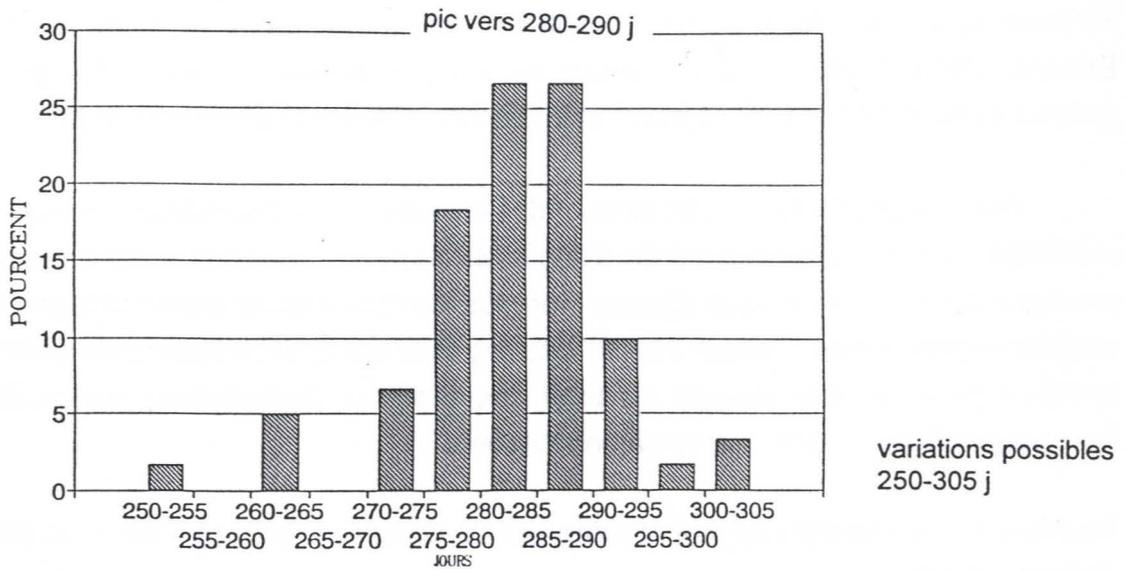


Figure 32 : Durée de gestation (vaches Baoulé) (Source : Yesso et Meyer, non publié)

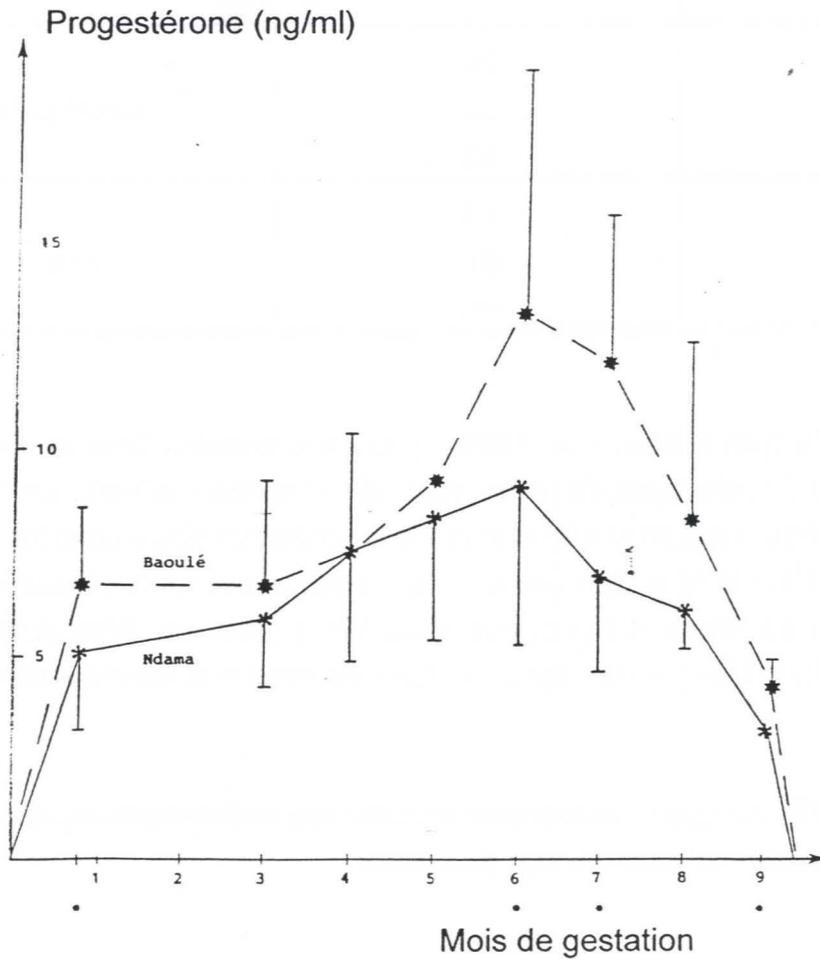


Figure 33 : Progesterone pendant la gestation de vaches N'Dama et Baoulé (* = différence significative). L'écart type est représenté d'un seul côté des courbes (Source : Meyer, Yesso et Toure, 1992)

Reprise de l'activité sexuelle *post-partum* : les chaleurs réapparaissent 30 à 35 jours après le vêlage en races laitières, plus tardivement en races à viande en Europe. L'alimentation joue beaucoup sur l'apparition des chaleurs. En général, le premier cycle est court (16-18 jours) et le deuxième a une durée normale (17-21 jours).

Fécondité *post-partum* : la fécondité est réduite aux premières chaleurs suivant le vêlage car les manifestations de chaleur et l'ovulation sont mal synchronisés. C'est pourquoi il est recommandé d'inséminer plus de 6 semaines après vêlage chez les vaches européennes. Thibier (1976) cite les taux de fertilité apparents (nombre de femelles gravides par rapport au total des femelles inséminées) observés selon l'intervalle vêlage - 1ère insémination artificielle :

Tableau 18 : La fertilité apparente dépend de l'intervalle vêlage - 1ère IA (Source : Thibier, 1976)

Intervalle vêlage - première IA (j)	Taux de fertilité apparent (p. 100)	
< 20	28	insuffisant
20 - 29	52	
30 - 39	52	
40 - 49	60	bon
50 - 59	67	
>= 60	65	

Toutefois, Philipot a trouvé en 1995, après une enquête faite en France sur 2 873 vaches (dans des élevages de pointe vis-à-vis du contrôle laitier), que la date de l'insémination peut être aussi proche que possible de celle du vêlage sans inconvénient pour la fécondité. Plus le délai de mise à la reproduction est court et plus l'intervalle vêlage-fécondation est court. Celui-ci passe de 126 j (pour un délai de mise à la reproduction supérieur à 80 j) à 69 j (pour un délai de mise à la reproduction inférieur à 40 j).

Lamblin (1977) indique la succession normale des événements après le vêlage de la vache européenne, J0 étant le jour du vêlage :

Tableau 19 : Evénements après le vêlage de vaches laitières européennes (Source : Lamblin, 1977)

Date	Evénement
J 15 à 17	1ère ovulation silencieuse
J 25 à 30	2e ovulation silencieuse
J 30 à 35	1er oestrus, fécondité réduite cycle court (16 - 18 j)
vers J 50	2e oestrus, bonne fécondité cycle normal (17 - 21 j)
vers J 70	3e oestrus

Il existe une **variation saisonnière** de l'activité sexuelle *post-partum* chez les vaches en pays tempérés. Plusieurs facteurs interviennent sur la durée de l'anoestrus *post-partum* de celles-ci : l'alimentation avant et après vêlage, l'âge, la nature du vêlage, l'allaitement, le niveau de la production laitière, la présence du taureau, la saison et surtout si la vache est en lactation ou non.

2. Le *post-partum* des vaches N'Dama et Baoulé

Le tableau 20 et la figure 34 représentent les proportions de vaches cyclées à différents moments de l'année en fonction de la saison du vêlage et du temps écoulé depuis le vêlage. Ces pourcentages ont été obtenus en dosant le taux de progestérone 2 fois à 10 jours d'intervalle avant de synchroniser les chaleurs de vaches pour les inséminer. Le pourcentage de vaches cyclées augmente surtout avec la durée écoulée depuis le dernier vêlage jusque vers 4-5 mois puis se stabilise.

La figure 35 représente la diminution de la taille de l'utérus après vêlage de vaches Baoulé (Chicoteau, 1989).

Tableau 20 : La proportion de vaches cyclées varie selon le mois de vêlage et le mois de prélèvement (durée de l'intervalle *post-partum*) (Côte d'Ivoire)

Durée <i>post-partum</i>	Mois vêlage	Mois prélèvement	N'Dama		Baoulé	
			p. 100	Nbre	p.100	Nbre
2,5 mois	août	octobre			33	91
3 mois	mai-juin	août	38,5	52		
3 mois	mai	juillet	50	87		
4-5 mois	sept.-oct.	février			92	63
8 mois	novembre	juillet	86	107		
>9 mois	< sept.	août			73	35
11 mois	novembre	octobre			89	90

Les valeurs de la durée de la reprise de l'activité sexuelle *post-partum* et de l'intervalle entre vêlages des vaches N'Dama ou Baoulé relevées dans la littérature sont très variables (tableaux 21 et 22). Au Burkina Faso, Chicoteau *et al.* (1989) trouvent une reprise de cyclicité *post-partum* moyenne de 57 jours chez les vaches Baoulé allaitantes pour des mises bas de janvier à avril selon le critère hormonal, avec un premier oestrus souvent silencieux. L'involution utérine est terminée à 31 ± 11 jours. (figures 35 et 36) (n=89, Chicoteau, 1989). Au Togo, Djabakou *et al.* (1993) ont observé le retour en oestrus 60 jours et 52 jours après mise bas chez des N'Dama et des Baoulé.

Ces résultats sont situés vers la moyenne des performances citées par d'autres auteurs. Ils sont comparables aux délais de reprise de l'activité cyclique en races allaitantes des pays tempérés telle que la Blonde d'Aquitaine : 56 ± 28 jours (Gaillardou *et al.*, 1984). L'involution utérine en race Baoulé est donc comparable à celle des vaches européennes. Il peut être admis que la recommandation d'inséminer plus de 6 semaines après vêlage s'applique dans cette race, mais de toutes façons, la plupart des vaches ne sont pas encore cyclées à ce moment-là.

Les maladies métaboliques et les infections utérines sont rares en pays tropicaux. Les **facteurs** les plus importants de la durée de l'anoestrus *post-partum* sont la race de la vache, la condition corporelle, le moment du vêlage dans l'année et l'allaitement du veau (Galina et Arthur, 1989).

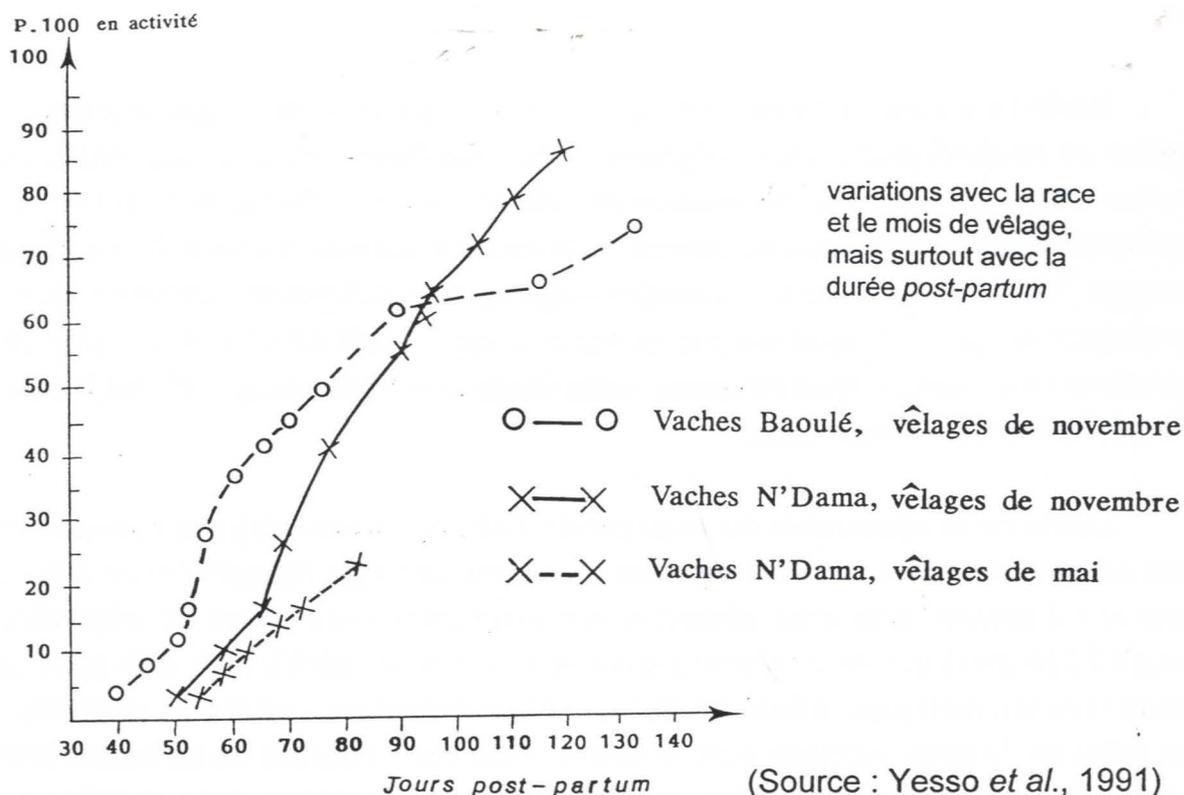


Figure 34 : Proportion de vaches en activité ovarienne selon la durée post-partum

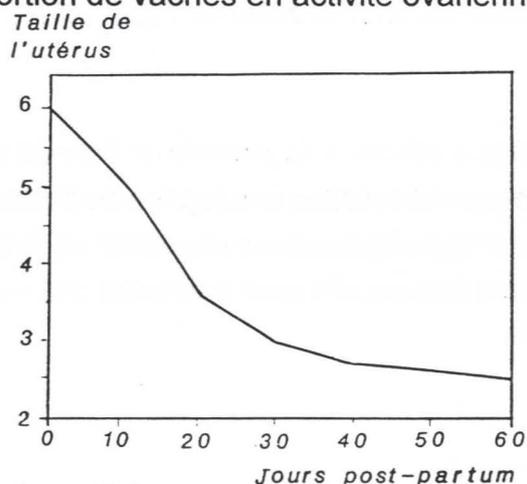


Figure 35 : Involution utérine de vaches Baoulé (Source : Chicoteau, 1989)

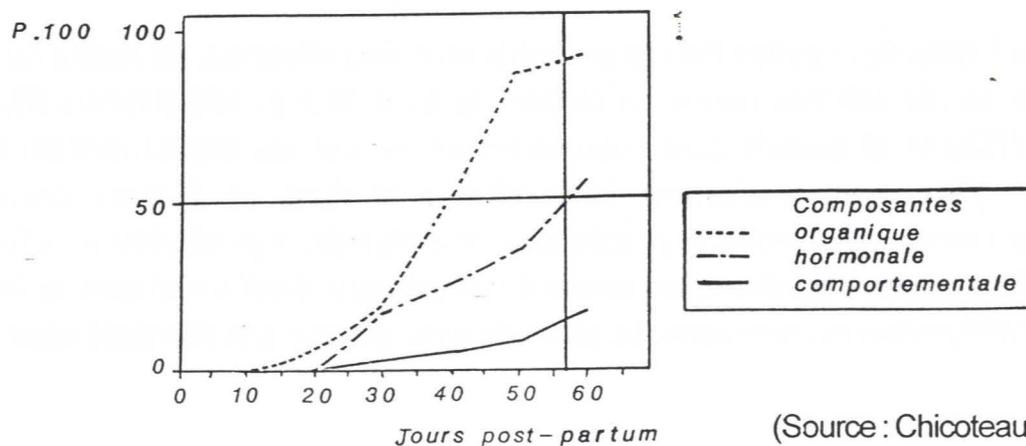


Figure 36 : Reprise de la cyclicité post-partum (Baoulé) selon les composantes comportementale, organique et hormonale de la fonction sexuelle

Variations saisonnières : il a été montré que la saison de vêlage influe sur la reprise de l'activité *post-partum* (Hansen, 1985). Au Ghana (Osei *et al.*, 1991), les vaches vêlant en saison sèche avaient ensuite accès à une herbe riche grâce aux premières pluies provoquant une reprise de la fonction ovarienne plus précoce. Nous avons vérifié ici l'influence de la saison de vêlage pour les vêlages de novembre (début de la saison chaude, sèche et non pluvieuse) et de mai-juin (début de la saison chaude, humide et pluvieuse). Il faudrait refaire cette étude après des vêlages d'août (saison fraîche, humide, peu pluvieuse).

L'effet de la séparation du veau pendant 48 heures vers 45 jours *post-partum* n'est pas net : 4 vaches sur 9 ont été vues en chaleur dans les 30 jours contre 2 sur 9 dans le lot témoin. Il faudrait probablement augmenter cette durée de séparation jusqu'à 72 heures pour avoir un effet significatif (Dunn *et al.*, 1985), mais cela poserait des problèmes pratiques. Il faudrait allaiter artificiellement les veaux plus longtemps. Les résultats de cette méthode sont variables. Il est aussi possible de ne laisser téter le veau qu'une fois par jour au lieu de le laisser en permanence avec sa mère. La période d'anoestrus a été ainsi raccourcie en race zébu de 72,24 à 57,1 jours (Mukasa-Mugerwa, 1989).

Ainsi, lorsque la monte n'est pas continue, la période de l'année à laquelle a lieu celle-ci importe pour minimiser le temps nécessaire à la reprise de l'activité *post-partum* et donc l'intervalle entre mises bas. Il importe aussi de maintenir un bon état corporel. D'autres essais d'alimentation doivent être menés pour permettre d'obtenir un intervalle entre mises bas moyen de 12 mois.

E. FERTILITE

La fertilité des vaches Baoulé est faible en milieu villageois, de l'ordre de 50 p. 100 alors qu'elle est très bonne en station, de 83 à 88,5 p. 100 (tableau 23). Les vaches N'Dama et Baoulé sont potentiellement de bonnes reproductrices. Leurs aptitudes s'expriment pleinement lorsqu'elles sont dans de bonnes conditions d'élevage : alimentation, soins et prophylaxie, sélection des reproducteurs... Chez les bovins d'une manière générale, les stress de température élevée réduisent la fertilité. La spermatogénèse est perturbée. Le poids du veau est plus bas (Gwazdauskas F.C., 1985).

Tableau 21 : Estimations de la durée de la reprise
de l'activité sexuelle *post-partum* des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes

Races	Pays	Lieu	Estimation (jours)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Togo	Station	34	35	Djabakou <i>et al.</i> , 1993	Chaleurs Progesterone Progesterone Progesterone Progesterone
	Gambie	Station	60		Jeannin <i>et al.</i> , 1987	
	C. d'Ivoire	Station	72,9 ± 3,7	32	Ralambofiringa, 1978	
	C. d'Ivoire	Station	75,0 ± 21,4	25	Meyer et Yesso	
	C. d'Ivoire	Station	87,9 ± 51	15	Yesso <i>et al.</i> , 1991	
	Gambie	Fermes	93,6 ± 8,4	20	Gyawu, 1988	
	Ghana	Fermes	107,7 ± 39,7		Osei <i>et al.</i> , 1991	
Ghana	Fermes	141,4 ± 8,5	Gyawu, 1988			
Baoulé	Togo	Station	41	33	Djabakou <i>et al.</i> , 1989	Chaleurs Progesterone Progesterone
	Burkina Faso	Station	57		Chicoteau <i>et al.</i> , 1988	
	C. d'Ivoire	Station	71,4 ± 26,7	18	Meyer et Yesso	
	C. d'Ivoire	Station	101,5 ± 60	15	Yesso <i>et al.</i> , 1991	
Zébus	divers	divers	106,99 ± 47,72	7 études	Paparella, 1974	Chaleurs, 66,9 à 178,3 j
Blonde d'Aquitaine	France	8 fermes	56 ± 28	71 fem.	Gaillardou <i>et al.</i> , 1984	

Tableau 22 : Estimations de la durée de l'intervalle entre mises bas des vaches N'Dama, Baoulé et zébus

Races	Pays	Lieu	Estimation (mois)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Nigeria	Station	12 ± 1	26	Roberts <i>et al.</i> , 1973	308-417 j
	Nigeria	Station	12,5		Akpokodge et Z., 1988	
	C. d'Ivoire	Station	13,5 ± 3,3	378	Ralambofiringa, 1975	281-932 j
	C. d'Ivoire	Station	13,6		Ralambofiringa, 1978	
	C. d'Ivoire	Station	13,83 ± 0,30		Coulomb, 1976	Sans saison monte
	C. d'Ivoire	Station	14,5 ± 4,5		Yesso <i>et al.</i> , 1986	Avec saison monte
S. Leone	Station	17,92	140	Carew <i>et al.</i> , 1986		
N'Dama	Ghana	Fermes	14,0 ± 4,9	20	Osei <i>et al.</i> , 1991	N'Dama et Baoulé
	Mali	Village	14,3 - 19,4		Hoste, 1988	
	Ghana	Fermes	15,1		Osei <i>et al.</i> , 1991	Cité par Chicoteau
	Mali	Ranch	17,8		Planchenault, 1987	
	Nigeria	Ranch	20,7		Olutogun <i>et al.</i> , 1986	
	Gambie	Village	23 - 24		Jeannin <i>et al.</i> , 1987	
Guinée	Village	25,3	Planchenault, 1987	Cité par Chicoteau		
Baoulé	C. d'Ivoire	Station	13,84	234	Tidori <i>et al.</i> , 1975	80 p. 100 de 10 à 16 m
	C. d'Ivoire	Station	14,5 ± 4,6	689	Yesso <i>et al.</i> , 1986	
	C. d'Ivoire	Village	15,0 ± 4,6	535	Landais <i>et al.</i> , 1980	
	Burkina Faso	Station	15,7		Mamboue, 1987	
	Togo	Station	18,6		FAO, 1980	
Baoulé	C. d'Ivoire	Village	16,3 ± 5,3	1180	Landais, 1983	
	Ghana	Village	16,7		Hoste, 1988	
	Burkina Faso	Village	17		Hoste, 1988	
Zébus	divers	divers	17,70 ± 2,25	17 études	Paparella, 1974	12,48 à 20,78 m

Tableau 23 : Estimations de la fertilité
des vaches N'Dama, Baoulé et zébus

Races	Pays	Lieu	Estimation (p. 100)	Nombre	Source	Remarques
N'Dama	Nigeria C. d'Ivoire C. d'Ivoire	Ranch Station Station	63,5 82,8 88,5 ± 3,2	432 14 ans	Olutogun <i>et al.</i> , 1986 Yesso <i>et al.</i> , 1986 Coulomb, 1976	Taux de mise bas Monte 3 mois Sans saison de monte (82-95 p. 100)
Baoulé	C. d'Ivoire C. d'Ivoire C. d'Ivoire	Village Village Station	50,5 ± 3 52 ± 2 83,0	689	Landais, 1983 Landais, 1984 Yesso <i>et al.</i> , 1986	D'après intervalle vêlage-vêlage
Zébus	divers	Traditionnel Station	47,97 ± 10,93 66,97 ± 12,3	9 études 24 études	Mukasa-Mugerwa, 1989 idem	36 à 71,1 p. 100 32,5 à 85,5 p. 100

DEUXIEME PARTIE

MAITRISE DE LA REPRODUCTION

I. MAITRISE DE L'OESTRUS

A. Généralités

1. Intérêts de la maîtrise de l'oestrus

Nous avons vu que les chaleurs des bovins tropicaux femelles sont assez difficiles à détecter. L'insémination artificielle de ces vaches pourra se faire néanmoins grâce aux techniques d'induction / synchronisation des chaleurs qui peuvent permettre de se passer de leur observation et d'accéder ainsi aux avantages génétiques apportés par l'insémination artificielle.

En effet, elles peuvent soit :

- uniquement synchroniser des chaleurs existant déjà ;
- induire des chaleurs et les synchroniser de même que celles existant déjà.

En plus de cette simplification de la surveillance du troupeau, la synchronisation des chaleurs permet de regrouper les mises bas. Cela peut être très utile pour obtenir des lots d'animaux plus homogènes (essais d'alimentation par exemple) ou des naissances à des périodes de l'année plus intéressantes (alimentation moins chère, mortalité plus basse, prix de vente plus élevés...).

2. Méthodes employées chez les bovins

Plusieurs types de méthodes de synchronisation sont classiquement utilisés chez les bovins : double injection de prostaglandines, spirales vaginales, implants sous-cutanés.

2.1. Synchronisation des chaleurs par deux injections de prostaglandines à 10 jours d'intervalle (figure 7)

Les prostaglandines entraînent la lyse du corps jaune s'il y en a un et donc la chute du taux de progestérone ce qui déclenche le démarrage d'un nouveau cycle. Elles sont efficaces entre le 5^e et le 17^e jours du cycle oestral. La figure 7 montre comment deux injections pratiquées à 10 jours d'intervalle permettent de synchroniser

les chaleurs de femelles cyclées et pourquoi une seule injection ne suffit pas. Après la première injection, une partie des vaches cyclées ne sont pas encore synchronisées. A la deuxième injection, ces vaches sont en phase lutéale et leurs chaleurs seront aussi synchronisées.

En pratique, en effectuant 2 prises de sang à 10 jours d'intervalle dans différentes conditions (race, âge, saison...), le pourcentage de femelles cyclées peut être déterminé. En fonction de celui-ci, le type de méthode de synchronisation des chaleurs à utiliser pourra être choisi. L'utilisation de 2 injections de prostaglandines à 10-11 jours d'intervalle qui coûte moins cher que les implants ou les spirales n'est valable que si le pourcentage de femelles cyclées est assez élevé (supérieur à 80 p. 100). Cette méthode synchronise les chaleurs des femelles mais ne les induit pas. Elle fait avorter les vaches gravides.

2.2. Synchronisation des chaleurs par implants et spirales

Le principe et le schéma général classique des méthodes utilisant des implants sous-cutanés ou des spirales vaginales sont représentés sur les figures 38, 39 et 40. Le traitement de base suffit à synchroniser les chaleurs de femelles cyclées (génisses de race laitière). L'adjonction de PMSG au traitement permet d'induire des chaleurs sur des femelles non cyclées (femelles de race rustique ou à viande en France). Pour améliorer les résultats chez les vaches laitières, un analogue de la prostaglandine F2 alpha est injecté 48 heures avant le retrait des spirales.

Chez les races européennes, les spirales vaginales sont laissées en place 12 jours dans le vagin. Elles contiennent 2,3 g de progestérone qui est libérée progressivement. Elles comprennent, collée à la spirale, une capsule de 10 mg de benzoate d'oestradiol qui a un rôle lutéolytique. Les inséminations artificielles peuvent avoir lieu de façon systématique à des heures fixes après le retrait. Elles peuvent aussi avoir lieu après observation des chaleurs.

La méthode utilisant les implants est semblable à la précédente. Les implants sont laissés sous la peau de l'oreille pendant 10 jours. Ils contiennent 6 mg de norgestomet, un dérivé de la 19-norprogestérone qui est déchargé progressivement dans la circulation sanguine. Une injection intramusculaire de surcharge lutéolytique (norgestomet + 5 mg de valérate d'oestradiol) a lieu le jour de la pose.

2.3. Il existe aussi une méthode de distribution orale de dérivés de la progestérone. Cette méthode est peu employée en France (système feed-lot).

