

UNIVERSITE DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

ANNEE 1984

N° 2

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CONSEQUENCES
DU STRESS THERMIQUE
SUR LA FONCTION DE REPRODUCTION DES BOVINS**

T H E S E

présentée et soutenue publiquement le 30 avril 1984
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR
pour obtenir le grade de DOCTEUR-VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

COSTARGENT Frédéric

né le 17 mai 1957 à BOULOGNE - BILLANCOURT (FRANCE)

- Président du Jury : M. Hervé DE LAUTURE,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR
- Rapporteur : M. Ahmadou Lamine NDIAYE,
Professeur à l'E.I.S.M.V. de DAKAR
- Membres : M. Alassane SERE,
Maître de Conférences à l'E.I.S.M.V. de DAKAR
M. Pierre POL VINCKE,
Maître de Conférences à l'Institut des Sciences de l'Environnement
de DAKAR

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT POUR
L'ANNEE UNIVERSITAIRE 1983 - 1984

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1. - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA Maître-Assistant
Marcel NAGALO Moniteur

2. - PHYSIQUE MEDICALE-CHIMIE BIOLOGIQUE

Germain Jérôme SAWADOGO Maître-Assistant
Godefroy PODA Moniteur

3. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Charles Kondi AGBA Maître-Assistant
Mme Marie-Rose ROMAND Assistante de Recherches
Jean-Marie AKAYEZU Moniteur
Denis Boniface AKFLOGAN Moniteur

4. - PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Alassane SERE Maître de Conférences
Agrégé
Moussa ASSANE Assistant
Herménégilde TWAGIRAMUNGU Moniteur

5. - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph FANGUI Maître-Assistant
Jean BELOT Assistant
Yalacé KABORET Moniteur

6. - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES D'ORIGINE ANIMALE

Malang SEYDI Maître-Assistant
Serge LAPLANCHE Assistant
Léopoldine ABUL Monitrice

7. - MEDECINE-ANATOMIE-PATHOLOGIQUE-CLINIQUE AMBULANTE

Théodore ALOGNINOUBA Maître-Assistant
Roger PARENT Maître-Assistant
Bahissa BEMBAH Moniteur

8. - REPRODUCTION ET CHIRURGIE

Papa El Hassan DIOP Maître-Assistant
Eric HUMBERT Assistant
Ibrahima DIAWARA Moniteur

9. - MICROBIOLOGIE-PATHOLOGIE GENERALE-MALADIES

CONTAGIEUSES ET LEGISLATION SANITAIRE

Justin Ayayi AKAKPO	Maître-Assistant
Pierre SARRADIN	Assistant
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Emmanuel RUZINDANA	Moniteur

10. - ZOOTECHE-ALIMENTATION-DROIT-ECONOMIE

Ahmadou Lamine NDIAYE	Professeur
Abassa KODJO	Assistant
Soulèye DIOUF	Moniteur

CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Aladji YADDE	Moniteur
--------------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE	Maître de Conférences Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>
Alain LECOMTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>

AGRONOMIE

Simon BARRETO	Maître de Recherches O.R.S.T.O.M. <u>DAKAR</u>
---------------------	---------------------------------------------------

BIOCLIMATOLOGIE

Cheikh BA	Maître-Assistant Faculté des Lettres et Sciences Humaines <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>
-----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

BOTANIQUE

Guy MAYNART	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>
-------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

DROIT ET ECONOMIE RURALE

Mamadou NIANG	Docteur en Sociologie Juridique, Chercheur à l' I.F.A.N. <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE Assistant
Faculté des Sciences
Juridiques & Economiques
UNIVERSITE DE DAKAR

GENETIQUE

Jean Pierre DENIS Docteur Vétérinaire
Inspecteur Vétérinaire
L.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

RATIONNEMENT

Nd'aga MBAYE Docteur Vétérinaire
L.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

AGROSTOLOGIE

Jean VALENZA Docteur Vétérinaire
L.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

GUERIN Docteur Vétérinaire
L.N.E.R.V.

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1983-1984)

ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

Michel MORIN Professeur
Faculté de Médecine
Vétérinaire
SAINT-HYACINTHE-
QUEBEC

ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

Ernest TEUSCHER Professeur
Faculté de Médecine
Vétérinaire
SAINT-HYACINTHE-
QUEBEC

PARASITOLOGIE

Ph. DORCHIES Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

BIOCHIMIE VETERINAIRE

F. ANDRE Professeur
E.N.V. - NANTES

CHIRURGIE

J.F. GENEVOIS Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION - OBSTETRIQUE

Daniel TINTURIER Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

DENREOLOGIE

Jacques ROZIER Professeur
E.N.V. - ALFORT

PATHOLOGIE DES EQUIDES

R. MORAILLON Professeur
E.N.V. - ALFORT

PATHOLOGIE BOVINE

Jean LECOANET Professeur
E.N.V. - NANTES

PATHOLOGIE GENERALE-MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE

Jean OUDAR Professeur
E.N.V. - LYON

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Jean CHANTAL Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Philippe JAUSSAUD Maître-Assistant
E.N.V. - LYON

JE DEDIE CE TRAVAIL.....

- A tous ceux qui oeuvrent de par le monde pour protéger la vie animale
- A celle qui a quitté ce monde, alors que tant de kilomètres nous séparaient
- A mes parents pour leur contribution
- A mon frère et à ma belle-soeur, pour votre soutien malgré vos problèmes personnels
- A ma soeur Catherine, pour son sérieux dans ses études
- A ma tante Madeleine parce qu'elle a toujours répondu " présente "
- A Monsieur et Madame ROLLET pour leur dévouement, leur aide de tous les instants, MERCI
- A Madame Antoinette ROBERT pour sa merveilleuse disponibilité
- A Monsieur et Madame Robert DESCHAMPS pour leur chaleur familiale
- A Monsieur et Madame André BEAUFILS, les mots me manquent pour vous exprimer toute ma reconnaissance
- A Mademoiselle Geneviève BOIRET pour son affection indéfectible
- A Mademoiselle Odette ROLLET pour son encouragement et son soutien
- A mon ami de toujours le Docteur Vétérinaire Salif NITCHEMAN, au nom d'une amitié sans faille, vieille de plusieurs années

- A Francis BOURGOIS, au nom d'une amitié récente, pour sa patience, sa bonne humeur, son sens très développé " d'aide au prochain "
- A ma " fille " et future consœur Madame Evelyne FRINCE-TOSSOU pour son courage exemplaire dans le travail
- A mon futur confrère Alain ANGRAND en souvenir de notre collaboration chirurgicale
- A KHAZIN YONIS et sa famille pour les bons moments passés ensemble
- A YESSIR TAHA et sa famille pour leur sens très développé de l'accueil

A NOUR-EDDINE, MOUSTAPHA, SIDI, et à tous mes autres amis marocains

- A Madeleine NKELE pour son soutien
- A Mohamet DIAW pour son éternelle bonne humeur
- A tous mes promotionnaires de l'E.I.S.M.V.
- A toute la famille BOSTEELS pour les soirées passées ensemble
- A Madame Marie Joséphine BAKINE pour avoir tapé avec compétence cette thèse
- A Hermann Didier MABUDU pour s'être occupé de toute la partie technique de cette thèse
- A tous mes amis trop nombreux pour être cités ici....

A NOS MAITRES ET JUGES

- A Monsieur Hervé de LAUTURE
Professeur à la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar
- Pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de
présider ce jury de thèse - Merci

- A Monsieur Ahmadou Lamine NDIAYE
Professeur et Directeur de l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Pour votre esprit de méthode et de clarté, Vos multiples
charges ne vous ont pas empêchés d'être le rapporteur
de cette thèse - Merci

- A Monsieur Alassane SERE
Maître de conférences à l'E.I.S.M.V.
- Pour les riches enseignements que vous nous prodiguez
à l'école et pour votre disponibilité de toujours - Merci

- A Monsieur Pierre POL VINCKE,
Maître de conférences à l'Institut des Sciences de
l'Environnement de Dakar
- Vous nous faites honneur en acceptant d'être parmi nos
juges.

- A Monsieur Jean Pierre DENIS
Docteur Vétérinaire, Chef du Service de Zootechnie
L.N.E.R.V. Dakar-Hann
- Pour nous avoir suggéré le sujet de cette thèse, et
avoir accepté de diriger ce travail.

Nos hommages respectueux et toute notre reconnaissance

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

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
 <u>PREMIERE PARTIE</u>	
1. - Troubles de la reproduction dûs à la chaleur.....	4
1.1. - Adaptation des animaux à la chaleur.....	4
1.1.1. - Mesure des conditions climatiques	4
1.1.2. - Evaluation de la résistance de l'animal	4
1.2. - Effets des hautes températures sur les femelles....	12
1.2.1. - Retard de puberté	12
1.2.2. - Action sur le cycle sexuel	13
1.2.3. - Action sur la fertilité	16
1.2.4. - Action sur la viabilité du produit.....	19
1.3. - Effets des hautes températures sur les mâles.....	20
1.3.1. - Retard de puberté	20
1.3.2. - Qualité du sperme	21
 <u>DEUXIEME PARTIE</u>	
2. - Mécanisme d'action du stress thermique sur la fonction de reproduction	35
2.1. - Rappels physiologiques	35
2.2. - Réponses hormonales	39
2.3. - Action sur l'appareil génital	50
2.4. - Action sur l'embryon et le fœtus	51
 <u>TROISIEME PARTIE</u>	
3. - Amélioration pratique de l'efficacité reproductrice....	55
3.1. - Dispositifs de protection	55
3.2. - Amélioration de la détection de l'oestrus.....	58
3.3. - Programmation des saillies à une période favorable	59
3.4. - Alimentation.....	62
 <u>ANNEXE</u> : Les connaissances à acquérir	64
 <u>CONCLUSIONS GENERALES</u>	66
 <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	68

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

Les variations saisonnières de la fertilité sont bien connues chez les bovins. Il semble que les individus ne se reproduisent bien que lorsque les conditions biologiques, par conséquent climatiques sont satisfaisantes.

Si la température ambiante est trop élevée ou trop basse, l'énergie de l'organisme est employée pour une grande part afin d'assurer la thermorégulation.

Il y a une hiérarchie dans les fonctions à satisfaire et l'animal, qui par suite du milieu ambiant, lutte contre le froid ou la chaleur, doit avant tout survivre pour n'assurer qu'ultérieurement sa progéniture.

Ces effets existent dans les pays tempérés, mais sont accentués dans les pays tropicaux, à cause d'un environnement naturel difficile. On peut considérer que les conditions climatiques ont un effet direct et indirect sur le bétail.

* direct

- c'est à dire sur l'animal lui-même, l'influence du stress thermique se retrouve dans les performances de reproduction du mâle, mais aussi de la femelle.

- chez le mâle

on constate que l'aptitude à féconder la femelle apparaît plus tardivement en climat chaud. La qualité de la semence subit des variations en fonction de la température ambiante durant l'année. D'où l'intérêt de la vulgarisation de l'insémination artificielle, qui permet d'utiliser toute l'année du sperme récolté à une période où sa qualité est maximale.

Cependant les races locales peuvent par un mécanisme anatomique spécial (plissement de la peau du scrotum) contrer l'influence du stress thermique et préserver la spermatogénèse.

- chez la femelle

La durée du cycle reproductif est plus longue, l'étude de l'influence du stress sera plus étendue.

Comme chez le mâle on note un retard de puberté, mais également l'impact sur le cycle sexuel n'est pas négligeable, puisque la durée de l'oestrus ainsi que la longueur du cycle oestral est modifiée.

Le stress agit à tous les stades, depuis la formation des gamètes, jusqu'au moment de la naissance du produit (viabilité).

Généralement les effets de la chaleur appliquée précocement lors de la fécondation, restent latents et apparaissent plus tardivement. L'équilibre des hormones de la production est également perturbé.

✱ Indirect

Le disponible fourrager est fonction des conditions climatiques environnantes, or les animaux ne peuvent se reproduire correctement que si l'alimentation qu'ils reçoivent est suffisante (en qualité et quantité). On voit donc l'interrelation existante.

Mais l'impact de l'environnement se situe également au niveau de la capacité technique du personnel et de la pathologie (la chaleur favorise l'apparition de certaines maladies).

Dans le but de bien cerner les conséquences du stress thermique sur la fonction de reproduction des bovins, notre étude se divisera en 4 parties :

- 1ère partie : les troubles de la reproduction dues à la chaleur
- 2ème partie : le mécanisme d'action du stress thermique sur la fonction de reproduction
- 3ème partie : les améliorations pratiques de l'efficacité reproductive.

PREMIERE PARTIE

LES TROUBLES DE LA REPRODUCTION

DUS A LA CHALEUR

1. - Les troubles de la reproduction dûs à la chaleur

1.1. - Adaptation des animaux à la chaleur

1.1.1. - Mesure des conditions climatiques

Comme l'ont montré les essais en chambres bioclimatiques et sur le terrain, l'action du climat chaud sur les animaux est liée à la température et à l'hygrométrie.

Kelly et Bond (1971) ont défini un coefficient journalier utilisé dans la plupart des publications, le T.H.I. (température humidity Index) qui permet d'apprécier de manière chiffrée, l'action du climat par ses composantes essentielles sur la vie animale.

$T.H.I. = 55 DE + 2 DF + 17,5 = \text{Index température et humidité}$

DE = température maximale sèche en °F

DF = point de rosée calculée au minimum d'humidité relative en ° F.

1.1.2. - Evaluation de la résistance de l'animal

On note une adaptation variable des différentes races (les zébus sont plus résistants que les taurins) qui se traduit par une série de mécanismes physiologiques, permettant de réduire la charge calorique :

- métabolisme plus bas
- évapotranspiration
- polypnée

Malgré cela, les performances des animaux s'en ressentent.

On possède de nombreux résultats, tant expérimentaux que sur le terrain qui permettent d'effectuer des comparaisons raciales.

La distinction de cycles nyctéméraux, dans l'activité vasomotrice, respiratoire et la sudation est constatée dans toutes les saisons.

Les valeurs maximales sont atteintes :

- en hiver : pays tempérés (lutte contre le froid)
- en "été" : pays chauds (lutte contre la chaleur) (8).

Il est intéressant de signaler chez les bovins, le rôle primordial de la façon dont le stress thermique est appliquée (10) sur le métabolisme de la production de chaleur.

- s'il est appliqué de manière aigue et violente (exposition de l'animal pendant une courte période à des températures hautes), le métabolisme de production de chaleur augmente, le stress thermique est mal supporté
- si par contre le stress thermique est appliqué régulièrement, de manière chronique (exposition sur une période prolongée à des chaleurs douces) la production de chaleur métabolique tend à regresser, à chuter, le stress est mieux supporté.

Ainsi des génisses exposées à des températures augmentant progressivement de 10 à 35° C présentent (9) :

- une diminution de la consommation d'oxygène de 110 à 85 l/h
- une augmentation du volume respiratoire : 80 l/mn
- une diminution de la température rectale de 1,2° C

l'humidité de l'atmosphère intervient également.

Mac Lean cité par MORAG (1971) (8) montre que la production de chaleur chez des taureillons ne change pas quand la température ambiante augmente de 15 à 40 ° C avec une humidité basse, Inversement elle augmente quand l'atmosphère est très humide à 35° C.

Par contre sur de jeunes boeufs (stressés entre 20 et 40°C) une augmentation de la production de chaleur de 40 % est constatée seulement quand la ration de foin est majorée de 3 kg supplémentaires(8).

Bien que tous les animaux des différentes races et catégories étudiées, répondent à des expositions chroniques à la chaleur en diminuant leur production de chaleur, la température ambiante à partir de laquelle cette production diminue varie beaucoup, elle est de :

- * 22° C pour les vaches en lactation : Brown-swiss
- * 24° C pour les vaches en lactation : Holsteins
- * 35° C pour les vaches en lactation : Brahmins.

Ces résultats sont dus à l'action des différents facteurs qui modifient la tolérance à la chaleur (8).

- l'âge
- le niveau de production
- le potentiel génétique.

a) L'âge

La réponse à la chaleur d'un veau Jersiais de 8 semaines est différente de celle d'un adulte.

L'augmentation initiale de la température rectale et de la respiration est moins rapide et les valeurs d'équilibres atteintes par ces deux variables plus hautes chez le veau.

Des résultats identiques ont été constatés parmi d'autres races, notamment :

- Red-Sindhi
- races africaines

dans la fourchette d'âge :

- 8 à 24 mois pour les 1er,
- 1 à 2 ans pour les autres.

La tolérance à la chaleur augmente surtout après 2 ans, et devient stable dès l'âge de 4 ans et au-dessus.

Quand on compare la relation entre l'âge et la tolérance à la chaleur des différentes races, il est important de comprendre que l'âge chronologique d'un animal ne peut pas être identifié à son âge physiologique.

Les races tropicales sont pubères plus tard que les races des régions tempérées.

b) Le niveau de production

Un haut niveau de production est associé à une très grande production de chaleur et cela déprécie la résistance des animaux. Cela est particulièrement vrai pour la production laitière. Les vaches laitières sont moins tolérantes à la chaleur que les autres.

c) Le potentiel génétique

* différences entre races

La supériorité du point de vue tolérance à la chaleur du bétail tropical, par rapport aux animaux européens est bien connue. D'où l'intérêt des mélanges, en effet les croisements Red-Sindhi-Jersiais sont plus résistants que les sujets Jersiais en race pure. Les résultats sont identiques quand on compare les individus Sindhi-Holsteins et pure Holsteins.

D'une manière générale Bos Indicus est plus tolérant à la chaleur que Bos taurus.

* différences entre races, types et individus

Même à l'intérieur des groupes : bétail européen, bétail local des différences de résistance se font sentir.

Ainsi la Jersiaise est plus tolérante à la chaleur que la Holsteins, la conséquence en est que les Holsteins à l'inverse des Jersiaises ont tendance à se coucher dans l'eau et la boue.

Seath cité par Berman et Co (1971) - (9), estime que l'hérédabilité de la résistance aux fortes températures (exprimé par rapport à la température rectale) pour les bovins laitiers est de 15 à 30 %.

L'établissement de plusieurs classes de bétail tolérant entre les races ou les types de bovins est rendue difficile par les grandes variations existantes entre les individus à l'intérieur de chaque race ou type.

Certains auteurs (19) ont tenté de classer les bovins en 3 groupes :

1er groupe : les animaux laitiers

supportent péniblement le stress thermique, à cela 2 causes :

- le métabolisme de base est supérieur de 10 % par rapport à celui des bovins de boucherie
- leur rythme respiratoire est toujours inférieur à celui des autres entraînant une diminution des possibilités d'élimination de la chaleur.

2ème groupe : les animaux de type rustique

se comportent d'une manière inverse, leur température rectale reste faible, à cause d'une faible production de chaleur

Leur rythme respiratoire est plus élevé que les animaux laitiers.

3ème groupe : les animaux à viande de résistance intermédiaire

thermogénèse - thermorégulation - thermolyse.

Les variations génétiques de la thermotolérance chez les bovins ont pour causes la diversité des sources productives de chaleur. Par conséquent les mécanismes de thermorégulation sont variables (38).

1) La thermogénèse (production de chaleur

Elle peut varier avec :

- le rythme nyctéméral

la nuit, les systèmes nerveux et musculaires sont au repos, ce qui entraîne une réduction du métabolisme donc de la thermogénèse.

- l'activité sexuelle

les hormones sexuelles femelles agissent non seulement sur le déroulement du cycle oestrien, mais aussi sur le métabolisme de base.

- la digestion

la production de chaleur liée à la digestion provient d'une part du travail propre du tube digestif, d'autre part de l'action dynamique spécifique liée à l'utilisation des nutriments.