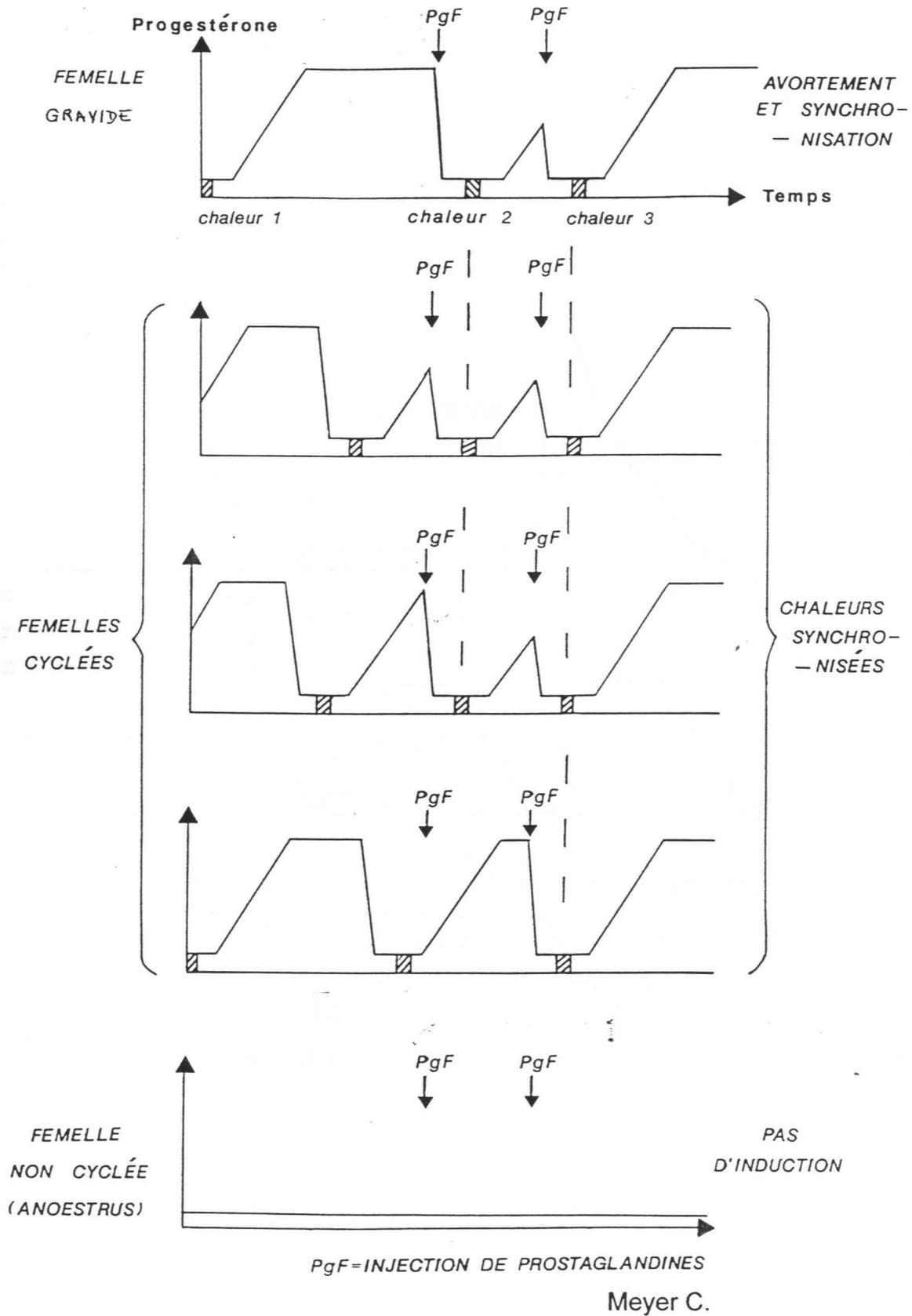
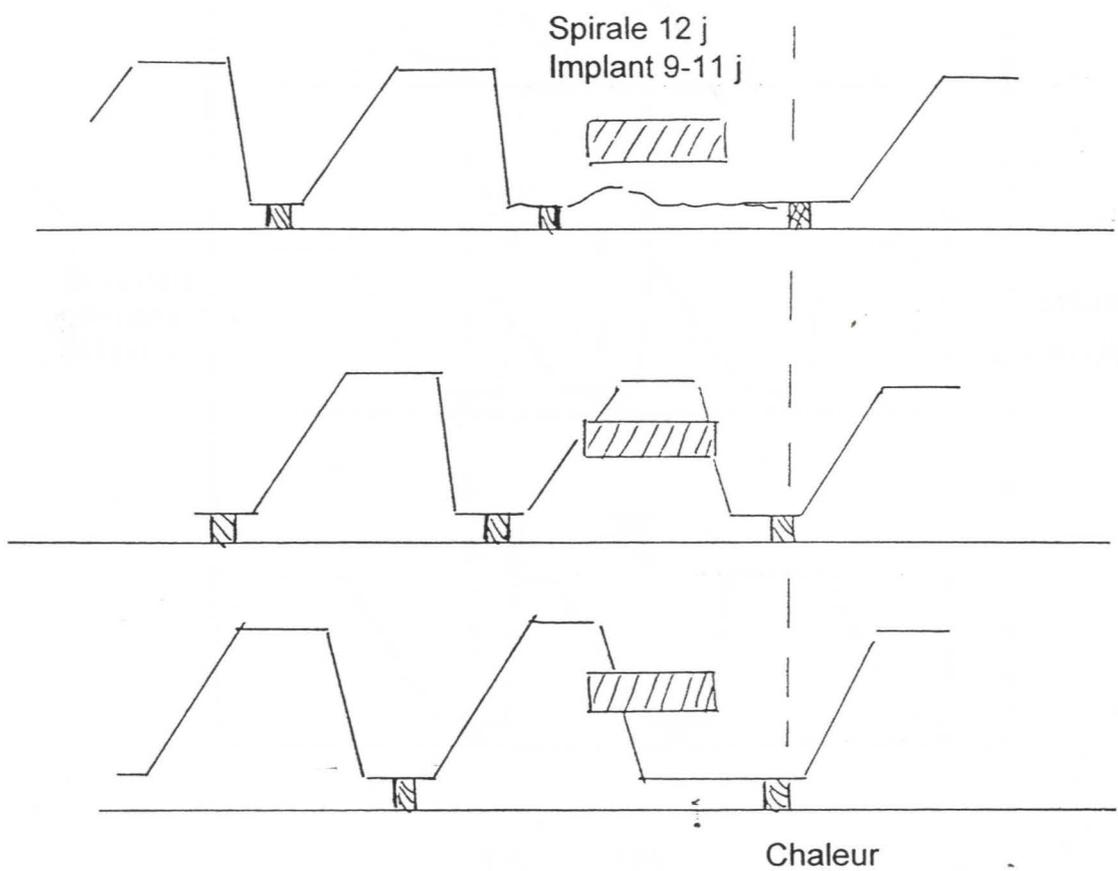


Figure 37 : Synchronisation des chaleurs des vaches par deux injections de prostaglandines à 10 jours d'intervalle



Meyer C.

Figure 38 : Principe de la synchronisation des chaleurs avec des implants ou des spirales

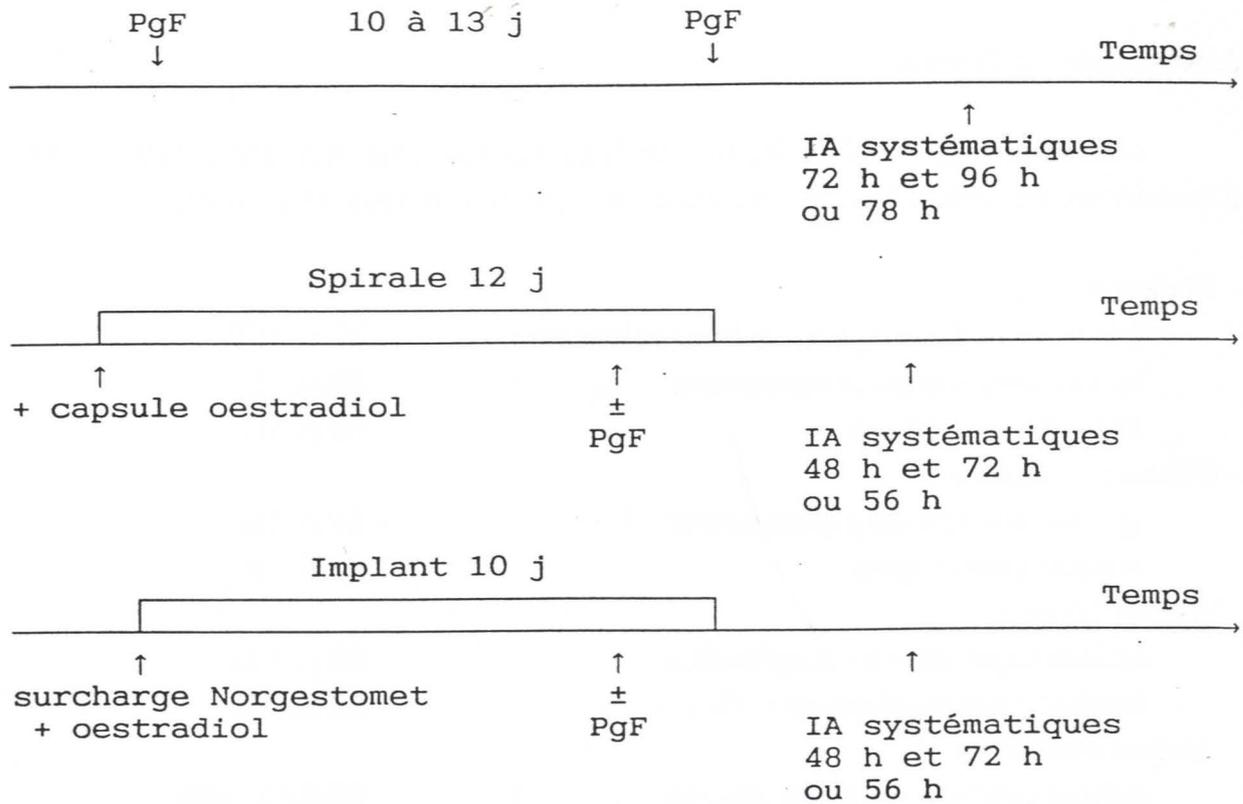


Figure 39 : Schémas de traitements proposés pour des femelles cyclées (D'après Parez et Duplan, 1987)

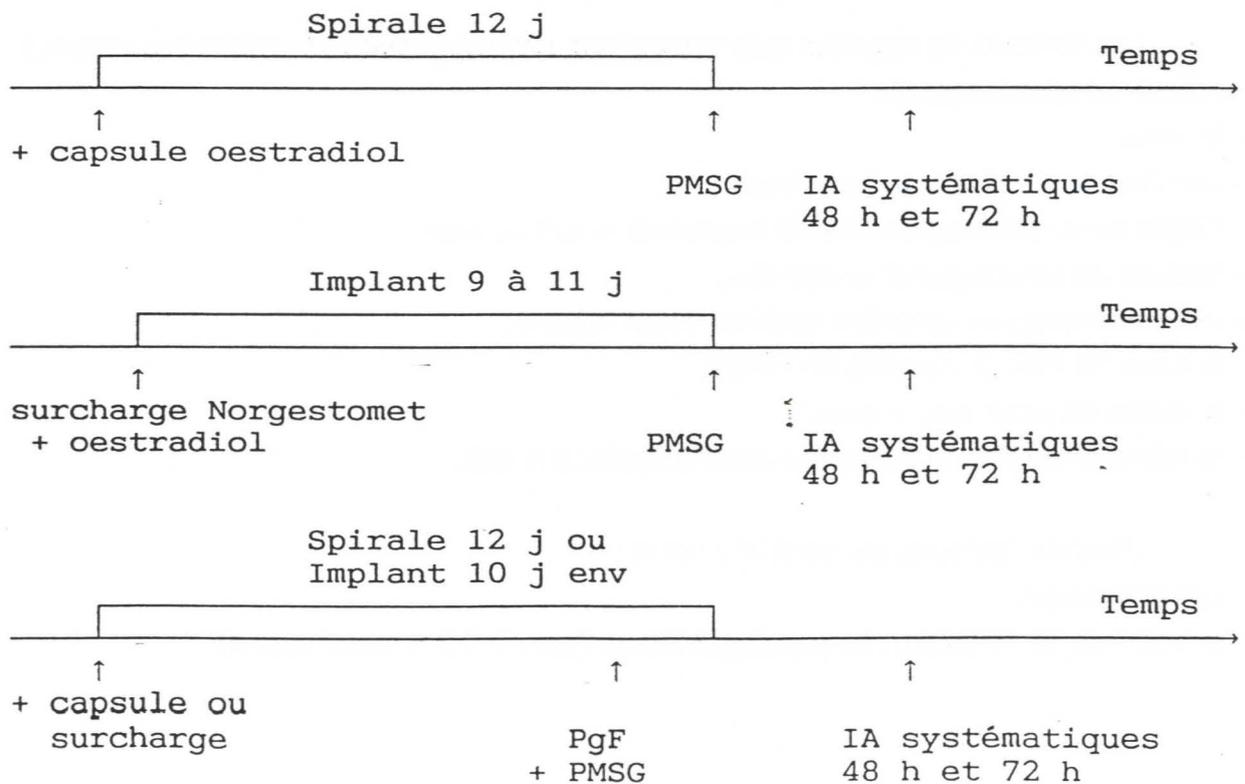


Figure 40 : Schémas de traitements proposés pour des troupeaux comprenant des femelles non cyclées, des femelles cyclées et des femelles dont on ne connaît pas l'activité ovarienne (D'après Parez et Duplan, 1987)

3. Résultats en France

Les résultats ci-dessous (Parez, 1987) sont des résultats moyens obtenus après 2 inséminations artificielles systématiques et exprimés en taux de vêlages :

- Génisses laitières	
2 injections d'analogues de prostaglandines	59 p. 100
spirale vaginale de progestérone	50 p. 100
implant sous-cutané	50 p. 100
- Génisses à viande	
spirale vaginale de progestérone	59 p. 100
implant sous-cutané	53 p. 100
- Vaches laitières	
spirale vaginale + prostaglandine	55 p. 100
implant + prostaglandine + PMSG	60 p. 100
- Vaches allaitantes	
spirale vaginale de progestérone	50-55 p. 100
implant sous-cutané	55 p. 100

Les facteurs de variation que nous allons envisager avec les méthodes utilisant implants et spirales sont :

- la race,
- la méthode (implants ou spirales),
- l'injection de prostaglandine 48 h avant le retrait ou non,
- la dose de prostaglandine injectée,
- le pourcentage de femelles cyclées avant la pose,
- la dose de PMSG injectée au retrait,
- la durée de pose des implants,
- le moment de l'insémination artificielle après le retrait.

D'autres facteurs peuvent intervenir :

- l'inséminateur,
- le moment de l'injection de prostaglandines (par ex. 72 h avant retrait).

B. Résultats en races N'Dama et Baoulé

1. Synchronisation des chaleurs avec des prostaglandines

Des vaches N'Dama et Baoulé ont été traitées entre 10 et 15 jours après les chaleurs. Leur comportement sexuel a été observé toutes les 2 heures pendant 3 jours consécutifs en commençant 48 heures après le traitement.

En comparant les vaches individuellement, il apparaît que les chaleurs sont régulièrement échelonnées. Ici aussi, elles apparaissent plus tôt en race N'Dama qu'en race Baoulé. En moyenne, elles sont apparues :

- $59,9 \pm 9,2$ heures en race N'Dama,
 - $91,7 \pm 10,3$ heures en race Baoulé après l'injection,
- soit une différence hautement significative de 31,8 heures selon la race.

Chez certaines vaches, les chaleurs étaient discontinues. En éliminant les manifestations très éloignées des autres, la durée de l'oestrus était semblable à celle des chaleurs naturelles :

- $12,0 \pm 5,4$ heures en race N'Dama,
- $10,3 \pm 6,5$ heures en race Baoulé (Meyer et Yesso, 1995).

Chicoteau (1989) a trouvé en race Baoulé une apparition des chaleurs $84,9 \pm 20,6$ heures pour les vaches après injection de prostaglandine F2 alpha. Gyawu *et al.* (1991) signalent la venue en chaleur de vaches N'Dama $55,4 \pm 2$ heures après la 2e injection de prostaglandines, chaleurs d'une durée de $14,9 \pm 1,3$ heures.

L'utilisation de 2 injections de prostaglandines à 11 jours d'intervalle a permis à Cissé (1993) d'obtenir un taux de fertilité de 45 p. 100 pour 2 inséminations 72 heures et 96 heures après ($n = 44$) et de 60 p. 100 pour insémination sur les retours de chaleurs ($n = 33$).

En conclusion, il apparaît qu'il faut inséminer les vaches Baoulé plus tardivement que les N'Dama après synchronisation des chaleurs avec des prostaglandines. Cela justifie la pratique du Centre d'insémination artificielle de Bingerville (Côte d'Ivoire) qui insémine les vaches N'Dama 24 heures plus tôt que les Baoulé après synchronisation par des prostaglandines (Galet M., communication personnelle).

2. Synchronisation/induction des chaleurs avec des spirales ou des implants

2.1. Comparaison entre spirales et implants

En races Baoulé et N'Dama, les différences observées sont faibles et ne sont pas significatives au test de chi 2. Les deux méthodes peuvent être utilisées. Ainsi, en race N'Dama, les diagnostics de gestation à 3 mois étaient positifs pour 56 p. 100 des vaches synchronisées avec des implants (n = 50) et pour 62 p. 100 des vaches synchronisées avec des spirales (n = 39). Les pertes de spirales sont un peu plus fréquentes que celles des implants.

2.2. Comparaison avec ou sans injection de prostaglandines avant le retrait

En race Baoulé, dans 2 cas, l'injection de prostaglandines n'a pas semblé apporter un avantage : 77,27 p. 100 contre 59,09 p. 100 et 70,5 p. 100 contre 59,1 p. 100 de mises bas. Dans le premier essai, les taux de gestation à 21-22 jours étaient très proches : 77,3 p. 100 contre 79,5 p. 100. Dans un cas, l'inverse s'est produit (25,0 p. 100 contre 40,9 p. 100). Les vaches étaient maigres dans cet essai. Les différences ne sont pas significatives dans ces trois essais. Chicoteau (1989) indique que l'injection de prostaglandines n'améliore pas la fertilité à 21 jours mais améliore celle-ci à 90 jours en race Baoulé.

En race N'Dama comme en race Baoulé, les résultats de fécondité semblent légèrement meilleurs avec injection de prostaglandines, mais les différences ne sont pas significatives.

Sur 150 vaches N'Dama et 200 Baoulé inséminées en 1989 et 1990, les prostaglandines ont amélioré l'efficacité du traitement progestatif. Le pourcentage de vaches en activité sexuelle (avec un taux de progestérone élevé 7 jours après l'insémination) était significativement plus élevé avec prostaglandines : 86,2 p. 100 contre 75,3 p. 100. La mortalité embryonnaire tardive était significativement moins fréquente chez les N'Dama que chez les Baoulé. L'addition de prostaglandines permettait de réduire cette fréquence (tableau 24).

Ainsi, s'il existe, l'avantage apporté par cette injection doit être faible. A l'heure actuelle, l'injection se justifie dans le cadre de recherches.

Tableau 24 : Mortalité embryonnaire tardive lors de synchronisation des chaleurs avec des implants en races N'Dama et Baoulé (Yesso et Meyer)

	Implant	Implant + PgF
N'Dama	23,5 p. 100	10 p. 100
Baoulé	37,1 p. 100	14,7 p. 100

2.3. Comparaison de la dose de prostaglandines injectée avant le retrait

Un analogue de la prostaglandine F 2 alpha, le luprostiol, a été utilisé, à la concentration de 7,5 mg/ml (Prosolvine®) en race N'Dama. Cet essai a donné une différence significative : 46,4 p. 100 de gestation à 21-22 j avec 2 ml de Prosolvin contre 17,9 p. 100 avec 1 ml injectés 48 heures avant le retrait de l'implant. La dose de 1 ml semble donc insuffisante en race N'Dama.

2.4. Comparaison selon la dose de PMSG

Les doses de PMSG utilisées au retrait des implants sur les vaches européennes sont de 400 UI à 700 UI. Ces doses résultent d'un compromis. Une dose élevée entraîne des taux de jumeaux et de mortalité embryonnaire et foetale plus élevés que la normale. Une dose trop faible entraîne une moins bonne synchronisation des chaleurs et donc une moins bonne fertilité. En France, sans PMSG, le pourcentage d'induction est faible (55 p. 100). Il faut atteindre 500 à 600 UI pour obtenir une réponse d'environ 90 p. 100 en races européennes (Petit, 1979). Il est intéressant de diminuer la dose pour diminuer le coût de la synchronisation.

Les doses utilisées en Europe vont de 400 à 700 UI :

- races rustiques : 700 UI (vaches) - 650 UI (génisses)
- races à viande : 600 UI (vaches) - 500 UI (génisses)
- races laitières : 400 UI (vaches) - 0 ou 400 UI (génisses) (Petit, 1979).

Chicoteau *et al.* (1986) ont montré qu'une dose de 500 UI de PMSG entraîne une polyovulation significative en race Baoulé (2,9 corps jaunes par traitement efficace contre 1,2 sans PMSG). C'est pourquoi nous avons utilisé des doses plus faibles de 400 UI, 325 UI et 250 UI en races N'Dama et Baoulé.

Ici, le passage de 400 UI à 250 UI ne semble pas faire baisser la fertilité. Un essai effectué dans une ferme privée avec 400 UI (n = 24) et 325 UI (n = 22) indique aussi que la fertilité est peu affectée. Il semble donc probablement possible de réduire la dose de PMSG utilisée de 400 UI à 250 UI.

2.5. Durée de pose des implants

Un autre essai ne montre pas de différence entre la pose de l'implant pendant 9 jours (n = 26) ou pendant 11 jours (n = 27).

2.6. Apparition des chaleurs et moment de l'insémination artificielle

Les chaleurs semblent plus précoces après emploi d'implants qu'après emploi de spirales et en race N'Dama qu'en race Baoulé (mais les différences ne sont pas significatives). Les moyennes observées dans différents essais ont été de :

Tableau 25 : Moment moyen d'apparition des chaleurs (h) après le retrait d'implants ou de spirales en races N'Dama et Baoulé (valeurs limites selon les essais)

Méthode	Baoulé	N'Dama
Implants	32,6 - 42,8	30 - 36
Spirales	51,6 - 75,3	44 - 50

(les différences ne sont pas significatives)

L'insémination peut être pratiquée sur chaleurs observées ou de façon systématique. Dans les 2 cas, on peut pratiquer 1 ou 2 inséminations. Ici, l'insémination sur chaleurs observées a été pratiquée de la façon suivante : une vache vue en chaleur le matin était inséminée l'après-midi, une vache vue en chaleur l'après-midi était inséminée le matin suivant. Dans les différents essais, les inséminations ont été

réalisées en race N'Dama vers 48 h, 52 h ou 56 h avec les implants et vers 60 h avec les spirales. Notons que ces inséminations ont été plus précoces avec les spirales en race N'Dama qu'en race Baoulé. Avec les spirales, les inséminations faites sur chaleurs observées ont été réalisées environ 12 h plus tôt en race N'Dama qu'en race Baoulé.

4. Conclusion

Le Centre National d'Insémination Artificielle de Bingerville a obtenu en Côte d'Ivoire sur l'ensemble des inséminations des taux de fertilité de 62 à 65,8 p. 100 après synchronisation avec des spirales, une injection de 400 UI de PMSG au retrait et des inséminations systématiques 48 et 72 h après le retrait (Galet et Rombaut, 1983).

Compte tenu de ces résultats, il semble possible à l'heure actuelle de recommander les techniques suivantes schématisées sur la figure 42 en races N'Dama et Baoulé après un rappel du schéma général classique des méthodes d'induction/synchronisation des chaleurs avec spirale ou implant (figure 41).

Avec les prostaglandines, il reste à préciser le bon moment des inséminations artificielles selon la race, moment plus précoce en race N'Dama qu'en race Baoulé.

Avec les implants et les spirales, il faudrait comparer dans les mêmes conditions les IA systématiques à 48 et 56 heures et à 48 et 72 heures. On pourrait aussi tester l'effet de l'injection de prostaglandines 72 heures avant le retrait comparé à 48 heures avant. Là aussi, avec les spirales, l'insémination artificielle sur chaleurs observées est pratiquée environ 12 heures avant celles des vaches Baoulé.

En Tunisie, les résultats des 1ères et 2èmes inséminations artificielles cumulées après synchronisation des chaleurs sur vaches Holstein, Frisonne Pie noire, locale et locale croisée ont été de 71,6 p. 100 (54,7 p. 100 après une insémination) avec spirales vaginales + PMSG 700-1 000 UI ou implants sous-cutanés + PMSG 500 UI puis inséminations 48 et 72 heures après le retrait (Slimane N. *et al.*, 1991).

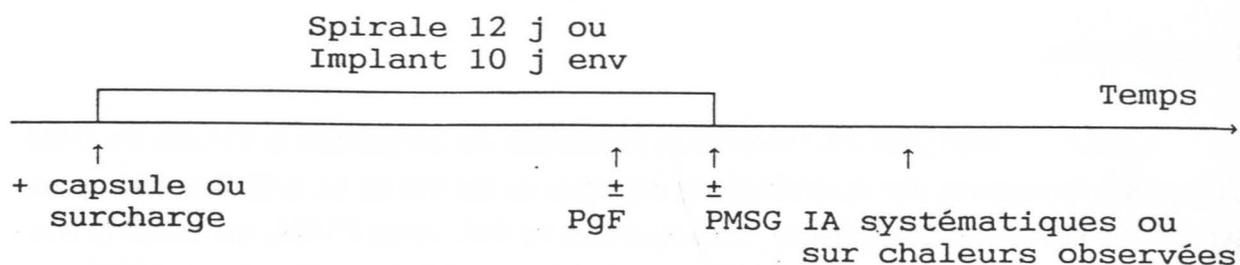


Figure 41 : Schéma général classique des méthodes d'induction/synchronisation des chaleurs avec spirale ou implant

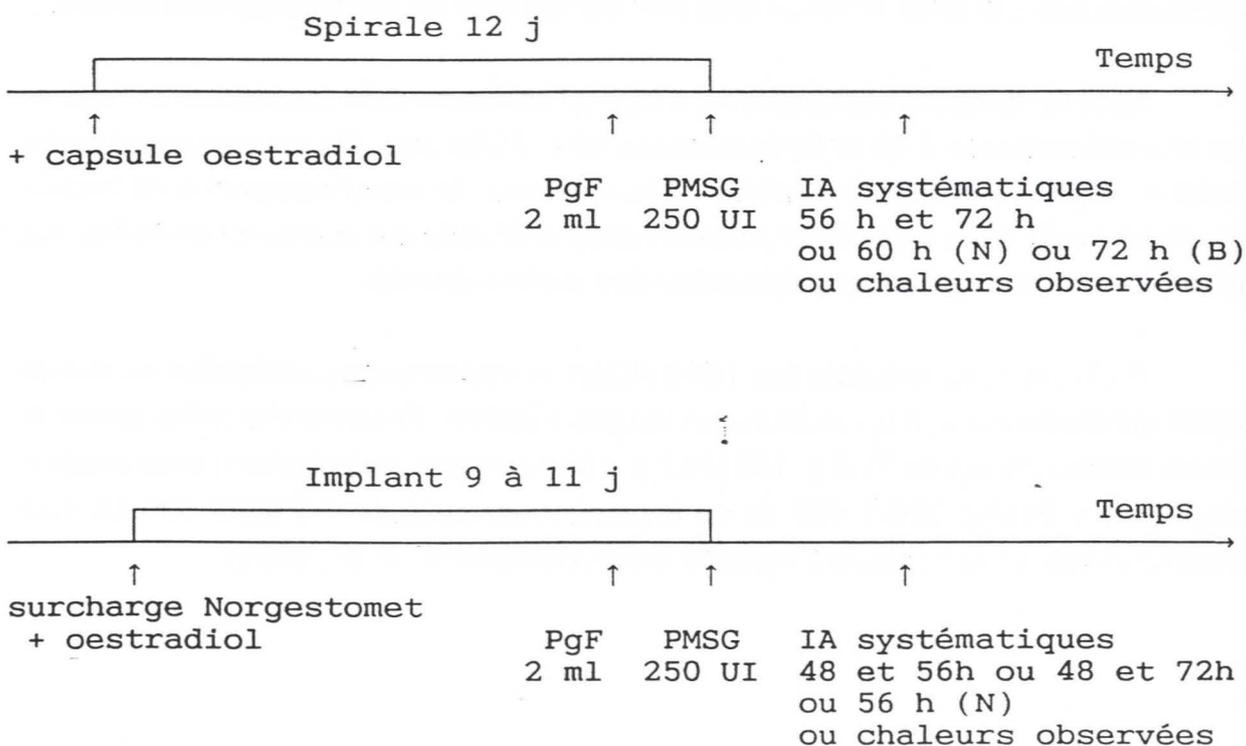


Figure 42 : Méthodes d'induction/synchronisation des chaleurs avec spirale ou implant en races Baoulé (B) et N'Dama (N)

II. INSEMINATION ARTIFICIELLE

Cette méthode a été employée sur des bovins pour la première fois en Afrique en 1935 au Kenya. A l'exception de l'Afrique de l'Est et australe, elle est peu utilisée en Afrique. A la fin des années 1980, moins d'un million de têtes ont été inséminées en Afrique tropicale (dont environ 400 000 au Kenya) pour près de 100 millions de têtes inséminées dans le monde. Vers 1961, 59 millions de bovins étaient inséminés dans le monde entier. Chupin (1993) donne les résultats d'une enquête sur l'état de l'insémination artificielle en Afrique. Celle ci y est peu utilisée : 42 p. 100 des pays ne possèdent pas de service d'Insémination Artificielle, 66 p. 100 de ceux qui en ont produisent de la semence. Le taux de couverture est très bas : seulement 2 p. 100 des femelles en âge de reproduire sont inséminées. Les pays utilisant le plus l'insémination artificielle en Afrique sont tous situés en Afrique de l'Est ou du Sud : Kenya (486 000 IA en 1985), Zimbabwe (78 000 IA en 1991), Ethiopie, Tanzanie, Afrique du Sud (tableau 26). Certains pays produisent des semences bovines. La part de cette production augmente avec la taille du cheptel bovin en Afrique.

A. Avantages de cette méthode

L'utilisation de l'insémination artificielle présente cependant des avantages de plusieurs ordres par rapport à la saillie naturelle.

Avantages sanitaires : Historiquement, c'est le premier avantage qui a été recherché. La transmission de maladies vénériennes (c'est-à-dire transmises essentiellement par le coït : trichomonose, campylobactériose) ou contagieuses (brucellose, tuberculose, paratuberculose...) peut être évitée lorsque les mâles et leurs troupeaux d'origine sont contrôlés. Il faut aussi que l'inséminateur désinfecte son matériel et nettoie ses bottes pour éviter de transporter des maladies d'un élevage à l'autre.

Avantages génétiques surtout : l'insémination artificielle est l'outil principal de l'amélioration génétique. Elle permet la diffusion large et rapide du progrès génétique. L'indication principale de l'insémination artificielle est l'amélioration génétique. Celle-ci peut être basée sur une sélection du cheptel local en station et une diffusion des produits de la sélection ou sur le croisement avec des races exotiques plus performantes par importation de semences congelées.

L'éleveur peut utiliser des taureaux améliorateurs qu'il n'aurait pas les moyens d'acheter. Il est possible de procéder à des croisements sans avoir à maintenir des taureaux exotiques de race pure, très sensibles aux conditions du climat et aux maladies tropicales. En Europe, grâce à l'insémination artificielle, la production des bovins laitiers a augmenté en moyenne de 10 litres par an pour atteindre des productions moyennes supérieures à 6 000 litres par an.

En pays développés, des taureaux performants qui permettent d'augmenter la production et d'améliorer la composition du lait sont utilisés. Grâce à la production rapide d'une large descendance, le testage sur descendance de ces taureaux (progeny test) est effectué, c'est-à-dire leur classement en fonction de la production laitière de leurs filles.

Conservation des races : une autre indication de la méthode est la conservation du patrimoine génétique par création de banques de semences pour les races bovines en voie de métissage ou de raréfaction.

Avantages économiques : l'utilisation de l'insémination artificielle permet d'éviter aux éleveurs ayant peu de vaches les coûts d'entretien du taureau et permet d'avoir plus de vaches productives pour une même surface de pâturages. Elle permet d'éviter l'achat de taureaux à l'étranger. L'éleveur utilisant l'insémination artificielle revend parfois des reproducteurs à des prix élevés. De plus, l'éleveur peut planifier sa production en fonction de l'alimentation disponible et des variations saisonnières des cours des produits.

Amélioration de la gestion du troupeau : l'utilisation de l'insémination artificielle peut pousser l'éleveur à changer ses habitudes. Par le biais de la maîtrise de la reproduction, le moment des naissances des veaux peut être choisi pour profiter des meilleurs cours lors de la mise sur le marché. Une saison permettant une bonne disponibilité en aliments et une bonne survie des veaux peut être sélectionnée. La mise à la reproduction et les vêlages seront mieux surveillés.

Intérêt dans la maîtrise des performances de reproduction : le concept de l'insémination intégrée permet de contribuer à **améliorer les performances de reproduction**. Il s'agit d'un encadrement technologique antérieur et postérieur à l'insémination y compris les suivis vétérinaires de reproduction tel que le Plan d'Action Vétérinaire Intégré de Reproduction (PAVIR) (voir chapitre VIII II).

Tableau 26 : Situation de l'insémination artificielle et du transfert embryonnaire en Afrique (D'après Diop, 1993 et Chupin, 1993)

(L = utilisation large, exp = utilisation expérimentale, N = pas d'utilisation)

Pays	Insémination artificielle			Utilisation du transfert embryonnaire
	Utilisation	Nb/an	Année	
<u>Afrique du Nord</u>				
Maroc	L	?		exp
Algérie	L	?		exp
Tunisie	L	?		exp
Egypte	L	?		exp
<u>Afrique de l'Ouest</u>				
Mauritanie	N	0		
Sénégal	L	400	1990	± L
Gambie	N	0		exp
Guinée	exp	?		
Mali	L	1 300	1990	
Côte d'Ivoire	L	5 à 10 000	1992	
Burkina Faso	L	?		exp
Ghana	exp	?		
Togo	exp	30	1990	
Bénin	exp	?		
Nigeria	exp	?		
Tchad	N	0		
<u>Afrique Centrale</u>				
Cameroun	L	?		
Rép. Centrafricaine	N	0		
Gabon	N	0		
Congo	N	0		
Zaïre	L	864	1990	
Angola	N	0		
<u>Afrique de l'Est</u>				
Soudan	L	674	1990	
Ethiopie	L	20 695	1990	exp
Djibouti	N	0		
Ouganda	L	5 982	1990	
Kenya	L	486 000	1985	exp
Rwanda	L	3 500	1990	
Burundi	L	2 037	1990	
Tanzanie	L	20 000	1990	
<u>Afrique du Sud</u>				
Zambie	L	16 100	1990	
Malawi	L	4 891	1990	
Mozambique	L	595	1990	
Zimbabwe	L	78 000	1991	L
Botswana	L	6 100	1991	
Swaliland	L	1 200	1990	
Afrique du Sud	L	?		L
Madagascar	L	2 550	1990	
La Réunion	L	4 421	1990	

B. Contraintes de l'insémination artificielle

Cependant, l'utilisation de l'insémination artificielle impose des contraintes.

Au niveau de l'élevage, il faut effectuer de bonnes **détections des chaleurs** des vaches (sinon, il faut recourir à la synchronisation des chaleurs avec insémination à heures fixes). Cette détection est difficile dans les petits groupes, en l'absence de mâles, chez les zébus, et sous climat chaud. Il faut disposer d'installations de **contention** si les inséminations se font sur place. Il faut une **bonne alimentation** au moins en période de reproduction.

Au niveau de l'organisme chargé des inséminations, il faut disposer de **personnel** compétent, bien formé et expérimenté, disponible tous les jours. Il faut des **containers**. De l'**azote liquide** est nécessaire pour la conservation de la semence lorsque de la semence congelée est utilisée. Or, l'azote liquide coûte cher en Afrique et n'est pas disponible partout. L'installation d'une machine productrice d'azote liquide est onéreuse, nécessite un approvisionnement en électricité très fiable et une maintenance par un technicien qualifié. Des pannes peuvent survenir. L'azote liquide peut être disponible de source industrielle, mais à des prix élevés.

La **valeur génétique des taureaux** utilisés doit être telle que l'éleveur puisse voir une amélioration rapide de ses productions. Il faut aussi que les produits de l'insémination puissent résister aux conditions locales. L'utilisation d'un nombre réduit de taureaux peut entraîner de la consanguinité.

C. Technique de l'insémination artificielle

Insémination artificielle signifie que la semence mâle contenant les spermatozoïdes est déposée dans les organes reproducteurs femelles à l'aide d'instruments.

1. Collecte du sperme

Elle est faite sur des animaux reconnus indemnes de certaines affections, variables selon les pays, et provenant d'exploitations indemnes. Elle est faite une ou 2 fois par semaine, ou 3 fois tous les 15 jours. Souvent, 2 éjaculats à 10 minutes d'intervalle sont collectés (voir le chapitre I.D. Examen du sperme). La salle ou l'aire de monte ne doit servir qu'à la collecte. Celle-ci se fait après une ou deux fausses montes sans éjaculation.

L'**électroéjaculation** peut être nécessaire : manque de libido, impossibilité d'effectuer le saut. Elle fournit un sperme moins concentré et avec une motilité moins bonne que la récolte au vagin artificiel et doit donc n'être utilisée que si elle ne peut pas être évitée.

2. Préparation de la semence

Divers examens sont effectués à l'oeil nu et au microscope tout en conservant l'éjaculat à température constante (37°C) afin de décider de l'utilisation ou du rejet de l'éjaculat et du taux de dilution (voir les normes chapitre III D Examen du sperme) :

- volume de l'éjaculat ;
- couleur et aspect éventuellement ;
- motilité massale : note de 0 à 5 en fonction de la vitesse des vagues de spermatozoïdes ;
- pourcentage de spermatozoïdes mobiles ou fléchants (motilité progressive) ;
- concentration en spermatozoïdes ;
- anomalies des spermatozoïdes : un étalement coloré à l'éosine-nigrosine permet d'étudier la morphologie et le pourcentage de spermatozoïdes vivants. Il n'est pas systématique.

Un taux de **dilution** est calculé pour ramener chaque dose à un nombre donné de spermatozoïdes : de 7 à 15 millions de spermatozoïdes mobiles par dose au moment de l'emploi soit en moyenne 23 millions de spermatozoïdes totaux (10 à 60 millions). En France, les centres d'insémination artificielle utilisent souvent en pratique des doses de semence contenant 20 millions de spermatozoïdes totaux. Il est possible d'en mettre moins par dose lorsque l'insémination artificielle est pratiquée avec de la semence fraîche (non congelée). Il est possible d'en mettre plus lorsque les caractéristiques du sperme sont à la limites de celles qui autorisent de pratiquer la congélation.

Les dilueurs habituels contiennent du lait de vache, du jaune d'oeuf, du glycérol (cryoprotecteur) et des antibiotiques. Ils peuvent être à base d'autres substances. La dilution permet d'accroître le volume de l'éjaculat, de protéger les spermatozoïdes, d'emballer et d'identifier chaque dose de semence (on parle de **semence** pour le sperme préparé). L'éjaculat est dilué en 2 ou 3 fois. La semence est refroidie à + 4°C. La semence est placée dans des paillettes en plastique (paillettes moyennes de 0,5 ml ou mini-paillettes de 0,25 ml). Ce sont des tubes en matière plastique plus ou moins transparente, de diverses couleurs. Ils comportent un bouchon usiné constitué de poudre d'alcool polyvinylique qui se solidifie au contact de l'eau et qui est entouré de coton. Les éléments d'identification de l'éjaculat sont imprimés sur les paillettes : nom du taureau, numéro de herd-book, race, nom du Centre d'insémination artificielle, date de récolte, pays... La semence est introduite par aspiration dans la paillette. Lorsqu'elle entre en contact avec la poudre d'alcool polyvinylique, celle-ci se solidifie. Une bulle d'air est formée et on bouche l'autre côté soit encore avec de la poudre d'alcool polyvinylique, soit aux ultrasons. Ce conditionnement peut être mécanisé. Les paillettes sont essuyées et on laisse la semence s'équilibrer quelques heures (au moins 2 heures).

Enfin, la semence est congelée rapidement : les paillettes sont placées à quelques centimètres de l'azote liquide sur une rampe dans un récipient cryogénique à large ouverture. Puis elles sont plongées dans l'azote liquide (à -196°C). Pour réduire la consommation d'azote liquide, il est possible d'effectuer la congélation dans un récipient plastique dur ou en polystyrène. Parfois des pastilles (pellets) préparées sur des plaques de neige carbonique sont utilisées. Cette technique est moins sûre pour l'identification et augmente les risques sanitaires. Pour la conservation à température ambiante (16-17°C) jusqu'à 6 jours, un dilueur à l'eau de coco peut être utilisé :

eau de coco	150 ml/l
citrate de sodium	22 g/l
jaune d'oeuf	5 p. 100
sulfanilamide et mycostatine.	

En France, un éjaculat de taureau permet d'obtenir en moyenne 300 à 350 doses de semence (de 60 à 1 200). Un taureau agréé fournit de 50 000 à 500 000 doses durant sa vie.

3. Conservation

La semence peut être conservée fraîche (4-5°C) ou congelée. La semence fraîche préparée avec des dilueurs classiques doit être utilisée dans les 48 à 72 heures (4 jours au maximum). La semence conservée dans l'azote liquide (à -196°C) peut être utilisée de nombreuses années après sa préparation. Elle est conservée dans des récipients spéciaux appelés containers. Ce sont des sortes de grandes bouteilles thermos à double paroi, avec un vide partiel entre les deux parois. Il faut veiller à ce que l'azote liquide recouvre les paillettes pendant la conservation. L'ouverture des récipients doit être aussi peu fréquente et aussi courte que possible. Il faut protéger les containers des chocs et les garder verticaux dans un endroit bien aéré.

La semence fraîche pourrait présenter des avantages pour les pays en développement : elle coûte moins cher, elle demande des infrastructures limitées et un matériel simple. Cela n'exclut pas d'utiliser aussi la semence congelée. La motilité de quelques paillettes est vérifiée après congélation. Celles qui ont une motilité insuffisante sont éliminées. Bien sûr, une paillette décongelée doit être utilisée dans les minutes qui suivent ou être jetée.

4. Mise en place

4.1. Détection des chaleurs

La mise en place peut se faire sur chaleurs naturelles. Cela suppose une bonne détection des chaleurs, plus difficile en pays tropicaux où elles sont souvent courtes. La meilleure fécondité est obtenue pour des inséminations pratiquées dans la deuxième moitié, en fin ou peu après la fin des chaleurs (figure 43 pour des vaches européennes). Bien que les chaleurs des races tropicales soient plus courtes, le principe reste considéré comme valable en pratique. Une vache vue en chaleur pour la première fois le matin est inséminée l'après-midi. Une vache vue en chaleur l'après-midi est inséminée le matin suivant. Les inséminations trop précoces ou trop tardives réduisent considérablement la fertilité. La pratique d'une deuxième insémination améliore le taux de réussite (mais augmente sensiblement le coût de l'opération).

Toutefois, dans des élevages performants, il semble possible d'inséminer les vaches sans attendre, dès le moment de la détection des chaleurs (qui n'est pas forcément celui du début des chaleurs). Dans l'enquête de Philipot (1995), les vaches inséminées dans les 6 h suivant la détection des chaleurs avaient un taux de gestation

aussi élevé que les vaches inséminées 6 à 24 h après avoir été vues en chaleurs. Par contre, les inséminations tardives sont à éviter dans tous les cas.

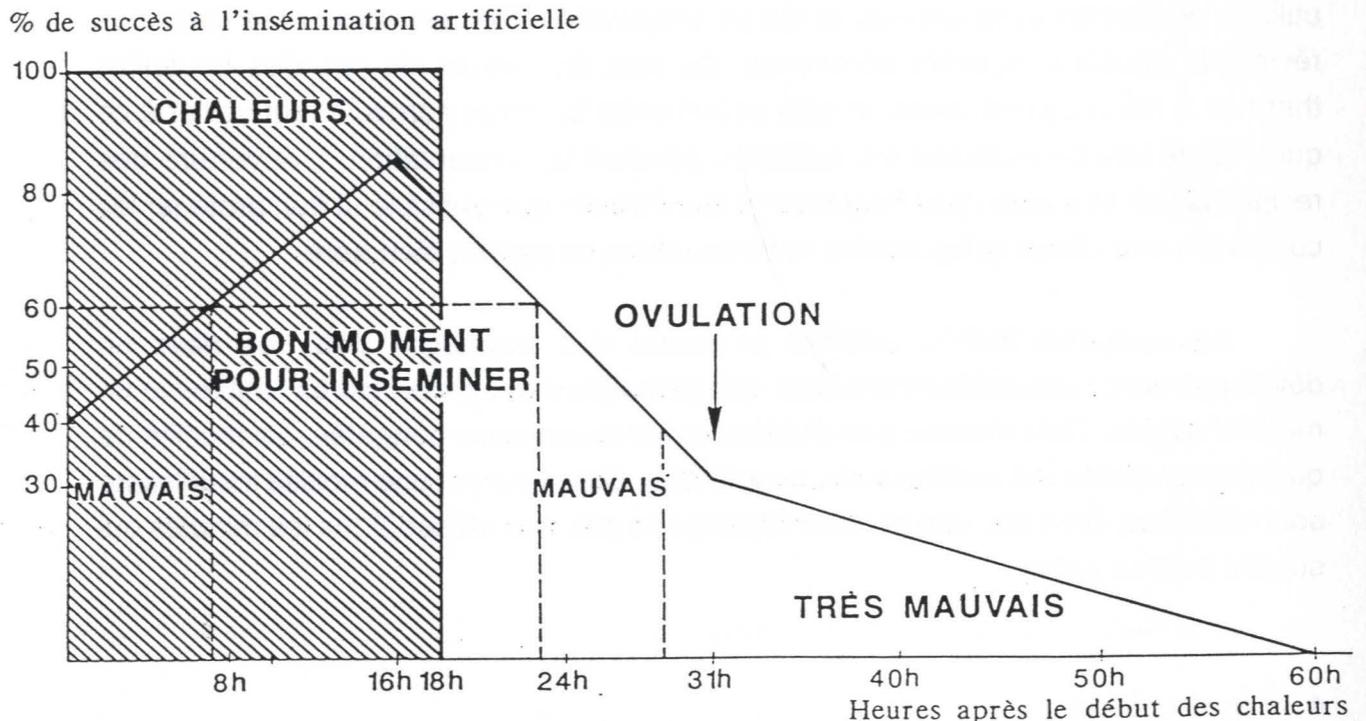


Figure 43 : Influence du moment de l'insémination sur le pourcentage de réussite. (D'après Craplet et Thibier, 1973)

4.2. Synchronisation des chaleurs

La synchronisation des chaleurs est le plus souvent nécessaire en pays tropicaux pour effectuer les inséminations. Elle permet de regrouper les interventions dans des situations où les moyens de communication sont difficiles. Une visite préalable avec examen gynécologique des femelles à inséminer est nécessaire peu avant la synchronisation. Elle permet d'écartier les femelles gravides ou à problèmes (métrites...). Les chaleurs apparaissent tardivement après injection de prostaglandines et ont une durée normale en races N'Dama et Baoulé. Elles apparaissent plus tôt et ont une durée plus longue que les chaleurs naturelles après la pose d'implants ou de spirales chez ces mêmes races. L'insémination peut se faire sur chaleurs observées ou à temps fixe. Les résultats semblent un peu meilleurs avec inséminations sur chaleurs observées, mais cela nécessite l'observation des chaleurs et la présence de l'inséminateur plus longtemps. Ici aussi, une ou deux inséminations sont effectuées.

4.3. Conditions à remplir pour pratiquer l'insémination

Il s'agit de n'inséminer que des vaches susceptibles de devenir gravides. Un taux de fécondation élevé est la meilleure propagande en faveur de l'insémination artificielle.

Il est recommandé de ne pas inséminer :

- si la génisse n'est pas assez développée (en général, au moins les 2/3 du poids adulte) ;
- si la vache est trop âgée ;
- si elle n'a pas vêlé depuis 3 ans ;
- si le dernier vêlage a eu lieu il y a moins de 6 semaines (recommandation classique lorsqu'il ne s'agit pas d'un élevage très performant) ;
- si la vache a subi plusieurs inséminations artificielles (3 généralement) dans de bonnes conditions sans résultat. Dans ce cas, il y a lieu de la présenter à la saillie naturelle et/ou de la faire examiner par un vétérinaire ;
- si la femelle n'est pas ou n'est plus en chaleur. Nous avons vu qu'il faut inséminer de préférence dans la 2e moitié des chaleurs. On a constaté que la fertilité est diminuée de 30 p. 100 quand la vache est inséminée à un moment où le taux de progestérone est encore élevé ;
- si elle excrète du mucus purulent par la vulve. Il y a lieu de la faire examiner par un vétérinaire ;
- si la femelle est déjà gravide. En cas de synchronisation des chaleurs, on effectue un diagnostic de gestation juste avant pour ne pas avoir de femelles gravides à traiter.

4.4. Principe de la décongélation

La décongélation doit être très rapide afin de passer très vite la température critique située vers -10°C . Pour cela, plonger les mini-paquettes pendant plus de 21 secondes dans de l'eau à $+ 35^{\circ}\text{C}$ (35 à 37°C). Il convient d'éviter les chocs thermiques (les chutes et les remontées de températures), de ne pas exposer la semence au soleil et de ne pas la mouiller.

4.5. Mise en place

Après décongélation, la paillette est essuyée, secouée, mise en place dans la chambre du pistolet réchauffée par frottement, coupée, et recouverte d'une gaine. On fait perler une goutte de semence. D'une main, l'inséminateur attrape le col utérin à travers la paroi du rectum. De l'autre main, il introduit le pistolet dans le vagin et enfile

l'extrémité dans le col. Il injecte la semence si possible à un centimètre en avant du col. Il doit éviter de traumatiser l'utérus. La délicatesse et le lieu de dépôt de la semence jouent sur le résultat de l'insémination. Le résultat est moins bon si la semence est déposée à l'intérieur du vagin, à l'intérieur du col, ou dans les cornes utérines loin en avant de l'orifice du col. Des pistolets à cautériser et des pistolets sonneurs ont été mis au point pour la formation et le recyclage des inséminateurs. Les uns permettent de marquer avant abattage de la vache l'endroit où l'inséminateur aurait déposé la semence ; les autres émettent une sonnerie lorsque l'inséminateur est trop brutal. Ainsi, les résultats de l'insémination varient avec l'inséminateur.

D. Méthodes d'utilisation et organisation en pays tropicaux

En Afrique, l'insémination artificielle a été utilisée surtout en stations de recherches zootechniques. L'utilisation hors station a été rare et souvent décevante. Son utilisation appelée à s'accroître passe par une **maîtrise des contraintes de milieu** (habitat, alimentation, santé animale...).

La méthode sera donc intégrée à un programme zootechnique et politique comprenant : la couverture des besoins alimentaires, la maîtrise des contraintes sanitaires, l'organisation des éleveurs et la mise en place de débouchés incitatifs. Cela suppose un encadrement des éleveurs, surtout pour l'alimentation des femelles et pour le suivi sanitaire. Un approvisionnement permanent en intrants doit être assuré. Il faut disposer d'inséminateurs qualifiés et consciencieux. Les services d'insémination artificielle seront implantés en fonction de la situation du marché, des disponibilités en aliments pour animaux et de la situation sanitaire des bovins. Pour les bovins laitiers, il est préférable de concentrer ces opérations là où le ramassage du lait est organisé permettant des débouchés satisfaisants.

En zone tropicale, plusieurs systèmes d'organisation se sont développés :

- Les **campagnes d'insémination** : elles sont utilisées lors de lancements de programmes d'insémination. Ce sont plutôt des campagnes de synchronisation des chaleurs et d'insémination.

- **La tournée fixe** : l'inséminateur parcourt un itinéraire fixe, avec arrêts à horaires connus, passant par des exploitations ou des systèmes de contention où les éleveurs amènent leurs animaux tous les jours.

- **Le centre d'insémination artificielle** : les femelles à inséminer sont gardées jusqu'à 3 mois dans un centre. Elles y reçoivent des soins particuliers.

- **Les visites fixes** pour les gros élevages.

- **L'inséminateur résident** : lorsqu'il s'agit d'une exploitation importante ou lorsque le cheptel est dense.

- **L'insémination par les éleveurs.**

Il serait bon qu'un centre d'insémination artificielle moderne comporte :

- le logement des taureaux et ses annexes : prévoir des boxes individuels bien ventilés de 25 à 30 m², une aire d'exercice, un local sec pour le stockage des aliments, un local pour le rangement du matériel de contention, et un local pour les bouviers ;
- une quarantaine bien séparée du CIA, constituée de plusieurs petits locaux plutôt que d'un seul grand, ce qui permet de faire des vides sanitaires entre les lots et, un peu à l'écart, un lazaret pour les animaux malades ;
- un local de soins avec un travail (ou un travail dans la cour) ;
- une salle ou une aire de collecte du sperme ;
- un laboratoire, avec au besoin un couloir vitré pour des visiteurs ;
- une salle de nettoyage de matériel ;
- une salle de stockage et d'expédition du sperme ;
- un local d'administration pourvu d'une salle de réunion-bibliothèque ;
- le logement d'au moins une famille sur place pour surveiller les taureaux ;
- des bâtiments nettement séparés pour les autres espèces s'il y a lieu ;
- une clôture et des pédiluves pour les véhicules et les piétons.

Les taureaux doivent être maintenus en bon état, sans embonpoint. Les aliments doivent être de bonne qualité. Les changements de régime brutaux doivent être évités.

E. Résultats

Ils sont très variables. Les taux de mise bas peuvent aller de 25 à 70 p.100 des vaches inséminées selon les conditions et les techniques. Les taux moyens sont de 43 ± 18 p.100 après une insémination et 57 ± 2 p.100 après deux inséminations. Les facteurs de variation sont le moment de l'année, la saison, la race et la condition corporelle (Galina et Arthur, 1990). Les résultats assez médiocres de l'insémination artificielle en Ethiopie sont liés entre autres à la longue durée de l'anoestrus *post-partum* et à la mauvaise détection des chaleurs (Mukasa-Mugerwa, 1991). Le coût de revient de l'insémination artificielle pour la production d'un veau va de 360 à 1 100 francs français en Afrique pour environ 200 francs français en France.

Le moment de l'insémination artificielle par rapport aux chaleurs et l'effet de l'alimentation méritent d'être approfondis en pays tropicaux (Galina et Arthur, 1990).

III. TRANSFERT EMBRYONNAIRE

A. Définition

La méthode consiste à prélever après fécondation un ou des embryons dans l'appareil génital d'une femelle dite donneuse pour le ou les transplanter dans l'appareil génital d'une ou plusieurs femelles dites receveuses où ils se développeront jusqu'à la naissance. L'embryon peut être réimplanté juste après sa collecte ou être conservé dans de l'azote liquide auparavant. Cela permet de le transporter à distance.

B. Importance

En 1990, près de 300 000 embryons ont été transférés dans le monde entier. Le transfert embryonnaire en pays tropicaux est utilisé pour les échanges internationaux surtout, mais aussi pour la conservation des espèces, races et populations menacées et pour l'amélioration et la recherche en génétique animale.

Echanges internationaux : l'embryon est facilement transportable. C'est un avantage important. Il revient moins cher de transporter des embryons que des animaux vivants. Il n'y a pas de quarantaine à respecter. Mais la production des veaux sur place peut coûter cher. En fait, l'avantage décisif dans ce cas provient du fait qu'il y a très peu de risque de transmission de maladies par les embryons alors que les risques sont élevés avec des animaux vivants et notables avec de la semence de taureau (OIE, 1985). Ainsi, le transfert embryonnaire peut être le seul moyen d'exporter d'une zone incertaine au point de vue sanitaire vers une zone saine sans y introduire de maladies contagieuses. On a utilisé le transfert embryonnaire pour introduire la race N'Dama au Kenya pour servir à des recherches.

Conservation des races ou populations menacées : ces races menacées produisent peu, mais sont bien adaptées à leur milieu. Les conditions de milieu ou les conditions économiques pouvant varier, elles constituent une réserve de gènes qui pourraient s'avérer très utiles dans le futur, ou dès maintenant, même pour les pays développés. Ainsi, au Tchad des gènes intéressants pour la production fromagère ont été trouvés sur des chèvres de race locale. La richesse génétique des pays tropicaux est menacée. Du point de vue de la reproduction, deux moyens peuvent permettre la

conservation des races : la constitution de banques de semences (sperme congelé) et celle de banques d'embryons. L'utilisation de semences suppose qu'il reste suffisamment de femelles vivantes pour se reproduire. L'utilisation du transfert d'embryon pourrait permettre de faire renaître une race qui aurait entièrement disparu. La remise en place d'embryons permet d'obtenir en une génération des reproducteurs de race pure. Le premier moyen coûte moins cher. Il y a donc lieu d'utiliser à cet effet les deux moyens qui sont complémentaires.

Génétique animale : le transfert embryonnaire peut être un élément de programmes d'amélioration génétique tel que le MOET (Multi Ovulation Embryo Transfer). C'est un outil de diffusion rapide du matériel génétique. Il offre la possibilité de faire reproduire de nombreuses fois les vaches à grande valeur génétique, au lieu d'être limité à un veau par an au mieux. Toutefois, son utilisation peut contribuer aussi à diminuer la variance génétique.