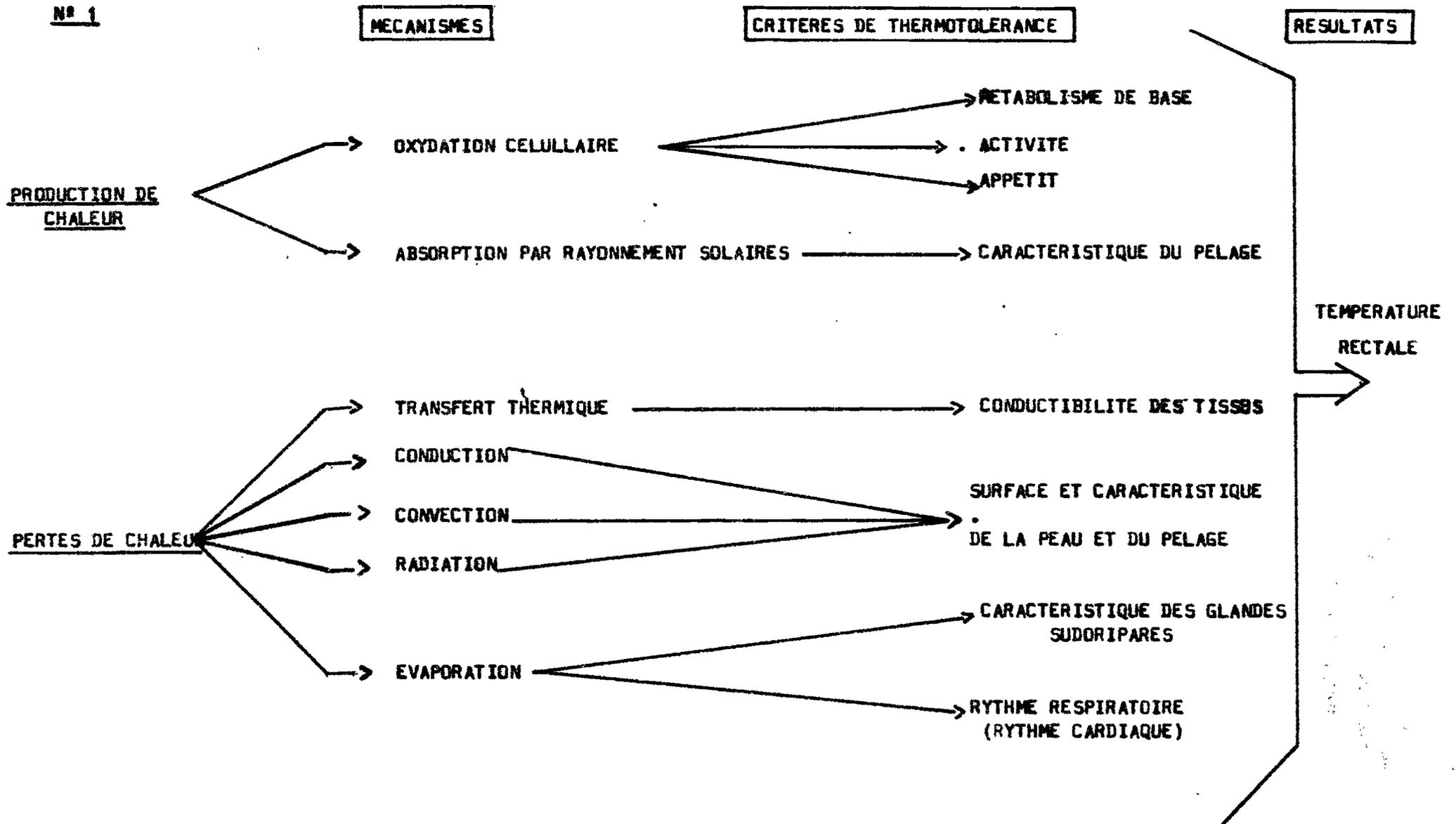
Les rations à forte composante fibreuse produisent relativement plus de chaleur que les rations plus concentrées.

- le travail musculaire.

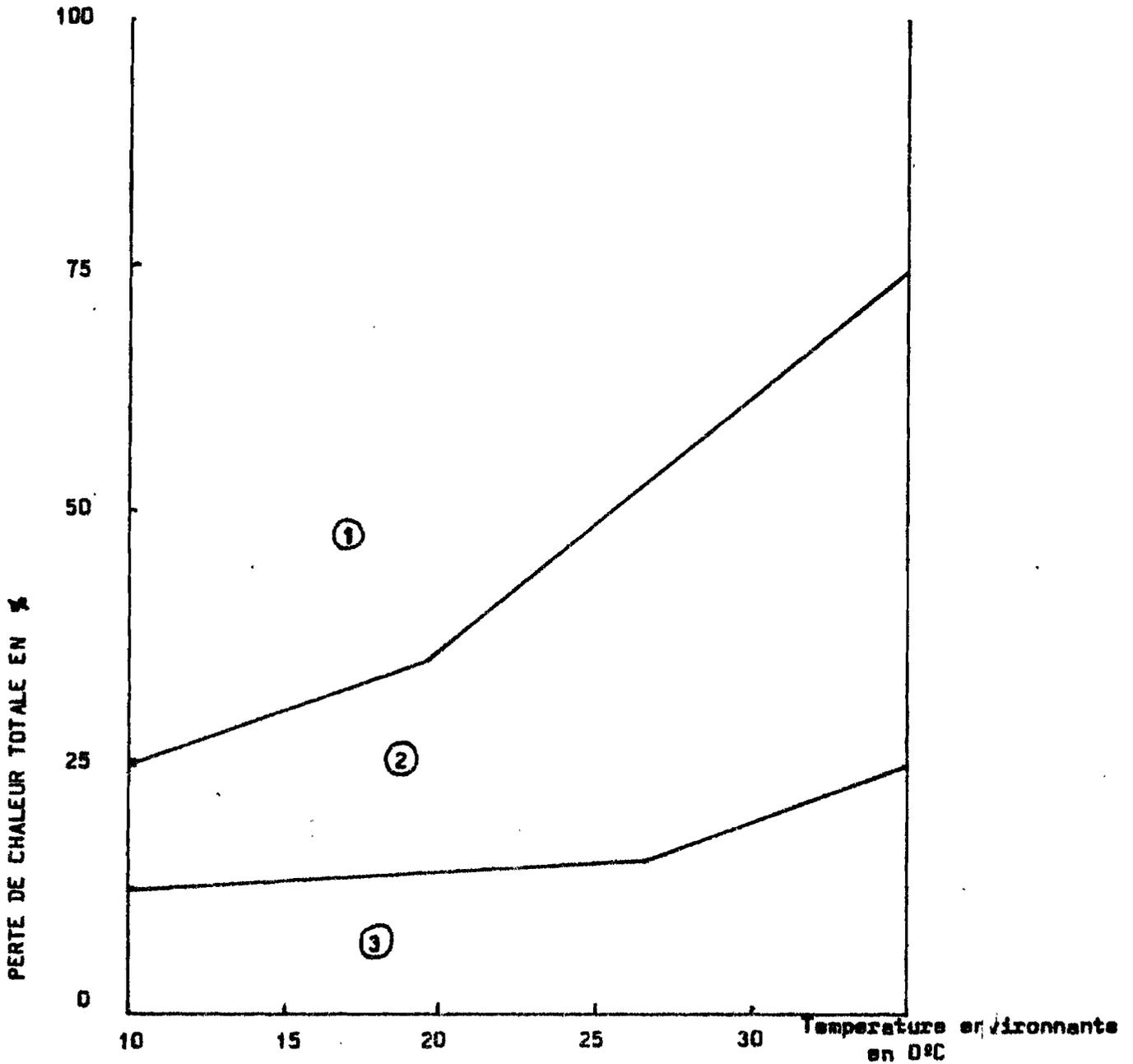
presque 75 % de l'énergie consommée par le muscle lors de la contraction est restituée sous forme d'énergie calorifique.

La thermogénèse augmente donc avec le travail musculaire.

TABLEAU RECAPITULATIF : PRODUCTION ET PERTE DE CHALEUR CHEZ LES BOVINS (CRITERE DE THERMOTOLERANCE)



LA REPARTITION DES PERTES DE CHALEUR DE MANIERE EVAPORATIVE ET NON EVAPORATIVE
CHEZ LES BOVINS . (Klibuet et Brody cites par Halipre 1971)

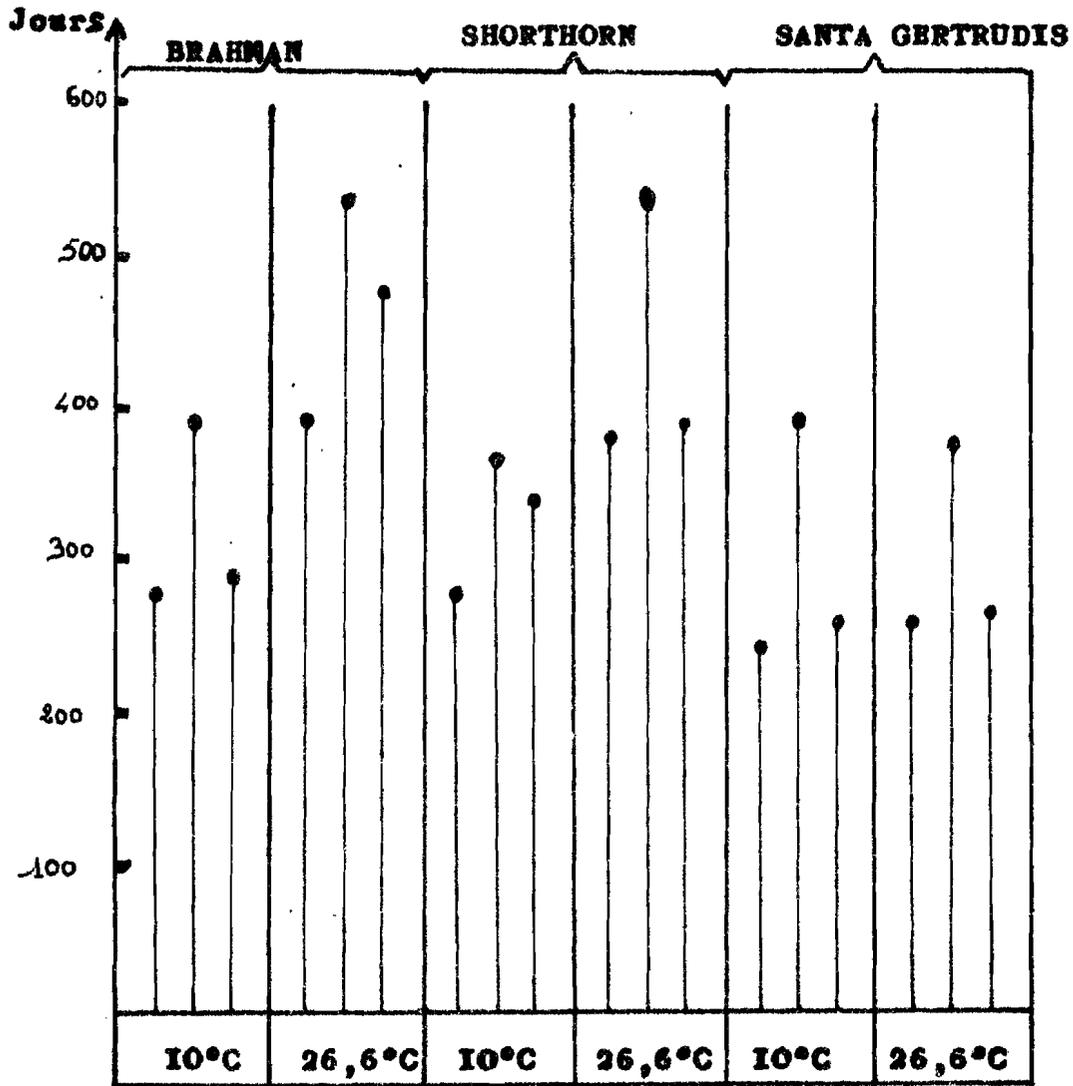


- ① Perte de chaleur de maniere non évaporative
- ② Perte de chaleur par évaporation cutanée
- ③ Perte de chaleur par évaporation pulmonaire

Fig : I /

Fig : 2/

SCHEMA COMPARATIF DE L'AGE D'APPARITION DE LA PUBERTE
(EN JOURS) CHEZ DES GENISSES SOUMISES A I TEMPERATURE
AMBIANTE CONSTANTE DE 10°C ET 26,6°C /



D'APRES DALE, RAGSTALE ET CHENG (1959)

2) Thermolyse

Il existe de nombreuses voies pour éliminer la chaleur produite (tableau 1).

3) Thermorégulation

Consiste à doser équitablement les deux éléments que sont la thermogénèse et la thermolyse, pour éviter qu'un déséquilibre ne se produise, néfaste ou perturbateur du bon rendement zootechnique de l'animal.

Pour modérer les élans de la thermogénèse, l'animal a deux possibilités :

- si la chaleur est modérée : perte de chaleur de façon non évaporative
- si la chaleur est importante : perte de chaleur par évaporation cutanée et pulmonaire (figure 1).

1.2. - Effets des hautes températures sur les femelles

1.2.1. - Retard de puberté

Depuis longtemps dans les pays chauds, on a cherché à mesurer l'incidence de la température atmosphérique sur la fécondité de la vache.

Mais celle-ci n'est pas la seule à se trouver affectée, l'âge d'apparition de la puberté, et l'activité ovarienne peuvent aussi subir l'influence du facteur thermique (32).

L'apparition des premières chaleurs n'est pas insensible à l'action de la température ambiante, de légères augmentations de quelques degrés accélèrent la maturation folliculaire.

Par contre une exposition prolongée à la chaleur, de génisses de races différentes a des conséquences intéressantes sur l'âge d'apparition du 1er cycle (figure 2).

Les jeunes femelles se développent avec une rapidité variable et la puberté apparaît plus tardivement à 26,6° C qu'à 10° C.

La tolérance à la chaleur se manifeste par une croissance plus rapide pour les brahmans, leur tardive maturité sexuelle est l'effet direct de la température, plus qu'un effet de la nutrition.

Elles atteignent à 25,5° C la puberté à 463 j, alors que les deux autres races seulement entre 290 et 420 jours.

Lors de la puberté, les brahmans (à 25,6° C) ont atteint 60 % de leur poids d'adulte, comparé aux 39 et 45 % des autres groupes shorthorn et santa gertrudis.

Les shorthorns présentent un ralentissement de leur croissance à une exception près, une génisse plus tolérante qui pèse 50 kg de plus que les autres à 25,5° C. Par contre elle ne devient pubère qu'à 560 j, alors que les autres du même groupe le sont entre 370 et 380 j.

Dans les conditions naturelles, les shorthorns sont actives sexuellement plus précocement et avec un format plus petit que celles qui sont exposées à 25,5° C ou même 10° C.

Les santa gertrudis, enfin ne semblent pas affectées par les conditions thermiques élevées.

1.2.2. - Action sur le cycle sexuel.

Les perturbations notées sont variables. Elles peuvent concerner la périodicité du cycle qui est parfois allongé.

Cependant, l'action la plus fréquente a lieu sur l'oestrus dont les manifestations sont plus discrètes et la durée plus courte, allant jusqu'à un anoestrus total. Sur le terrain on note pratiquement un allongement entre le vêlage et les premières chaleurs décelées.

1.2.2.1. - Durée du cycle

↳ Étude en chambre bioclimatique (47)

La longueur moyenne du cycle oestral est de :

- 19,5 jours à 18,2° C
- 21,5 jours à 33,5° C (parfois 23 jours).

- Etude en milieu naturel

Comme en chambre bioclimatique, la longueur du cycle sexuel est plus long sous les climats chauds. (76).

1.2.2.2. - Durée et Intensité de l'oestrus

1.2.2.2.1. - Durée

Les hautes températures environnementales semblent provoquer un écourtement de la durée de l'oestrus.

- Etude en milieu naturel

En Louisiane (USA) (région chaude), les vaches holsteins et jersiaises ont un oestrus dont la durée oscille entre 12 et 13 h, ce qui représente une durée inférieure de 5-6h à celle rencontrée sous les climats tempérés (10).

- En chambre bioclimatique

Durée moyenne :

- à 18,2° C : 16,8 h
- à 33,5° C : 11,9 h (47) (figure 3).

1.2.2.2.2. - Intensité

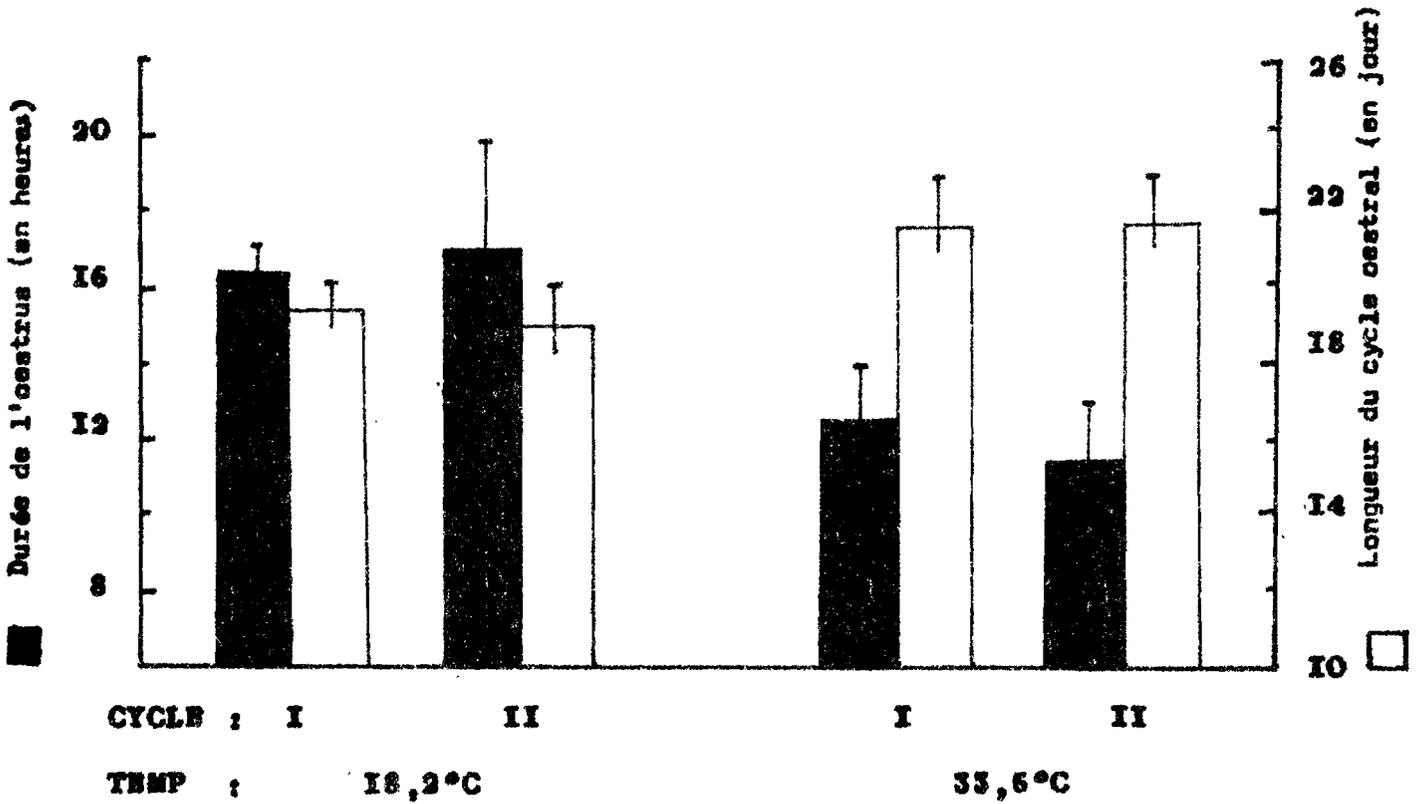
Les manifestations de l'oestrus sont moins évidentes chez les races bovines tropicales, conséquence de l'influence de la chaleur ambiante.

Il en va de même pour les vaches Arussi (Ethiopie) dont les chaleurs calmes et la période d'anœstrus, présentent des problèmes pour l'insémination.

Le nombre relativement élevé de saillies exigées par conception s'explique sans doute par la brièveté du cycle oestral et la difficulté d'établir avec exactitude le moment opportun garantissant une insémination fécondante

Fig : 3 /

EFFET DES TEMPERATURES ENVIRONNEMENTALES DE
18,2°C ET 33,6°C SUR LA DURÉE DE L'ŒSTRUS
ET DU CYCLE ŒSTRAAL



D'APRES MADAN ET JOHNSON (1973)

1.2.2.3. - Apparition de l'anestrus

L'anestrus apparaît fréquemment si l'on soumet au stress thermique des génisses à viande, conditionnées aux climats froids. Cependant il n'est pas définitif car les femelles s'habituent aux fortes températures et le cycle redevient normal dès la 16^e semaine (10).

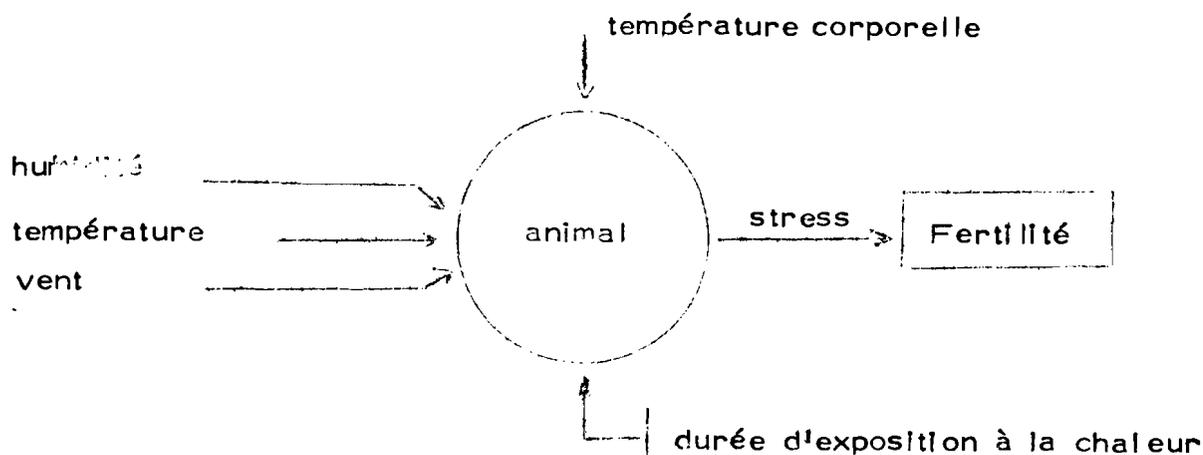
Par contre, si le stress devient plus important, l'anestrus réapparaît, la poursuite du cycle nécessitant une nouvelle période d'adaptation.