Recherches : par exemple, l'augmentation du nombre de descendants par couple permet d'obtenir des familles entières d'individus grâce auxquelles il est possible d'étudier la transmission des caractères tels que la trypanotolérance.

C. Techniques

Nibart (1991) a présenté dans le détail les techniques utilisées en pays tempérés pour le transfert embryonnaire, la bissection et le sexage.

La **production des embryons** est le plus important des facteurs limitants. La réponse est très variable. Les femelles donneuses seront bien choisies : vaches adultes, de moins de 9 ans, plus de 2 mois après le vêlage, en bon état général, sans signes de maladies, à fonction ovarienne normale (cycles réguliers) et satisfaisant aux conditions sanitaires voulues et aux critères zootechniques ou génétiques qui auront été fixés. Après 3 collectes successives infructueuses sur la même vache, celle-ci sera éliminée des donneuses. Le traitement fait appel soit à la PMSG, soit à la FSH, injectées en phase lutéale du cycle entre J8 et J13 (J0 étant le jour des chaleurs). Les ovulations suivent une injection d'un analogue de la prostaglandine F2 alpha pratiquée 2 jours après l'injection de PMSG ou à la 5e injection de FSH. Les ovocytes sont fécondés par saillie naturelle ou insémination artificielle (IA) : généralement 2 IA, 12 heures et 24 heures après le début des chaleurs observées. Avec la FSH-P, la dose

totale à injecter est de 32 à 40 mg chez les vaches et de 28 mg chez les génisses en France.

La **récolte des embryons** est effectuée entre J6 et J8, le plus souvent à J7. Ils sont alors dans les cornes utérines. Une sonde spéciale traversant le col de l'utérus permet d'injecter et de récupérer un liquide qui recueille les embryons. Un ballonnet de cette sonde permet de la fixer et d'éviter le reflux de liquide vers le vagin. Le liquide est souvent du tampon phosphate (PBS). Les embryons sont recherchés et examinés dans ce liquide avec du matériel stérile. Leur morphologie est appréciée pour les conserver ou les rejeter (INRA-UNCEIA, 1990).

Les **receveuses** devront être au moins nubiles (plus des 2/3 du poids adulte), avoir eu au maximum 4 vêlages, être en bon état général, sans affections génitales, et présenter des cycles sexuels. Leurs chaleurs seront synchronisées avec celles des donneuses d'aussi près que possible et seront détectées avec grand soin. Il faudra préparer 30 à 40 p. 100 de receveuses de plus que le nombre minimal jugé nécessaire. La **mise en place** de(s) l'embryon(s) se fera à J6-8 du côté où un corps jaune aura été senti sur l'ovaire. Elle est plus difficile qu'une insémination artificielle ordinaire, puisque, à ce stade, le col est fermé. Une anesthésie épidurale basse peut être pratiquée pour faciliter l'opération. Les stress sont à éviter pendant cette période.

Les techniques utilisées en race **Baoulé** au CIRDES (Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide, anciennement CRTA, au Burkina Faso) pour la superovulation étaient basées sur la PMSG ou sur la FSH :

- PMSG : 1 000 UI à 2 500 UI,
- FSH : 24 mg à 36 mg en 8 injections espacées de 12 heures.

Les IA ont été pratiquées 48 h et 72 h après. Les embryons ont été collectés 7 à 8 jours après IA avec une sonde de faible diamètre (Blanvillain, 1993).

D. Résultats

En pays tropicaux, les superovulations sont moins efficaces que ce qui est généralement décrit en milieu tempéré. Les taux de collecte sont médiocres et les taux de dégénérescence élevés. En 1990, on obtenait 0,3 ou 0,4 veau par donneuse en Afrique contre 8,4 embryons dont 5 viables (dont 3 congelables) et 3 à 4 veaux par donneuse traitée une fois en France ou au Canada. Même dans ces pays, la superovulation donne des résultats très variables : 0 à 50 ovulations, 10 à 20 p. 100

des donneuses ne fournissent aucun embryon. Ainsi, le coût d'un veau obtenu est estimé à 2 500 - 5 000 francs français en France et à 10 000 francs français au Burkina Faso. En Tunisie, sur vaches FFPN, le nombre d'ovulations était plus grand en saison humide, de novembre à février ($9,9 \pm 3,86$) qu'en saison sèche, de mai à juillet ($6,56 \pm 3,36$). Le taux moyen est significativement différent suivant la méthode utilisée : $4,67 \pm 4,07$ avec le traitement à base de PMSG pour $8,22 \pm 3,9$ avec celui à base de FSH (32 mg le 9e jour du cycle) (Lajili, 1987).

En race Baoulé, après utilisation des techniques décrites ci-dessus, on a étudié la réponse à la superovulation et la réponse au traitement. La réponse à la superovulation était appréciée par palpation rectale (au moins 3 corps jaunes sur les ovaires) et par le taux de progestérone dans le plasma sanguin 7 jours après l'IA. Etaient collectables 58 p. 100 des vaches traitées. La réponse a été de $4,6 \pm 3,1$ corps jaunes par vache traitée. La réponse au traitement est appréciée par le nombre et la qualité des embryons récoltés. Le nombre moyen de structures effectivement collectées par animal est de 1,8 (Blanvillain, 1993).

D'autres techniques de biotechnologie de la reproduction comme la transgénèse se développent.

IV. MAITRISE DE LA REPRODUCTION : AUTRES

A. Avortement provoqué

En cas de saillie indésirable, l'injection de **prostaglandines** pendant les 100 premiers jours de la gestation déclenche un avortement avec un taux élevé de succès. La fertilité est normale par la suite.

B. Maîtrise du part

Il est possible d'avancer la date de la mise bas jusqu'à 260 - 265 jours, si le veau est vivant, en injectant des **corticoïdes** (16 ou 20 mg de dexaméthazone), mais cela est souvent suivi de rétention placentaire (50 p. 100). La mise bas a lieu 30 à 50 heures après l'injection. Elle se produit près de 12 heures avant chez la génisse. Il y a lieu de placer des oblets gynécologiques dans les cornes utérines pour prévenir les complications. L'injection de prostaglandines dans l'heure qui suit la mise bas réduit le taux de rétentions placentaires. L'injection de **prostaglandines** à plus de 260 jours de gestation entraîne aussi une mise bas prématurée avec, là aussi, un taux de rétention placentaire élevé. Dans les 10-20 j avant le terme, la mise bas a lieu dans les 4 jours dans 80 p. 100 des cas. Après le 270e jour, le vêlage survient en un à 3 jours dans presque 100 p. 100 des cas (Battut *et al.*, 1996).

C. Maîtrise de la sex-ratio

Il est économiquement intéressant d'avoir plus de femelles que de mâles à la naissance lorsque la production de lait est visée et plus de mâles lorsque la production de viande est visée. Les méthodes basées sur des phénomènes physiques ou chimiques comme la centrifugation ou l'électrophorèse ne donnent qu'un faible écart par rapport à la sex-ratio habituelle : 0,6 ou 0,7 au lieu de 0,5. Ainsi, l'injection de vitamines D3 et E avant la fécondation de vaches a permis d'obtenir 66 p. 100 de femelles. L'INRA a mis au point **une sonde moléculaire spécifique** du chromosome Y bovin et une technique d'amplification enzymatique de l'ADN (PCR ou Polymerase Chain Reaction) permettant un contrôle du sexe des embryons bovins transférés. A partir d'une seule cellule (au moins 5 en pratique), l'exactitude de la méthode est de 98

p. 100. Mais elle exige des conditions techniques et hygiéniques très poussées et son coût est encore élevé. Elle est utilisée en routine en France (Nibart *et al.*, 1996). Le **caryotype** a pu aussi être effectué à partir de cellules du liquide amniotique ou allantoïdien prélevé par voie vaginale entre le 70e et le 100e jours de gestation. Les risques d'avortement ne sont pas connus (Bongso *et al.*, 1975).

TROISIEME PARTIE

CHAPITRE I

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

"Avant de produire, un troupeau doit se reproduire".

Cet adage est particulièrement vrai pour les troupeaux laitiers car la lactation est intimement liée à la reproduction. Tout retard dans la fécondation d'une vache allonge sa période de lactation au moment où la production est la plus basse. *A fortiori*, une vache totalement inféconde n'est plus du tout productive en lait et ne peut servir qu'à la boucherie.

L'origine de la majorité des problèmes d'infécondité est à rechercher dans des **erreurs d'ordre zootechnique**. Il n'existe apparemment pas de lien direct entre la capacité de production d'une vache et sa prédisposition à l'infertilité. En revanche, l'infertilité est souvent rencontrée chez des vaches dont la courbe de production est irrégulière. Cela est certainement à mettre en relation avec des **problèmes d'alimentation**. Il faut aussi rappeler qu'en cas d'utilisation de l'insémination artificielle, la capacité de l'éleveur à détecter les vaches en chaleur peut être un facteur limitant. L'anoestrus *post-partum* est très lié aux saisons et au disponible alimentaire. Il y a lieu de prévoir des aliments de complément pour les saisons difficiles.

En pays tropical, il faut être très vigilant quant à la qualité du concentré et à son stockage. L'apparition de moisissures peut entraîner des "aflatoxicoses". Ce sont des troubles assez variés dus aux toxines des moisissures ; un des effets de ces toxines est de perturber les cycles de reproduction des vaches laitières.

Lorsque les causes d'infertilité d'ordre zootechnique ont été éliminées, des causes strictement d'ordre pathologique peuvent être envisagées.

Ce chapitre ne constitue qu'un rappel sommaire non exhaustif. Un grand nombre de maladies peuvent se traduire par des troubles de la reproduction.

I. L'INFERTILITÉ

A. Chez la femelle

L'infertilité peut être envisagée de façon analytique, organe par organe, ou de façon synthétique.

1. Etude analytique : affections de l'appareil génital

1.1. Vulve et vagin : les vulvovaginites

L'IPV (vaginite infectieuse pustuleuse = exanthème coïtal) est une affection vénérienne due à un virus (IPV-IBR) et se caractérise au niveau génital par un oedème de la vulve qui est rouge et douloureuse et la présence de pétéchies, suivies successivement de vésicules, de vésico-pustules et d'ulcères à fond rouge.

La **vaginite granuleuse** ou catarrhe granuleux génital, due à différents microbes (trichomonas...) est une inflammation douloureuse de la vulve et du vestibule du vagin avec écoulement muqueux et granulations grisâtres sur la vulve. Elle est traitée avec des solutions antiseptiques ou des crayons au nitrate d'argent.

1.2. Col utérin

La **cervicite** est l'inflammation du col qui accompagne souvent la métrite. Le col est rouge, oedémateux (cervicite aiguë) ou multicolore, blanc et rouge (cervicite chronique). Elle est traitée avec des sulfamides, des antibiotiques ou des antiseptiques.

La **sténose du col** est un rétrécissement partiel alors que l'**oblitération** est un rétrécissement complet. Elles sont souvent liées à un traumatisme.

1.3. Utérus

Les **métrites** sont des inflammations de l'utérus dues à la multiplication de germes. Elles se caractérisent par un écoulement de liquide verdâtre ou brunâtre ou sanguinolent à mauvaise odeur au niveau de la vulve. Une vache ayant une métrite ne peut évidemment pas être fécondée. Le plus souvent, les métrites se traitent par des instillations locales d'antibiotiques ou de sulfamides. L'injection de prostaglandines entraîne la vidange de l'utérus et assure la guérison clinique dans 80 p. 100 des cas.

Il est surtout important pour l'éleveur de prévenir l'apparition des métrites. Cela suppose de respecter les règles d'hygiène lorsque les mises bas sont difficiles et qu'il doit intervenir pour extraire le veau. Il faut absolument se laver les mains au savon. La propreté des locaux d'élevage contribue aussi à réduire la fréquence des métrites. Enfin il faut surveiller les vaches ayant mis bas pour voir si la délivrance s'effectue normalement. Dans le cas contraire, il convient d'appeler un vétérinaire qui devra procéder à une délivrance manuelle et respectera lui aussi les règles d'hygiène de base.

1.4. Oviductes = salpinx

Leur inflammation ou **salpingite** peut être due à la tuberculose ou à d'autres infections (streptocoques, staphylocoques, germes pyogènes). Il faut bien traiter les rétentions placentaires et les métrites pour les éviter.

1.5. Ovaires

Dans l'**hypoplasie ovarienne**, un des ovaires ou les deux à la fois sont petits. Cela peut être héréditaire ou secondaire (cas d'une vache génisse mal nourrie). Pour l'éviter, il faut donner une alimentation équilibrée. La génisse peut être immédiatement éliminée de la reproduction ou un traitement peut être tenté avec 3 injections de 1 000 UI de gonadotrophine sérique tous les 2 jours. En cas d'insuccès, il convient d'éliminer la génisse de la reproduction.

Dans la **sclérose de l'ovaire**, ce dernier est dur. Cela se produit surtout chez la vache âgée. Le mieux est de la réformer.

Le **corps jaune persistant** est un corps jaune retrouvé à la même place et avec la même taille à 10-15 jours d'intervalle. Il s'accompagne souvent d'anoestrus. Le traitement est à base de prostaglandines.

Les **kystes ovariens** peuvent être folliculaires ou lutéaux. Le kyste folliculaire est un follicule dépassant 2 cm de diamètre. Sa paroi est mince et dépressible. Il s'accompagne d'anoestrus ou de nymphomanie. Le kyste lutéal a une coque épaisse et dure. Il s'accompagne d'anoestrus ou de cycles irréguliers. On les traite en les faisant éclater à la main si cela peut se faire sans force et en injectant de la GnRH (gonadolibérine).

2. Etude synthétique simplifiée (voir aussi le tableau 27)

L'**anoestrus**, anaphrodisie ou frigidité, est fréquent. Il s'agit de l'absence de chaleurs observables pendant une période plus ou moins longue. Il se produit après le vêlage (anoestrus *post-partum*, anoestrus de lactation) ou après un service (saillie naturelle ou insémination artificielle). Il est souvent lié à la saison et au disponible alimentaire. Au niveau de l'ovaire, il peut y avoir soit un kyste lutéinique ou un corps jaune persistant, soit au contraire un ovaire inactif sans follicule ou corps jaune palpable.

Prévention et traitement : il y a lieu de veiller à une bonne alimentation. Les hormones oestrogènes sont peu efficaces chez la vache. S'il y a un corps jaune ou un taux élevé de progestérone, on utilisera un analogue de la prostaglandine. Dans le cas contraire, on aura recours à la GnRH : 0,1 à 0,25 mg en injection intramusculaire ou à la PMSG : 1 000 à 3 000 UI en injection intraveineuse. L'énucléation manuelle du corps jaune peut entraîner des hémorragies ou des adhérences.

Il y a "**repeat breeding**" lorsqu'il faut plusieurs saillies ou inséminations pour féconder les femelles. Au niveau du troupeau, l'incidence économique peut être importante. Les causes sont variées : insémination à un moment inadéquat, émission d'ovules anormaux, migration trop lente ou trop rapide de l'oeuf fertilisé, non-fécondation, problème au niveau du sperme du taureau, mortalité embryonnaire.

Un traitement peut être tenté avec une injection de GnRH en milieu de phase lutéale (10 à 12 jours après les chaleurs). Elle peut être suivie d'une injection de prostaglandine pour limiter le risque d'une mauvaise détection des chaleurs.

Tableau 27 : Examens pour infertilité chez la vache (résumé)

A. Chaleurs anormales

1. Puberté tardive

- | | |
|--|------------------------------|
| 1.1. Ovaires normaux, avec corps jaune, utérus normal | Chaleurs inaperçues |
| 1.2. Ovaires petits, ronds, lisses, utérus normal | Anoestrus fonctionnel |
| 1.3. Ovaires très petits, ridés, en fuseau, utérus petit | Infantilisme génital |

2. Anoestrus après vêlage, service ou chaleur

- | | |
|--|-------------------------------|
| 2.1. Kyste, rond, dur, épais, fluctuant ± corps jaune | Ovaire kystique |
| 2.2. Corps jaune dur en saillie (idem 10 j après)
(vérifier le diagnostic de gestation) | Corps jaune persistant |
| 2.3. Ovaires petits, ronds, lisses (génisses) ± follicule,
utérus normal ou petit, mou | Anoestrus fonctionnel |
| 2.4. Ovaire dur, petit ou un peu gros, utérus normal | Sclérose |
| 2.5. Ovaire relativement petit, corps jaune ± follicule, utérus ferme | Suboestrus |

3. Chaleurs exagérées

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 3.1. Se laisse monter | Nymphomanie |
| Kyste | Kyste |
| Utérus ferme, gros | Hyperplasie glandulo-kystique |
| Epi de brome dans clitoris | Irritation |
| Oxyurose | Irritation |
| 3.2. Ne se laisse pas monter | Virilisme |
| | Kyste |

B. Cycles anormaux

1. Cycles courts

1.1.

Nymphomanie

2.2.

Virilisme

2. Cycles longs

Faire un diagnostic de gestation

Vache gravide

Nombreux services, avortements précédents

Campylobactériose

Nombreux services, avortements à 2-3 m de gestation, pyomètres

Trichomonose

Autres causes

Mortalité embryonnaire

Chaleurs inaperçues

Sub-oestrus

Endométrite

C. Chaleurs et cycles normaux

Vérifier la fertilité du taureau

Taureau stérile

Vérifier le moment de l'IA

Mauvais moment d'IA

Pus pendant les chaleurs ou de façon continue

Vaginite

"

"

Cervicite

"

"

Métrite

Salpingite

Rechercher des adhérences dans la bourse ovarienne

Adhérences ovaire-bourse

Follicule mûr puis lutéinisé, 48 h après les chaleurs et jusqu'à 18 j après

Anovulation

B. Chez le mâle

Comme chez la femelle, l'étude peut être analytique ou synthétique.

1. Etude analytique : affections de l'appareil génital mâle

1.1. Testicules

Cryptorchidie : Le ou les testicules ne sont pas descendus dans les bourses. La libido est exacerbée. La fertilité est normale ou diminuée. L'origine est héréditaire ou mécanique. La castration est utilisée.

Hypogonadisme (hypoplasie testiculaire) : C'est l'arrêt du développement testiculaire. La stérilité est totale ou non. L'hypogonadisme léger est un fléau économique. Ces animaux sont éliminés de la reproduction.

Dégénérescence testiculaire : Une diminution de fertilité, une diminution de concentration du sperme malgré la présence de testicules apparemment normaux sont constatées. Puis leur volume diminue et leur consistance augmente ou diminue. Le traitement est la mise au repos sexuel, une bonne alimentation et un traitement hormonal ou l'élimination de la reproduction.

Orchite : L'inflammation du testicule est le plus souvent d'origine infectieuse (brucellose, tuberculose, staphylocoques...) parfois traumatique. Elle peut être aiguë (testicule enflé, sensible) ou chronique (testicule dur, atrophié). Un traitement antibiotique peut être essayé.

1.2. Epididymes

Aplasia de l'épididyme uni ou bilatérale. On élimine de la reproduction l'animal atteint car il s'agit d'un caractère héréditaire.

Kystes = azoospermie excrétoire. Il y a stérilité avec absence de spermatozoïdes dans le sperme par stase des spermatozoïdes d'où déformation de l'épididyme. L'origine peut être héréditaire, infectieuse ou traumatique. Le côté atteint est castré ou l'animal est réformé.

Epididymite : L'inflammation intéresse le plus souvent la queue de l'épididyme. Elle peut être aiguë ou chronique (tuméfaction seulement). Il faut éliminer l'animal si cela est dû à la tuberculose ou à la brucellose. Si le diagnostic est précoce, un traitement antibiotique peut être tenté.

1.3. Vésicules séminales : L'inflammation des vésicules séminales est la **vésiculite**. Il y a stérilité, un sperme de mauvaise qualité, une augmentation de volume et une sensibilité des vésicules séminales. Ici aussi, il faut éliminer l'animal si cela est dû à la tuberculose ou à la brucellose. Sinon, un traitement antibiotique peut être tenté.

1.4. Pénis et fourreau

Balano-posthite : C'est l'inflammation du gland et du prépuce qui sont rouges, sensibles et gonflés. Elle peut être due à des traumatismes ou à une infection. Le traitement fait appel au repos sexuel, à l'irrigation du fourreau, aux antibiotiques.

Hématomes de la verge : poches de sang.

Hémorragies de la verge : il y a du sang dans le sperme.

Prolapsus du prépuce : il déborde l'ouverture du fourreau.

Paralysie de la verge : due à des traumatismes.

Blessures de la verge : elles sont traitées avec une pommade antibiotique.

2. Etude du sperme

Les affections des organes génitaux s'accompagnent d'anomalies du spermogramme c'est-à-dire des caractéristiques du sperme étudié (tableau 28).

Tableau 28 : Principales anomalies du spermogramme dues à quelques affections des organes génitaux mâles (D'après Nibart, 1975)

	Orchite	Dégéné- -rescence testiculaire	Epididymite	Dysfonction- -nement de l'épididyme	Vésiculite
Motilité	↓	↓	↓	↓	↓
Concentration	↓	↓↓	Nor ou ↓	Nor ou ↓	Nor
Anomalies primaires	↑	↑	Nor	Nor	Nor
Anomalies secondaires	↑	↑	↑	↑	Nor ou ↑
Cellules desquamées de l'épithélium séminifère	↑	↑	Nor	Nor	Nor
Polynucléaires (Schalm)	↑	Nor	↑	Nor	↑↑

Nor = normal

↑ augmenté

↓ diminué

↑↑ très augmenté

↓↓ très diminué

3. Etude synthétique

Chez le mâle les troubles de l'accouplement et l'infertilité proprement dite sont distingués.

3.1. Troubles de l'accouplement = *impotentia coeundi*

- la frigidité : faible libido
- les troubles de la copulation
- les troubles de l'éjaculation

3.2. Infertilité proprement dite = *impotentia generandi* (Taxit, 1966)

- l'aspermie : pas de sperme.
- l'azoospermie : pas de spermatozoïdes dans le sperme.
Elle est liée à la cryptorchidie, à l'hypogonadisme double, à l'orchite parfois, aux kystes de l'épididyme, à la vésiculite.
- l'oligospermie : nombre de spermatozoïdes insuffisant.
- les spermatozoïdes morts.
- l'asthénospermie : la vitalité des spermatozoïdes est réduite.
- la pyospermie : pus dans le sperme.

Elle accompagne l'orchite, l'épididymite et la vésiculite.

- la tératospermie : anomalies spermatiques.
- les anomalies chromosamiques : biochimiques, structurales ou numériques.

Les problèmes les plus fréquents des taureaux tropicaux sont la maturité sexuelle tardive, l'hypoplasie testiculaire et la forte incidence d'anomalies secondaires des spermatozoïdes (Galina et Arthur, 1991).

II. LES AVORTEMENTS

Il faut d'abord rappeler que toute maladie infectieuse peut entraîner des avortements même si le germe ne se multiplie pas dans l'appareil génital de façon préférentielle.

Il existe néanmoins des germes qui, eux, ont une localisation élective à l'appareil génital. Il s'agit en particulier de bactéries comme les brucelles. La **brucellose**, maladie provoquée par ces brucelles, est surtout caractérisée par des avortements dus à la multiplication des bactéries au niveau des enveloppes placentaires. Ces avortements sont relativement tardifs, vers le 6e-7e mois de gestation. Un animal brucellique devient ensuite un porteur chronique et, après quelques avortements successifs, peut mener à terme une gestation avec veaux chétifs ou non. Ces animaux sont particulièrement dangereux. Ils excrètent des quantités énormes de bactéries au moment de la mise bas. Ils peuvent contaminer d'autres animaux mais ils sont aussi un danger pour la santé humaine car les brucelles sont aussi pathogènes pour l'homme et peuvent se transmettre par contact direct ou bien par le lait. L'avortement est souvent suivi de non-délivrance puis de métrite et d'une stérilité de durée variable. Les taureaux brucelliques peuvent présenter de l'orchite (inflammation testiculaire) ou de l'épididymite. En Afrique, au sein d'un troupeau brucellique, il n'est pas rare d'observer d'autres lésions comme des arthrites et des hygromas. La fréquence de ces lésions y semble plus grande qu'en pays tempéré.

Le diagnostic s'appuie sur des tests qui se font sur le sérum sanguin ou sur le lait (ring-test). En Afrique centrale, les pertes dues à la brucellose atteignent 6 p 100 du revenu brut et risquent d'augmenter (Domenech, 1988).

Dans un pays en développement, il est sans doute illusoire de vouloir éradiquer cette maladie car cela reviendrait très cher. En cas d'infection d'un troupeau, il est possible de protéger partiellement les animaux sains par une vaccination. Mais ces vaccins interfèrent le plus souvent avec les méthodes de diagnostic. Néanmoins, il est important d'éradiquer la maladie des troupeaux laitiers car elle est facilement transmissible à l'homme par le lait. Lors de la constitution d'un troupeau, il est nécessaire de faire des tests pour éliminer les animaux pouvant introduire la brucellose.

D'autres maladies s'accompagnent d'avortements. Il peut s'agir de maladies bactériennes : la **salmonellose** (avortement au 7-8e mois), la **chlamydie**, la

colibacillose (avortements, mammites, diarrhées des veaux), la **campylobactériose** ou **vibriose** (avortement aux 4-7e mois), la **fièvre Q**, la **leptospirose** (avortement en 2e moitié de gestation, ictère), la forme génitale de la **tuberculose**. Il peut s'agir aussi de maladies dues à des virus : la **fièvre de la Vallée du Rift**, la **rhinotrachéite infectieuse bovine** (IPV-IBR), la **fièvre aphteuse**, ou bien de maladies dues à des protozoaires comme la **trichomonose** (avortement en début de gestation : 1-4 mois, pyomètres). Le diagnostic de ces maladies ne peut se faire généralement qu'avec l'aide d'un laboratoire compétent. Des tests sanitaires doivent être effectués pour le contrôle des centres d'insémination artificielle. En effet, les taureaux sélectionnés doivent être absolument sains pour qu'il n'y ait pas de dissémination de maladies par l'intermédiaire du sperme.

Le liquide de lavage de fourreau est recueilli et ensemencé stérilement sur des milieux spéciaux pour la recherche de la campylobactériose et de la trichomonose. Au moyen d'un cathéter en matière plastique droit muni d'un tuyau en caoutchouc terminé par un entonnoir, 100 ml de sérum physiologique tiède sont versés dans le sac préputial du taureau. Le fourreau est massé. Puis le tuyau est défait et le liquide ressortant du cathéter est on recueilli dans un flacon. Chez la femelle, un tampon de compresse stérile est introduit dans le vagin près du col au moyen d'un tube en carton dur (dit "tampax") et d'un cathéter permettant de le pousser. Cette compresse est récupérée au moyen d'une ficelle à laquelle elle est attachée. Elle est placée dans un flacon contenant du liquide physiologique stérile. Une partie de ce liquide est ensemencée dans les milieux spéciaux.

Dans de nombreux pays, les champignons viennent prendre la place de la brucellose comme principale cause d'avortements infectieux. Les avortements **mycosiques** peuvent être déclenchés de deux manières, d'une part en végétant dans les aliments des animaux et en y libérant des toxines (mycotoxicose), d'autre part en se développant dans le placenta de l'animal en gestation (mycose). L'avortement a lieu du 3e au 8e mois de gestation. L'avorton peut présenter sur la peau des élevures grisâtres semblables à des lésions de teigne. Les espaces intercotylédonaires sont épaissis et durs et prennent l'aspect de cuir. Les cotylédons sont épaissis et brunâtres, avec une aire centrale nécrosée. Il faut donc prendre des précautions pour éviter les moisissures sur les aliments et en cas d'insuccès, écarter les aliments moisiss de l'alimentation.

Il existe aussi des avortements non spécifiques dûs à l'alimentation et aux stress (voir stérilité et avortements, 1972).

III. LA TRYPANOSOMOSE ET LA REPRODUCTION

Cette maladie est due à des protozoaires sanguins transmis par des mouches tsé-tsé ou glossines. Elle se traduit chez la femelle par des cycles irréguliers, de l'anoestrus, de l'infertilité, des avortements, parfois par de la mortalité embryonnaire ou de la mortalité néo-natale. Chez le mâle, la qualité du sperme est diminuée : diminution de la motilité et de la durée de vie des spermatozoïdes, augmentation du taux des spermatozoïdes anormaux. Ces modifications sont réversibles après traitement, mais la récupération, très longue, peut prendre plusieurs mois (Ikede *et al.*, 1988). Ces perturbations sont systématiques chez les animaux sensibles et peuvent se produire aussi chez les bovins trypanotolérants lorsque leur état général est mauvais. Il y a de très fortes variations individuelles (Chicoteau *et al.*, 1990).