1.2.3. - Action sur la fertilité

Tous les auteurs ont noté une baisse importante de la fertilité.

Les saillies et inséminations infécondées sont plus nombreuses en période chaude. Il existe une corrélation entre l'élévation de la température utérine (lors de l'insémination et le jour suivant l'insémination) et la réduction de la fertilité.

Les stress environnementaux responsables de la baisse de la fertilité sont très diversifiés.



La diminution de la fertilité intervenant suite au stress thermique se retrouve non seulement chez la femelle, mais aussi chez le mâle. Généralement, pendant les mois chauds et humides (aux USA mois d'été (76, 69)).

Cette diminution de la fertilité n'est pas observée dans toutes les races, elle existe pour les vaches de race : guerneseys et holsteins, contrairement aux jersiaises et aux hyhides (races européennes - zébus en Afrique).

Deux éléments essentiels permettent de comprendre la baisse de productivité des femelles

- L'infertilité est comparable quelque soit l'origine de la semence
- les animaux élevés hors de la zone expérimentale durant la même période et fécondées avec la semence des mêmes taureaux ont des résultats supérieurs.

On peut donc en déduire que les deux facteurs responsables sont :

- la baisse des pourcentages de réussite de la fécondation
- une forte mortalité embryonnaire (69)

Pour certains auteurs, la température ambiante ne modifie pas à elle seule la fertilité des femelles, la luminosité intervient aussi, ensemble ils diminuent le temps de survie des spermatozoïdes jusqu'à l'ovulation (32).

D'autres attribuent à la chaleur une action propre (Villegas cité par Grandjean 1971) (32).

Ainsi à Singapour, des vaches holsteins vivant dans une étable climatisée à 21° C sont gestantes à 58 %, contre 25 % pour le groupe témoin vivant à l'extérieur.

Tous les points de vue ne sont pas unanimes, quand à l'effet du stress thermique sur la fertilité des femelles.

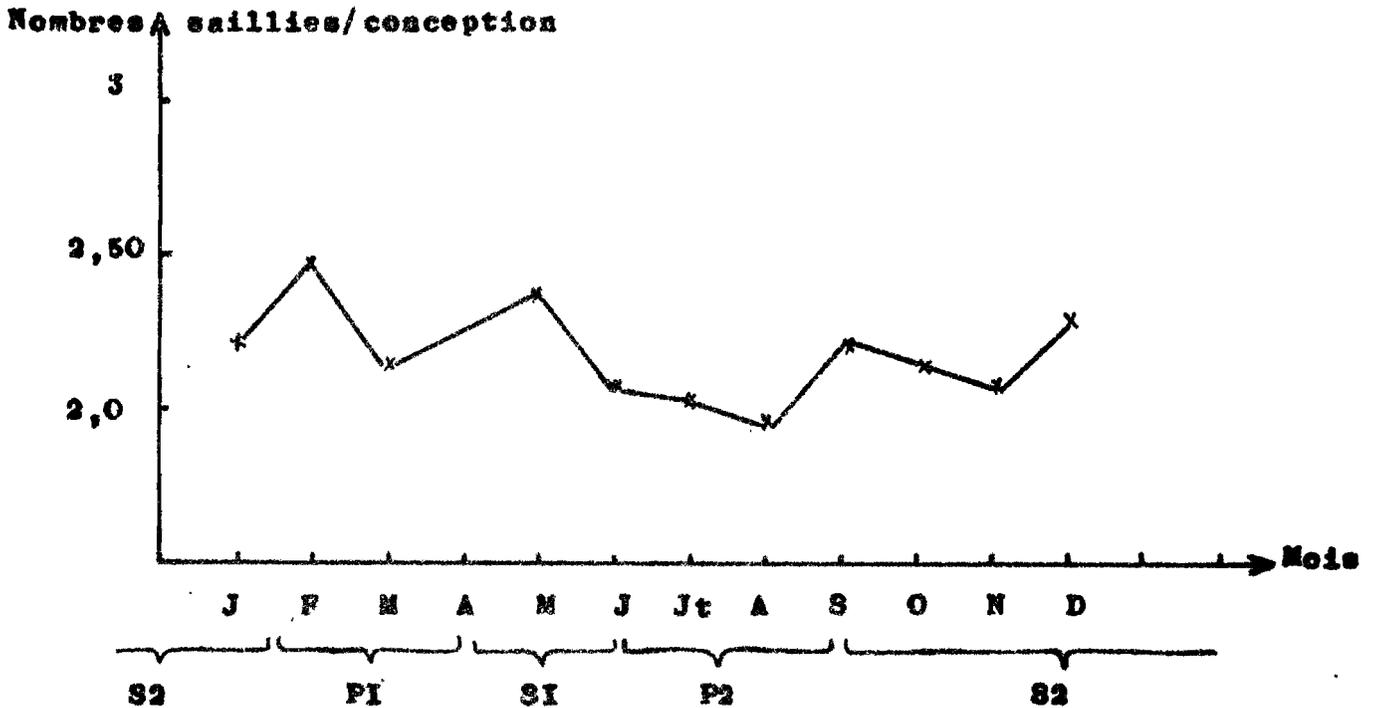
Wilson cité par Grandjean (1971) prouve que les températures de l'été tropical imposées aux vaches en oestrus ne sont pas incompatibles avec la fertilité,

En effet, au Nyassaland (Afrique du Sud) les veaux zébus naissent à 61 % pendant la période de juin à octobre et seulement 10 % de décembre à avril.

Le maximum d'activité sexuelle chez la vache apparaît donc de septembre à décembre, époque où la température est la plus élevée 30° C et plus.

NOMBRES MOYENS DE SAILLIES PAR CONCEPTION SELON LE MOIS .

Fig : 4 /

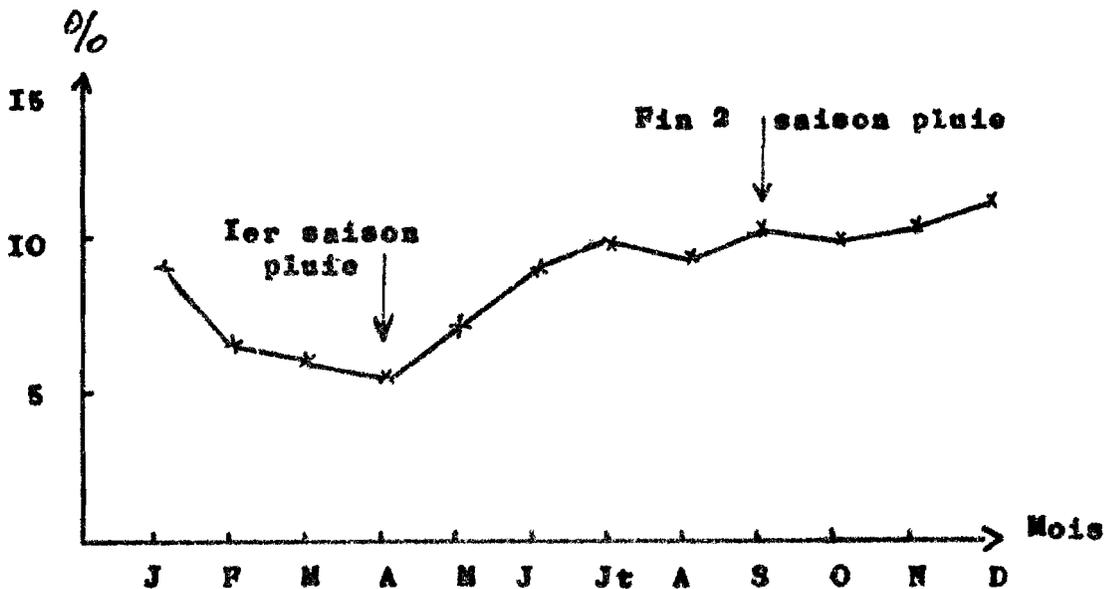


S₁ } SAISON SECHES PORTES TEMPERATURES 26 → 32°C
 S₂ }

P₁ } PETIT SAISON PLUIE } FORTE HUMIDITE TEMPERATURE PLUS CLEMENTE .
 P₂ } GRANDE SAISON PLUIE }

Fig : 5 /

PROPORTION DE FEMELLES EN CHALEUR DU TROUPEAU SELON LE MOIS



Pour le bétail local, les résultats obtenus sont parfois différents, comme en témoigne le comportement sexuel des vaches Arussi (Ethiopie) (71).

Leur regain d'activité sexuelle coïncide avec la première saison des pluies et atteint son maximum à la fin de la 2ème période où la température est plus clémente (figure 4 et 5).

On peut constater que

- le nombre de saillies par conception est moins élevé pendant la période estivale (juin à septembre : F2 : saison des grandes pluies) et pendant la petite saison des pluies (février à avril F1).
- le nombre de vaches qui entrent en chaleur augmente avec le début des pluies.

Etant donné que la 1ère saillie a lieu environ 6 semaines avant la conception, le regain d'activité oestrale coïncide avec la première saison des pluies et atteint son maximum à la fin de la 2ème.

CONCLUSION

Comment comprendre alors les résultats obtenus par Villegas, si l'on ne fait pas intervenir le rôle de l'adaptation générale et de la tolérance à la chaleur.

Nous touchons là un des aspects du problème de l'acclimation des races européennes en pays tropical.

La température atmosphérique a donc une influence Incontestable sur l'activité sexuelle de la femelle. Celle-ci peut être favorable lorsque les variations sont de faibles amplitudes, elle est nettement défavorable et même souvent néfaste quand le facteur température se manifeste, excéssivement dans un sens ou dans l'autre.

1.2.4. - Action sur la viabilité du produit

Certains auteurs ont constaté une diminution du poids à la naissance et de la viabilité du produit, après une période chaude. Ceci peut aller jusqu'à l'avortement.

En effet, les hautes températures peuvent avoir des effets négatifs au détriment de la durée de la gestation, ainsi si l'on expose deux holsteins-frisonnes (à 4, 5 et 6 mois de gestation) pendant 27 h à 33° C, un avortement se produit 2 jours après (76).

Parfois l'influence de la chaleur n'est pas suffisante pour provoquer un avortement, par contre la viabilité du produit n'est pas bonne, et la mortalité post-natale intervient dans :

- 8 % pour les races locales
- 35 % races anglaises importées.

en Afrique du Sud, et sous des conditions thermiques naturelles (12).

Le poids à la naissance est un facteur dont la variation est une conséquence du stress subi par la femelle. Les veaux nés en Afrique du Sud pendant l'été ont un poids inférieur de 25 % par rapport à ceux nés en hiver (76).

1.3. - Effet des hautes températures sur les mâles

1.3.1. - Retard de puberté

Les hautes températures ont comme chez les femelles, la même action, elles retardent l'apparition de la puberté, en plus diminuent la qualité de la semence, par contre n'altèrent pas la libido chez le mâle.

Ainsi 10 jeunes taurillons jersiais placés dans une chambre bioclimatique à 35° C, 8h/j., 26 semaines avant l'âge présumé de la puberté, présentent un retard important dans l'apparition de celle-ci (76).

Derivaux et Co (cités par Grandjean) (32), arrivent aux mêmes résultats avec des jeunes taurillons européens importés en régime tropical, à l'exception de la libido qui reste faible pendant de long mois.

Le retard d'apparition de la puberté des taurillons de race européenne importés en Afrique est due à 2 types d'action de la chaleur

- directe sur le testicule
- indirecte par les relais endocriniens.

✱ Directe

La température la plus favorable au début de la spermatogénèse et à sa poursuite est celle du scrotum, 4 à 5° C inférieure à celle du corps.

La constance de la température scrotale est assurée par un mécanisme thermorégulateur (d'origine réflexe ou humoral selon les auteurs), que seuls possèdent les taureaux originaires d'Afrique,

Les fibres dartoïques et le crémaster se contractent et remontent le testicule près de la chaleur abdominale ou bien se relâchent et l'éloignent en fonction de la température externe.

Cependant les fortes chaleurs mettent parfois en défaut ce mécanisme et chez les animaux adaptés aux climats chauds, la peau elle-même intervient.

En Afrique du Sud, pendant la canicule, qui retarde la puberté des taureaux européens, les taureaux afrikanders deviennent puberts, la peau de leur scrotum se ride, s'épaissit et devient mauvaise conductrice de la chaleur.

✱ Indirecte

De nombreux auteurs ont soupçonné la part que pouvait prendre la thyroïde et à un moindre degré les surrénales dans le fonctionnement testiculaire quand l'animal est soumis à une forte température (32, 9).

1.3.2. - Qualité du sperme

L'effet dépressif de la chaleur sur la qualité de la semence produite par un taureau stressé thermiquement, est bien connu.

L'exposition de l'animal, même pendant une période très courte (12 h), affecte la spermatogénèse, l'endroit généralement atteint est le tube séminifère. Cependant 5 à 8 semaines sont nécessaires à l'animal pour retrouver l'intégrité de la fonction testiculaire.

Le stress thermique à court terme est un élément important agissant sur la fertilité.

Certains auteurs travaillent sur des taureaux Herford, soumis à des insulations artificielles du scrotum sur une période de 24 - 72h, ont pu préciser que les spermatozoïdes les plus résistants à la chaleur sont ceux de la queue de l'épididyme contrairement à ceux de la tête (76).

L'atteinte de la qualité spermatique du mâle est également obtenue, si l'on soumet l'animal, non plus à des courtes périodes de chaleur, mais à des cycles thermiques (alternativement 40° C, 27° C) artificiels.

Les différents paramètres qui caractérisent la semence sont perturbés :

- motilité très faible
- concentration peu importante
- augmentation des spermatozoïdes anormaux.

Ces effets sont plus marqués chez les mâles de races pures (européennes) que chez les taureaux croisés (zébus - races importées).

Par contre dans ce cas, le temps de récupération pour obtenir une semence de nouveau normale est de 9 semaines après le stress. Le rétablissement est plus rapide et complet chez les croisements Red-Sindhi que chez les Holsteins et Brown-swiss (46).

Mais les taureaux vivant à l'extérieur, sous les climats chauds, sont soumis également à des cycles naturels, de température que sont les saisons. Il est intéressant de constater que les variations des différents paramètres caractérisant la semence, se font dans le même sens que pour les animaux soumis à des cycles thermiques artificiels, mais à un degré moindre puisqu'ici des races locales africaines sont étudiées (zébu gobra) au C.R.Z. de Dahara-Djoloff - Sénégal (4, 5, 6).

Les différents paramètres du sperme sont :

- la motilité
- le volume
- le pourcentage de vivants-mobiles
- le pourcentage d'anomalies totales.

TABLEAU N° 2
VARIATIONS SAISONNIERES DES CARACTERISTIQUES DU SPERME DE GOBRA

		Motilité	Volume	Concentration	% Vivants
	n	10	10	10	10
Janvier - Février	XI 97	3,5	5,95	840 000	64
Mars		0,45	2,17	-	114
		0,70	1,55	-	11,25
Avril - Mai - Juin	n	1 3	4,8	800 000	60
Jullet - Août	n IX 97	22	21	22	22
Septembre		3,08	5,15	763 636,36	58,04
		0,74	10,20	-	337,04
		0,88	3,27	-	18,79
Octobre - Novembre	n IX 97	11	11	11	11
Décembre		3,4	3,5	872 727,27	62,72
		0,62	1,50	-	160,83
		0,83	1,28	-	13,65

σ = Ecart type

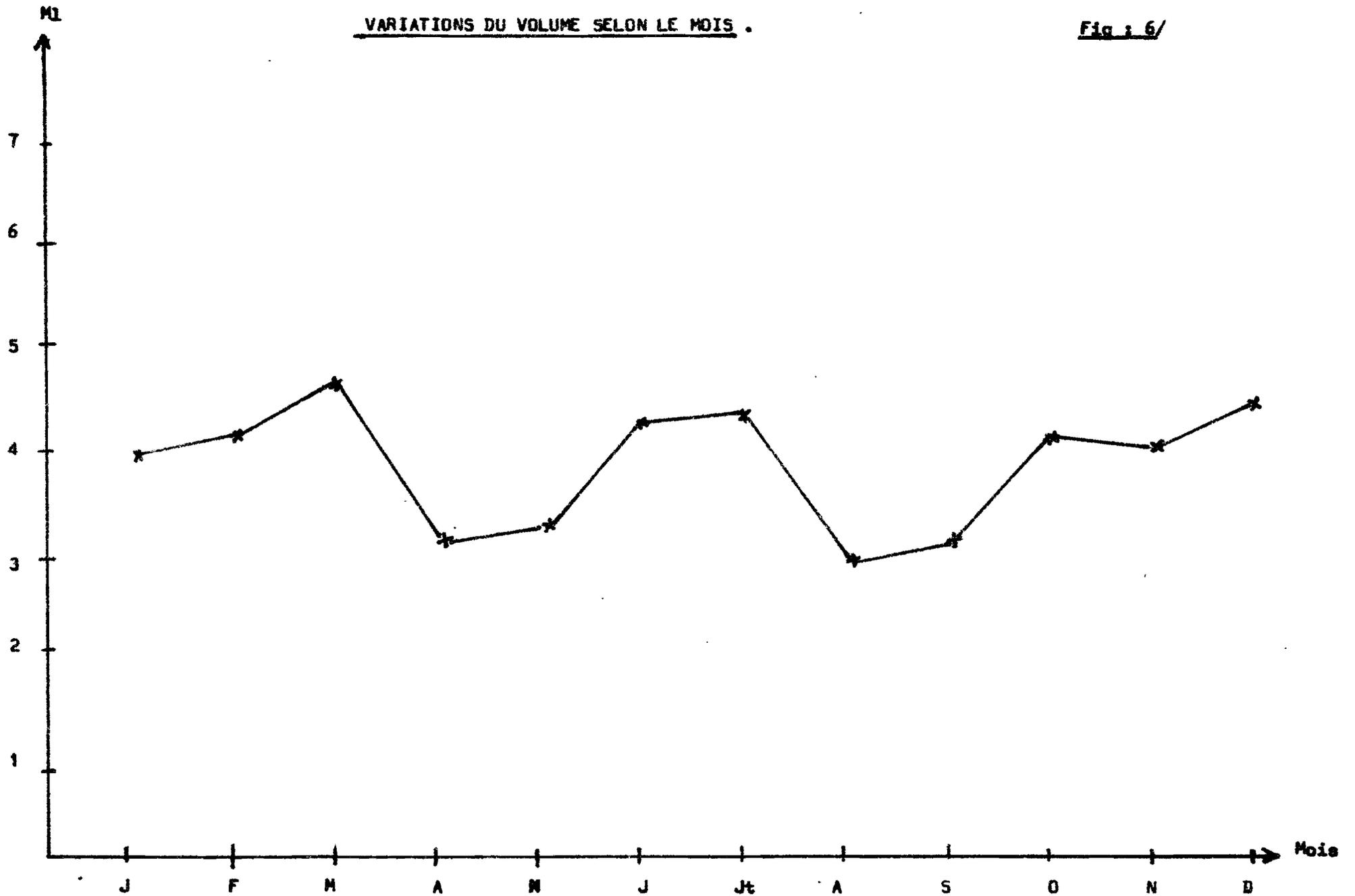
s² = Variance

D'après rapport annuel C. R. Z. DAHRA (1980)

SPERMIOLOGIE DU ZEBU GOBRA : RAPPORT C.R.Z. DE DARHA -DJOLOFF 1981

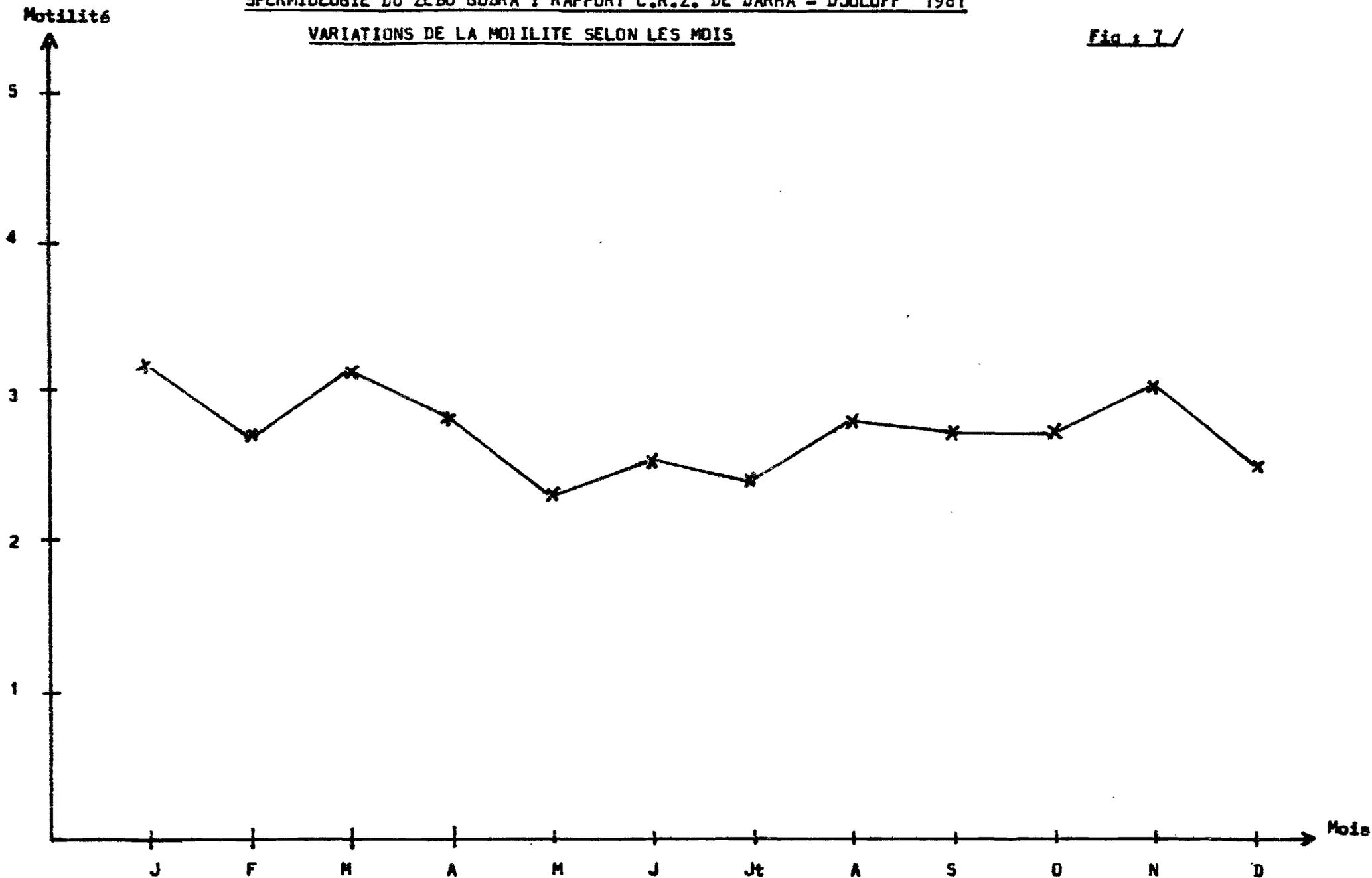
VARIATIONS DU VOLUME SELON LE MOIS .