IV. CONCLUSION

Les problèmes d'infertilité les plus courants en Afrique sont, chez la femelle : l'anoestrus, les avortements, l'endométrite et chez le mâle, l'épididymite. Certains sont de nature infectieuse (brucellose, épididymite-vaginite), d'autres sont dus à une alimentation insuffisante ou un dérèglement hormonal (Telelye et Kasali, 1988, Domenech, 1988).

CHAPITRE II

CHOIX DES REPRODUCTEURS

Le choix des reproducteurs mâles et femelles fait intervenir des critères de différents types :

- des critères zootechniques que nous ne traiterons pas : l'animal doit correspondre au standard de la race, avoir une valeur génétique suffisante qui peut être appréciée sur le reproducteur lui-même, sur ses ascendants et sur ses descendants (progeny-test) ;
- la fonction sexuelle : un examen des organes génitaux et un examen biologique du sperme des mâles (spermogramme) est exécuté ;
- des critères sanitaires pour l'exploitation d'origine, pour le reproducteur lui-même et pour son sperme si c'est un mâle.

Ce choix est particulièrement important pour les taureaux d'insémination qui servent pendant leur carrière 50 000 à 70 000 vaches en France. Il est important d'établir le **groupe sanguin** des taureaux retenus afin de pouvoir vérifier les filiations. Il est conseillé d'établir le **caryotype** des taureaux afin d'éliminer toute anomalie décelable. Ainsi, la fusion centrique 1/29 a été trouvée aussi sur des taureaux N'Dama et Baoulé. Elle peut se traduire par une diminution de la fertilité des filles du taureau. Par ailleurs, le chromosome Y est toujours de type acrocentrique chez le zébu. Il est de type métacentrique et parfois acrocentrique en races N'Dama et Baoulé. Dans ces deux races, la présence d'un chromosome Y acrocentrique indique très probablement un croisement avec du zébu (Cribiu *et al.*, 1991).

Au cours du choix des reproducteurs, il est possible de différencier le normal de l'anormal et d'établir la gravité de l'anormal et son origine. Il faudrait distinguer :

- un dysfonctionnement physiologique provisoire ou définitif, dû par exemple à de mauvaises conditions d'entretien ;
- une perturbation pathologique plus ou moins irréversible due à un traumatisme, une inflammation ou une infection ;
- une malformation anatomique ou une tare héréditaire.

I. CHOIX DES REPRODUCTEURS MALES

Les taureaux utilisés en insémination artificielle doivent satisfaire à certaines conditions pour être admis comme reproducteurs (agrément) et à d'autres conditions pour pouvoir continuer à être utilisés. En France, le centre d'insémination et son personnel doivent satisfaire aussi à certaines conditions pour être agréés. Dans ce pays, le choix des taurillons peut être fait à la fin d'une mise à l'épreuve vers 15 mois d'âge (Colchen-Bourlaud et Thibier, 1973).

A. Analyse de la fonction sexuelle des taurillons

Plusieurs critères interviennent :

- les mensurations testiculaires,
- la libido,
- la production de sperme.

1. Mensurations testiculaires

Elles permettent d'apprécier le volume des testicules. Peuvent être mesurés :

- la hauteur des testicules droit et gauche, sans l'épididyme. Elle peut être prise cette mesure avec un ruban, ou mieux avec un testimètre, appareil donnant directement cette mesure lorsque les extrémités de ses deux branches sont placées en haut et en bas du testicule ;
- la largeur du testicule mesurée de droite à gauche à l'endroit le plus renflé ;
- l'épaisseur du testicule mesurée d'avant en arrière à l'endroit le plus renflé ;
- la circonférence des deux testicules mesurée au mètre ruban à l'endroit le plus large.

Les études ont montré que deux mensurations suffisent : la hauteur et la circonférence ou l'épaisseur d'un ou des testicules. La mensuration d'un seul testicule (toujours le même) est suffisante après vérification de l'absence d'hypoplasie unilatérale. Il a été montré aussi que la taille des testicules des jeunes est en relation avec la production et la fertilité du sperme des taureaux devenus adultes et avec la précocité de la puberté de leurs filles (Ott, 1991).

2. Libido

Pour des recherches, des notes peuvent être données telles que :

- 1 : aucun intérêt pour le boute-en-train ;
- 2 : peu d'intérêt, renifle, faibles tentatives de monte ;
- 3 : faible intérêt, monte après des hésitations évidentes ;
- 4 : monte en moins de 15 min, sans ardeur évidente ;
- 5 : monte rapide, attention concentrée sur le boute-en-train ;
- 6 : monte rapide avec ardeur importante ;
- 7 : ardeur très difficile à contrôler.

Bien sûr, les animaux qui refusent le saut à la fin de la période d'apprentissage sont éliminés. En race Normande, 10 p. 100 des taurillons refusent d'éjaculer dans le vagin artificiel à la 4e semaine d'apprentissage. En pratique, il suffit de noter l'absence ou la manifestation de la libido.

3. Spermogramme

C'est après une sélection sur la croissance individuelle que le spermogramme de taurillons est étudié, après l'âge de 11 mois en race laitière en France. Au cours de leur 12e mois, ils subissent une période d'apprentissage à la récolte du sperme avec un vagin artificiel. Puis le spermogramme est étudié : volume (ml), concentration estimée au photocolorimètre, nombre total de spermatozoïdes (milliards), motilité initiale (p. 100 de spermatozoïdes mobiles). Un frottis sur lame permet de compter les spermatozoïdes anormaux. Un test de congélation est réalisé avec les éjaculats jugés bons au départ (tableaux 5 à 8).

A la fin de la période d'étude, les taurillons étaient autrefois classés en :

- "bons" : quantité de spermatozoïdes et qualité de l'éjaculat supérieures à la moyenne ;
- "moyens" : ces mêmes critères sont proches de la moyenne ou ont une évolution favorable ;
- "mauvais" : nombre de spermatozoïdes faible et qualité insuffisante en motilité, anomalies morphologiques et aptitude à la congélation. L'élimination est conseillée si les anomalies totales dépassent 30 p. 100 ou s'il y a plus de 10 p. 100 d'anomalies de têtes et moins de 60 p. 100 de spermatozoïdes mobiles.

Ainsi, en race Normande, sur 162 taurillons, 27 p. 100 ont été jugés bons, 42 p. 100 moyens et 31 p. 100 mauvais après 11 récoltes en moyenne. Une grande variabilité du spermogramme d'un individu à l'autre apparaît. Un nombre élevé de collectes (10) permet de différencier les individus. Le minimum est de 10 récoltes. Pour d'autres races, il est de 15 (Tourneur *et al.*, 1981).

Actuellement, à la fin des tests, les taurillons sont distingués en 5 groupes : très bons (4), bons (3), acceptables (2), à éliminer à la fin des tests (1) et éliminés au cours des tests (0). Ces groupes sont établis par les techniciens chargés de ces contrôles.

Le tableau 29 indique les valeurs moyennes des éléments du spermogramme pour 2 454 taurillons Normands nés après janvier 1976, en fonction de leur classement à la fin de la période de contrôle (qui s'étale de 12 à 15 mois d'âge).

Tableau 29 : Spermogramme de taurillons Normands en station de contrôle zootechnique selon leur classement final (D'après Ducroc et Humblot, 1994)

Classement	0	1	2	3	4	Tous
Effectif (nombre)	62	271	241	1 464	416	2 454
Effectif (p. 100)	2,53	11,04	9,82	59,66	16,95	100
Volume (ml)	2,69	3,08	3,00	2,91	3,71	3,07*
Motilité (0-4)	1,57	1,82	2,73	3,17	3,43	2,99*
Concentration (10 ⁹ /ml)	0,53	0,66	0,87	1,00	1,20	0,98*
Spz mobiles après décongélation (p. 100)	-	7,43	14,5	24,4	29,6	22,1*
Anomalies totales (p. 100)	23,9	17,9	14,9	10,6	9,0	10,9**
Nombre moyen de doses par éjaculat	-	16,4	37,4	68,5	127,5	-

0 = éliminés au cours des tests

2 = acceptables

* n = 1957

3 = bons

** n = 1644

1 = à éliminer à la fin des tests

4 = très bons

spz = spermatozoïdes

Pour ces différents éléments du spermogramme, l'héritabilité a été trouvée égale à 0,65 pour le volume, 0,23 pour la motilité, 0,37 pour la concentration et 0,24 pour la motilité après décongélation. La sélection phénotypique sur la production de sperme devrait être efficace (Ducrocq et Humblot, 1994).

B. Critères sanitaires

A titre d'exemple, les maladies prises en considération chez les bovins pour les taureaux d'insémination artificielle sont **en France** : la brucellose, la tuberculose, la paratuberculose, la fièvre aphteuse, la campylobactériose, la trichomonose, l'IPV-IBR, la leucose, la diarrhée virale des bovins, toute affection de l'appareil génital et toute affection réputée légalement contagieuse chez les bovins (Boudon, 1960).

Les taurillons ou taureaux proposés pour la monte publique artificielle doivent avoir **séjourné pendant les six derniers mois** dans un cheptel bovin indemne de toute maladie réputée contagieuse de l'espèce bovine, officiellement indemne de tuberculose bovine et de brucellose bovine et officiellement indemne ou indemne de leucose bovine.

Leurs mères doivent avoir été isolées pendant au moins deux mois dans une station de quarantaine agréée et appartenir à un cheptel officiellement indemne ou indemne de leucose ou avoir été soumises après le sevrage, avec résultats négatifs, à une épreuve sérologique individuelle de recherche de la leucose.

Ils doivent ensuite séjourner dans une **station de quarantaine** ou une station de contrôle zootechnique (indemne de fièvre aphteuse, de brucellose et des maladies à déclaration obligatoire de l'espèce) au moins 2 mois. Ils sont soumis à :

- une intradermotuberculation ;
- 2 séro-diagnostics de brucellose (SAW < 30 UI ou épreuve à l'antigène tamponné négative et fixation du complément < 20 unités C.E.E. par ml) ;
- une épreuve sérologique individuelle de recherche de la leucose ;
- 2 épreuves de séroneutralisation ou Elisa à l'égard de l'IPV-IBR ;
- une épreuve d'isolement du virus de la diarrhée virale des bovins par immunofluorescence ou par épreuve immunopéroxydasique ;

- une épreuve de recherche des antigènes par anticorps par immunofluorescence ou une culture sur un échantillon de matériel préputial pour la recherche de la campylobactériose (*Campylobacter foetus*) ;
- un examen microscopique et une culture sur un échantillon de matériel préputial pour la recherche de la trichomonose (*Trichomonas foetus*) ;
- un examen clinique constatant le bon état de santé, et notamment l'intégrité des organes génitaux externes ;
- un examen sanitaire du sperme.

Les taureaux, les boeufs et les vaches en service dans un centre d'insémination artificielle autorisé (donc y compris les boute-en-train) sont soumis **chaque année** au moins aux examens et contrôles suivants :

- une intradermotuberculation ;
- un séro-diagnostic de brucellose (SAW < 30 UI ou épreuve à l'antigène tamponné négative et fixation du complément < 20 unités C.E.E. par ml) ;
- une épreuve sérologique individuelle de recherche de la leucose ;
- une épreuve de séroneutralisation ou Elisa à l'égard de l'IPV-IBR ;
- une épreuve de recherche des antigènes par anticorps par immunofluorescence ou une culture sur un échantillon de matériel préputial pour la recherche de la campylobactériose (*Campylobacter foetus*) ;
- un examen microscopique et une culture sur un échantillon de matériel préputial pour la recherche de la trichomonose (*Trichomonas foetus*) ;
- un examen clinique constatant le bon état de santé, et notamment l'intégrité des organes génitaux externes ;
- un examen sanitaire du sperme pour les taureaux.

Le sperme collecté dans les centres d'insémination artificielle doit remplir des conditions sanitaires concernant les animaux d'où il provient et contenir une concentration minimale d'antibiotiques après dilution finale :

- 500 UI de dihydrostreptomycine par ml,
- 500 UI de pénicilline par ml,
- 150 µg de lyncomycine par ml,
- ou 300 µg de spectinomycine par ml.

Le sperme destiné aux échanges communautaires doit remplir des conditions particulières concernant la collecte, le stockage et le transport (Arrêté ministériel du 12 juillet 1994 publié au Journal officiel de la République Française le 11 août 1994).

C. Examen du taureau

Un plan d'examen doit être suivi en vue de l'achat d'un taureau reproducteur ou pour l'étude de sa fonction sexuelle (UNCEIA, 1966).

1. Identification de l'animal

- noter le numéro d'identification de l'animal.

2. Commémoratifs

- âge de la première monte : normalement 6 à 11 mois en Europe ;
- âge de la première éjaculation : normalement 8 à 12 mois ;
- pourcentage de non-retours 60/90 j ou taux de performance de reproduction du troupeau (cf. chap. VIII B et C) ;
- maladies et accidents antérieurs pouvant avoir une répercussion sur la reproduction.

3. Etat sanitaire

Les maladies à rechercher sont définies par la loi et varient selon les pays. Nous avons vu précédemment celles qui sont recherchées en France.

4. Examen clinique

- état d'embonpoint : éviter l'obésité comme la maigreur ;
- peau et poils ;
- yeux : éviter la cécité bilatérale ;
- bouche ;
- membres, pieds et aplombs : éviter les aplombs droits, l'angle tibio-tarsien supérieur à 150°, les arthrites, les arthroses, les traumatismes importants empêchant le saut pour la monte, les affections rendant la marche difficile ;
- colonne vertébrale : éviter les affections donnant une douleur au cabrer ;
- caractères de masculinité.

5. Examen des organes génitaux

- scrotum ;
- testicules : nombre, mensurations, forme, symétrie, position, consistance, mobilité, sensibilité, chaleur à la palpation ;
- épидидymes et cordon testiculaire ;
- ganglions ;
- prépuce ;
- pénis ;
- vésicules séminales ;
- ampoules déférentielles ;
- urètre intrapelvien.

Cet examen est très important. Ainsi, au Mozambique, 16 p. 100 des taureaux examinés avant la saison de reproduction en station ont été éliminés surtout pour épидидymite-vaginite (Rocha *et al.*, 1986).

6. Examen du comportement sexuel

- libido : éviter l'agressivité sexuelle, l'onanisme, le temps de réaction supérieur à 30 secondes après entraînement ;
- érection ;
- monte : éviter les refus de monte et les montes incomplètes répétées ;
- intromission ;
- éjaculation : éviter l'éjaculation retardée, l'azoospermie (sperme sans spermatozoïdes).

7. Examen du sperme

Il faut étudier les caractères moyens du sperme sur plusieurs examens (cf. chapitre III I D Examen du sperme) :

- volume,
- couleur,
- concentration,
- motilité massale,

- p. 100 de spermatozoïdes mobiles,
- p. 100 de spermatozoïdes anormaux,
- cellules étrangères,
- bactériologie,
- test de congélation éventuellement.

II. CHOIX DES REPRODUCTEURS FEMELLES

Le choix des femelles se fait, d'une part d'après des critères zootechniques (morphologie, valeur génétique des apparentés), d'autre part sur les performances de reproduction par élimination des femelles les moins performantes.

1. Morphologie

Les critères diffèrent selon que l'élevage est axé sur la production de viande ou celle de lait. Ils sont décrits dans les manuels de zootechnie.

Un examen des organes génitaux peut révéler des anomalies faisant éliminer la femelle de la reproduction. Les méthodes de l'examen clinique de ces organes ont été décrites par Rosenberger (1979).

2. Performances de reproduction

De nombreux critères sont pris en compte (cf. chapitre VIII I B et C) qui interviennent fortement sur le nombre de veaux produits par une vache pour la mise à la réforme des femelles, tels que :

- femelle très âgée,
- âge à la première mise bas,
- intervalle entre mise bas élevé ou absence de gestation,

- nombre d'inséminations élevé,
- avortements...

Un critère synthétique est le nombre de veaux nés vivants produits à un âge donné. Il est facile d'éliminer pour chaque tranche d'âge les femelles qui ont donné le moins de veaux nés vivants.

CHAPITRE III

PERFORMANCES DE REPRODUCTION

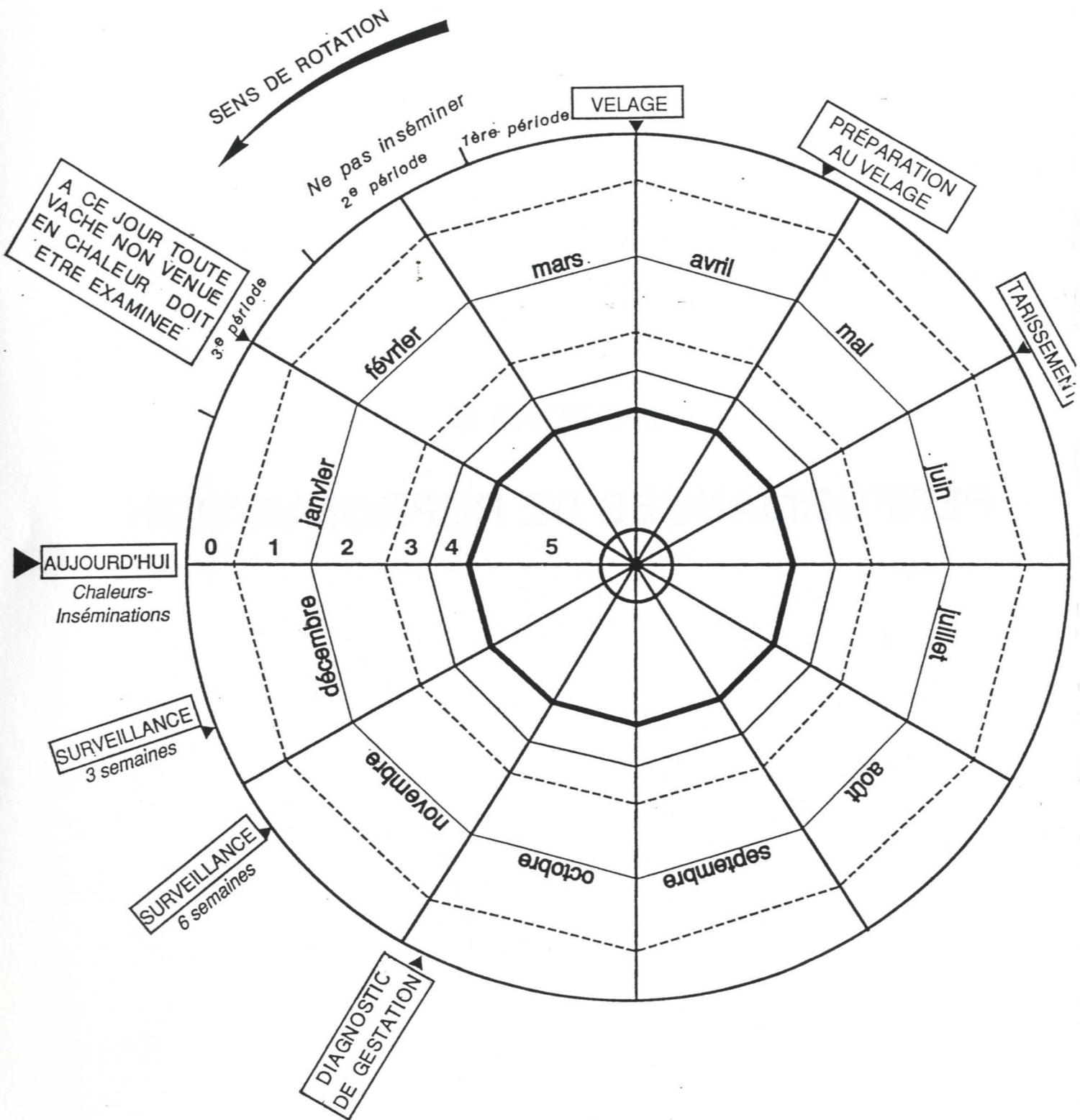


Figure 44 : Le planning circulaire de fécondité

I. METHODES D'ETUDE

A. Enregistrements

Toutes les vaches doivent être parfaitement identifiées au moyen d'un système visible de loin : marques ou agrafes auriculaires.

Un **planning linéaire** ou circulaire selon la taille du troupeau sera tenu à jour. L'avantage du planning linéaire est que les données sont conservées. Les événements passés restent disponibles. Une ligne est utilisée pour chaque vache en reproduction. Il faut noter au moins les dates de vêlage (V) et les dates de saillie (S) ou d'insémination artificielle (I) et si possible celles des chaleurs (C). Un code peut alors indiquer aussi la raison pour laquelle la vache n'a pas été saillie ou inséminée.

Avec un **planning circulaire** (figure 44), les vaches sont repérées par des punaises portant leurs numéros. Le disque est tourné d'une division tous les jours, de manière à placer la date du jour en face du repère "Aujourd'hui". A chaque événement, la punaise de la vache concernée est déplacée sur la ligne face au repère "Aujourd'hui" par exemple dans le :

- premier rond externe (0) pour un vêlage ;
- deuxième ou troisième rond externe (1 ou 2) pour une chaleur non suivie d'insémination (moins de 45 jours après vêlage) selon qu'il s'agit de la première ou de la deuxième période ;
- quatrième rond externe (3) pour la première insémination ;
- cinquième rond externe (4) pour la deuxième insémination ;
- sixième rond externe (5) pour la troisième insémination et les suivantes.

Il est ainsi possible d'apprécier d'un coup d'oeil la proportion de vaches ayant été inséminées 1, 2, 3 ou plus de 3 fois, non venues en chaleur, venues en chaleur et non inséminées... Les plannings linéaires et circulaires de l'ITEB sont diffusés par Technipel, Paris.

B. Les taux en élevage contrôlé

Les analyses suivantes sont à faire régulièrement.

Age à la première mise bas

Si la durée de gestation de la race est retirée, l'âge à la première saillie fécondante est obtenu, forcément supérieur à l'âge à la puberté. Une mise à la reproduction aussi précoce que possible, mais ne perturbant pas la carrière reproductrice de la femelle est recherchée. En Europe, un âge au premier vêlage de 2,5 ans est un objectif raisonnable.

Intervalle entre vêlage

C'est un critère de synthèse où beaucoup de facteurs interviennent. Mais son calcul est tardif. L'intervalle idéal est de 1 an.

Intervalle vêlage - premier service

Il doit être ni trop bas, ni trop élevé, supérieur à 40 jours et inférieur à 90 jours. Cela est dépassé en cas d'augmentation de la durée de l'involution utérine (dystocie, non délivrance, endométrite, forte production laitière), d'anoestrus *post-partum* ou de mauvaise détection des chaleurs. Ce paramètre est fortement dépendant de l'intervalle vêlage - premières chaleurs.

Classiquement, il est déconseillé d'inséminer une vache moins de 40 jours après son vêlage. La fertilité serait faible (tableau 18).

Taux de conception au premier service

Le but à atteindre est de 65 à 70 p.100. En Europe, si le taux est de 45 à 50 p.100 il est considéré qu'il y a problème : mauvaise détection des chaleurs et/ou mauvaise fertilisation. Pour éviter cela :

☛ Le moment de l'insémination artificielle par rapport aux chaleurs est très important. Le meilleur moment est la seconde moitié et la fin des chaleurs. En cas de retard, les chances de fertilisation sont très réduites (figure 43).

☛ La semence des taureaux doit être de bonne qualité.

☛ La mise en place de la semence doit être faite sans brutalité pour ne pas blesser l'utérus. Les chocs thermiques doivent être évités.

Intervalle vêlage - conception

Le but est d'arriver à 80 jours pour obtenir un intervalle vêlage - vêlage de un an. Cela représente un intervalle 1ère chaleur - conception de l'ordre de 20 à 30 jours.

Nombre de services par conception

Le but est d'atteindre 1,5 en pays tropicaux. Au-delà de 2, les résultats sont considérés comme médiocres. Chez les zébus, ce chiffre varie de 1,5 à 2,8. Le moment de l'année, la race, la condition corporelle des animaux ont un effet important.

Pourcentage de vaches inséminées 3 fois ou plus

Le but est de ne pas dépasser 15 p.100 pour ce taux.

Taux de non-retour

Ce taux est souvent calculé par les centres d'insémination artificielle. C'est le nombre de femelles inséminées en inséminations premières pour lesquelles un rappel de l'insémination n'est pas demandé. Le taux de non-retour 60-90 jours est généralement utilisé. Il peut être calculé mois par mois et taureau par taureau ou inséminateur par inséminateur. En général plus de 60 p. 100, souvent 70-75 p.100 sont obtenus. Un taux inférieur à 55 p. 100 est inacceptable. Ce taux ne doit pas être inférieur de plus de 15 unités à la moyenne du centre d'insémination pour la race considérée et les 6 mois précédents.

Pourcentage de vaches gravides par rapport aux vaches servies

C'est la fertilité vraie.

Nombre de vêlages par vaches mises à la reproduction ou inséminées (fertilité apparente)

Ce paramètre représente la réussite de l'insémination et de la gestation. Souvent autour de 80-85 p.100 sont obtenus en station avec des pâturages améliorés en utilisant la saillie naturelle alors qu'en milieu traditionnel les résultats peuvent être seulement de 36 à 50 p.100.

La **fécondité** est le nombre de veaux nés vivants ou morts par vache mise à la reproduction (élevage contrôlé) ou en âge de reproduire (élevage traditionnel). C'est le produit de la fertilité apparente et de la prolificité en l'absence d'avortements.

Pourcentage global de vaches à problèmes de fécondité

Il s'agit de l'ensemble des vaches ayant eu besoin d'au moins trois inséminations, des vaches restées vides, des vaches non revenues en chaleur et des vaches à intervalle vêlage - saillie fécondante supérieur à 110 jours.

Pourcentage de vaches éliminées pour infécondité

Ce pourcentage varie selon la politique suivie dans le troupeau. Il interfère sur d'autres index (vêlage-conception par exemple). Il devrait être proche de 5 p.100 et inférieur à 20 p. 100.

Autres taux

Ils sont schématisés et définis dans le tableau 30. Quelques normes de reproduction des vaches laitières européennes figurent au tableau 31.

Tableau 30 : Paramètres concernant la reproduction en milieu traditionnel (Source : Mémento de l'agronome, 1990)

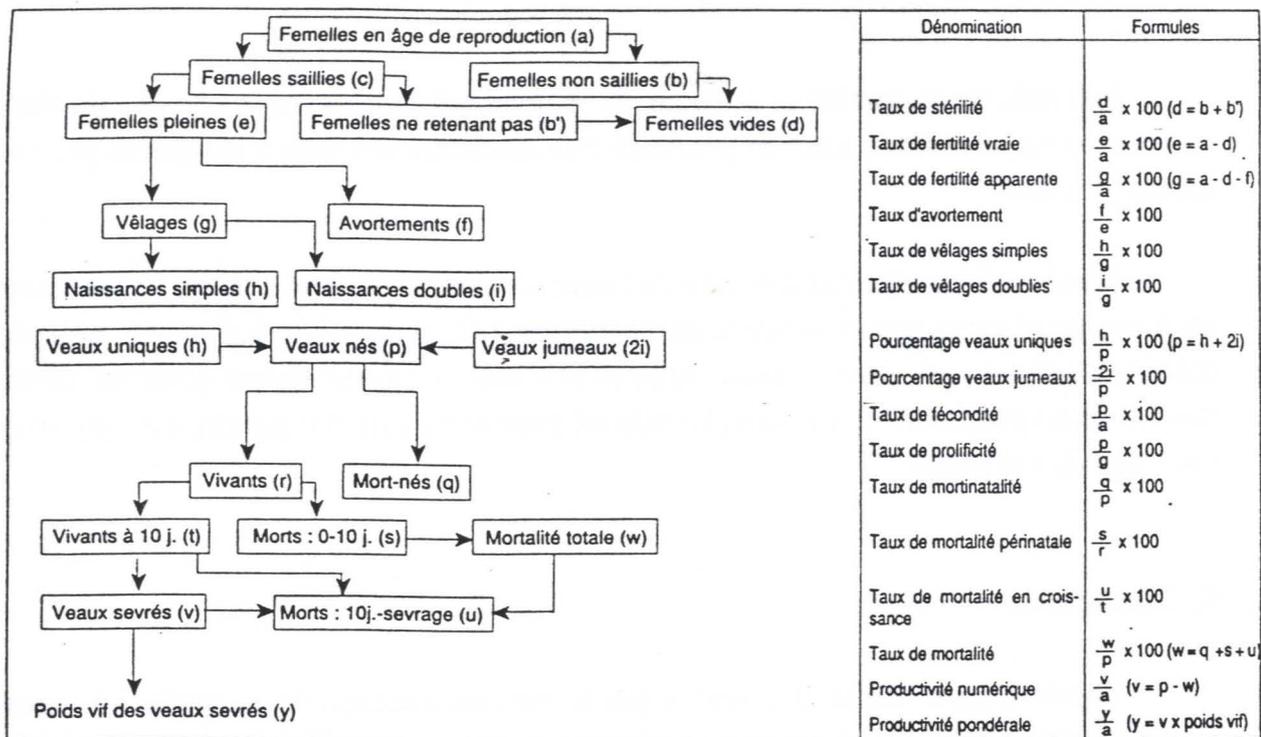


Tableau 31 : Normes de reproduction chez les bovins laitiers européens (D'après Denis, 1978)

Critères	Normes
Age au premier vêlage	maximum 2,5 ans (objectif raisonnable)
Intervalles entre vélages (p. 100)	
< 330 j	0
330-400 j	100 (idéal 1 an)
> 400 j	0
Intervalle vêlage-première chaleur	30-35 j
Intervalle vêlage-première IA	40-70 j
Taux de réussite en première IA	70 p. 100 et plus
Vaches inséminées 3 fois et plus	maximum 15 p. 100
Proportion de retours tardifs (cycles > 24j) (p. 100)	maximum 8-10 p. 100
Nombre de lactations avant réforme	6-7
Taux de réforme pour infertilité	< 20 p. 100 (proche de 5 p. 100)

C. La fertilité et la fécondité dans les enquêtes en milieu villageois

Les notions de fertilité et de fécondité paraissent simples, mais elles se révèlent difficiles à appréhender dans la pratique des enquêtes en milieu villageois pour le zootechnicien.