Fig : 6/



VARIATIONS DE LA MOTILITE SELON LES MOIS

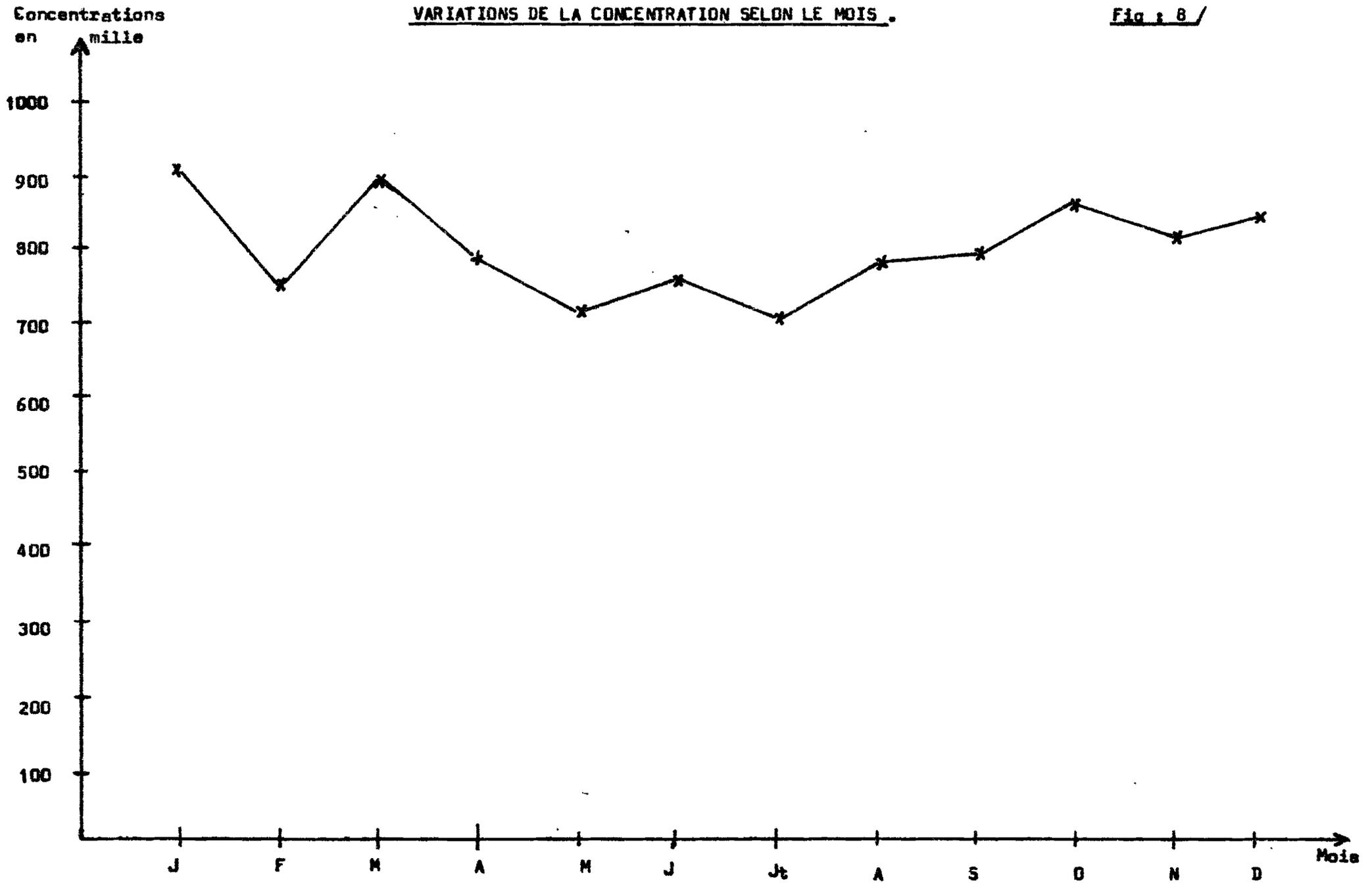
Fig : 7 /



SPERMIOLOGIE DU ZEBU GOBRA : RAPPORT C.R.Z. DE DARHA -DJOLOFF 1981

VARIATIONS DE LA CONCENTRATION SELON LE MOIS .

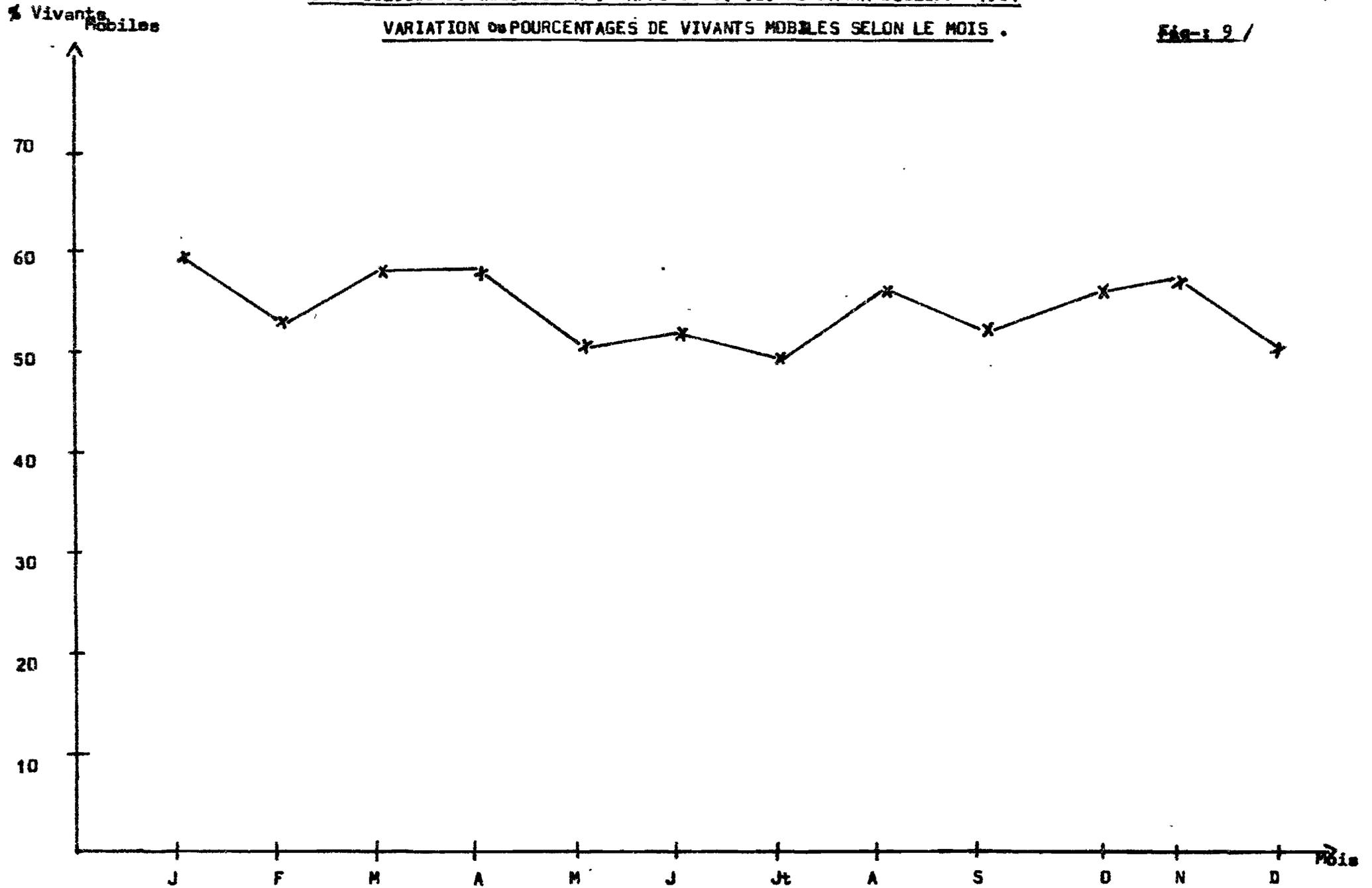
Fig : 8 /



SPERMIOLOGIE DU ZEBU GOBRA : RAPPORT C.R.Z. DE DARHA-DJOLOFF 1981

VARIATION DES POURCENTAGES DE VIVANTS MOBILES SELON LE MOIS .

Fig. 9 /



Afin de discerner les moments où le sperme de gobra est de bonne qualité, il est utile de donner les normes idéales :

- bonne motilité = 2,5
- bonne concentration = 750 000 sptz/m³
- taux d'anomalies correctes = 11 %
- taux de vivants mobiles satisfaisants = 55 %.

Les variations saisonnières des caractéristiques du sperme de gobra, sont données de manière chiffrée dans le tableau (2). Cependant, les graphiques mettant en évidence la variation de chaque paramètre en fonction du mois, permettent de mieux cerner la mauvaise période de production de sperme (figure 6, 7, 8, 9).

Les fortes chaleurs semblent avoir un effet néfaste sur la qualité du sperme, car pendant les mois les plus chauds (Mai-Juin-Juillet) nous notons :

- une augmentation du pourcentage d'anomalies totales
- une réduction du pourcentage de vivants mobiles, de la motilité et de la concentration.

Par conséquent le moment favorable à la production de sperme va du mois de septembre au mars-avril (période sèche).

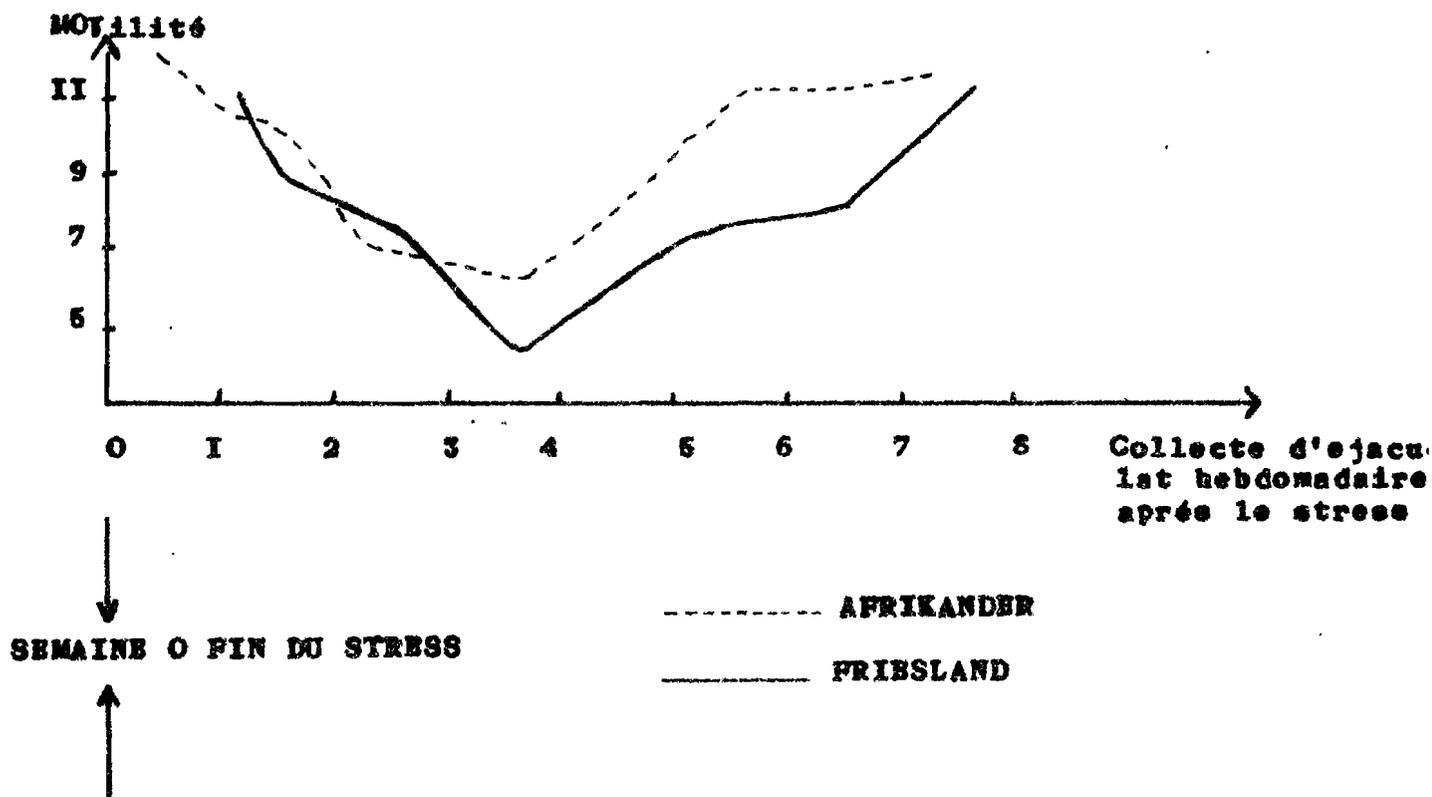
En 1982, les études poursuivies par le C.R.Z. de Dahra, appellent les mêmes conclusions concernant l'évolution des paramètres, excepté le volume dont les valeurs sont plus importantes de juin à septembre.

Cependant, pour le vétérinaire zootechnicien, qui doit décider de l'introduction d'une race dans une région, les meilleurs types d'études doivent être comparatives, effectuées sur plusieurs races dans les mêmes conditions.

Celles-ci ont été réalisées en Afrique du Sud, simultanément chez des taureaux Friesland (*Bos taurus*) et afrikander (*Bos indicus*) à une température de 40° C pendant 6 j (64) à 35-40% d'humidité (chambres bioclimatiques) sur des animaux ayant le même âge et le même poids.

Fig : 10 /

VARIATIONS RACIALES CONCERNANT LES DIFFERENTES
CARACTERISTIQUES DU SPERME DE BOVINS SUITE A
I EXPOSITION A 40°C



D'APRES SKINNER ET LOUW (1966)

VARIATIONS RACIALES CONCERNANT LES DIFFERENTES
CARACTERISTIQUES DU SPERME DE BOVINS SUITE A
I EXPOSITION A 40°C

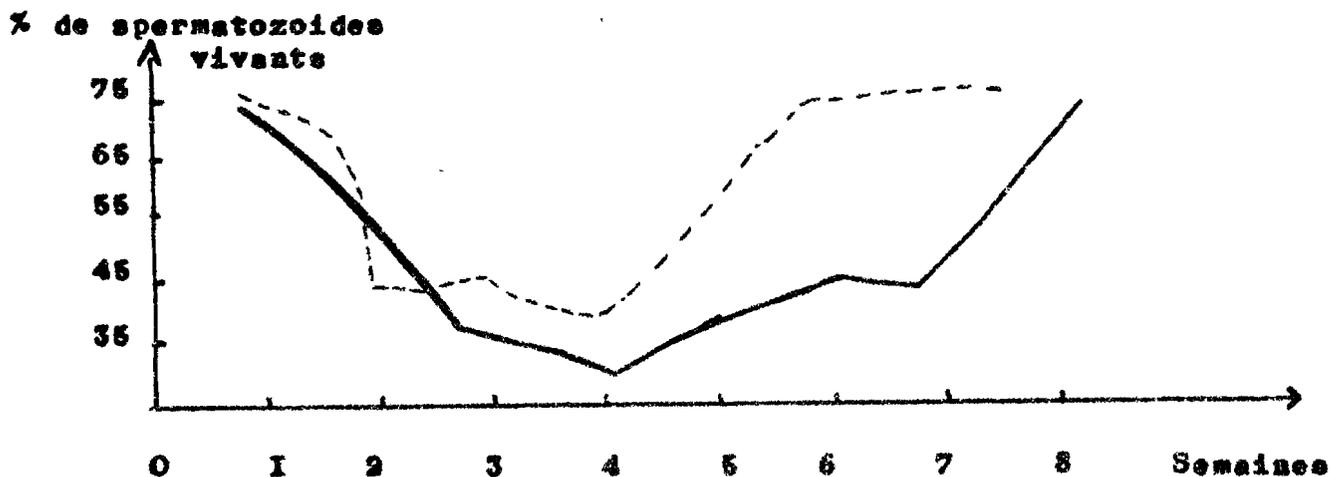
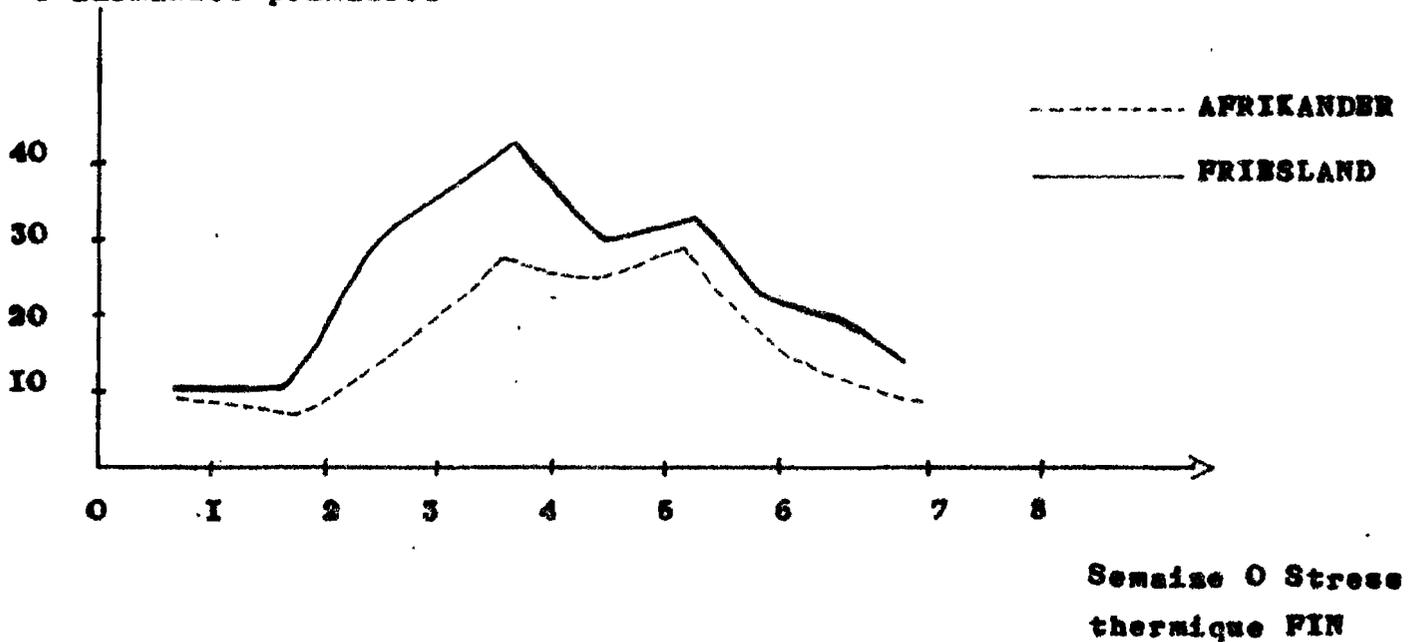


Fig: H,

VARIATIONS RACIALES CONCERNANT LES DIFFERENTES
CARACTERISTIQUES DU SPERME DE BOVINS SUITE A
I EXPOSITION A 40°C

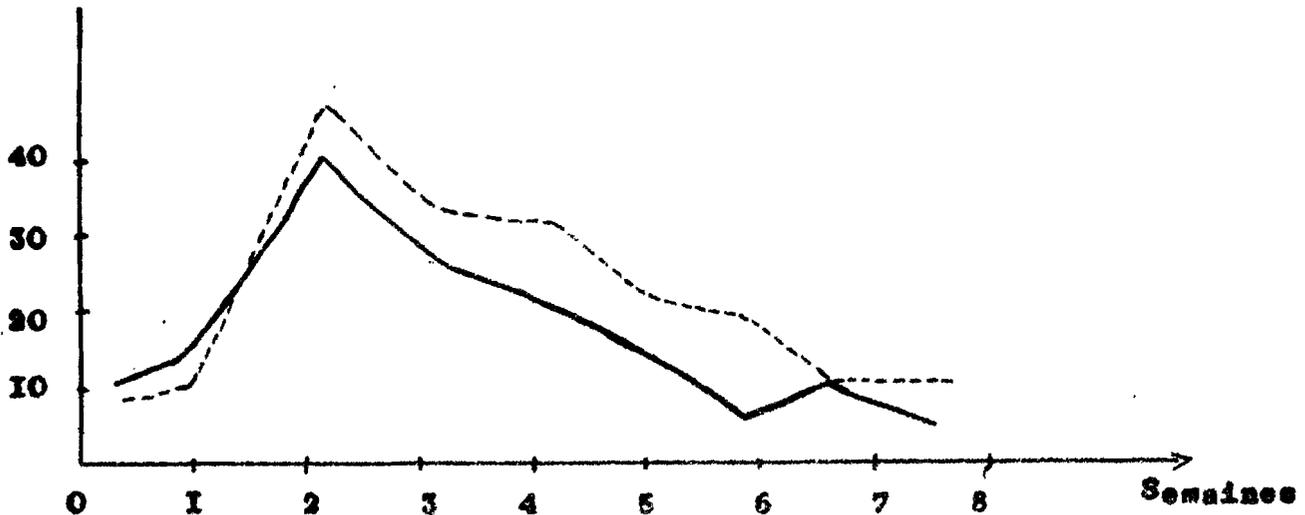
% d'anomalies primaires



D'APRES SKINNER ET LOUW (1966)

VARIATIONS RACIALES CONCERNANT LES DIFFERENTES
CARACTERISTIQUES DU SPERME DE BOVINS SUITE A
I EXPOSITION A 40°C .

% d'anomalies secondaires .



Les différences raciales concernant les caractéristiques du sperme sont très intéressantes (figures 10, 11).

On peut en tirer les conclusions suivantes :

- la motilité initiale est moins affectée chez les afrikanders que les Frieslands, le retour à la normale après le stress se fait en 5 semaines (Afrikanders), 8 semaines (Frieslands).
- le pourcentage de spermatozoïdes vivants après l'exposition à la chaleur est plus grand chez les afrikanders (zébus)
- l'augmentation dans le pourcentage de spermatozoïdes morts suit de manière parallèle la baisse de l'indice de motilité et le retour à la normale se fait en 5 semaines pour les races locales et 8 semaines pour les races importées
- la faible incidence d'apparition des anomalies primaires chez les afrikanders reflète leur bonne adaptation aux hautes températures
- aucune réponse physiologique ne peut expliquer la grande importance d'apparition des anomalies de 2ème ordre parmi les spermatozoïdes des taureaux afrikanders

CONCLUSION :

Les études réalisées ici, montrent que la qualité du sperme de taureau dépend de la température ambiante, les fortes chaleurs environnementales la déprécient. Cependant, il ne suffit pas de récolter une semence de bonne qualité, utilisée sur des femelles stressées pour obtenir des chances élevées de conception. La vache elle aussi doit être placée dans de bonnes conditions thermiques (cf section 1, 2, 3).

Le pourcentage de saillies fécondantes le plus important (femelles gestantes) est obtenu quand les deux partenaires sont placés dans des conditions thermiques satisfaisantes (température inférieure à 29° C) (tableau 3 : d) et Inversement (3 : a).

Pour le premier cas les plus forts résultats concernant le pourcentage de conception sont par ordre décroissant obtenus chez :

TABLEAU N° 3 - Effet de la chaleur d'été sur la récolte et l'utilisation de la semence congelée bovine

!-----!					
! Vaches inséminées !					
:		Température 29° C et plus :		Température inférieure à 29° C	
:		-----:		-----:	
:		Nombre saillies :		%	
:		gestantes :		Nombre saillies :	
:		%		gestantes :	
:		-----:		-----:	
(Semence collectée :	:	:	:	:	:
(température :	72	:	30,1 (a)	:	180
(29° C et plus :	:	:	:	:	47,1 (b)
(:	:	:	:	:	:
(Semence collectée :	:	:	:	:	:
(température :	284	:	44,7 (c)	:	781
(inférieure à 29° C :	:	:	:	:	53,6 (d)
(:	:	:	:	:	:

Le pourcentage de gestantes est donné après une ou deux inséminations d'après KELLY et HURST (1963)

- les Holsteins frisonnes
- les Jersiales
- les Frows-swiss
- les Guernesey

Les résultats sont intermédiaires, si la semence est collectée à une température différente à laquelle la vache est inséminée (3 : b, c).

DEUXIEME PARTIE

MECANISME D'ACTION DU STRESS THERMIQUE

SUR LA FONCTION DE REPRODUCTION

2. - Mécanisme d'action du stress thermique sur la fonction de reproduction

Selye (H) 1939 a défini le stress thermique en terme d'axe hypophysocorticotrope.

Mais en considérant le nombre de réponses endocrines et physiologiques liées au stress, une telle définition apparaît trop restreinte.

On peut le définir comme un évènement qui remet en cause de façon importante l'homéostasie de l'animal.

La réponse au stress thermique ne se fait pas fondamentalement au niveau du système reproducteur, mais cette réponse le perturbe profondément. (53)

2.1. - Rappel de la physiologie du cycle sexuel chez la vache

2.1.1. - La phase œstrogénique

L'oestrogène pendant la phase folliculaire est secrétée par les cellules de la thèque interne du follicule de De Graaf, sa concentration augmente pendant cette croissance folliculaire pour atteindre un pic le jour des chaleurs (figure 12).

Certains auteurs notent un second pic vers les 4-6ème jours après le début des chaleurs, dont le taux est très discuté.

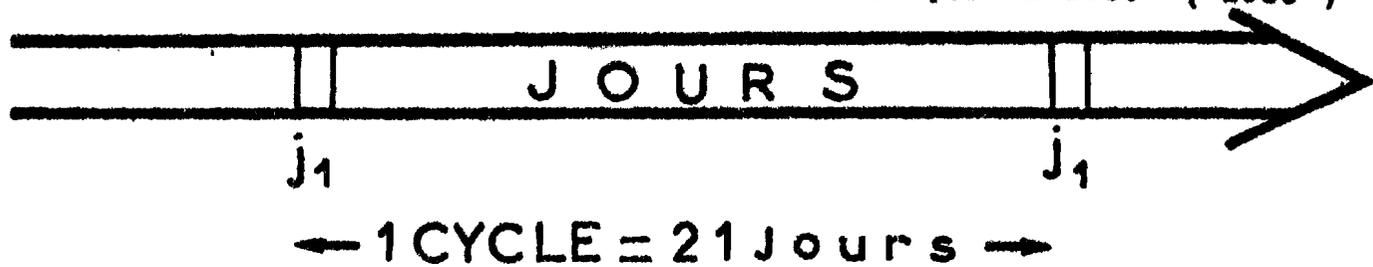
2.1.2. - La phase progestéronique

La progestérone est secrétée principalement par le corps jaune durant la phase lutéale du cycle. La concentration augmente progressivement, atteint un plateau (10-18è j.) puis chute à partir du 18è jour en l'absence de gestation.

Cette chute correspond à la regression du corps jaune, par contre s'il y a fécondation le taux de progesterone est sensiblement le même pendant toute la durée de la gestation, avec toutefois une excrétion intense vers le 2ème mois.

FIGURE 12: Le cycle sexuel chez la vache : les composantes du comportement sexuel (A) et des concentrations hormonales (C)

Citées par YAMBOGO (1985)



(A) Comportement sexuel (oe = oestrus)



(C) Concentrations hormonales

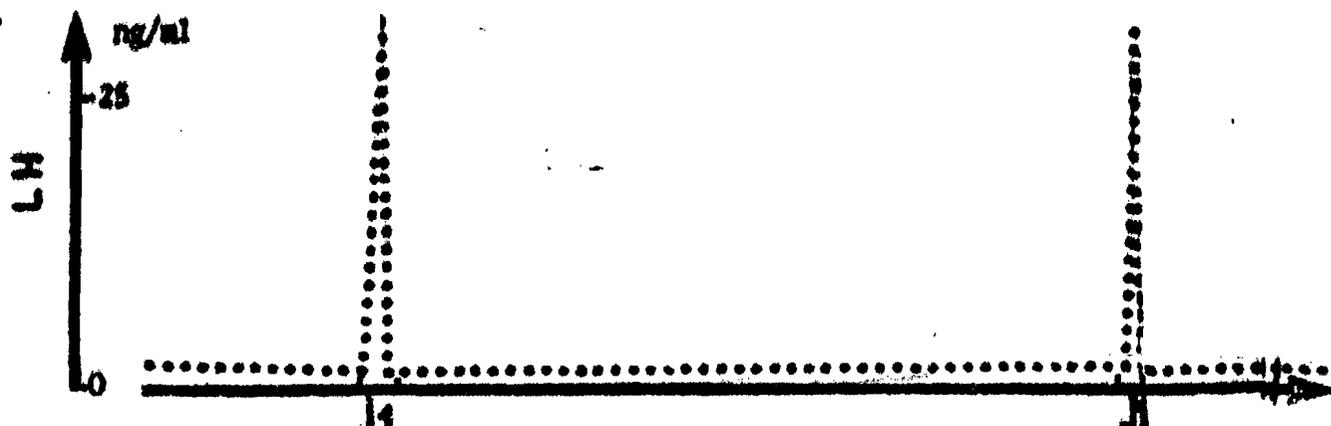
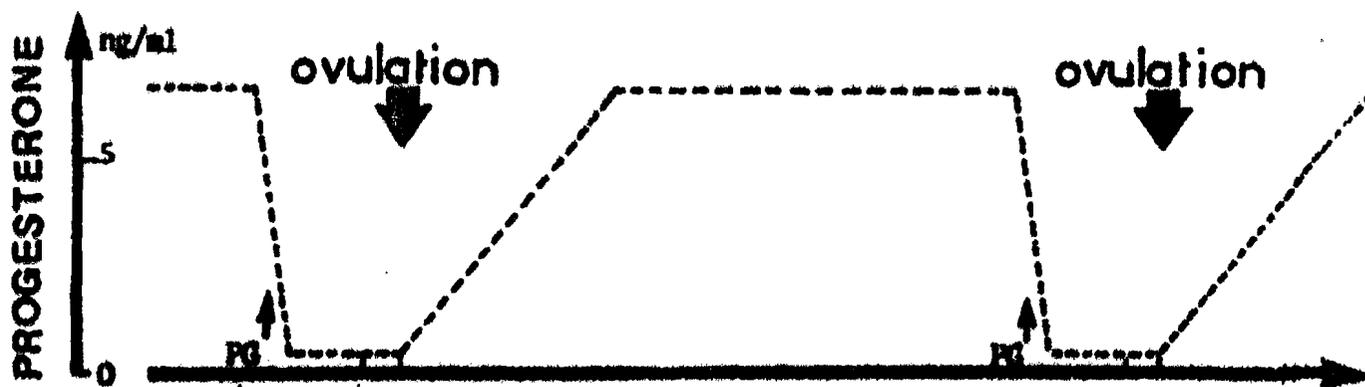
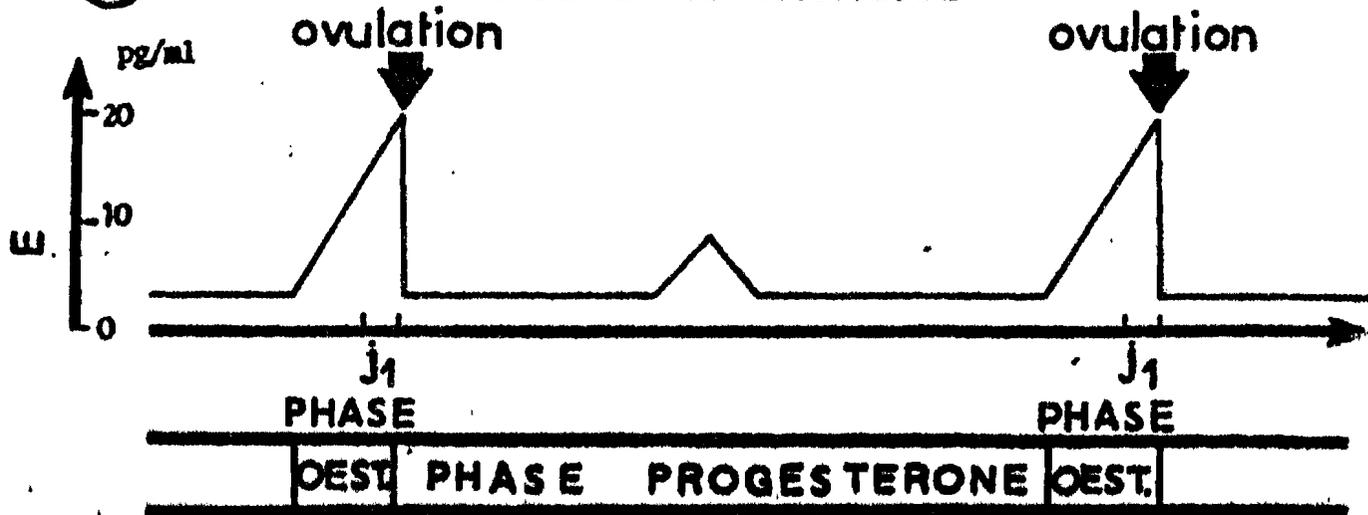
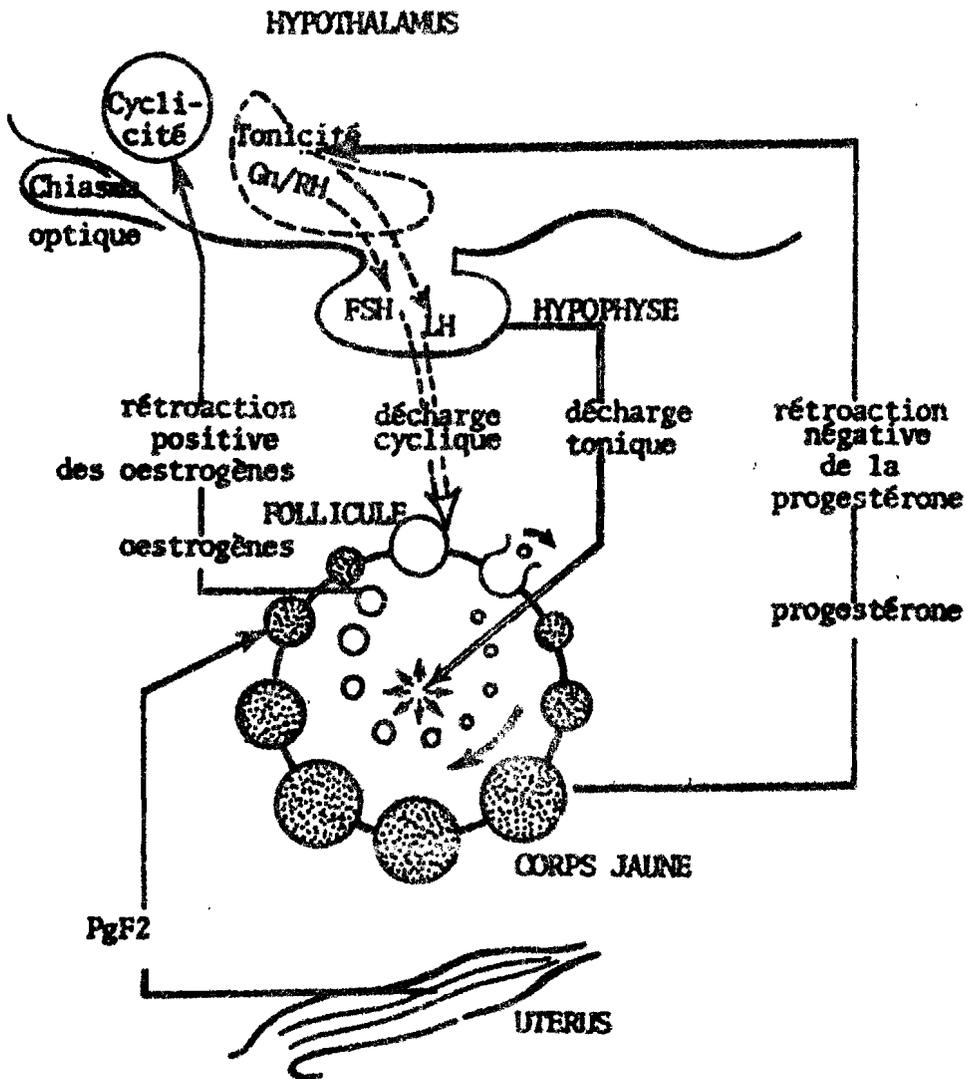


FIGURE 13: Schéma du mécanisme hormonal du cycle de la Vache (modifié selon THIBAUT et LEVASSEUR, in LA VACHE LAITIÈRE - CRAPLET et THIBIER, 1973)

Citées par YAMBOGO (1983)



A la dernière période de la gestation lorsqu'il y a chute du taux de progestérone, l'accouchement est imminent.

2.1.3. - Les hormones hypophysaires

L'hypophyse libère en permanence une faible quantité d'hormones gonadotropes (FSH et LH), c'est la décharge tonique qui assure la croissance folliculaire.

Cette sécrétion est sous la dépendance du centre hypothalamique de la tonicité.

L'ovulation est provoquée par une décharge importante d'hormones gonadotropes. Cette sécrétion est contrôlée par le centre hypothalamique de la cyclicité (région préoptique).

2.1.4. - Régulation du cycle sexuel

La conception classique selon laquelle la régulation du cycle oestral dépend de l'équilibre entre les gonadotropines et les hormones ovariennes est modifiée par les dernières recherches.

Le rôle de l'hypothalamus dans la production et la libération des gonadotropines est assuré par les neurosecrétions hypothalamiques appelées encore releasing factors (R.F.).

L'hypothalamus libère de façon continue et en faible quantité des R.F. Ces R.F. par l'intermédiaire du système porte vont stimuler l'hypophyse et entraîner la sécrétion de FSH et LH (figure 13).

Cette sécrétion de FSH et LH se caractérise par un niveau de base dit encore tonique.

La concentration basale de LH dans le plasma est de 1 à 2 ng/ml, celle de FSH varie selon les auteurs.

Sous l'action de cette sécrétion basale, il y a maturation folliculaire et libération d'oestrogènes, qui va atteindre son maximum le 21^e jour.

Les oestrogènes (forte dose) exercent une rétroaction positive sur le centre de la cyclicité, il y a décharge d'une grande quantité de gonadotropines (surtout LH) provoquant l'ovulation ; le corps jaune se forme et secrète une quantité croissante de progestérone.

La progestérone exerce une rétroaction négative sur le centre de cyclicité empêchant l'ovulation.

Enfin, il semble que les oestrogènes jouent un rôle important en favorisant la production de prostaglandines (Pg F22) au niveau de l'utérus.

Cette PgF22 est capable d'entraîner la lutéolyse, la chute brutale de la progestérone plasmatique et le retour en chaleur dans les 2 à 4 jours.

Chez *Bos taurus* la régulation commence à être bien connue, ce qui est différent chez *Bos indicus* (80).

REMARQUE

Des chercheurs travaillant sur les profils des hormones gonadotropes du zébu pakistanais, pensent que le facteur milieu (zone tropicale) et le facteur génétique (*Bos indicus*), semblent ne pas influencer le déroulement des processus hormonaux.