Que faut-il faire lorsqu'une femelle meurt pendant la période d'étude ? Que faut-il faire lorsqu'un jeune meurt pendant cette période ? Comment faut-il choisir la période d'étude sachant qu'il peut y avoir deux mises bas la même année chez les petits ruminants en particulier ? Souvent, l'étude ne peut avoir lieu que pendant un an et ne peut pas être répétée.

1. Définitions

Selon le sens restrictif donné à ces termes en zootechnie, la **fertilité** indique l'aptitude d'une femelle à être fécondée et la **fécondité** désigne le nombre de descendants produits par la femelle par unité de temps (Thibier et Goffaux, 1986).

Quelles définitions utiliser dans le cadre des enquêtes ou des suivis zootechniques ? Les définitions classiques sont les suivantes :

Taux de fertilité vraie

$$\frac{\text{Nombre de femelles pleines} \times 100}{\text{Nombre de femelles en âge de reproduire}}$$

Taux de mises bas ou de fertilité apparente

$$\frac{\text{Nombre de mises bas} \times 100}{\text{Nombre de femelles en âge de reproduire}}$$

Taux de fécondité

$$\frac{\text{Nombre de jeunes nés dans l'année} \times 100}{\text{Nombre de femelles en âge de reproduire}}$$

Taux de prolificité

Nombre de jeunes nés dans l'année x 100

Nombre de mises bas

Ce taux est proche de 100 chez les bovins.

Taux d'avortement

Nombre de femelles ayant avorté x 100

Nombre de femelles en âge de reproduire (dans le cas d'une enquête)

(Mémento de l'agronome, 1977, et IEMVT, Division de l'enseignement)

Théoriquement, le nombre de femelles pleines correspond à celui des femelles ayant avorté plus celui des femelles ayant mis bas à terme ou non. Mais, dans la pratique, en élevage traditionnel, il est extrêmement difficile, voire impossible, de connaître le nombre d'avortements précoces ou de mortalités embryonnaires. Ils ne sont donc pas pris en compte. Il est admis que ces avortements précoces non visibles pénalisent le troupeau au niveau des intervalles entre vêlages et de l'âge à la première mise bas. Ces deux paramètres sont eux aussi caractéristiques des performances de reproduction d'un troupeau.

La figure 45 exploite les événements pouvant survenir sur les femelles reproductrices. Le terrain nous amène à regrouper sous le terme général d'avortement les vrais avortements constatés (c) et les mises bas à terme ne produisant que des mort-nés (g) qui ne peuvent pas être distingués. En présence d'avortements, comme nous venons de les définir, nous avons un taux d'avortements qui est le suivant :

Nombre d'avortements

Nombre de mises bas à terme ou non

et qui est utilisé dans les logiciels PIKBEU et ARAS du Département Elevage du CIRAD. Un taux d'avortements "corrigé" peut aussi être calculé :

Nombre d'avortements + nombre de mises bas ne donnant que des mort-nés

Nombre de mises bas à terme ou non

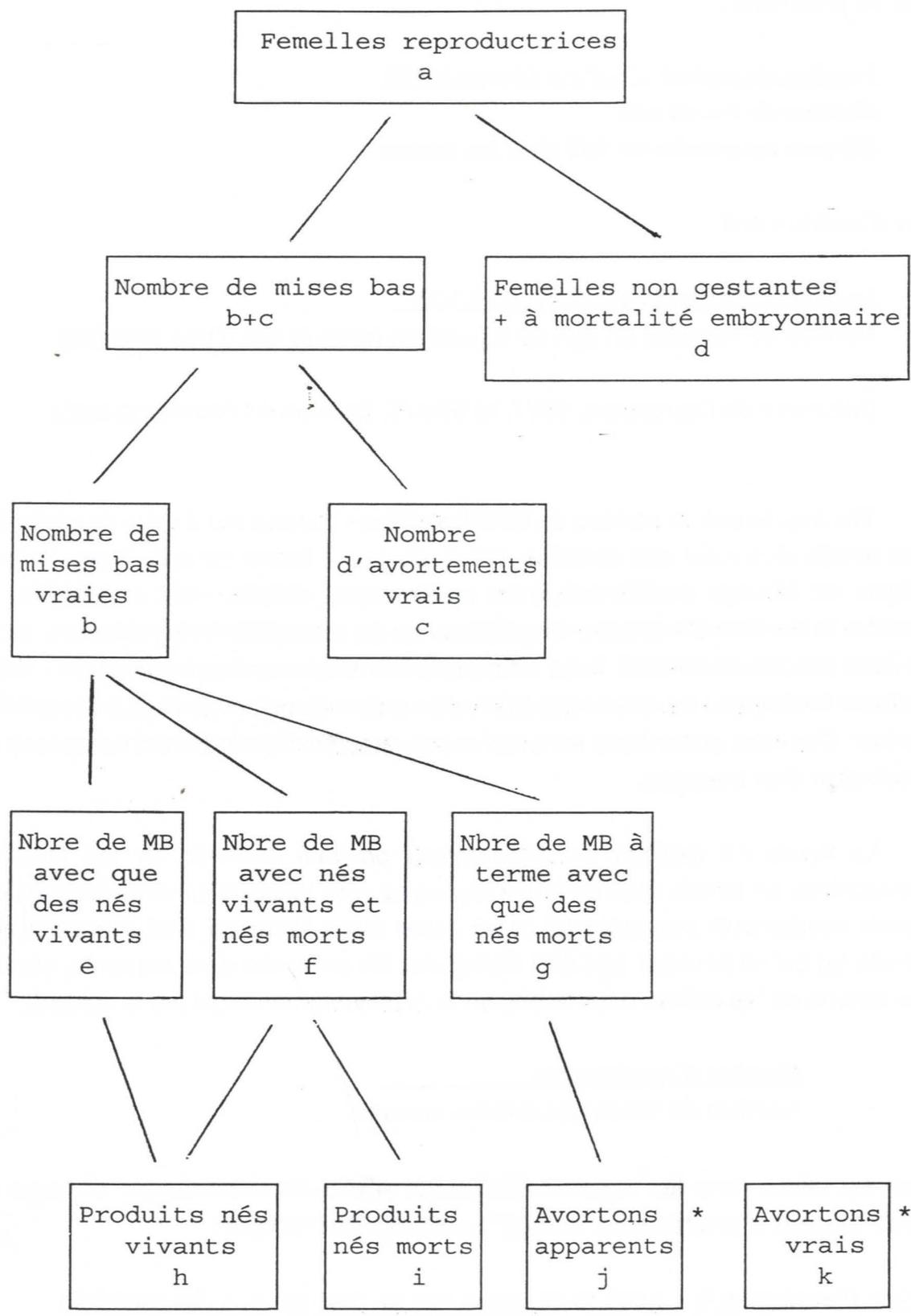


Figure 45 : Paramètres de reproduction en milieu traditionnel
 (* souvent non distinguables)

Tableau 32 : Définition des principaux paramètres de reproduction en milieu traditionnel

Taux	Définitions classiques	Définitions applicables en milieu traditionnel
Taux de fertilité	$\frac{b+c}{a}$	$\frac{b+c}{a}$
Taux de fécondité	$\frac{h+i+j}{a}$	$\frac{h}{a}$
Taux de fécondité "corrigé"		$\frac{h+i}{a}$
Taux de prolificité	$\frac{h+i+j}{b+c}$	$\frac{h}{e}$
Taux de prolificité "corrigé"		$\frac{h+i}{e+f}$
Taux d'avortement	$\frac{c}{b+c}$	$\frac{c}{b+c}$
Taux d'avortement "corrigé"		$\frac{c+g}{b+c}$
Taux de mortinatalité	$\frac{i+j}{h+i+j}$	$\frac{i}{h+i}$

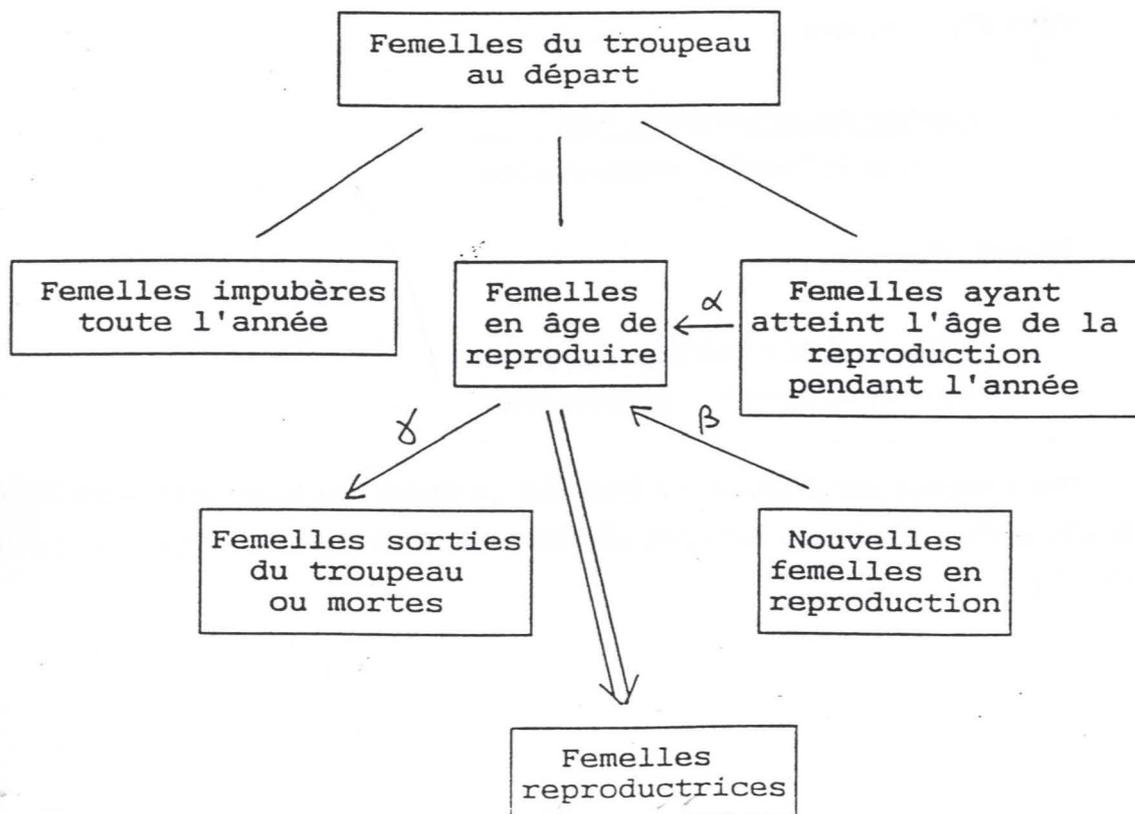


Figure 46 : Flux de femelles et femelles reproductrices d'un troupeau

Le fait de modifier la définition des avortements en y incluant les mort-nés entraîne aussi un changement de l'appréciation des autres taux tels qu'on peut les mesurer (tableau 32).

La fécondité devient :

$$\frac{\text{Nombre de nés vivants} \times 100}{\text{Nombre de femelles reproductrices}}$$

La prolificité devient :

$$\frac{\text{Nombre de nés vivants} \times 100}{\text{Nombre de mises bas avec nés vivants}}$$

L'avantage est alors de ne pas faire intervenir le nombre d'avortements dans le taux de fécondité. En effet, ceux-ci sont souvent sous-estimés (IEMVT, fiche technique n° 4, 1991).

D'autres définitions sont rencontrées dans le cadre des enquêtes zootechniques. Il faut donc être vigilant et se reporter aux définitions adoptées par les auteurs. Par exemple, le logiciel PANURGE utilise les définitions suivantes :

Taux d'avortement :

$$\frac{\text{nombre d'avortements} \times 100}{\text{nombre de femelles reproductrices}}$$

Taux de fécondité :

$$\frac{\text{nombre de nés vivants} \times 100}{\text{nombre de femelles reproductrices}}$$

Nous proposons d'utiliser les formules de calcul des taux du tableau 32. Les différents termes employés dans ces définitions doivent être eux-mêmes bien définis (figure 30).

La naissance d'un mort-né est la mise bas à terme d'un nouveau né mort. En milieu villageois, on le confond souvent avec un avortement. La mise bas d'un veau né vivant qui se perd ou qui est mangé par un fauve est aussi rangée dans les avortements. Au contraire, un veau né chétif et bien soigné peut mourir le 3e jour et être considéré en mortalité néonatale et non comme un mort-né ou un avorton.

L'oubli d'enregistrer un avortement retentit sur l'intervalle entre mises bas. Pour juger de la reproduction, il faut considérer non seulement le taux de fertilité ou de fécondité mais aussi en même temps l'intervalle entre mise bas et l'âge à la première mise bas.

2. Calculs

En fait, dans tous ces paramètres, il faut définir le numérateur, le dénominateur et la période. Considérons le cas d'élevages traditionnels où la reproduction a lieu toute l'année.

2.1. La période d'étude : problème des variations saisonnières

Les résultats de la reproduction varient souvent avec la saison. Cela peut être dû au mode de gestion : la claustration des animaux en saison de culture diminue la fertilité. La mise au piquet des petits ruminants à certaines saisons influe sur le résultat. C'est pourquoi il est préférable de considérer les résultats d'une année entière ou mieux encore, de plusieurs années lorsque c'est possible. En effet, des variations sont possibles d'une année sur l'autre. Il est bon de demander aux éleveurs si l'année de l'enquête leur a paru normale. Des facteurs climatiques ou pathologiques peuvent intervenir. Mais en général, ces variations sont assez faibles s'il n'y a pas eu une catastrophe.

Par exemple, pour 3 années successives et pour 100 vaches, 51 puis 58 puis 56 veaux sont obtenus soit en moyenne $(51+58+56)/3 = 55$ veaux. Il peut être dit que la fécondité moyenne est de 55 p. 100 pour ce troupeau (SEDES, 1977).

Unité de temps : s'il y a plusieurs cycles par année, faut-il raisonner par cycle ? Le raisonnement par cycle est plus simple que par année civile. Il est ensuite possible de ramener à l'année sauf pour les pourcentages. Le cycle considéré doit inclure la période de fécondation et celle des mises bas. Dans tous les cas, une valeur n'a de sens que si elle est encadrée par celles des périodes voisines. Il convient aussi de tenir compte des variations saisonnières. Ainsi, dans le cas des ovins où on peut obtenir une génération tous les 8 mois, il faut considérer 3 cycles successifs pour revenir à une monte à la même saison. Les résultats peuvent être très différents pour chacun de ces 3 cycles. Il faudrait donc étudier au moins 3 cycles, soit une durée de 2 ans.

2.2. Le numérateur

Détermination du nombre de mises bas à terme (b)

L'éleveur a souvent de la difficulté à se souvenir des mises bas si les jeunes sont morts ou ont été vendus ou donnés. Plus la fréquence des enquêtes est élevée, plus ce biais sera diminué. Il faut essayer de retrouver l'effectif de jeunes nés (nés vivants et nés morts). Faut-il compter les petits qui sont morts avant la fin de l'étude ? Oui, et chacun compte pour 1 car le nombre de petits nés pendant la période est compté. **Les petits ne doivent pas être comptés partiellement.** Si l'on se base sur le nombre de jeunes présents à un moment donné, il y a des biais. Par exemple, le confiage : l'éleveur reçoit une chèvre d'un propriétaire. Il ne gardera pour lui que la moitié des chevreaux ayant survécu. Beaucoup de jeunes meurent avant le sevrage. Il faut essayer de retrouver l'effectif de jeunes nés. La règle générale est que tout petit né dans la période d'étude doit être compté pour 1 au numérateur.

Détermination du nombre de gestations (b+c)

Souvent le nombre d'avortements relevés (c) auquel on ajoute le nombre de mises bas à terme (b) est considéré dans les enquêtes zootechniques pratiquées en milieu traditionnel. Nous avons vu que ce nombre d'avortements est mal connu. Parfois, les enquêteurs oublient même de le demander.

Détermination du nombre de produits nés (h+i)

La détermination du nombre de produits nés vivants est généralement facile. Les produits nés morts sont souvent confondus avec les avortements. En milieu villageois, la durée de gestation n'est pas bien connue. Seul, le développement plus ou moins

avancé du foetus peut donner des indications, mais la limite entre les deux situations n'est pas nette.

2.3. Dénominateur

Que faut-il entendre par femelles mises à la reproduction? Comment déterminer le nombre de femelles en âge de reproduire? En milieu traditionnel, toutes les catégories d'animaux sont regroupées toute l'année. Il faut envisager les différents flux d'animaux représentés figure 46 : les femelles devenant pubères pendant la période, celles qui sont introduites dans le troupeau et celles qui en sortent ou qui meurent. Par ailleurs, en tout état de cause, les femelles gravides ou ayant vêlé depuis peu ne devraient pas être considérées comme aptes à reproduire pendant leur gestation et peu après.

On doit considérer comme mise à la reproduction toute femelle en âge de reproduire. Il s'agit de fixer l'âge minimal et l'âge maximal entre lesquels les femelles sont considérées comme "mises à la reproduction".

Age minimal

En élevage traditionnel, une méthode approximative est d'estimer la limite minimale dans les classes d'âge 2-3 ans ou 3-4 ans suivant les races de zébus et de taurins et la zone climatique dans laquelle ils vivent. L'âge minimal correspond à l'âge moyen à la première saillie fécondante. Il est apprécié à partir de l'âge moyen à la première mise bas auquel on retranche la durée de gestation. Au début, l'âge moyen à la première mise bas n'est pas connu et on peut considérer provisoirement l'âge minimum à la première mise bas. La durée de gestation est de 9 mois et 10 jours en général chez les bovins, souvent arrondi à 9 mois. Elle varie selon la race de 276 à 290 jours : cela constitue déjà une erreur pouvant atteindre 14 jours selon la race (tableau 16). Il faudrait appliquer la durée de gestation de la race étudiée si elle est connue. L'âge moyen à la première mise bas peut être estimé directement ou indirectement à partir des carrières des femelles. Il peut être apprécié graphiquement (*cf. infra*, méthodes approchées). Les femelles atteignant la puberté sont considérées **au prorata de leur temps de présence** si elles atteignent cet âge pendant la période d'étude et qu'elles n'ont pas de mise bas dans cette période. En cas de mise bas, elles doivent compter pour 1. Si on ne les comptait pas pour 1, on pourrait avoir des cas aberrants avec des taux de fertilité dépassant 100 p 100.

Age maximal

L'âge maximal considéré est souvent de 12 ans en milieu traditionnel (la limite physiologique est de 18-20 ans). En pratique, l'éleveur garde même des femelles très âgées qu'il espère voir reproduire malgré leur âge. Aussi, il n'y a pas lieu de fixer d'âge maximal dans ce genre d'étude.

Mortalité ou introduction de femelles

Une méthode souvent utilisée est de prendre comme nombre de femelles en âge de reproduire la moyenne arithmétique de l'effectif au 1^{er} janvier et de l'effectif au 31 décembre, ou mieux, la moyenne des recensements mensuels. Cette valeur est très proche de l'effectif moyen des femelles reproductrices pendant la période. Landais (1983) a retenu d'évaluer par exemple la fécondité au moyen du rapport du nombre de mois de présence effective des femelles ayant mis bas un veau vivant sur la période considérée au nombre total de mois de présence effective pour l'ensemble des femelles, pour chaque classe d'âge. Souvent le problème est simplifié : les vaches qui meurent pendant l'année sont considérées en moyenne comme ayant été élevées une demi-année (Hoste, 1987). L'effectif moyen annuel a aussi été calculé en comptant les femelles au prorata de leur temps de présence.

Mais s'il y a de grandes variations d'effectif, la moyenne de l'effectif du début de l'année et de l'effectif de fin d'année n'est plus valable. Par exemple, si l'on passe de 100 à 20 femelles, le calcul avec 60 femelles n'est pas bon. La moyenne est valable lorsque le troupeau est à l'équilibre. De plus, cette méthode fait dépendre les estimations du niveau des entrées et des sorties, donc des décisions de l'éleveur, et non des performances biologiques des animaux.

Faut-il raisonner vache par vache et déterminer pour chaque vache les périodes de l'année où elle est apte à reproduire ? Non, car on éliminerait des périodes comme le *post-partum*... qui interviennent dans le résultat. Dans l'idéal, la conduite à tenir est plus complexe :

- ☛ une mère morte après la mise bas devrait compter pour toute l'année.
- ☛ une mère morte avant la mise bas devrait compter en proportion de son temps de présence.

☛ une mère introduite en cours d'année :

- * devrait compter pour toute l'année si elle met bas dans l'année.
- * devrait compter en proportion de son temps de présence dans le cas contraire en cas de monte toute l'année.

Exemple :

Le 1er décembre 1994, un éleveur possédant 10 vaches en achète 20 nouvelles. Sur ces 20 vaches, 5 meurent le 15 décembre et 2 vêlent en 1994. Sur les 10 vaches de départ, 8 vêlent en 1994. Le nombre de mises bas en 1994 est ici de 10. L'effectif en début d'année est de 10 vaches. En fin d'année, il est de 25 vaches.

L'effectif moyen peut être considéré comme :

☛ $(10 + 25) / 2 = 17,5$

☛ $10 + 2 + (5/24) + ((15-2)/12) = 13,29$ (effectif corrigé)

ou en considérant l'effectif moyen de chaque mois :

☛ $((10 \times 11) + 25) / 12 = 135 / 12 = 11,25$.

Selon le mode de calcul de l'effectif des vaches reproductrices, la fécondité est 57,14 p. 100 ou 75,24 p. 100 ou 88,9 p. 100. Le taux de fécondité des seules 10 vaches de départ présentes toute l'année est de 80 p. 100. On voit sur cet exemple que l'effectif corrigé permet d'obtenir une meilleure appréciation du taux de fécondité que l'utilisation de l'effectif moyen, même calculé mois par mois.

En conclusion, une femelle morte ou introduite compte comme femelle reproductrice **au prorata du temps passé** dans la période considérée si elle ne met pas bas pendant la période. Elle compte de toute façon **pour 1 si elle met bas**.

2.4. Méthodes approchées

A partir du recensement par classes d'âge

Il y a lieu de corriger l'effectif (0-1 an) par le taux de mortalité de la période pour retrouver le nombre de nés vivants. Il est ensuite rapporté au nombre de femelles en âge de reproduire.

A partir de l'intervalle entre mises bas

Le taux de fécondité est un peu surestimé : $365 / \text{IMB} \times 100$

Exemple : un intervalle moyen de 420 jours correspond à un taux de fécondité de 85 p. 100. En le calculant ainsi, on ne tient pas compte des femelles stériles.

Cela n'est valable que s'il y a au moins deux mises bas. Les femelles moins fécondes sont éliminées et interviennent moins dans le calcul des intervalles entre mises bas. L'intervalle vêlage-vêlage exclut les génisses fécondes ou stériles ainsi que les vaches n'ayant vêlé qu'une fois. D'autre part, en milieu tropical, les jeunes femelles ont une fécondité plus faible (le premier intervalle entre mises bas est le plus long). Si de nombreuses femelles n'ont vêlé qu'une fois, elles n'interviennent pas dans le calcul de l'intervalle entre mises bas et auraient dû faire chuter la moyenne de fécondité. Landais a montré qu'il existe une loi de tout ou rien. Une vache qui n'a pas été fécondée pendant une période favorable doit attendre la suivante le plus souvent pour être fécondée.

Nombre de mises bas cumulé par rapport à l'âge (méthode graphique)

Une représentation graphique peut être faite. Les questionnaires sur les carrières de femelles permettent de connaître pour chaque femelle, son âge et le nombre de veaux vivants qu'elle a eus jusque-là. On peut regrouper le nombre moyen de descendance par femelles, ou "descendance moyennes" par classe d'âge. La répartition de ces "descendance moyennes" se fait selon une fonction linéaire : $y = ax + b$, où on a :

y = nombre moyen de veaux par vache reproductrice de chaque classe d'âge

x = âge moyen des reproductrices de chaque classe d'âge

La pente de la droite d'ajustement (a) correspond au taux de fécondité moyen. En effet, cette pente représente le nombre moyen de veau supplémentaire par vache et par an. De plus, si l'on reporte sur l'axe des X la valeur correspondant à 1 veau sur l'axe des Y, l'âge moyen à la première mise bas est obtenu (SEDES, 1975) (tableau 33 et figure 47). Au moyen de l'informatique, on peut affiner cette méthode en calculant la courbe de régression du nombre de mises bas cumulées par rapport à l'âge des femelles. Là aussi, la pente de cette droite représente la fécondité.

Le résultat serait plus significatif qu'en faisant un calcul sur un an. Mais il semble que le taux de fécondité obtenu ainsi est légèrement supérieur à la réalité. Pour avoir un bon résultat avec cette méthode, il faudrait que l'éleveur se souvienne avec précision du nombre de veaux que chacune des vaches considérées a obtenu. Ceci est possible pour des troupeaux de taille pas trop élevée. De plus, les femelles ne sont plus alors considérées, soit entièrement, soit au prorata de leur temps de présence, mais systématiquement au prorata de leur temps de présence. Cela avantage le résultat obtenu. Ainsi, pour ne pas biaiser les résultats, il faudrait avoir une certaine stabilité des effectifs des différentes classes d'âge.

De toute façon, cette méthode reste intéressante pour évaluer l'âge à la première mise bas et donc aussi l'âge à la puberté.