Ces hormones évolueraient sur le même mode que chez les taurins.

2.2. - Réponses hormonales

A la suite du stress thermique, on note une modification de tous les systèmes hormonaux, du fait de leur interdépendance.

L'équilibre étant rompu, la reproduction, les productions et la santé de l'animal sont perturbées.

Deux types d'hormones sont principalement étudiées :

- la progestérone
- les hormones gonadotropes (FSH et LH, avec la LH principalement),

2.2.1. - La progestérone

Nous étudierons ses variations dans 3 cas précis :

- élevage à l'extérieur
- élevage en étables climatisées
- variation de la progestérone en fonction du stade de la reproduction.

2.2.1.1. - Elevage à l'extérieur

Le progestérone comme toutes les hormones sexuelles, subit des variations dès que les femelles sont placées dans une zone d'inconfort thermique.

L'augmentation de son taux sanguin intervient rapidement, mais l'animal s'habitue à la chaleur et l'on observe une diminution par la suite.

Des expériences réalisées, sur des vaches Guernsey (stressées à 33° C), confirment ces résultats, puisque les animaux répondent par une sécrétion hormonale plus importante.

Cependant, dès le 2ème cycle oestral, le taux hormonal tend à être inférieur à la normale.

Le changement observé durant le 1er cycle doit être dû à la chaleur intense ou à l'activation diurne des fonctions sécrétoires.

La dépression, intervenant pendant le 2ème cycle, peut être le résultat de l'adaptation progressive à des expositions prolongées au chaud et la cause des échecs d'élevage du bétail importé sous les climats africains (47).

2.2.1.2. - Elevage en étables climatisées

L'élevage des animaux dans des locaux climatisés, permet de remédier à l'effet du stress thermique sur la progestérone, et obtenir ainsi de meilleurs résultats de reproduction.

La concentration sanguine chez ces bovins est subnormale, contrairement à ceux élevés à l'extérieur, pour lesquels on constate une dépression hormonale dès le 2ème cycle.

Ceci montre qu'il existe une relation entre la sécrétion hormonale et le degré de stress thermique.

L'augmentation de la sécrétion de progestérone est évidente chez les animaux après leur introduction dans un local à température plus clémente, lors du 3ème cycle.

Le stress thermique, apparemment, supprime chez les animaux témoins le développement lutéal et sa fonction à un haut degré.

Au pic de la fonction lutéale durant le cycle oestral, la concentration sanguine de la progestérone oscille entre 5 et 10 ng/ml, alors que les animaux climatisés ont une concentration sanguine de 4 ng/ml, plus proche du taux dans les conditions normales, d'où la différence de fertilité.

Ainsi par l'intermédiaire de la climatisation, les vaches améliorent leur sécrétion hormonale, cependant cela n'adoucit pas entièrement l'effet négatif de l'hyperthermie (59).

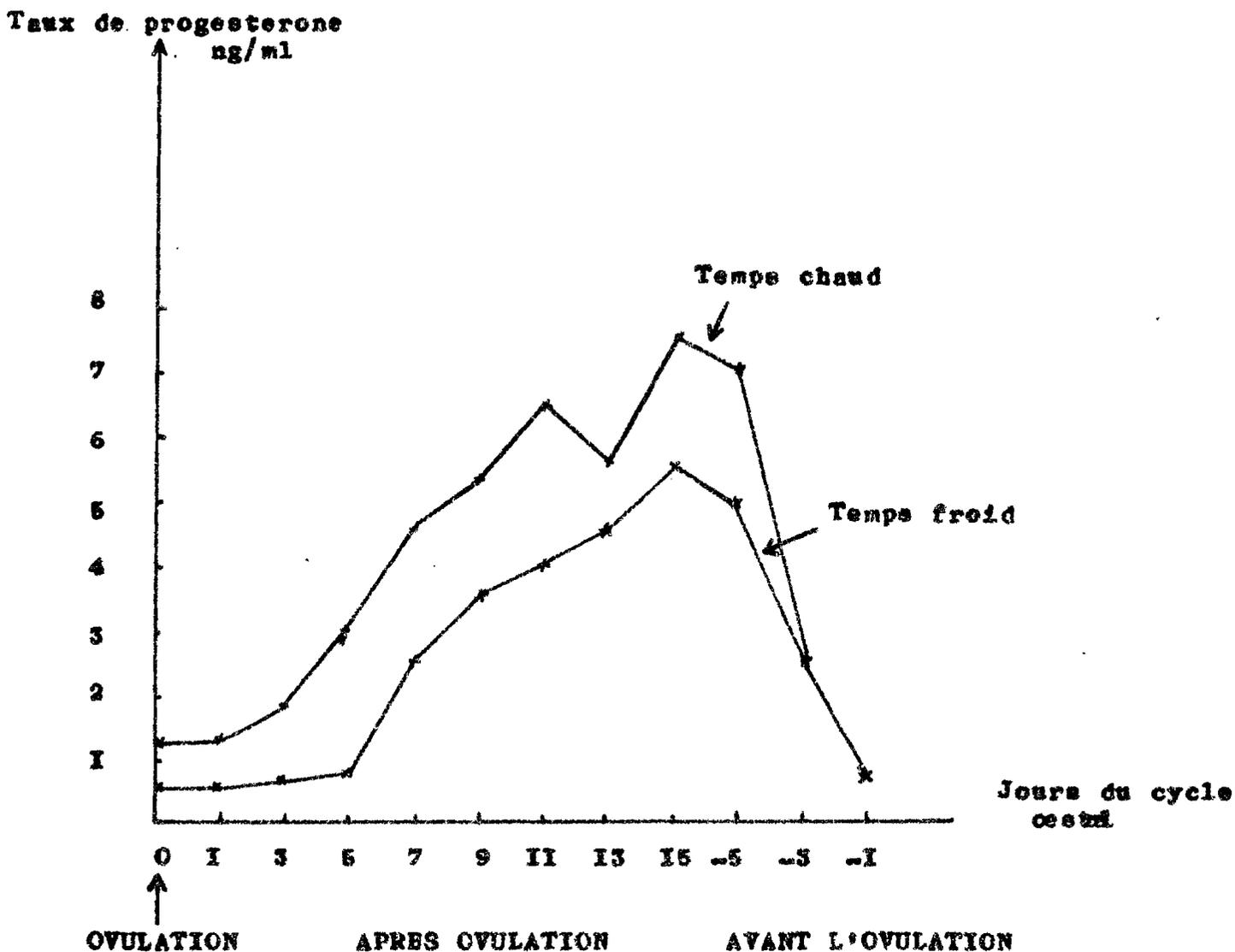
2.2.1.3. - Variation de la progestérone en fonction du stade de la reproduction.

Il est intéressant de suivre la variation du taux hormonal, chez des Holsteins-Frissonnes soumises à de fortes températures (37,8° C), en fonction de leur stade dans le cycle reproductif (en lactation ou non) pour observer la relation existante avec la réduction de fertilité.

Le taux de progestérone augmente de manière significative chez les femelles en lactation, qui deviennent hyperthermiques durant la période chaude, alors que les valeurs de cette même hormone ne changent pas chez les femelles tarées (pas en lactation, mais gestantes) qui restent homéothermes. Une telle interrelation est observée entre la fertilité et :

- les valeurs seriques de la progestérone,
- le degré de stress thermique causé par le temps.

VARIATION DU TAUX DE PROGESTERONE DURANT LE CYCLE
ŒSTRAL CHEZ DES HOLSTEINS LACTANTES NON GESTANTES



D'APRES VAUGHT ET CO. (1977)

La diminution de la fertilité et l'élévation du taux sérique de progestérone sont associés avec l'augmentation de la température ambiante.

Il est intéressant de suivre pas à pas la variation du taux de progestérone tout au long du cycle oestral depuis l'ovulation chez des femelles Holsteins en lactation non gestantes, à deux températures (figure 14).

On peut noter chez les animaux stressés :

- 2 pics hormonaux : - 1 au 11^e jour du cycle
- 1 au 15^e jour du cycle

alors que chez les témoins, il n'existe qu'un seul pic au 15^e jour.

Dans les deux cas, on note ensuite une diminution de la progestérone, normale en l'absence de gestation.

CONCLUSION

La progestérone est essentielle pour préparer les animaux à la conception et pour maintenir la gestation.

La basse concentration sanguine explique les hauts degrés d'accident de la reproduction chez les bovins européens durant les temps chauds.

On comprend mieux pourquoi, les animaux "climatisés" ont une haute fertilité par rapport aux animaux stressés (naturellement ou en chambres bioclimatiques).

2.2.2. La LH

Les hormones gonadotropes (FSH et LH) sont très importantes dans la physiologie sexuelle des bovins (rappels physiologiques), car leurs décharges massives provoquent l'ovulation.

La perturbation de leur décharge, sous l'influence du stress thermique peut être à l'origine du cycle anovulatoire, ou de troubles de la fertilité.

Cette variation se fait généralement dans le sens d'une dépression, le pic de réponse ovulatoire est plus modeste, ainsi que la durée de l'oestrus (47).

* valeur du pic ovulatoire (génisses Holsteins-frisonnes synchronisées)

- température ambiante de 18,2° C
pic de LH = 51 ± 5 ng/ml (l'augmentation persiste 8 à 16h)
- température ambiante de 33,5° C
pic de LH = $44,5 \pm 4,3$ ng/ml

la température corporelle augmente de 1 à 1,5° C (l'évaluation du taux hormonal se fait par radioimmunologie).

* valeur basale de la LH

- à 18,2° C

La LH basale qui est approximativement de 2,43 ng/ml pour toutes les génisses, augmente significativement durant la phase lutéale du cycle pour arriver le 10^e jour jusqu'à $3,5 \pm 2$ ng/ml et diminue ensuite.

- à 33,5° C

Les valeurs basales durant le cycle, subissent comme le pic ovulatoire une diminution quand l'animal est stressé (tableau n°4).

Le taux de LH le jour 1 après l'oestrus est de :

- $1,25 \pm 0,31$ ng/ml à 33,5° C
- $2,15 \pm 0,21$ ng/ml à 18,2° C.

TABLEAU n° 4 - VALEUR MOYENNE DE LA LH PLASMATIQUE DURANT LE 2ème CYCLE
 (D'APRES MADAN ET CO. 1973)

Jours du cycle	LH à 18,2° C		LH à 33,5° C	
	ng	ml	ng	ml
- 6	2,41	± 0,24	1,41	+ 0,20
- 5	2,52	0,40	1,38	- 0,34
- 4	1,88	0,34	1,62	0,45
- 3	2,45	0,40	1,42	0,34
- 2	2,15	0,33	1,02	0,10
- 1	3,17	0,61	2,87	0,29
0 Oestrus	61,29	5,00	44,56	4,30
+ 1	2,15	0,21	1,25	± 0,31
+ 2	2,54	0,51	1,09	0,20
+ 3	2,43	0,40	1,58	0,42
+ 4	2,65	0,43	1,80	0,40
+ 5	2,55	0,30	1,56	0,34
+ 6	2,70	0,35	1,62	+ 0,35
+ 7	2,38	0,52	1,25	- 0,37
+ 8	2,32	0,43	1,40	0,18
+ 9	2,42	0,34	1,50	0,25
+ 10	3,53	0,27	2,28	0,41
+ 11	3,28	0,30	1,97	+ 0,39
+ 12	2,83	0,29	1,32	- 0,29
+ 13	2,92	0,45	1,48	0,34
+ 14	2,49	0,39	2,01	0,29
+ 15	2,53	0,48	1,39	0,43
+ 16	2,43	0,26	1,45	+ 0,51
+ 17	2,23	0,38	1,62	- 0,36
+ 18	2,08	0,29	1,31	0,28
+ 19	2,63	0,36	1,02	0,26

Le taux de LH à 33,5° C augmente progressivement du jour 1 au jour 10 atteignant $2,28 \pm 0,41$ ng/ml. On observe le même phénomène à 18,2° C.

Les valeurs moyennes de la LH sont données dans les heures suivantes, le pic ovulatoire aux deux températures dans le tableau n° 5 (50).

REMARQUE 1

Certains animaux présentent à la moitié de leur cycle un pic (9 cas sur 12) à 33,5° C.

Les variations du taux de LH, pour un seul animal sur 4 cycles oestriques consécutifs et à deux températures : 18,2° C et 33,5° C, permettent de visualiser nettement l'effet dépressif du stress thermique sur cette hormone (50), aussi bien sur le pic ovulatoire, que la LH basale (figure 15).

En parallèle, la quantité de nourriture prise suit la chute hormonale quand la température augmente.

La réponse alimentaire observée, en ambiance chaude (chambre bioclimatique), correspond à celle de bovins européens, la réponse d'animaux plus rustiques (zébus) est différente (baisse de la consommation moins intense).

Les résultats notés ne font que confirmer, ce qui est observé précédemment, c'est à dire les effets négatifs des hautes températures environnementales sur le taux plasmatique de LH (5°).

REMARQUE 2 :

Par contre le stress thermique n'a pas d'effet

- ni sur la fréquence de l'augmentation préovulatoire de LH
- ni sur l'intervalle entre l'augmentation préovulatoire de LH et l'ovulation chez les Holsteins-Frisonnes (en lactation ou non) (74) (tableau n° 6).

TABLEAU : 6

VALEUR MOYENNE DE LA LH POUR LE SECOND CYCLE

CHEZ 6 ANIMAUX A 18,2°C et 33,5°C.

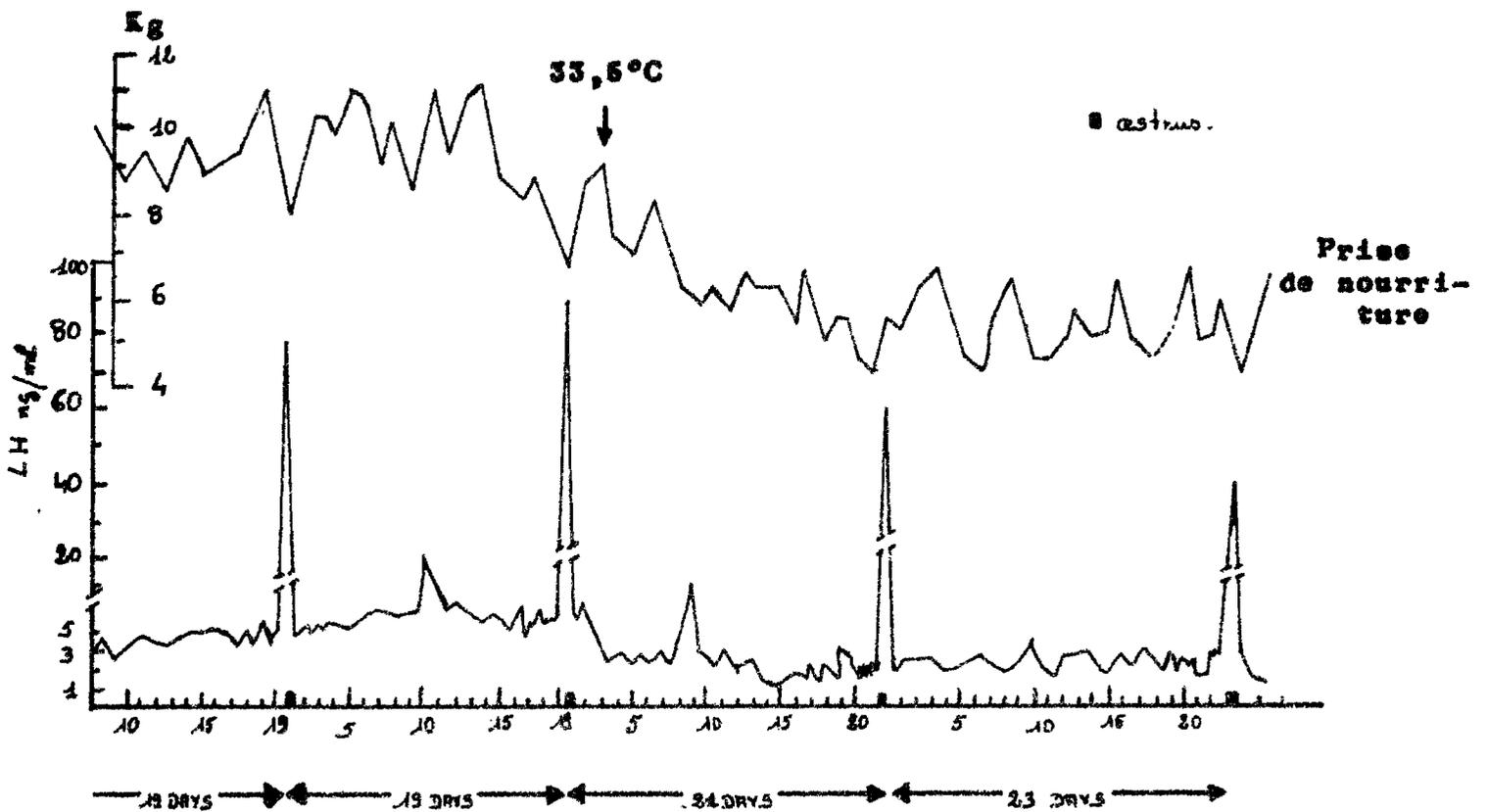
DANS LES HEURES PRECEDANTS ET SUIVANTS LE PIC

OVULATOIRE.

Heures en fonction du pic de LH	18, 2°C		33,5°C	
	ng/ml		ng/ml	
- 12	2,23	± 0,28	1,52	± 0,29
- 8	3,49	± 0,19	3,47	± 0,96
- 4	23,30	± 3,49	18,73	± 4,68
0	61,29	± 5,06	44,66	± 4,37
+ 4	26,38	± 4,05	19,81	± 1,36
+ 8	4,87	± 1,28	4,12	± 1,11
+ 12	2,03	± 0,28	1,52	± 0,28

D'APRES MADAN ET JOHNSON (1973)

VARIATIONS DU TAUX DE LA LH CHEZ UN SEUL ANIMAL
MESURÉ SUR 4 CYCLES CONSECUTIFS A 2 TEMPERATURES
DIFFERENTES : 18,2°C 33,5°C .



La figure montre la relation entre le moment de l'astrus, le pic de LH et la consommation alimentaire de l'animal .

D'APRES MADAN ET JOHNSON (1973)

FIG: 18

TABLEAU n° 6 -INTERVALLE EN HEURES DEPUIS LE PIC DE LH JUSQU'A L'OVULATION
CHEZ DES HOLSTEINS-FRISONNES EN LACTATION OU NON, STRESSEES
THERMIQUEMENT (37,8° C) OU NON (PERIODE FROIDE OU CHAUDE)

	Vaches non en lactation non en saillies Groupe 1		Vaches en lactation non saillies Groupe 2		Vaches en lactation saillies Groupe 3	
	froide	chaude	froide	chaude	froide	chaude
intervalle	19-0	20-0	22	-	18 *	19,6 * *
approxima- tion	1-0	1-7	1-2	-	2,3	3
Mini - Maxi	18-22	14-26	18-26	8,8	14-22	10-26
n ⁺	4	6	5	2	3	5

+ Inklus seulement les femelles chez lesquelles des pics complets de LH sont observés

* Vaches gestantes seulement

* * Vaches non gestantes

2.3. Action sur l'appareil génital

Nous avons déjà noté les modifications du cycle ovarien. Mais le stress thermique n'agit pas seulement à ce niveau, l'utérus est le siège d'une augmentation de température qui est antagoniste à une bonne implantation de l'oeuf.

L'enregistrement des températures rectales et utérines, de vaches laitières stressées à 35° C, lors de l'insémination^e $14,5 \pm 4,6$ h plus tard le prouve.

Les variations moyennes de ces deux données pour 226 femelles Holsteins sont les suivantes :

- $38,4 \pm 0,04^\circ$ C pour la température rectale) lors de
- $38,6 \pm 0,03^\circ$ C pour la température utérine) l'i.A.

quelques heures après :

- respectivement - $38,1 \pm 0,03^\circ$ C
- $38,3 \pm 0,03^\circ$ C

On constate que les données concernant l'utérus sont toujours légèrement supérieures à celles du rectum, par conséquent le stress qu'y subit l'embryon est un peu plus important (34).

Certains auteurs pensent que la température utérine est de 2° C supérieure à celle du rectum (10).

Mais aussi que les températures :

- utérine lors de l'insémination
- maximum, minimum et moyenne le jour de l'insémination
- maximum; minimum et moyenne le jour suivant l'insémination.

sont liées avec les variations de conceptions,

La température utérine et moyenne ambiante le jour de l'insémination sont inversement reliées à la fertilité. Les chances de conception diminuent de 61 à 45 % quand la température de l'utérus augmente de 1° C, 12 h après l'insémination.

L'augmentation de la progestérone secrétée en réponse à un stress thermique cause un déséquilibre hormonal tel que l'utérus et l'embryon deviennent incompatibles (79).

Pour lutter contre la température importante de l'utérus, et permettre la nidation et la poursuite de la gestation, les animaux adaptés augmentent l'U.B.F. (uterus blood flow ou flot sanguin alimentant l'utérus) favorisant ainsi la dissipation de chaleur (35).