3. Conclusion

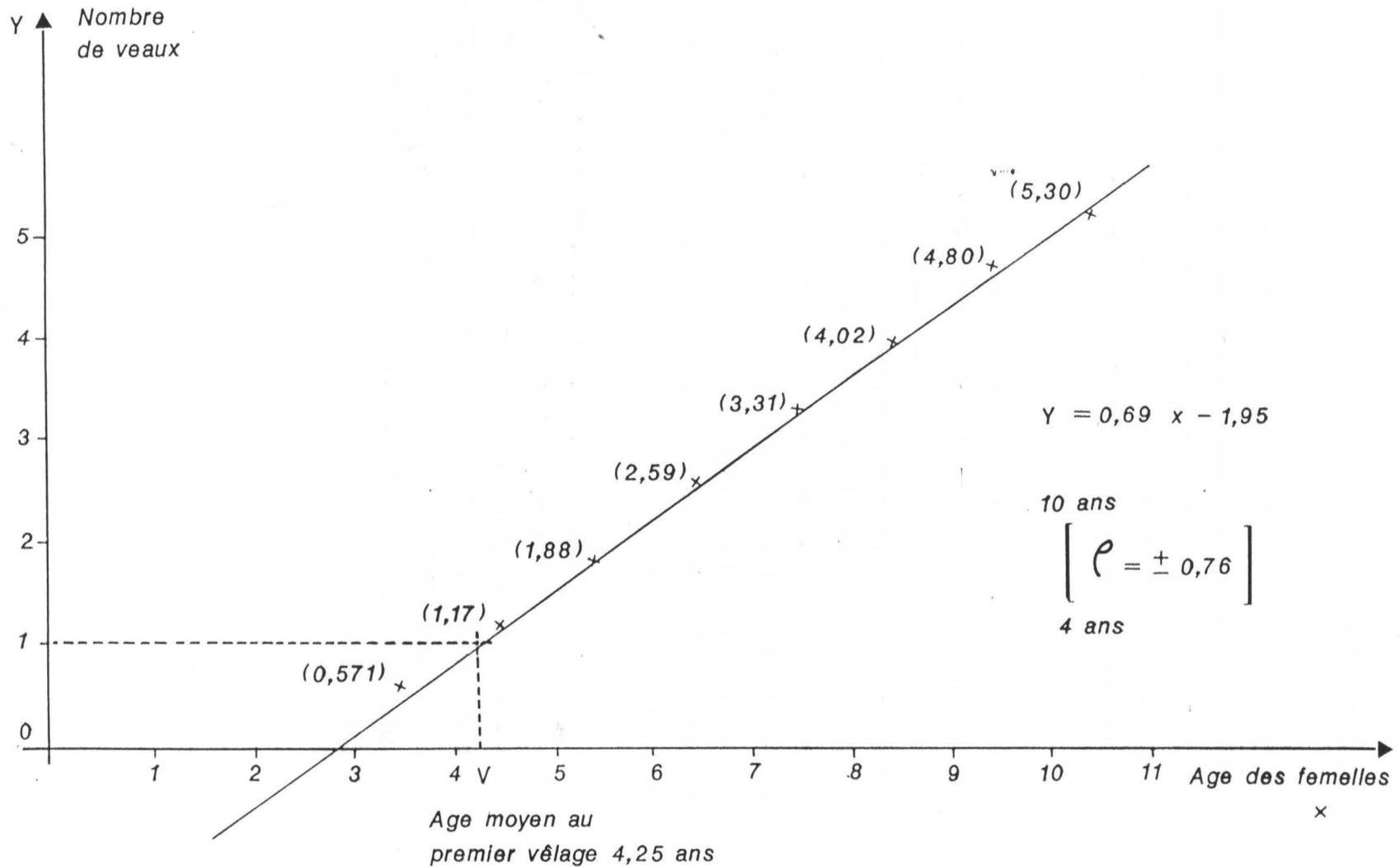
Les définitions employées pour les taux de fertilité et de fécondité varient. Il faut donc être vigilant sur les définitions utilisées par les auteurs de publications. Pour les études d'élevages en milieu villageois, il paraît plus simple d'utiliser dans les calculs le nombre de produits nés vivants et celui des mises bas avec des nés vivants (et encore vivants 48 heures après la naissance). Cela modifie les définitions des taux utilisés classiquement. Nous proposons des définitions applicables en milieu villageois. La période d'étude d'un an entier est préférable. Un produit né ne peut pas être considéré partiellement. En revanche, les variations d'effectifs des mères les font considérer entièrement ou au prorata de leur temps de présence selon qu'elles ont mis bas ou non dans la période d'étude. Enfin, la pente de la droite du nombre de mises bas cumulées par femelle par rapport à l'âge des femelles reproductrices correspond à une estimation de la fécondité.

Tableau 33 : Répartition des femelles selon la classe d'âge et le nombre de veaux auxquels elles ont donné naissance (D'après SEDES, 1975)

Classes d'âge	Nombre de femelles ayant eu									Totaux		Nombre moyen de veaux par femelle ± 2 sigma
	0 veau	1 veau	2 veaux	3 veaux	4 veaux	5 veaux	6 veaux	7 veaux	8 veaux ou +	Nombre de femelles	Nombre total de veaux	
0 - 1 an	2051									2051	0	0
1 - 2 ans	1846									1846	0	0
2 - 3 ans	1351	51								1402	51	0,04 \pm 0,05
3 - 4 ans	544	626	30							1200	636	0,57 \pm 0,04
4 - 5 ans	64	824	263	17						1168	1401	1,17 \pm 0,04
5 - 6 ans	21	242	522	153	10					948	1785	1,88 \pm 0,05
6 - 7 ans	17	57	337	354	115	12				892	2313	2,59 \pm 0,06
7 - 8 ans	6	9	100	188	184	53	2			542	1786	3,31 \pm 0,08
8 - 9 ans	3	1	14	48	79	60	15	2		222	893	4,02 \pm 0,16
9 - 10 ans		1	4	12	33	41	27	8		126	600	4,80 \pm 0,20
10 ans et +			2	12	21	27	22	11	7	102	534	5,30 \pm 0,30
Totaux	5903	1811	1272	784	442	193	66	21	7	10499	10499	

Remarque : A l'intérieur de chaque classe d'âge, la distribution du nombre de veaux par vache suit à peu près la loi normale.

Figure 47 : Méthode graphique du calcul de l'âge moyen au premier vêlage (V) à partir de l'évolution du nombre moyen de veaux par femelle en fonction de la classe d'âge des femelles (D'après SEDES, 1975)



II. LE PAVIR

L'objectif est d'améliorer les performances de reproduction des troupeaux suivis. La méthode s'adresse en France aux exploitations qui sont déjà les meilleures pour optimiser ces performances. Les autres exploitations doivent d'abord améliorer leur gestion zootechnique : hygiène, conduite du troupeau, alimentation. Les exploitations performantes connaissent surtout des troubles fonctionnels, lesquels pénalisent leur rentabilité.

Le programme repose sûr des visites périodiques et systématiques du clinicien. Leur fréquence dépend de l'effectif. Elle peut être modulée selon les saisons. L'éleveur doit saisir des informations : dates de vêlages, de tarissements, de chaleurs et d'inséminations. A partir de cela, cinq catégories de vaches sont identifiées : contrôles de l'involution utérine vers 30 jours *post-partum*, de l'anoestrus *post-partum* vers 60 jours *post-partum*, de l'anoestrus post I.A. par dosage de progestérone 21-24 j après I.A., du repeat breeding et autres troubles, de la gestation par palpation transrectale. La visite proprement dite comprend l'examen gynécologique complet de tous les animaux. Une thérapeutique raisonnée est instituée. Un bilan rétrospectif est établi (Humblot *et al.*, 1981).

Au Maroc, appliqué sur de grands troupeaux laitiers, le PAVIR n'a pas modifié la fertilité, ni le pourcentage de femelles à plus de trois inséminations mais **a amélioré l'intervalle vêlage - insémination fécondante**. De 150 jours, il est passé à 122 jours. Le principal facteur limitant était la détection des chaleurs (Lakhdissi *et al.*, 1988). En Thaïlande, Chantaraprateep *et al.* (1992) ont pu raccourcir l'intervalle vêlage - conception de 49 jours : de 186 ± 101 jours à 137 ± 80 jours. Dans les grandes fermes, cet intervalle est passé de 218 ± 101 à 143 ± 84 jours.

CONCLUSION GENERALE

Il résulte de ces études que les caractéristiques physiologiques des vaches de races trypanotolérantes N'Dama et Baoulé sont très voisines entre elles et très voisines de celles des races des pays tempérés.

La différence la plus remarquable se situe au niveau de l'expression des **chaleurs** et de la durée de celles-ci. Les chaleurs naturelles sont plus frustes et plus courtes que chez les bovins européens. La puberté et la reprise de l'activité ovarienne *post-partum* sont plus tardives, surtout si l'alimentation est insuffisante. Ces différences sont partagées par les zébus qui vivent en pays tropicaux. Elles ne sont pas dues à la trypanotolérance mais sont **plutôt liées au milieu**.

Le moment optimal de l'insémination artificielle est plus précoce en race N'Dama qu'en race Baoulé après synchronisation des chaleurs, que ce soit en utilisant deux injections de prostaglandines, des implants ou des spirales.

Les races trypanotolérantes présentent une bonne adaptation à leur milieu et ont ainsi des performances de reproduction très satisfaisantes en station. **L'insémination artificielle peut être utilisée** dans ces races, après synchronisation des chaleurs, avec des résultats satisfaisants en station.

L'aspect sanitaire étant pris en compte (traitements contre les parasites externes et internes, vaccinations...), **l'alimentation** apparaît dans ces études comme un facteur très important pour l'expression des potentialités de reproduction de ces races. L'étude de son influence sur la reproduction des bovins tropicaux mérite d'être approfondie.

Il reste à aborder l'étude des caractéristiques de la reproduction des bovins N'Dama et Baoulé hors station, en milieu réel, et à effectuer des essais pour permettre d'améliorer les résultats de la reproduction.

BIBLIOGRAPHIE

ABILAY (T.A.), JOHNSON (H.D.) et MADAN (M.), 1974. Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *J. of Dairy Sci.*, 58 (12) : 1 836-1 840.

ADAMOU N'DIAYE (M.), JONDET (R.), ADJOVI (A.) et DOSSOU BODJRENOU (S.J.), 1990. Caractéristiques du sperme chez le taureau de race Borgou. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 63 : 283-288.

ADAMOU N'DIAYE (M.), JONDET (R.) et ADJOVI (A.), 1996. Caractéristiques du sperme et potentiel d'utilisation par insémination artificielle des taureaux de race Borgou. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 49 (2) : 174-177.

AKPOKODJE (J.U.) et ZWANDOR (N.J.), 1988. *Post partum* uterine involution in N'Dama cattle. Séminaire sur la reproduction animale pour pays africains, Addis-Ababa, Ethiopie, CIPEA, 17-26 octobre 1988, 15 p.

ARTHUR (G.H.), NOAKES (D.E) et PEARSON (H.), 1983. Veterinary reproduction and obstetrics. Londres, Baillière Tindall. 641 p.

AVON (L.) et VU TIEN KHANG (J.), 1985. L'insémination artificielle dans les programmes de conservation génétique des races bovines à très petits effectifs. *Elevage Insém.*, 205 : 3-20.

BANE (F.A.) et HULTNAS (C.A.), 1974. L'insémination artificielle des bovins dans les pays en développement. *Revue mond. Zootech.*, 9 : 24-29.

BARON (V.), 1974. Etude d'un nouveau critère d'appréciation de la production de sperme : la testostérone dans le sperme. Mémoire du diplôme d'agronomie approfondie. INA, Grignon, 144 p.

BATAILLE (J.L.), 1990. Impact d'une trypanosomose expérimentale sur la fonction sexuelle du taureau Baoulé. Ecole Nationale vétérinaire de Toulouse, 1990. (Thèse de doct. vétérinaire n° 90)

BATTUT (I.), BRUYAS (J.F.), FIENI (F.), TAINTURIER D., 1996. La mise bas : déterminisme, mécanisme et maîtrise pharmacologique. *Le point vétérinaire*, vol. 28, numéro spécial "La reproduction des ruminants", 67-72.

BELLOIR (P.), LAFORTUNE (E.) et GAUTIER (D.), 1984. La production spermatique du taureau Créole. *Annls Zootech.*, 33 (4) : 551-556.

BIANCHI (M.), 1991. L'endocopie en reproduction animale : intérêt au niveau de l'IEMVT-CIRAD. Nouméa, CIRAD-IEMVT, 10 p. (Etudes et Synthèses, Nouvelle-Calédonie)

BIANCHI (M.), 1992. L'échographie bovine, un outil au service des éleveurs. Bulletin de liaison et d'information. UPRA Nouvelle-Calédonie.

BIERSCHENKL (F.), 1984. Research on the sexual behaviour of the N'Dama. *Trypanotolerance anim. Prod.*, 3 : 31-39.

BISCHOP (M.W.H.), CAMPBELL (R.C.), HANCOC(K.J.) et WALTON (A.), 1954. Semen characteristics and fertility in the bull. *J. Agric. Sci.*, 44 : 227-248.

BLANVILLAIN (C.), 1993. Expérience du CRTA dans le domaine du transfert d'embryon. In: L'amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest. Rome, FAO, Etude production et santé animales n°110 : 199-203.

BONGSO (T.A.) et BASRUR (P.K.), 1975. Prenatal diagnosis of sex in cattle by amniocentesis. *Vet. Rec.*, 96 (6) : 124-127.

BOUDON (P.), 1960. Le contrôle sanitaire de l'insémination artificielle. Thèse de médecine vétérinaire, ENV Alfort, n° 55, 58 p.

BRUNER (D.W.) editor, 1972. Recommendations for standardizing bovine reproduction terms. *Cornell Vet.*, 62 (2) : 216-237.

CAMUS (E.) et LANDAIS (E.), 1983. Influence de la trypanosomose sur la reproduction des bovins sédentaires en Nord Côte d'Ivoire. In : Reproduction des ruminants en zone tropicale. Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983 : 490. INRA (Colloques de l'INRA n°20)

CAREW (S.F.), SANDFORD (J.), WISSOCQ (Y.J.) DURKIN (J.) et TRAIL (J.C.M.), 1986. Productivité de bovins N'Dama à la station de Teko (Sierra Leone) et premiers résultats de croisements avec la race Sahiwal. Bulletin du CIPEA, janvier 1986, 23 : 2-10.

CHAFFAUX (St) *et al.*, 1980. L'endoscopie chez la vache : méthode d'observation de l'appareil génital. *Recl Méd. vét.*, 156 (1) : 29-35.

CHAFFAUX (St), BIANCHI (M.) *et al.*, 1988. L'échographie en temps réel par voie transrectale. Intérêt pour le diagnostic de gestation chez la vache. *Recl Méd. vét.*, 164 (2) : 101-108.

CHICOTEAU (P.), CLOE (C.) et BASSINGA (A.), 1986. Essais préliminaires de synchronisation des chaleurs chez la femelle Baoulé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 9 (1) : 161-163.

CHICOTEAU (P.), 1989. Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulé au milieu tropical sud-soudanien. Thèse de doctorat en sciences, Université Paris XII, Val de Marne, novembre, 174 p.

CHICOTEAU (P.), BASSINGA (A.), SIDIBE (I.), POBEL (T.), RICHARD (X.) et CLAUSEN (P.), 1990a. Influence de l'exposition à un risque trypanosomien élevé sur la reproduction de vaches Baoulé au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (4) : 473-477.

CHICOTEAU (P.), COULIBALY (M.), BASSINGA (A.) et CLOE (C.), 1990b. Variations saisonnières de la fonction sexuelle des vaches Baoulé au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (3) : 387-393.

CHICOTEAU (P.), HUMBLLOT (P.), CLOE (C.), BASSINGA (A.) et THIBIER (M.), 1989. Physiological and pathological plasma profiles of progesterone and LH in indigenous West African Shorthorn cows (*Bos taurus taurus*). *Zuchthyg.*, 1989a, 24 : 193-200.

CHICOTEAU (P.), MAMBOUE (E.), CLOE (C.) et BASSINGA (A.), 1989b. Oestrous behaviour of Baoule cows (*Bos taurus*) in Burkina Faso. *Anim. Reprod. Sci.*, 21 : 153-159.

CHICOTEAU (P.), MAMBOUE (E.), CLOE (C.) et BASSINGA (A.), 1989c. Uterine involution and *post-partum* resumption of ovarian cyclicity in Baoule (*Bos taurus taurus*) and Zebu (*Bos taurus indicus*) cows. *Zuchthyg.*, 24 : 259-264.

CHICOTEAU (P.), THIOMBIANO (D.), BOLY (H.) et CLOE (C.), 1990c. Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (4) : 535-539.

CHUPIN (D.), 1993. Résultats d'une enquête sur l'état de l'Insémination Artificielle en Afrique. *In* : L'amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest. Rome, FAO, Etude production et santé animales n°110 : 67-89.

CIPTADI (G.), 1993. Etude de la coloration éosine-bleu d'aniline dans le cadre de l'évaluation du sperme pur de taureau. Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT, 42 p. (Mém. DESS Prod. anim. en régions chaudes)

CIPTADI (G.), DUMONT (P.) et THIBIER (M.), 1993. Evaluation de la technique d'examen des anomalies morphologiques de taureau sur frottis comparée aux techniques en phase liquide : note préliminaire. *Elev. Insém.*, 257 : 9-16.

CISSE (A. B.), 1991. La synchronisation des chaleurs chez les vaches N'Dama et Zébu maure avec la prostaglandine F2 α (Mali). - *In* : 1ères journées scientifiques du réseau biotechnologies animales de l'UREF, Dakar, 5-8 juin 1991. AUPELF-UREF, 2 p.

COFRANIMEX, 1975. L'élevage français. Paris. (Fiches sur les principales races de l'élevage français)

COLCHEN-BOURLAUD (M.A.) et THIBIER (M.), 1973. Connaissance de la fonction sexuelle du jeune reproducteur. *Elev. Insém.*, juillet, 136 : 3-37.

COSSON (J.L.), 1996. Diagnostic de gestation par dosage de la PSPB : utilisation terrain et résultat sur 1 830 animaux. *Le point vétérinaire*, vol. 28, numéro spécial "La reproduction des ruminants", 153-155.

COULIBALY Mamadou, 1989. Interrelations entre les paramètres de la reproduction. Maisons-Alfort, IEMVT, 1988-1989, 23 p. (Synthèse bibliographique, DESS, Prod. anim. en régions chaudes)

COULOMB (J.), 1976. La race N'Dama : quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 29 (4) : 367-380.

COUROT (M.), 1975. Le choix du sexe est-il possible chez les mammifères ? *Elev. Insém.*, novembre, 150 : 19-28.

CRAPLET (C.) et THIBIER (M.), 1973. La vache laitière. Ed. Vigot Frères. Paris. 726 p.

CRIBIU (E.P.), MEYER (C.), YESSO (P.), DURAND (V.) et POPESCU (C.P.), 1991. Distribution de la translocation robertsonienne 1/29 chez les bovins trypanotolérants et les zébus de Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (2) : 207-210.

CUQ (P.), 1973. Bases anatomiques et fonctionnelles de la reproduction chez le zébu (*Bos indicus*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 26, (4) : 21a-48a.

DEMARQUETTE (J.), 1966. Problèmes pratiques posés par l'alimentation des taureaux des centres d'insémination artificielle. Thèse de doctorat vétérinaire, 101 p.

DERIVAUX (J.) et ECTORS (F.), 1980. Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Maisons-Alfort, Editions du Point Vétérinaire, 274 p.

DESOUTTER (C.), DENIS (J.F.), PAREZ (M.) et THIBIER (M.), 1983. Profil des hormones gonadotropes (FSH et LH) pendant la période oestrale chez une femelle zébu pakistanaise. Dakar-Hann (Sénégal), LENRV/ISRA, septembre, n° 64/ZOOT, 6 p.

DIOP (P.E.H.) éd, 1993. Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apport des technologies nouvelles. Dakar, Sénégal, Nouvelles Editions Africaines du Sénégal, 290 p.

DJABAKOU (K.), GRUNDLER (G.) et LARE (K.). Involution utérine et reprise de cyclicité *post-partum* chez les femelles bovines trypanotolérantes N'Dama et Baoulé. *In* : 1ères journées scientifiques du réseau biotechnologies animales de l'UREF, Dakar, 5-8 juin 1991, Les nouvelles éditions Africaines du Sénégal, 1993, 57-65.

DOBSON (H.) et KAMONTAPANA (M.), 1986. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and zebu. *J. Reprod. Fert.*, 77 : 1-36.

DOMENECH (J.), 1988. Aspects biogéographiques, épidémiologiques et économiques de la pathologie de la reproduction des bovins en Afrique centrale, notamment de la brucellose. Thèse de doctorat d'état es sciences naturelles, Université de Paris 12, Créteil : 538 p.

DOUARD (H.), 1989. La production d'embryons dans la race bovine Baoulé (*Bos taurus taurus*) au Burkina Faso. Thèse de Médecine vétérinaire, ENV Toulouse, 74 p.

DOUTRESSOULE G., 1947. L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris, Larousse, 1947 : 298 p.

DROST (D.V.M.) et THATCHER (W.W.), 1987. Heat stress in dairy cows. Its effects on reproduction. *Food Anim. Pract.*, novembre, 3 (3) : 609-618.

DUNN (R.T.), SMITH (M.F.), GARVERICK (H.A.) et FOLEY (C.W.), 1983. Effects of 72 hours calf removal and/or gonadotropin releasing hormone on luteinizing hormone release and ovarian activity in beef cows. *Theriogenology*, (23) : 767-776.

DUCROCQ (V.) et HUMBLLOT (P.), 1995. Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. *Livest. Prod. Sci.*, 41 : 1-10.

DUPLAN (J.M.), 1992. Bovins et buffles domestiques. Paris-Grignon, INA, Zootechnie comparée, novembre, 44 p.

ENJALBERT (F.), 1994. Relations alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 25 (158) : 74-84.

EPSTEIN (H.), 1971. The origin of the domestic animals of Africa. Epstein ed., vol. 1, 573 p.

FAYEMI (O.) et ADEGBITE (O.), 1982. Seasonal variations in sperm abnormalities in bulls in a tropical climate. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (1) : 69-72.

FONTAINE (M.), 1987. Vade-Mecum du vétérinaire. Paris, Vigot éd., XVe éd., 1 642 p.

GAILLARDOU (S.), HUMBLLOT (P.) et THIBIER (M.), 1984. Délais de reprise d'activité ovarienne cyclique après vêlages d'automne en race Blonde d'Aquitaine. *Elev. Insém.*, 204 : 19-28.

GALET (R.) et ROMBAUT (D.), 1983. Maîtrise des cycles sexuels chez les ruminants. Côte d'Ivoire, Ministère du Développement Rural. 64 p.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1989a. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1 : Puberty and age at first calving. *Anim. Breed. Abstr.*, 57 (7) : 583-590.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1989b. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2 : Parturition and calving intervals. *Anim. Breed. Abstr.*, 57 (8) : 679-686.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1989c. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3 : Puerperium. *Anim. Breed. Abstr.*, 57 (11) : 899-910.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1990a. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4 : Oestrous cycles. *Anim. Breed. Abstr.*, 58 (8) : 697-707.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1990b. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 5 : Fertilization and pregnancy. *Anim. Breed. Abstr.*, 58 (9) : 805-813.

GALINA (C.S.) et ARTHUR (G.H.), 1991. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 6 : The male. *Anim. Breed. Abstr.*, 59 (5) : 404-412.

GAUTHIER (D.) et VARO (H.), 1985. Caractéristiques spermatiques des taureaux en Guadeloupe. Variations avec la race et la saison. *Ann. Zootech.*, 34 (4) : 463-470.

GOFFAUX (M.), 1991. L'examen approfondi des anomalies morphologiques de la semence du taureau. *Elev. Insém.*, 244 : 3-14.

GUEYE (N.), 1983. Contribution à l'étude de la détection des chaleurs chez la vache. Essais d'utilisation de la femelle androgénisée en milieu tropical. Thèse de médecine vétérinaire, EISMV, Dakar, n°23, 122 p.

GWAZDAUSKAS (F.C.), 1985. Effect of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.*, 68 : 1568-1578.

GYAWU (P.), 1988. A study of some factors affecting the reproductive efficiency (*post-partum* anoestrus) in the N'Dama cattle in the tropics (Ghana and the Gambia). In : 11e congrès international sur la reproduction animale et l'insémination artificielle, Dublin, Irlande, 26-30 juin 1988, vol 2, communications brèves, p. 3.

GYAWU (P.), KABUGA (K.), ASARE (P.K.), KARIKARI (P.K.), APPIAH (P.), KWARTENG (F.A.) et AWUNYO (P.K.), 1991. Réponse des vaches N'Dama au traitement d'induction de l'oestrus par administration d'un analogue de la prostaglandine alpha (Cloprostenol) dans la zone forestière humide du Ghana. In : 3e réunion de coordination FAO/AIEA sur l'amélioration de la productivité du bétail africain, 20-25 mai 1991, Bingerville (Côte d'Ivoire).

GWAZDAUSKAS (F.F.), 1985. Effects of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.*, 68 : 1568-1588.

HAFEZ (E.S.E.), 1987. *Reproduction in farm animals*. Philadelphie, Lea and Febiger, 5e éd., 649 p.

HANSEN (P.J.), 1985. Seasonal modulation of puberty and the *post partum* anoestrus in cattle : a review. *Livestock Prod. Sci.*, 12 : 309-327.

HANZEN (C.), 1986. Endocrine regulation of *post partum* ovarian activity in cattle : a review. *Reprod. Nutr. Develop.*, 26 (6) : 1219-1239.

HANZEN (C.), LAURENT (Y.) et ECTORS (F), 1990. Etude épidémiologique de l'infécondité bovine : 2. L'évaluation des performances de reproduction. *Annls Méd. vét.*, 134 (2) : 105-114.

HARESIGN (W.), 1983. Underfeeding and reproduction : physiological mechanisms. *In* : *Reproduction des ruminants en zone tropicale*. Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983 : 339-365. (Colloques de l'INRA n° 20)

HINE (R.S.), 1988. *Concise veterinary dictionary*. N. Y., Oxford Univ. Press. p. 747.

HOLNESS (D.H.), 1983. The effects of pre and *post partum* levels of nutrition on fertility in cattle. *In* : *Reproduction des ruminants en zone tropicale*. Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983 : 379-388. (Colloques de l'INRA n° 20)

HOSTE (C.H.), CHALON (E.), D'IETEREN (G.) et TRAIL (J.C.M.), 1983. Le bétail trypanotolérant en Afrique Occidentale et centrale. Vol 3 : bilan d'une décennie. Rome, FAO.

HUBBERT (W.T.), 1972. Recommendations for standardising bovine reproductive terms. *Cornell vet.*, 62 (2) : 216-237.

HUMBLOT (P.) et THIBIER (M.), 1981. Utilisation de schémas thérapeutiques dans un programme de contrôle de l'infécondité dans un troupeau de vaches laitières. *Recl Méd. vét.*, 157 (1) : 91-104.

HUMBLOT (P.) et THIBIER (M.), 1994. Apports des dosages hormonaux dans le diagnostic et le traitement des problèmes de reproduction chez la vache. *Elev. Insém.*, février (259) : 1-18.

HUMBLOT (P.) et THIBIER (M.), 1994b. Evaluation comparée des méthodes de diagnostic de gestation chez les bovins. *Elev. Insém.*, avril, 3-18.

IEMVT, nd. Définition des paramètres zootechniques concernant la reproduction, l'économie du bétail de boucherie en élevage bovin, ovin, caprin. Maisons-Alfort, IEMVT, Division de l'enseignement et des études pédagogiques, 19 p.

IEMVT-CIRAD, 1990. Le transfert d'embryons, utilisation et perspectives en Afrique. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 5)

IEMVT-CIRAD, 1991a. L'insémination artificielle : sa place dans le développement de l'élevage bovin en Afrique tropicale. 10 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 5)

IEMVT-CIRAD, 1991b. L'insémination artificielle bovine en Afrique tropicale. II. Objectifs et stratégie. 8 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 8)

IEMVT-CIRAD, 1991c. L'insémination artificielle bovine en Afrique tropicale. III. Structures et organisation. 8 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 9)

IGBOELI (G.) et RAKHA (A.M.), 1971a. Ejaculation and ejaculate characteristics of Angoni (shorthorn zebu) bulls. *J. Reprod. Fert.*, 26 : 183-187.

IGBOELI (G.) et RAKHA (A.M.), 1971b. Gonadal and extragonadal sperm reserves of indigenous central african bulls. *J. Reprod. Fert.*, 25 : 107-109.

IKEDE (B.O.), ELHASSAN (E.) et AKPAVIE (S.O.), 1988. Reproductive disorders in African trypanosomiasis : a review. *Acta trop.*, 45 : 5-10.

INRAP, 1988. Reproduction des mammifères d'élevage. Paris, Editions Foucher, 239 p.

INRA-UNCEIA, 1990. Blastographie. Transfert. Fécondation *in vitro* et clonage d'embryons bovins. *Elev. Insém.*, janvier, 235 : 39 p.

JEANNIN (P.), GRIEVE (A.S.), AGYEMANG (K.), CLIFFORD (D.J.), MUNRO (C.D.) et DWINGER (R.H.), 1987. Reproductive performance of N'Dama cattle kept under village management in the Gambia. African trypanotolerant livestock network meeting. Nairobi. Kenya. 174-183.

JONDET (R.) et RABADEUX (Y.), 1976. Utilisation du test de thermorésistance dans l'appréciation de la valeur du sperme congelé de taureau. *Elev. Insém.*, novembre, 156 : 13-19.

JOSHI N.R., 1957. Les bovins d'Afrique. Types et races. Rome, FAO, Etudes agricoles n°37, 317 p.

LACROIX, 1977. Cours de chef de centre d'insémination artificielle. Rambouillet, CEZ.

LAJILI Hakim, 1987. Transplantation embryonnaire chez les bovins : réponse au traitement de superovulation dans les conditions tunisiennes. Thèse de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie.

LAKHDISSI (H.), LAHLOU-KASSI (A.) et THIBIER (M.), 1988. Conduite de la reproduction en grands troupeaux laitiers dans les conditions marocaines. I. Influence du programme d'action vétérinaire intégré de reproduction sur les bilans de fertilité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 41 (3) : 293-299.

LAMBLIN (J.), 1977. Traitement des métrites chroniques de la vache par la prostaglandine F2 alpha. Thèse de médecine vétérinaire, ENV Alfort, n° 97, 84 p. (p. 18).

LANDAIS (E.), 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du nord de la Côte d'Ivoire. Tome II. Données zootechniques et conclusions générales. Maisons-Alfort, IEMVT, octobre, 435-498.

LANDAIS (E.), 1984. Reproduction des bovins en élevage sédentaire traditionnel dans le nord de la Côte d'Ivoire. In : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983. Versailles, INRA Publ. Éd., Les colloques de l'INRA n° 20, 113-131.

LANDAIS (E.) et SISSOKHO (M.M.), 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, IEMVT/ISRA : 433-485.

LEPERRE (P.), DWINGER (R.H.), RAWLINGS (P.), JANNEH (L.), ZURCHER (G.), FAYE (J.) et MAXWELL (J.), 1992. Etude des paramètres zootechniques de la race N'Dama en milieu traditionnel villageois en Gambie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 45 (1) : 55-62.

LEVASSEUR (M.C.) et THIBAUT (C.), 1980. De la puberté à la sénescence. Paris, Masson éd., 120 p.

LOISEL (J.), 1976. Comment situer et gérer la fécondité d'un troupeau laitier ? Paris, ITEB, février, 27 p. + annexes.

MALMEJAC J., 1969. In : *Encyclopaedia Universalis*, 1992, tome 8.

MAMBOUE (E.), 1987. Quelques aspects de la reproduction chez la femelle Baoulé (*Bos taurus*) : comportement d'oestrus et étude du post-partum. Mémoire de fin d'étude. Ouagadougou (Burkina), Institut de Developement Rural, Elevage. 89 p.

MARIANA (J.C.), 1969. Technique d'examen in vivo des ovaires chez la vache. - *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 9 : 657.

MARTIN (V.), 1993. Intérêt d'une protéine sérique de gestation, la PSG 60 dans le suivi de reproduction. 51 p + annexes. (Mém. DESS Prod. anim. en régions chaudes)

MASON (I.L.), 1988. *World dictionary of livestock breeds*. Farnham Royal, Bucks, Angleterre, C.A.B., 348 p.

MAULE (J.P.), 1990. *The cattle of the tropics*. Edinburg, Ecosse, C.T.V.M., 225 p.

M'BAYE (M), DIOP (P.E.H.) et N'DIAYE (M.), 1991. Etude du cycle sexuel chez la vache de race N'Dama. - In : *Rapport du 3e atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest et centrale*, Bingerville (Côte d'Ivoire), 20-25 mai 1991, Banjul (Gambie), projet FAO/RAF/88/100, 34-35.

Mémento de l'agronome, 1993. Paris, Ministère de la Coopération, 4e éd., 1635 p. (Collection "Techniques rurales en Afrique")

MEYER (C.), 1982. Manuel d'insémination artificielle bovine. Projet pour le développement de l'élevage au Nord-Kivu (Zaïre). Rome, FAO, 37 p.

MEYER (C.) et YESSO (P.), 1991a. Courbe de progestérone plasmatique du cycle oestral chez les races taurines trypanotolérantes de Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (2) : 193-198.

MEYER (C.) et YESSO (P.), 1991b. Etude des chaleurs des vaches trypanotolérantes N'Dama et Baoulé en Côte d'Ivoire. I. Particularités des composantes comportementale et organique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (2) : 199-206.

MEYER (C.) et YESSO (P.), 1995. Etude des chaleurs des vaches trypanotolérantes N'Dama et Baoulé en Côte d'Ivoire. II. Composante hormonale (LH). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 67 (1) : 95-99.

MEYER (C.), YESSO (P.) et TOURE (G.), 1992. Rapport semestriel du programme reproduction. Premier semestre 1992. Bouaké (Côte d'Ivoire), IDESSA, Département Elevage. 16 p.

MEYER (C.), YESSO (P.) et YO (T.), 1993. Puberté de génisses N'Dama, Baoulé et métis. Influence de l'alimentation. In : Tascher (G.), Letenneur (L.), eds, Actes de la 7e conférence internationale des institutions de médecine vétérinaire tropicale. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, sept. 1992. Feldafing, DSE, Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT, p. 379- 384.

MUKASA-MUGERWA (E.), 1989. A review of reproductive performance of female *Bos indicus* (zebu) cattle. Addis-Ababa, ILCA, August, 134 p. (monograph n° 6)

MUKASA-MUGERWA (E.), AZAGE TELEGNE, TAFESSE MESFIN et YIHUN TEKLU, 1991. Reproductive efficiency of *Bos indicus* (zebu) cows under artificial insemination management in Ethiopia. *Anim. Reprod. Sci.*, 24 (1,2) : 63-72.

NIBART (M.), 1991. Le transfert embryonnaire et les biotechnologies appliquées : bissection et sexage. *Recl Méd. vét.*, n° spécial, Reproduction des ruminants, mars-avril, p. 261-289.

NIBART (M.), THUARD (J.M.) et HUMBLLOT (P.), 1996. Le programme français du sexage embryons bovins. *Elev. Insém.*, février, 271 : 10-18.

OIE, 1985. Maladies transmissibles par la semence et les techniques de transfert d'embryons. Paris, OIE. Série technique n° 4, 119 p.

OLUTOGUN (O.) et DETTMERS (A.), 1986. Reproductive performances of trypanotolerant cattle breeds under ranching conditions in the humid tropics of Nigeria. - 3rd world congress on genetics applied to livestock production. Lincoln, USA. 325-330.

OSEI (S.A.), KARIKARI (P.), GYAWU (P.), TUAH (A.K.), BUADU (M.K.) et GKESE (A.), 1989. Influence de la saison sur les performances de reproduction des bovins au Ghana. - *In* : 2e Atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolerant en Afrique de l'Ouest et centrale, Harare (Zimbabwe), 4-8 sept 1989, FAO/RAF/98/100, Banjul, ed. (Gambie), p. 33.

OSEI (S.A.), KARIKARI (P.), TUAH (A.K.), GYAWU (P.), OPOKU (R.S.) ASIAMAH (M.) et HEATHCOTE (D.C.), 1991. Caractéristiques de la reproduction des races bovines locales élevées en ferme au Ghana. *In* : Rapport du 3e atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolerant en Afrique de l'Ouest et centrale, Bingerville (Côte d'Ivoire), 20-25 mai 1991, Banjul (Gambie), projet FAO/RAF/88/100, p. 19-35.

OTT (R.S.), 1991. Aptitude à la fertilité des mâles en élevage extensif. *Contracept. Fertil. Sex.*, 9 : 749-755.

OTT (R.S.), BRETZLAFF (K.N.) et HIXON (J.E.), 1986. Comparison of palpable corpora lutea with serum progesterone concentrations in cows. *J.A.V.M.A.*, 188 (2) : 1 417-1 419.

OTT (R.S.), GOFFAUX (M.) et THIBIER (M.), 1987. Examen morphologique des spermatozoïdes. *Elev. Insém.*, 221 : 15-20.

PAPARELLA (G.). Physiologie et pathologie de la reproduction chez le zébu. Mémoire de pathologie de la reproduction, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 1974, 216 p. + annexes.

PAREZ (M.) et DUPLAN (J.M.), 1987. L'insémination artificielle bovine. Reproduction. Amélioration génétique. Paris, ITEB/UNCEIA, 256 p.

PARKINSON (T.J.), 1985. Seasonal variation in semen quality of bulls and correlations with metabolic and endocrine parameters. *Vet. Record*, 117 : 303-307.

PAYNE (W.J.A.), 1970. Cattle production in the tropics. Tropical Agriculture Series. 1 : 31-67.

PETIT (M.), 1979. Maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. Paris, ANFEIA, UNCEIA, juil., p 12-70.

PHILIPOT (J.-M.). Mise à la reproduction, insémination : délais à revoir. *Bull. Tech. Insém. artif.*, 1995, 76 : 24-25.

QUITTET (E.), 1959. L'insémination artificielle dans l'espèce bovine. Paris, Hachette, Encyclopédie des connaissances agricoles, 200 p.

RALAMBOFIRINGA (A.), 1975. Contribution à l'étude de la physiologie de la reproduction, la méthodologie de détection des chaleurs et la technologie de l'insémination artificielle chez les vaches N'Dama en Côte d'Ivoire. Thèse Méd. vét., ENV Lyon, n° 74, 94 p.

RALAMBOFIRINGA (A.), 1978. Note sur les manifestations du cycle oestral et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 31 (1) : 91-94.

ROBERTS (C.J.) et GRAY (A.R.), 1973. Studies on trypanosome - resistant cattle. I. The breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and Zebu cattle. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 5 : 211-219.

ROCHA (A.), MACKINNON (D.) et MANDLHATE (F.), 1986. Physical examination of the reproductive organs of range bulls in Mozambique. *Theriogenology*, mars, 25 (3) : 405-411.

ROSENBERGER (G.), 1979. Examen clinique des bovins. Méthodes, résultats, interprétation. Maisons-Alfort, Le Point Vétérinaire éd., 526 p.

SANYANG F.B., 1993. On station artificial insemination trial in N'Dama cattle in the Gambia. In : Amélioration génétique des bovins de l'Afrique de l'Ouest. Etude FAO production et santé animales n° 10, p. 227-228.

SCHAMS (D.), SCHALLENBERGER (E.), HOFFMANN (B.) et KARG (H.), 1977. The oestrous cycle of the cow : hormonal parameters and time relationships concerning oestrus, ovulation and electrical resistance of the vaginal mucus. *Acta Endocr.*, 86 : 180-192.

SEDES, 1975. Etude de la structure et de la dynamique des troupeaux bovins. Méthodologie pratique. Paris, SEDES, 227 p.

SEDES, 1977. Statistique de la production animale des pays tropicaux. Aide-mémoire à l'usage des agents des services de la production animale. Paris, SEDES, 191 p.

SEIDEL (G.E.) et SEIDEL (S.M.), 1991. Training manual for embryo transfer in cattle. Rome, FAO, FAO Animal production and health paper 77, 164 p.

SEKONI (V.O.) et GUSTAFSSON (B.K.), 1987. Seasonal variations in the incidence of sperm morphological abnormalities in dairy bulls regularly used for artificial insemination. *Br. vet. J.*, 143 (4) : 312-317.

SEKONI (V.O.), KUMI-DIAKA (J.), SAROR (D.I.), NJOKU (C.O.) et OLORUNJU (S.A.S.), 1988. Seasonal and monthly variations in the incidence of morphological abnormalities in bovine spermatozoa in Shira, Zaria, northern Nigeria. *Animal Reprod. Sci.*, 17 (1-2) : 61-67.

SLIMANE N., OUALI F., CHETOUI C., GTARI S., MALLEK Z. et THIBIER M., 1991. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins en Tunisie : application des traitements combinés à base de progestérone-PMSG et progestogène-PMSG. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (4) : 481-486.

SOLTNER (D.), 1993. La reproduction des animaux d'élevage. Zootechnie générale, tome 1. 49130 Ste-Gemmes-sur-Loire, Sciences et techniques agricoles. 2e éd., 232 p.

TAMBOURA (H.H.), 1989. Influence du climat sur la production spermatique et la qualité du spermogramme de taureaux reproducteurs (de sang "N'Dama) en zone forestière tropicale humide. Mémoire de diplôme d'études approfondies d'écologie tropicale, Faculté des Sciences et Techniques, Univ. Nat. de Côte d'Ivoire, 73 p. + ann.

TAXIT (R.), 1966. Les anomalies de la spermatogénèse animale. Thèse de médecine vétérinaire, ENV Lyon, 128 p.

TEKELYE BEKELE et KASALI (O.B.), 1988. Infertility problems of cattle in Africa. In : Msalla Ed., Proceedings of the 6th Tanzanian Veterinary Association Scientific Conference, Arusha (Tanzania), 6-8 dec 1988, v 6, p. 153-172.

THIBIER (M.), 1976. Le cycle sexuel des mammifères domestiques. I. Description du cycle sexuel de la vache. *Econ. Méd. anim.*, 17(3) : 117-134.

THIBIER (M.), 1982. Le programme d'action vétérinaire intégré de reproduction. *Bull. Techn. d'Ins. Artif.*, 25 : 17-22.

THIBIER (M.), 1989. Besoins de connaissance des caractéristiques de reproduction du bétail trypanotolérant. *In* : 2e Atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest et centrale, Harare (Zimbabwe), 4-8 sept 1989, FAO/RAF/98/100, Banjul, éd. (Gambie), p. 3-10.

THIBIER (M.), 1993. Analyse critique des services d'insémination artificielle dans les pays en développement. *In* : Rome, FAO, Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest, p. 91-106.

THIBIER (M.) et COLCHEN-BOURLAUD (M.A.), 1972a. Le choix du jeune taurillon sur sa fonction sexuelle. *Elev. Insém.*, janvier, 127 : 3-44.

THIBIER (M.) et COLCHEN-BOURLAUD (M.A.), 1972b. Le choix du jeune taurillon sur sa fonction sexuelle (suite et fin). *Elev. Insém.*, mars, 128 : 3-23.

THIBIER (M.) et GOFFAUX (M.), 1986. Fécondité et fertilité dans l'espèce bovine : démarche épidémiologique. Colloque de la société française pour l'étude de la fertilité, p. 101-127.

THIBIER (M.) et SAUMANDE (J.), 1974. Concentrations plasmatiques de la 17α -hydroxyprogestérone et de la progestérone au cours de la phase folliculaire de la vache. *C.R. Soc. de Biol.*, 168 : 1186-1191.

THIMONIER (J.), 1978. L'activité ovarienne chez les bovins. Moyens d'étude et facteurs de variation. *Annls Méd. Vét.*, 122 : 81-92.

THIOMBIANO (D.) Mlle, 1989. Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé (*Bos taurus*). Mémoire de fin d'étude, Ing. du Dév. rural (IDR), Univ. Ouagadougou, Burkina Faso, juin, 81 p.

TIDORI (E.), SERRES (H.), RICHARD (D.) et AJUZIOGU (J.), 1975. Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 28 (4) : 499-511.

TOURNEUR (J.C.), SILVA MENA (C.) et THIBIER (M.), 1981. Analyse de la fonction sexuelle des jeunes taurillons de race Normande. Résultats de 1979-1980. *Elev. Insém.*, mai, 183 : 27-30.

TRAORE (A.) et BAKO (G.), 1984. Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au CRZ de Sotuba (Mali). II. Caractéristiques du cycle oestral et de l'oestrus. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (4) : 585-487.

UNCEIA, 1966. Plan d'examen du taureau en vue de son achat comme reproducteur ou de l'étude expérimentale de la fonction sexuelle. Extrait de *Elev. Insém.*, juillet, n° 94, 16 p.

UNCEIA, 1974. Rapport d'activité, année 1974, 25. Dosages hormonaux, p. 114-150.

VILLEMIN (M.), 1975. Dictionnaire des termes vétérinaires et zootechniques, 2e éd., Paris, Vigot Frères, 512 p.

VINCENT (C.K.), 1972. Effects of season and high environmental temperature on fertility in cattle : a review. *J.A.V.M.A.*: 1333-1338.

VIVIEN-ROELS B, 1980. Activité sexuelle et glande pinéale. *La recherche*, 113 : 833-836.

WEISGOLD (A.D.) et ALMQUIST (J.O.), 1979. Reproductive capacity of beef bulls. VI. Dairy spermatozoal production, spermatozoal reserves and dimensions and weight of reproductive organs. *J. Anim. Sci.*, 48 (2) : 351-358.

YESSO (P.), MEYER (C.) et KONE DOFFANGUI, 1991. Reprise *post-partum* et cyclicité des vaches trypanotolérantes en fonction de la variation saisonnière en région centre de Côte d'Ivoire. In : 3e atelier de travail sur la reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest et centrale. Bingerville, Côte d'Ivoire, 20-25 mai 1991. Banjul (Gambie), Projet FAO/RAF/88/100 éd., août 1991, p. 36-54.

YESSO (P.), MEYER (C.) et YAO (K.M.), 1986. Quelques résultats de la reproduction des bovins Baoulé et N'Dama au Centre Elevage IDESSA de Bouaké (Côte d'Ivoire). Min. de Rech. Sci., IDESSA, note technique n° 05/86/ZOOT/CE-IDESSA, 15 p.

**LISTES DES TABLEAUX
ET DES FIGURES**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Performances de reproduction comparées en milieu villageois et en station	8
Tableau 2 : Poids des ovaires (g) des Baoulé, zébu soudanien et vaches européennes	14
Tableau 3 : Caractéristiques des mensurations testiculaires gauches de taurillons F.F.P.N., Normands et Holstein âgés de 9, 12 et 15 mois	26
Tableau 4 : Concentrations de testostérone et de LH dans le sang à âge-type chez des taurillons de race Frisonne en France	28
Tableau 5 : Caractéristiques statistiques de 5 variables quantitatives du sperme de taureau de race F.F.P.N. (Prim'Holstein) âgé de 45 à 63 semaines	30
Tableau 6 : Caractéristiques statistiques de 9 variables quantitatives du sperme de taureau de race F.F.P.N. âgé de 45 à 63 semaines	31
Tableau 7 : Guide d'interprétation du spermogramme du taureau européen (normes approximatives)	32
Tableau 8 : Caractéristiques comparées du sperme de taureaux adultes de races tropicales et européennes	34
Tableau 9 : Concentration de progestérone dans le plasma et dans le lait de vaches allaitantes, 21 jours après leur insémination	41
Tableau 10 : Interprétation des niveaux de progestérone plasmatique pour définir l'état physiologique d'une vache, brebis, chèvre ou jument	44
Tableau 11 : Estimations de l'âge à la puberté des vaches N'Dama, Baoulé, croisées et zébus	51
Tableau 12 : Estimations du poids à la puberté des vaches N'Dama, Baoulé, croisées, zébus et européennes	52

Tableau 13 : Estimations de l'âge au premier vêlage des vaches N'Dama, Baoulé, croisées et zébus	53
Tableau 14 : Estimations de la durée du cycle oestral des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes	57
Tableau 15 : Estimations de la durée de l'oestrus des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes	59
Tableau 16 : Les durées de gestation relevées dans la littérature varient avec la race des vaches	82-83
Tableau 17 : Estimations de la durée de gestation des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes	86
Tableau 18 : La fertilité apparente dépend de l'intervalle vêlage - 1ère I A	88
Tableau 19 : Evénements après le vêlage de vaches laitières européennes	89
Tableau 20 : La proportion de vaches cyclées varie selon le mois de vêlage et le mois de prélèvement (durée de l'intervalle <i>post-partum</i>) (Côte d'Ivoire)	90
Tableau 21 : Estimations de la durée de la reprise de l'activité sexuelle <i>post-partum</i> des vaches N'Dama, Baoulé, zébus et européennes	93
Tableau 22 : Estimations de la durée de l'intervalle entre mises bas des vaches N'Dama, Baoulé et zébus	94
Tableau 23 : Estimations de la fertilité des vaches N'Dama, Baoulé et zébus	95
Tableau 24 : Mortalité embryonnaire tardive lors de synchronisation des chaleurs avec des implants en races N'Dama et Baoulé	107
Tableau 25 : Moment moyen d'apparition des chaleurs (h) après le retrait d'implants ou de spirales en races N'Dama et Baoulé (valeurs limites selon les essais)	108
Tableau 26 : Situation de l'insémination artificielle et du transfert embryonnaire en Afrique	113

Tableau 27 : Examens pour infertilité chez la vache (résumé)	135-136
Tableau 28 : Principales anomalies du spermogramme dues à quelques affections des organes génitaux mâles	139
Tableau 29 : Spermogramme de taurillons Normands en station de contrôle zootechnique selon leur classement final	150
Tableau 30 : Paramètres concernant la reproduction en milieu traditionnel	163
Tableau 31 : Normes de reproduction chez les bovins laitiers européens	163
Tableau 32 : Définition des principaux paramètres de reproduction en milieu traditionnel	167
Tableau 33 : Répartition des femelles selon la classe d'âge et le nombre de veaux auxquels elles ont donné naissance	176

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Tractus génital du taureau zébu. Vue dorsale après isolement	12
Figure 2 : Tractus génital de la femelle zébu. Vue latérale droite, organes en place	15
Figure 3 : Tractus génital de la femelle zébu. Conformation intérieure	16
Figure 4 : Principales anomalies des spermatozoïdes du taureau classées selon Blom (1973), d'après Ott (1986), modifié par Dumont (1992)	23
Figure 5 : Principe du diagnostic précoce de gestation par dosage de progestérone	40
Figure 6 : Etude de l'activité ovarienne par dosage de la progestérone (principe)	42
Figure 7 : Proportion de génisses pubères selon l'âge	54
Figures 8 et 9 : Comportement autour des chaleurs	60

Figure 10 : Durée de l'oestrus en race Baoulé	60
Figure 11 : Variations nycthémérales de l'activité sexuelle, de la température ambiante et du pourcentage d'animaux mangeant, debouts ou couchés	61
Figure 12 : Evolution de l'ovaire pendant le cycle sexuel de la vache	62
Figures 13 et 14 : Consistance de l'utérus autour des chaleurs	64
Figures 15 et 16 : Oedème de la vulve autour des chaleurs	64
Figure 17 : Coupe mi-sagittale schématisée de l'hypothalamus et de l'hypophyse du chat	66
Figure 18 : Schéma du mécanisme hormonal du cycle de la vache	68
Figure 19 : Courbes de progestérone au cours du cycle oestral chez les races taurines N'Dama et Baoulé	70
Figure 20 : LH autour des chaleurs : cas particulier d'une vache N'Dama	70
Figure 21 : Comparaison entre le cycle menstruel de la femme et le cycle oestral de la vache	72
Figure 22 : Evolution des hormones oestradiol et progestérone pendant le cycle menstruel de la femme	72
Figure 23 : Typologie saisonnière de Bouaké (région Centre Côte d'Ivoire) pour la période 1953-1959	75
Figure 24 : Etude de la cyclicité : poids des vaches	76
Figure 25 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches en chaleur selon le mois	76
Figure 26 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches cyclées selon le mois	77
Figure 27 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches Baoulé cyclées selon la saison	77

Figure 28 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches cyclées selon le poids	78
Figure 29 : Etude de la cyclicité : proportion de vaches Baoulé cyclées selon le poids	78
Figure 30 : Nomenclature de termes concernant la gestation et la période néonatale chez la vache	81
Figure 31 : Dimensions tête-croupe du foetus pendant la gestation de la vache	84
Figure 32 : Durée de gestation (vaches Baoulé)	87
Figure 33 : Progestérone pendant la gestation de vaches N'Dama et Baoulé	87
Figure 34 : Proportion de vaches en activité ovarienne selon la durée <i>post-partum</i>	91
Figure 35 : Involution utérine de vaches Baoulé	91
Figure 36 : Reprise de la cyclicité <i>post-partum</i> (Baoulé) selon les composantes comportementale, organique et hormonale de la fonction sexuelle	91
Figure 37 : Principe de la synchronisation des chaleurs des vaches par deux injections de prostaglandines à 10 jours d'intervalle	101
Figure 38 : Principe de la synchronisation des chaleurs des vaches à l'aide d'implants sous-cutanés	102
Figure 39 : Schémas de traitements proposés pour des femelles cyclées	103
Figure 40 : Schémas de traitements proposés pour des troupeaux comprenant des femelles non cyclées, des femelles cyclées et des femelles dont on ne connaît pas l'activité ovarienne	103
Figure 41 : Schéma général classique des méthodes d'induction/synchronisation des chaleurs avec spirale ou implant	110
Figure 42 : Méthodes d'induction/synchronisation des chaleurs avec spirale ou implant en races Baoulé et N'Dama	110

Figure 43 : Influence du moment de l'insémination sur le pourcentage de réussite	118
Figure 44 : Le planning circulaire de fécondité	158
Figure 45 : Paramètres de reproduction en milieu traditionnel	166
Figure 46 : Flux de femelles et femelles reproductrices d'un troupeau	167
Figure 47 : Méthode graphique du calcul de l'âge moyen au premier vêlage à partir de l'évolution du nombre moyen de veaux par femelle en fonction de la classe d'âge des femelles	177

INDEX

Activité ovarienne	41-44
Age au premier vêlage	8, 160, 175-177
Alimentation et cyclicité	79
Alimentation et fertilité	131
Anatomie	11-16
Anatomique (composante, femelle)	37, 62-64, 155
Anatomique (composante, mâle)	19, 154
Animal détecteur des chaleurs	38-39
Appareil génital femelle (anatomie)	13-16
Appareil génital mâle (anatomie)	12-13
Ardeur sexuelle : voir Libido	
Avortement	141-142
Avortement provoqué	127
Avortement (taux)	165-169
Baoulé	5
Boute-en-train	20
Caryotype	147
Chaleurs : voir Comportement (composante comportementale, femelle) voir Détection des chaleurs	
Choix des reproducteurs	145-156
Collecte du sperme	20-21, 115
Congélation de la semence (tests de)	25
Comportement (composante comportementale, femelle)	37-39, 56-61
Comportement (composante comportementale, mâle)	19-20, 154
Congélation de la semence	25, 116-117
Cycle menstruel	72-73
Cycle oestral	55-79
Durée	55
Phases	56
Cyclicité et alimentation	79
Cyclicité (variations saisonnières)	73-79
Détection des chaleurs	37-39, 56-58, 117-118
Diagnostic de gestation	39-41, 46-48

Echographie	37
Endoscopie	37
Eosine-nigrosine	22
Fécondité	9, 164-176
Fertilité	92, 95, 164-176
Femme	72-73
FSH	65, 69
Gestation	80-87
Gestation (diagnostic de)	39-41, 46-48
Gestation (durée)	82-83, 85-87
Gn RH	65
Hormone (composante hormonale, femelle)	39-46, 65-72
Hormone (composante hormonale, mâle)	20, 28
Hypophyse	65-66
Hypothalamus	65-66
Infertilité	132-140
Insémination artificielle	111-122
Intervalle entre mises bas	9, 94, 160
LH (femelle)	46, 65, 69-71
LH (mâle)	28
Libido	19-20, 27-28, 149
Maîtrise de l'oestrus	99-110
Maîtrise de la sex-ratio	127-128
Maîtrise du part	127
Mensurations testiculaires	25-27, 148
Mises bas	
distribution saisonnière	9
intervalle	9, 94
taux moyen	9
Mise en place de la semence	117-120
Mortinatalité (taux)	165-169
N'Dama	4

Ocytocine	65
Oestradiol	71-73
Oestrus : voir Comportement (composante comportementale, femelle)	
Ovaire	13-14, 62-63, 67, 133
Palper transrectal	37
Pathologie de la reproduction	129-143
PAVIR	178
Performances de reproduction	155, 157-178
Phéromones	67
Planning de fécondité	158-159
<i>Post-partum</i>	85-93
Progestérone	39-46, 68-71
Dosage	43-46
Prolactine	65
Prolificité (taux)	165-169
PSG 60	48
PSPB	48
Puberté des génisses	49-55
Puberté des taurillons	29
Races	4-7
Récolte du sperme	20-21
Reproducteurs (choix des)	145-156
Schalm (test de)	24
Semence (préparation)	115-116
Sperme (examen)	20-25, 115, 154-155
Caractéristiques	29-34
Collecte (ou récolte)	20-21, 115
Spermatozoïdes	
Anomalies	22-24, 29-34
Concentration	21-22, 29-34
Motilité	21, 30-34
Production	25-27, 33-34
Vivants	22, 34
Spermogramme	29-34, 139, 149-151
Superovulation	43, 124-125
Synchronisation des chaleurs	99-110, 118

Taurins	4-5
Testicule	12, 137
Testostérone	20, 28
Tractus génital	11-16
Transfert embryonnaire	113, 123-126
Trypanosomose	3, 143
Vagin artificiel	20, 115
Variations saisonnières de la cyclicité	73-79
Zébus	6-7