Etant donné les conditions thermiques dans lesquelles se trouve l'utérus des femelles vivant en climat chaud, la gravité des maladies infectieuses (métrites) est augmentée, par contre leur incidence ne l'est pas.

2.4. - Action sur l'embryon et le fœtus

2.4.1. - Action sur l'embryon

Les variations endocriniennes et physiologiques qui modifient l'environnement de l'embryon et du fœtus peuvent interrompre le déroulement normal de la gestation, suite au stress thermique.

L'embryon de bovins, dans les conditions normales, arrête fréquemment son développement après avoir pénétré dans l'utérus, de telle sorte que cet organe est considéré par moment comme un mécanisme physiologique aberrant (73). (races européennes surtout)

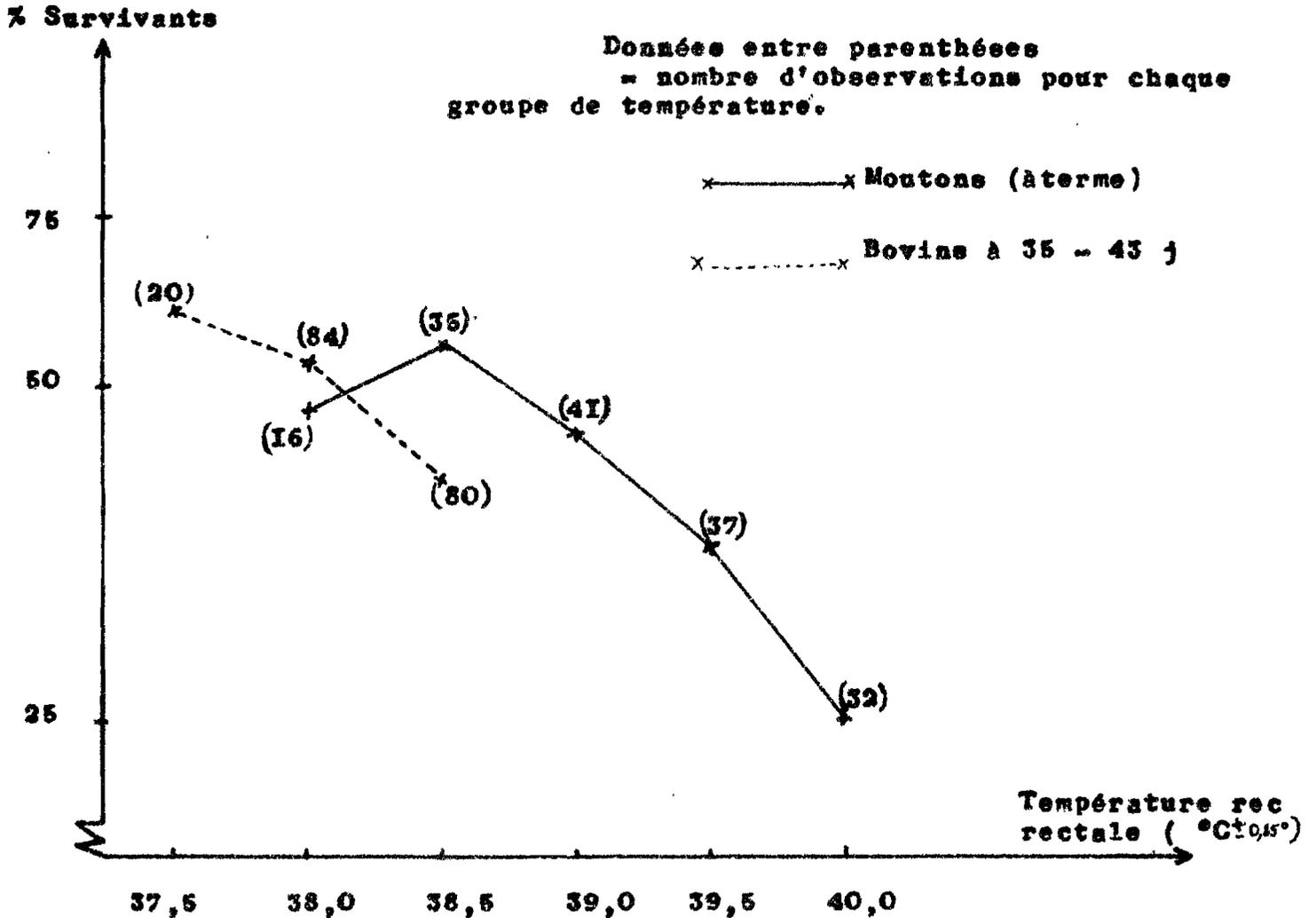
Cependant, l'augmentation de température in-situ de celui-ci n'est pas la cause majeure de la mortalité embryonnaire. Une dépression plus importante est obtenue quand la femelle est stressée (en chambre bioclimatique) depuis la fécondation jusqu'au moment de l'entrée de l'oeuf dans l'utérus.

Par contre, des pourcentages de mortalité plus faibles sont obtenus lorsque la chaleur ambiante est élevée, seulement lors de la fécondation.

Cependant la mort des embryons n'est observé que tardivement, même si la vache est placée dans une ambiance chaude durant les premiers stades du développement post-fécondation.

Par conséquent, la température corporelle de la femelle, lors de la fécondation et des premières divisions cellulaires doit être normale pour obtenir le maximum de chance d'avoir un jeune à terme.

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE RECTALE A OU PRES DE LA
FERTILISATION SUR LA DUREE DE GESTATION CHEZ LES
MOUTONS OU BOVINS .



Température rectale chez le mouton lors de L'I.A.

" " " les bovins : 12H après L'I.A.

Pour éclaircir cette possibilité, Vincent (76) mesure la température rectale des brebis et vaches en lactation de races pures, lors de l'accouplement dans le but de mettre en évidence une relation avec le pourcentage d'embryons survivants à 35-43 j chez la vache, et de jeunes agneaux à terme chez la brebis (figure 15).

Plus la température rectale augmente, plus le pourcentage d'embryons ou de foetus morts est important. Or, le climat influençant directement la température corporelle des animaux, il est donc le principal responsable de la durée de gestation chez ces deux espèces.

2.4.2. - Action sur le foetus

La principale action du stress sur le foetus est l'avortement.

La grande majorité des vaches européennes, importées pleines en Afrique, avortent dans les jours suivants leur arrivée, si des structures particulières ne sont pas aménagées pour les recevoir :

- climatisation
- zones ombragées
- zones de douchages

REMARQUE :

Le point le plus significatif est le différenciel existant entre le moment où est appliqué le stress et la conséquence immédiate de celui-ci.

Le stress thermique appliqué à une phase précoce du développement embryonnaire n'a pas de conséquences immédiates, mais ses manifestations restent latentes jusqu'à une phase plus tardive de celui-ci.

TROISIEME PARTIE

AMELIORATION PRATIQUE

DE

L'EFFICACITE REPRODUCTRICE

-----à-----

3.1. - Les dispositifs de protection

De nombreux travaux établissent que la période la plus vulnérable est celle qui précède et suit de peu l'ovulation.

Cependant, la protection de l'animal pendant ce court moment a peu d'effet si celui-ci est soumis depuis quelques mois au stress thermique. L'action de ce facteur n'est pas réversible en une période brève.

De nombreux dispositifs existent, les plus simples sont d'une rentabilité évidente.

On peut relever :

- la réfrigération locale
- la climatisation (utile pour obtenir un sperme de meilleure qualité dans le cadre d'un centre d'insémination artificielle, mais aussi chez la vache).
- les systèmes de douchage
- l'établissement de zones d'ombre.

Les trois derniers procédés sont les plus utilisés pour améliorer l'efficacité reproductive des animaux sous les climats chauds.

3.1.1. - L'établissement de zones d'ombre

Les expériences réalisées avec des vaches laitières, élevées dans des installations ayant des parties ombragées, mettent en évidence des différences notables concernant la physiologie de la reproduction, par rapport aux animaux en contact avec la chaleur ambiante.

(- température zones ombragées : 28,4° C)

(- température zones ensoleillées : 37,7° C)

Les performances sont inférieures chez les femelles stressées, non seulement la production de lait est plus faible (15 kg/j contre 16,6 kg/j pour les autres), mais la fonction reproductrice est aussi atteinte, puisque le pourcentage de saillies fécondantes est de 25,3 % contre 44,4 % pour les animaux protégés.

Ces résultats montrent bien que l'utilisation de dispositifs simples tel que les structures ombragées améliorent considérablement les performances zootechniques des animaux (58).

Cette solution dépourvue de technicité est à retenir, car à la portée de n'importe quel éleveur de revenus modestes.

3.1.2. - La climatisation

La climatisation est un procédé plus moderne, mais beaucoup plus coûteux, car faisant appel à des installations plus sophistiquées. Il existe cependant, une solution intermédiaire moins onéreuse qui consiste à mettre en évidence la période la plus critique dans le cycle reproductif de la vache, et placer celle-ci dès que ce moment est atteint dans la zone thermique plus propice (on réalise ainsi des économies d'énergie).

Les expériences menées (69) mettent en évidence un moment critique chez les bovins, durant les 10 premiers jours suivant l'insémination, correspondant au passage de l'ovule à travers l'oviducte et son implantation. Ainsi donc, on peut protéger les animaux pendant cette courte période des effets néfastes de la chaleur en les plaçant dans un local réfrigéré. Les résultats obtenus ne sont pas encourageants :

- 17 % de gestantes chez les animaux témoins
- 26 % de gestantes chez les animaux " climatisés ".

Comment peut-on expliquer ces résultats ?

- la température corporelle, supérieure de 3 à 6° F par rapport à la normale, durant les 6 premiers jours de l'oestrus et lors de la fécondation n'est pas la cause principale de la faible fertilité
- les dommages subis durant le stress thermique ont une place importante avant le confinement en atmosphère frais
- l'insuffisance de la production hormonale ou son excès est incompatible avec le processus normal de reproduction.

Les résultats concernant ces expériences sont notés dans les tableaux suivants. On peut constater que la fertilité des sujets " climatisés " est le double par rapport à celle des témoins : 31 contre 14 durant les mois d'août, juillet et septembre (tableau).

Les plus faibles données sont constatées en août, quand seulement 9 % des femelles témoins sont gestantes.

TABLEAU n° 7 - Résultats délevage chez des bovins placés dans des zones climatisées (saison plues : juillet - septembre)

Résultats des accouplements	Juin - Juillet Août		Septembre Octobre		TOTAL	
Nombre	42	42	20	27	62	69
Confirmées gestantes	23	15	13	9	36	24
%	54,8	35,7	65	33,3	58	35
	climatisées	témoins	climatisées	témoins	climatisées	témoins

TABLEAU Comparaison par mois

Résultats	Juillet		Août		Septembre		TOTAL	
croisements (x)	27	30	66	60	102	99	195	189
% gestantes	15	33	9	25	16	33	14	31
	témoins	climatisées	témoins	climatisées	témoins	climatisées	témoins	climatisées

Rapport : $\frac{x}{\text{gestantes}} = 7,3$ (Témoins) et 3,1 (climatisées)

d'après ROMAN-PONCE et Co 1977

TABLEAU Comparaison par numéro de fécondation

Résultats	N° 1		N° 2		N° 3		N° 4	
croisement	109	111	89	72	55	42	26	13
% gestantes	17	31	17	29	18	36	27	39
	témoins	climatisées	témoins	climatisées	témoins	climatisées	témoins	climatisées

L'efficacité de l'accouplement est donnée, plus par le numéro de la saillie, que par le mois où elle est faite (tableau n° 7). La fertilité des femelles non stressées augmente lors de la 3ème et 4ème fécondation. Lors des deux premières fécondations les résultats sont à peu près identiques.

Le prolongement des cycles oestriques dans tous les groupes, après l'accouplement pendant les mois d'été, est constaté :

- dans 43 % des cas pour les témoins
- dans 19 % des cas pour les autres.

Il faut signaler que la poursuite des cycles n'est pas due à une mortalité embryonnaire uniquement, en effet une proportion *différente* d'animaux est traité pour endométrite dans les deux groupes.

- 61 % pour les témoins (la chaleur est un facteur favorisant)
- 33 % pour les autres.

3.1.3. - Le douchage

Le douchage est un système qui est envisagé dans certains pays à climat chaud (ex : le Sénégal), pour permettre aux vaches, particulièrement de supporter le stress dû à la chaleur (25).

Cette solution présente un inconvénient majeur dans les pays sahéliens, elle nécessite une quantité importante d'eau, denrée rare et parfois très chère.

En fait jusqu'à présent, à Sangalkam (Sénégal) ferme où sont élevées des vaches Montbelliandes, aucune action dans ce sens n'est réalisée.

La solution pourtant envisagée, consiste en l'utilisation de petits arroseurs à gazon, retournés et installés au plafond de l'étable.

3.2. - Amélioration de la détection de l'oestrus

La détection de l'oestrus chez la vache vivant sous climat chaud est un problème important. Les manifestations des chaleurs

sont toujours très discrètes par rapport aux bovins élevés en climat tempéré, de plus elles apparaissent souvent la nuit.

Par conséquent, si le taureau n'est pas maintenu de façon permanente dans le troupeau; l'amélioration de la détection de l'oestrus est fondamentale. Dans ce cas, les vaches doivent être observées au moins deux fois par jour par un personnel compétent (10).

Au Centre de Recherches Zootechniques de Dahra (Sénégal), depuis 1971 toutes les génisses nées au Centre sont placées dès 1 an dans un lot où se trouve un taureau bou-en-train (vasectomisé ou dévélé selon la méthode de Rommel) (6).

3.3. - Programmation des saillies à une période favorable

Dans les pays chauds alternent saisons sèches et pluvieuses, pendant lesquelles le disponible alimentaire varie considérablement en quantité et qualité. Il est donc souhaitable de grouper les saillies à une période déterminée pour obtenir des naissances au moment où les ressources alimentaires sont maximales, permettant aux femelles de couvrir correctement tous leurs besoins.

Le regroupement des saillies devra se faire pendant les périodes où la chaleur est la moins élevée.

Des chercheurs ont constaté au Sénégal (C.R.Z. Dahra) (20, 23) que la répartition des naissances n'est pas continue au cours de l'année pour le zébu gobra. Dans l'ensemble, elles se produisent plus particulièrement en fin de saison sèche et au début de l'hivernage (juin - juillet).

Il existe donc un caractère saisonnier nette des saillies, sans qu'il y ait semble-t-il un anoestrus saisonnier véritable.

On assiste à une explosion des possibilités de fécondation au moment où les femelles ont retrouvé un équilibre métabolique correct, ceci après le début de l'hivernage (saison des pluies).

Une modification du métabolisme peut être invoquée, consistant en une libération azotée au moment du début de la mobilisation par l'animal de ses réserves azotées fixées au cours de la saison sèche.

L'installation d'une saison de monte doit se faire à une époque judicieusement choisie, pour permettre de profiter au maximum des conditions naturelles offertes et d'avoir les meilleurs résultats possibles (23).

Pour ce choix les facteurs déterminants doivent être :

- la répartition naturelle des naissances
- l'évolution pondérale de la mère
- la place de la supplémentation animale
- la commodité de la gestion du troupeau.

Examinons les deux premiers facteurs

* Répartition naturelle des naissances

Elle conduit à préconiser une période de reproduction placée du mois d'août au mois de novembre (en fait 15 août - 15 décembre) au Sénégal, ceci dans le but de posséder un élevage de rentabilité maximale en utilisant au mieux les conditions naturelles.

Il est évident que certaines modifications peuvent être apportées grâce à une alimentation améliorée dans le but d'une spéculation commerciale différente, mais il semble qu'il ne soit pas intéressant de s'éloigner du rythme saisonnier actuel.

- naissance : répartition naturelle de mai à août : 54,4 %
- essentiel des saillies dans les conditions naturelles : 56 % pendant les mois de septembre - octobre - novembre.

REMARQUE

En avril il y a un ressaut assez nette du nombre de saillies. On peut penser à une mobilisation protéique jusqu'alors fixée par l'animal ou à une augmentation temporaire de la qualité du pâturage, par consommation de pâturages aériens.

* Evolution pondérale de la femelle

Il est important de savoir, quelles sont les conséquences de la gestation et de la lactation sur l'état d'entretien des femelles qui sont soumises à une forte agression climatique.

Il faut donc choisir de manière rationnelle la période de saillie, pour éviter que la femelle ne mette bas à une période éprouvante pour son équilibre physiologique.

Ainsi au Sénégal, pour le zébu gobra on peut diviser l'année en 4 périodes de vélâge, à retenir ou à éliminer

- 1er trimestre : début saison sèche)
vélâge éprouvant
- 2ème trimestre : fin saison sèche)
- 3ème trimestre : début saison pluie) bon moment de mise bas
fortes chaleurs)
- 4ème trimestre : fin saison pluie)
fortes chaleurs) si vélâge, chute de poids importante pour la femelle

On constate donc que la meilleure période de vélâge se situe au 3ème trimestre, en début de saison des pluies, le sursaut végétatif permet à la femelle de répondre au besoin du jeune par la lactation.

La vache peut ensuite reconstituer ses réserves pour faire face à la longue saison sèche.

Enfin, le 4ème trimestre est une période trop éprouvante si le vélâge survient à cette époque.

Par conséquent, les saillies doivent être programmées en tenant compte des dates de vélâge souhaitées, pour se libérer des effets néfastes du stress thermique et augmenter la rentabilité du troupeau.

REMARQUES

Des faits **intéressants** sont signalés en Australie, dans la péninsule de Cobourg (49) sur des bovins de race Bali.

Les conditions climatiques y sont particulières :

- saison des pluies : 6 mois (de novembre à avril) : pluies violentes
- température moyenne
 - saison pluies : 28,6° C
 - saison sèche : 25,8° C

L'époque des saillies se situe, fait remarquable pendant la période la plus sèche de l'année où les bovins trouvent le moins de nourriture (à l'inverse de ce que l'on observe au Sénégal pour le gobra, en milieu naturel) et l'état physiologique des femelles est loin d'être correct.

A Cobourg; comme les veaux naissent en début de saison sèche, on observe un fort pourcentage de mortalité et un affaiblissement des femelles. Il a donc été jugé préférable de restreindre à 3 mois l'époque des saillies pendant la saison humide et cette pratique n'a pas abaissé la fécondité du troupeau.

3.4. - Rôle de l'alimentation

Un apport convenable en minéraux, oligo-éléments et vitamines est un facteur qui améliore l'efficacité reproductive des animaux en saison défavorable chaude.

En zone sahélienne suivant les années, les conditions climatiques peuvent être entièrement différentes. Les variations nutritionnelles même faibles peuvent avoir une action sur la reproduction sans pour autant affecter l'état général de l'animal.

En 1968, une expérience dite " d'extériorisation des potentialités génétiques du zébu gobra" a été démarrée au Sénégal, consistant en une distribution de concentré " ad libidum, depuis la naissance, sans que les considérations d'ordre économique interviennent. Il s'agit de montrer chez les mâles et femelles gobra, les possibilités de croissance réelle, lorsqu'on agit sur le facteur nutritionnel en climat chaud.

Pour la femelle, l'influence de l'alimentation est considérée sur les qualités de reproductrices.

Les résultats sont extrêmement intéressants, puisque l'âge au 1er vélâge est amélioré de 6 mois environ ($900 \text{ j} \pm 26$ contre $1077 \pm 99 \text{ j}$), par rapport à un troupeau témoin ne bénéficiant d'aucune supplémentation.

Les facteurs bioclimatiques, agissent par l'intermédiaire de la végétation donc de l'alimentation, sur le rythme reproductif (20).

Parfois les problèmes économiques interviennent, dans ce

cas pour les zootechniciens et les éleveurs un problème se pose :

- vaut-il mieux supplémenter un jeune en croissance et une vache en lactation plutôt qu'uniquement une vache en gestation ?

Ici le facteur période est déterminant, en effet si la vache met bas au début de la saison sèche, sa lactation sera faible, et la supplémentation de la femelle et de son produit envisagée.

Par contre, si le vélage a lieu en début de saison des pluies, la supplémentation de la mère est inutile, seule sera à prévoir une supplémentation légère au veau (23).

On voit donc tout l'intérêt de la programmation des saillies à une période favorable.

Cependant, il est possible de se libérer de l'influence saisonnière, en distribuant aux animaux une alimentation correcte tout au long de l'année. Des chercheurs constatent que les femelles sont alors fécondables et fécondées quelque soit la période de l'année envisagée (21, 22).

On peut donc en conclure que les faibles performances de reproduction des femelles zébu gobra sont dues plus à l'alimentation (faible quantité, mauvaise qualité) qu'elles reçoivent depuis leur naissance, qu'à la chaleur ambiante (22).

On peut distinguer pour le bétail autochtone deux types d'insuffisance de la ration :

- insuffisance globale

due au climat, elle se traduit par une bonne nourriture mais sur une courte période

- insuffisance qualitative et quantitative

dont le résultat est la diminution du rythme reproductif c'est à dire :

- manque de précocité au 1er vélage
- long intervalle entre les gestations
- faible fertilité des femelles

Par contre pour le bétail européen l'action de la chaleur environnementale est plus importante sur les performances de reproduction que l'alimentation.

A N N E X E

LES CONNAISSANCES A ACQUERIR

LES RECHERCHES A ENTREPRENDRE

Au terme de cette étude sur les conséquences du stress thermique sur la fonction de reproduction des bovins, nous sommes amenés à constater que de nombreuses recherches sont à entreprendre pour améliorer l'élevage en zone tropicale.

Alors que la physiologie sexuelle de *Bos taurus* et son comportement en milieu chaud est bien connu, les connaissances actuelles pour *Bos indicus* sont peu importantes, beaucoup de questions restent dans l'ombre à savoir :

- le moment de l'ovulation
- le problème des anoestrus saisonniers
- la forme des cycles
- la maîtrise des cycles.

Une fois connus, ces différents moments de la vie sexuelle de la femelle zébu, il sera facile de définir la part du climat dans les faibles performances de reproduction constatées et d'y porter remède.

Il semble que le seul moyen permettant de composer avec les côtés néfastes de la chaleur, réside dans un groupage de l'oestrus à une période favorable.

Par conséquent les recherches devraient s'orienter vers la connaissance de la forme et de la maîtrise des cycles du zébu (synchronisation des femelles).

Des études ont débuté dans ce sens au C.R.Z. de Dahra (Sénégal), et les tentatives de synchronisation ont été réalisées avec soit : (80)

- des progestagènes (blocage du cycle sexuel)
- des prostaglandines (Pg F 2d, par lutéolyse).

L'intérêt de l'approfondissement de ces connaissances est évident, notamment l'utilisation de techniques nouvelles comme l'insémination artificielle (emploi toute l'année de semences de bonnes qualités, améliorations zootechniques par une diffusion de sperme de géniteurs à hauts potentiels, prophylaxie des maladies sexuelles.

Dans notre étude, nous avons mis en évidence les variations de la qualité de la semence, suite au stress thermique, cause de la baisse de fertilité, l'emploi de l'insémination permettrait de pallier à ce phénomène (congélation).

Là aussi, comme pour la maîtrise des cycles chez la femelle, les études sont à leurs débuts et mériteraient d'être poursuivies.

Cependant, la progression des recherches dans ces deux directions, ne doit pas laisser dans l'ombre le côté sociologique, il faut expliquer à l'éleveur le bienfait de l'emploi de ces techniques, qui sont pour lui contre nature donc suspectes.

Un des gros handicap de la vulgarisation de l'insémination artificielle est le mode d'élevage pratiqué dans les pays chauds : l'extensif et le nomadisme (les déplacements sont fréquents), des expériences de sédentarisation sont à tenter.

On voit donc que l'élevage en climat chaud ne pourra se développer que si les recherches sont menées conjointement dans trois directions :

- zootechniques
- physiologiques
- sociologiques.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Ainsi donc le milieu conditionne les possibilités de l'élevage et n'importe quelle espèce animale ou n'importe quelle race ne peut vivre n'importe où.

Souvent lorsque les animaux ne se reproduisent pas ou se reproduisent mal ou lorsque les produits sont peu nombreux, on incrimine les maladies infectieuses ou les carences alimentaires, alors que le climat est le principal responsable.

Ces faits se produisent surtout en Afrique, où l'on essaie d'acclimater des races sélectionnées, et où l'on constate que l'action du climat sur la reproduction prend une réelle importance zootechnique et économique.

Pour chaque espèce et pour chaque race, il existe un ensemble de conditions climatiques qui sont plus favorables que d'autres, à l'éleveur de savoir adapter les unes aux autres.

La méconnaissance de ces faits est souvent à l'origine de l'implantation dans certaines régions, de bétail trop sélectionné, trop productif, habitué à un climat plus favorable, et il en résulte des troubles graves et un échec pour l'élevage.

Cependant l'importation de bovins européens ne doit pas être bannie à tout jamais du continent africain. Des expériences heureuses, avec la vache Montbelliarde au Sénégal dans la région du Cap-Vert, le confirme (24, 25). Les performances des femelles de première génération, correctes par rapport à celles obtenues dans le berceau de la race, permettent d'envisager une diffusion des géniteurs Montbelliards autour de la ferme expérimentale chez les éleveurs.

L'adaptation d'autres races européennes en climat chaud est signalée (30) notamment la normande. On la rencontre également en altitude dans les Andes où aucune race importée ne résiste.

En zone tropicale, un programme de croisement est en cours sur un troupeau de 10 000 zébus, utilisant les qualités laitières et bouchères de cette race et la rusticité du zébu indispensable pour vaincre les conditions de milieu.

Malgré tout, le stress thermique est un facteur dont il est difficile de se libérer entièrement dans les régions chaudes.

On peut rechercher une amélioration de la reproduction en utilisant des races adaptées pures ou en croisement.

Les races les plus souvent citées sont : les races brunes des Alpes, jersiaise pour les taurins.

Brahman, Sahiwal, Red sindhi, afrikander, santa gertrudis, Jamaïca hope pour les zébus non locaux et leurs croisements. Parmi toutes ces races retenues, les zootchiciens ont cherché à relier un caractère phénotypique à la résistance à la chaleur.

La couleur du pelage et le type sont considérés comme des éléments significatifs pour l'habileté du bétail à s'adapter aux hautes températures et aux intenses radiations solaires.

Cependant l'expérience prouve que ces caractères sont de faibles valeurs. Les résultats confirment que la taille de l'animal est un critère plus sûr, quant à la résistance de l'animal à la chaleur.

L'augmentation de la taille corporelle diminue progressivement les performances zootechniques sous les climats chauds.

Ceci explique les faibles performances réalisées, en général, par les bovins européens de hautes tailles, importés en Afrique, comparativement avec ceux de tailles plus modestes tel que la jersiaise, et l'excellente résistance à la chaleur des animaux locaux mais de faible stature.

En combinant ces différents facteurs, l'éleveur avec le secours des zootchiciens doit pouvoir améliorer le bétail local, et assurer aux populations des pays chauds un apport en protéines animal supérieur.

Il est donc permis d'espérer qu'au final, l'éleveur des pays chauds puisse à défaut de se libérer de l'influence du stress thermique sur la reproduction des bovins, travailler avec, tout en diminuant son impact, handicap considérable pour l'élevage.

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

1. - ABRAMS R.M., CATON D., CLAPP J.F., BARROW D.M.
Thermal aspects of uterine blood flow in non pregnant sheep American journal of obstetrique and gynecology (1970) - 108, 919
2. - ALBA D.C. J., RIERA S.
Sexual maturity and spermatogenesis under heat stress in the bovine. Animal production (1966) - 8, 137-144
3. - ALLISTON C.W., HOWARTH B. Jr, ULBERG L.C.
Embryonic mortality following culture in vitro of one and two cell rabbit eggs at elevated temperature J. reprod. fertil. (1965) - 9, 337-341
4. - ANONYME
Spermiologie du zébu gobra. Rapport annuel du C.R.Z. de Dahra-Djoloff (Sénégal) (1980)
5. - ANONYME
Spermiologie du zébu gobra. Rapport annuel du C.R.Z. de Dahra-Djoloff (Sénégal) (1981) p. 24
6. - ANONYME
Spermiologie du zébu gobra. Rapport annuel du C.R.Z. de Dahra-Djoloff (Sénégal) (1982)
7. - BELLVE A.R.
Viability and survival of mouse embryos following parental exposure to high temperature. J. reprod. fertil. (1972) - 30, 71-75
8. - BERMAN A., MORAG M.
Nyctohemeral patterns of thermoregulation in high yielding dairy cows in a hot dry near natural climate Aust. J. Agr. Res. (1971) - 22, 671-675
9. - BEZIAU F.
Action du climat sur la reproduction des animaux. Thèse médecine vét. alfort (1949)
10. - BIANCA W.
Review of the progress of dairy science, Section A. Physiology : cattle in hot environment, J. dairy res. (1965) - 32, 291-345
11. - BOND J., Mc DOWELL R.E.
Reproductive performance and physiological responses of beef females as affected by a prolonged high environmental temperature. J. Anim science (1972) - 35, 820-829.
12. - BONSMAN J.C.
Breeding cattle for increased adaptability to tropical and subtropical environments. J. agricul. sci. (1949) - 39, 204 - 221.

13. - BRANTON C.
Fertility in cattle production in the tropics,
Longman group, LTD London (1970)
14. - BRODY S.
Climatic physiology of cattle J. dairy science (1956)
39, 715-725
15. - BROWN W.H., GUQUAY J.W., MC OEE W.H., IYENGAR S.S.
Evaporative cooling for Mississippi dairy cows.
Trans of A.S.A.E. (1974) 17,513-515
16. - CASADY R.B., MYERS R.M., LEGATES J.E.
The effect of exposure to high ambient temperature in
spermatogenesis in the dairy bull. J. dairy science
(1953) - 36, 14-23
17. - CHARLET A.
La production animale en zone chaude, Institut national
agronomique Paris-Grignon (1970)
18. - DALE H.E., RAGSTALE A.D., CHENG C.S.
Effect of constant environmental temperature of 50° and
80° F on appearance of puberty in beef calves.
J. Anim. science (1959) - 18, 1363-1366
19. - DELAGE
Cours d'Energétique, I.N.A. Paris-Grignon (1970)
20. - DENIS J.F.
Influence des facteurs bioclimatiques sur les reproduc-
tions des femelles zébus en milieu tropical sec.
7ème Congrès International de reproduction animale et
d'insémination artificielle Munich (1972) - 6-9 juin
21. - DENIS J.P., THIONGANE A.I.
Caractéristiques de la reproduction chez les zébus étudiées
au C.R.Z. de Dahra.
VIIIème journées médicales de Dakar, 7-14 avril
Rev. elev. Méd. vét. pays trop. (1973) - 26 (4), 49A-60A
22. - DENIS J.P., THIONGANE A.I.
Rapports sur l'influence de l'alimentation sur les perfor-
mances de reproductrices et de nourrices des femelles
zébus gobra du C.R.Z. de Dahra-Djoloff - Lab. Nat.
elev. Rech. vét. Dakar SENEGAL (1974)
23. - DENIS J.F., THIONGANE A.I.
Note sur les facteurs conduisant au choix d'une saison de
monte au C.R.Z. de Dahra (Sénégal) - Rev. elev. Méd.
vét. pays trop. (1975) - 28, (4) 491-497
24. - DENIS J.F.
Les résultats de l'introduction des bovins laitiers de race
Montbelliard au Sénégal (1977-1981).
L.N.E.R.V./Zootechnie DAKAR.

25. - DENIS J.P., ROBERGE C.
Adaptation d'un troupeau de femelles Montbellardes au Sénégal. Résultats techniques. - L.N.E.R.V. réf. n° 04/Zoot. (1982)
26. - DONALDSON L.E.
Some observation on the fertility of beef cattle in north Queensland. Aust. vet. J. (1962) - 38, 447-454
27. - DOWLING D.F.
The significance of the coat in heat tolerant cattle. Australian J. agr. res. (1959) - 10, 744-747
28. - DUNLAP S.E., VINARDT C.K.
Influence of postbreeding thermal stress on conception rate in beef cattle. J. Anim. science (1971) - 32, 1216-1218
29. - DUTT R.H.
Temperature and light as factor in reproduction among farms animals. J. dairy sci. (suppl) (1959) - 43, 123-144
30. - ECHEVERRY A.
L'élevage bovin (1983) - 133, 14
31. - GANGWAR P.C., BRANTON C. et EVANS D.L.
Reproductive and physiological responses of holstein helper to controlled and natural climatic conditions. J. dairy sci. (1955) - 48, 222-227
32. - GRANJEAN J.P.
Influence de deux facteurs d'environnement : la température et la luminosité sur la reproduction des mammifères. Thèse Méd. vét. alfort (1971) n° 77.
33. - GUTHRIE L.D., JOHNSTON S.E., RAINEY J., LEE J.A.
effects of solar radiation and levels of fiber in production and composition of holstein cows milk. J. dairy sci. (1967) - 50, 508-512
34. - GWAZDAUSKAS F.C., THATCHER W. et WILCOX C.J.
Physiological environmental and hormonal factors at Insémination which may affect conception. J. dairy sci. (1973) 56 (7), 873-877
35. - GWAZDAUKAS F.C., WILCOX C.S. et THATCHER W.W.
Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. J. dairy sci. (1975) - 58, 88-92
36. - HAFEZ E.S.E.
Effect of high temperature on reproduction. - Internat J. biometeor (1964) 7, 223-230.
37. - HAHN G.L., SIKES J.D., SHALDIN M.D., JOHNSTON H.D.
Dairy cows responses to summer air conditioning as evaluated by switchback experimental design. Trans of A.S.A.E. (1969) - 12, 202-205.

38. - HALIFRE A.
Observations sur les variations génétiques de thermotolérance chez les bovins. Stat. génét. quant. appll. C.N.R.Z. Jouy-en Josas FRANCE (1971)
39. - HALL J.C., BRANTON C., STONE E.J.
Estrus, estrous cycle, ovulation time, time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. J. dairy sci. (1959) - 42, 1086-1094.
40. - HILL C.H.
Cattle breeding in Brazil. - Animal Breeding Abstr. (1967) - 35, 545-554
41. - HIROE K., TOMIZUKA T.
Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. Bulletin of the National Institute of Animal Industry (Japan) (1965) n° 9, 27-35
42. - HORST P.
The concept of " Productive adaptability " of domestic animals in tropical and subtropical region. Journal of south african veterinary association (1983) 54 (3) - 159-164.
43. - HOWARTH B. Jr, ALLISTON C.W., ULBERG L.C.
Importance of uterine environment on rabbit sperm prior to fertilization. J. al. sc. (1965) - 24, 1027.
44. - INGRAHAM R.H.
Estimation of conception rate depression of holstein cows due to adverse temperature and humidity in tropical and subtropical climate. Int. J. Biometeor (1973) 17 (2) 131-134.
45. - INGRAHAM R.H., GILLETTE D.D., WAGNER W.W.
Relationship of temperature and humidity to conception rate of holstein cows in subtropical climate J; dairy sci. (1974) - 57, 475-481.
46. - JOHNSTON J.E., NAELAPAA H., FRYE J.B. Jr.
Physiological response of holstein, Brown-swiss and Red-sindhi crossbred bulls exposed to high temperature and humidities. J. Al sci. (1963) - 22, 432-436.
47. - JOHNSTON H.D., VANJONACK W.J.
Effect of winter and other stressors on blood hormone pattern in lactating animal. J. dairy (1976) - 59 (9) 1603-1617.
48. - KELLY J.W., HURST V.
The effect of season on fertility of the dairy bulls and the dairy cows. Journal of the american veterinary medical association (1963) - 143, 40-43.

49. - KIRBY G.W.M.
Les bovins de Bali en Australie. - Revue mondiale de zootechnie (1979) - 31, 24.
50. - MADAN M.L., JOHNSTON H.D.
Environmental heat effects on bovine luteinizing hormone
J. dairy sci. (1973) - 56, 1420-1423.
51. - Mc MILLAN K.L., WATSON J.D.
Short estrous cycle in New Zealand dairy cattle.
J. dairy sci. (1971) - 54, 1526-1529.
52. - MILLER M.L., ALLISTON C.W.
Influence of programmed circadian temperature change upon the levels of LH in the bovines. - Biol. of reproduction (1974) - 11 (2) 187-190.
53. - MOBERG G.P.
Effects on environment and management stress on reproduction in the dairy cow. J. dairy sci. (1976) - 59 (9) 1618-1629.
54. - MOODY L.L.
The effects of high ambient temperature on progesterone concentration in the corpus luteum and adrenals of the bovine. Thèse méd. vét. University of Arizona TUCSON (1969)
55. - NDONG P.G.C.
La climatologie appliquée à l'élevage. Thèse Méd. vét. DAKAR (1980) n° 1
56. - PATRICK T.E., KELLY-BREN H.C., JOHNSTON J.E., HINDERY G.A., SHELWICK J.C., BANKSTOW J.
Effect of Air-conditioning and other cooling practices on physiological responses : semen production and fertility of bulls under southern conditions. J. dairy sci. (1959) 42, 394-395.
57. - FIRCHNER D.
Rapport de la 2ème réunion du groupe d'experts F.A.O. sur la sélection animale et la climatologie (1968) - Rome 25-29 Nov.
58. - ROMAN-PONCE H., THATCHER W.W., BUFFINGTON D.E., WILCOX C.S., VANHORN H.H.
Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. J. dairy sci. (1977) 60 (3) 424-430
59. - ROUSSEL J.D., BEATRY J.F.
Influence of zone cooling on performance of cows lactating during stressful summer conditions. J. dairy sci. (1970) 53, 1085-1088
60. - ROUSSEL J.C., BEATRY J.F., LEE J.A.
Influence of season and reproductive status on peripheral plasma progesterone levels in lactating bovine. Int. J. of biometeo (1977) 21 (1) 85-91.
61. - SABBAGH M.
Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique à des températures élevées. Thèse Méd. vét. DAKAR (1983) n° 23.

62. - SELYE H.
The effect of adaptation to various damaging agents in the female organs in the rat. *Endocrinology* (1939) 25, 615-618;
63. - SHELTON M., HUSTON J.E.
Effects of high temperature stress during gestation on certain aspects of reproduction in the ewe. *J. Anim. science* (1968) - 27, 153.
64. - SKINNER J.O., LOUW G.H.
Heat stress and spermatogenesis in *bos Indicus*, and *bos taurus* cattle. *J. Appl. physiol.* (1965) - 21, 1789-1790.
65. - STONAKER H.H.
Animal breeding in tropics of latin america. *J. Anim. sci.* (1971) - 33, 1-6
66. - STOTT G.M.
Female and breed associated with seasonal fertility in dairy cattle. *J. dairy sci.* (1961) - 44, 1698-1701.
67. - STOTT G.M., WILLIAMS R.J.
Causes of low breeding efficiency associated with seasonal high temperature. *J. dairy sci.* (1962) - 45, 1369-1375.
68. - STOTT G.M., ROBINSON J.R.
Plasma corticosteroids as indicators of gonadotrophin secretion and infertility in stressed bovine. *J. dairy science* (1970) - 53, 652.
69. - STOTT G.M., WIERSMA F., WOODS J.M.
Reproductive health program for cattle subjected to high environmental temperature. *J. Amér. vét; méd. assoc.* (1972) 161, 1339-1345.
70. - STOTT G.M., WIERSMA F.
short term thermal relief for improved fertility in dairy cattle during hot weather. *Inter. J. of biometeor* (1976) 20 (4), 344-350.
71. - SWESSION G., SCHAAR J., BRANNANG E., MESKEL L.B.
Activité d'élevage du projet du développement rural Intégré Ethiopie - Suède. *Revue mondiale de zootechnie* (1981) 36, 31.
72. - THATCHER W.W., GWAGDAUSKAS E.C., WILCOX C.J., TOMS J. HEAD H.H., BUFFINGTON D.E., FREDNIKSON W.B.
Milk performance and reproductive efficiency of dairy cows in an environmentally controlled structure. *J. dairy sci.* (1974) - 57, 304-307.
73. - ULBERG L.C., BURFENING F.S.
Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa and ova. *J. Anim. sci.* (1967) - 26, 571-577
74. - VAUGHT L.W., MONTY D.E., FOOTE W.C.
Effect of summer heat stress on serum lutenizing hormone and progesterone value in holstein Friesian cows in arizona. *Am. J. vet. res.* (1977) - 38 - (7), 1027-1030.
75. - VEWTER H.A.W.
Influence of climate on the reproduction of cattle. *Internat J. of biometeor.* (1973) - 17 (2), 147-151.

76. - VINCENT C.K.
Effect of seasonal and high environmental temperature on fertility in cattle. A review. J. Amér. vét. méd. Assoc. (1972) - 161, 1333-1338.
77. - WAN W.C.N.
Radioimmunologie analysis of serum LH in holstein heifers in a subtropical area. Taiwan J. of veterinary and animal husbandry (1974) - 24, 1-8
78. - WIERSMA F., STOTT G.H.
Microclimate modification for hot weather stress relief for dairy cattle. Trans of A.S.A.E. (1966) - 3, 309-313.
79. - WIERSMA F., STOTT G.H.
New concepts in the physiology of heat stress in dairy cattle of interest to engineers. Trans of A.S.A.E. (1969) 12, 130-131
80. - YAMEOGO R.B.
Le point des connaissances actuelles sur la reproduction de la femelle zébu. Thèse Méd. vét. DAKAR (1983) n° 21.

VU
LE DIRECTEUR
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine
Vétérinaires

LE CANDIDAT
LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine
Vétérinaires

VU
LE DOYEN
de la Faculté de
Médecine et de
Pharmacie

LE PRESIDENT DU JURY

VU et permis d'imprimer
DAKAR, le

LE RECTEUR : PRESIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE
DE L'UNIVERSITE DE DAKAR

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

=====

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

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

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE ".