

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

ANNEE 1988 - N° 49



# **ADAPTATION DES VACHES LAITIERES DE RACE MONTBELIARDE A LA CHALEUR**



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

## THESE

présentée et soutenue publiquement le 19 juillet 1988  
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE  
(DIPLOME D'ETAT)

par

MAHO Angaya

né en 1957 à DADJI (TCHAD)

- Président du Jury : Monsieur François DIENG,  
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur : Monsieur Alassane SERE,  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : Monsieur Justin Ayayi AKAKPO,  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Monsieur Mamadou BADIANE,  
Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur de Thèse : Monsieur Alassane SERE,  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

15 11 88

ECOLE INTER-ETATS  
DES SCIENCES ET MEDECINE  
VETERINAIRE DE DAKAR

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT (1987-88)

SCOLARITE

MS/AD

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1 - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Charles Kondi AGBA	Maître de Conférences
Jean-Marie Vianney AKAYÉZU	Assistant
Némé BALI (Melle)	Monitrice

2 - CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassan DIOP	Maître-Assistant
Franck ALLAIRE	Assistant
Amadou Bassirou FALL	Moniteur

3 - ECONOMIE-GESTION

N.	Professeur
----	------------

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

Malang SEYDI	Maître-Assistant
Serge LAPLANCHE	Assistant
Abdoulaye ALASSANE	Moniteur

- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-  
PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Maître de Conférences
Pierre SARRADIN	Assistant
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Lalé NEBIE	Moniteur

- 6 - PARASITOLOGIE-MALADIES  
PARASITAIRES-ZOOLOGIE
- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Louis Joseph PANGUI | Maître-Assistant |
| Jean BELOT          | Assistant        |
| Rasmané GANABA      | Moniteur         |
- 7 - PATHOLOGIE MEDICAL-ANATOMIE-  
PATHOLOGIE ET CLINIQUE AMBU-  
LANTE
- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| Théodore ALOGNINOUIWA     | Maître -Assistant  |
| Roger PARENT              | Maître-Assistant   |
| Jean PARANT               | " "                |
| Jacques GODEFROID         | Assistant          |
| Yalacé Y. KABORET         | " "                |
| François AKIBODE          | Moniteur           |
| Dominique LEGRAND (Melle) | Monitrice bénévole |
- 8 - PHARMACIE-TOXICOLOGIE
- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| François A. ABIOLA | Maître-Assistant |
| Kader AKA          | Moniteur         |
- 9 - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-  
PHARMACODYNAMIE
- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Alaassane SERE         | Professeur       |
| Moussa ASSANE          | Maître-Assistant |
| Hortense AHOUNOU (Mme) | Monitrice        |
- 10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIES  
& MEDICALES.
- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Germain Jérôme SAWADOGO | Maître-Assistant |
| Jules ILBOUDO           | Moniteur         |

11 - ZOOTECHEMIE-ALIMENTATION

Ahmadou Lamine NDIAYE	Professeur
Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'enseignement
Ely OULD AHMEDOU	Moniteur

- Certificat Préparatoire aux Etudes Vétérinaires  
(C.P.E.V.)

Amadou SAYO	Moniteur
-------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

- Biophysique

René NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>Université Ch.A. DIOP</u>
------------	--

Mme Jacqueline PIQUET	Chargé d'Enseignement Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>Université Ch.A. DIOP</u>
-----------------------	---

Alain LECOMPTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>Université Ch.A. DIOP</u>
----------------	--

Mme Sylvie GASSAMA	Maître-Assistante Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>Université Ch.A. DIOP</u>
--------------------	---

- Botanique

Antoine NONGONIERMA

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

- Agro-Pédologie

- Economie générale

Oumar BERTE

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

- Economie agricole appliquée  
à la production animale

Cheikh LY

Docteur Vétérinaire  
Master en Economie Agricole  
Chercheur à l'ISRA

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1987-1988)

- Parasitologie

Ph. DORCHIES

Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

- Pathologie Bovine-Pathologie  
Aviaire & Porcine.

J. LECOANET

Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
NANTES (France)

- PHARMACODYNAMIE GENERALE & SPECIALE

P. L. TOUTAIN

Professeur  
Ecole Nationale Vété-  
rinaire  
TOULOUSE (France)

- PATHOLOGIE GENERALE-IMMUNOLOGIE

Melle Nadia HADDAD

Maître de Conférence  
Agrégée  
E.N.V. Sidi-THABET(TUNISIE)

- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

L. EL BAHRI

Maître de Conférences  
Agrégé E.N.V. Sidi THABET  
(TUNISIE)

Michel Adelin J. ANSAY

Professeur  
Université de LIEGE  
(BELGIQUE)

- ZOOTECNIE-ALIMENTATION

G. M. CHIRICATO

Professeur  
Université de PADOUE  
(ITALIE)

R. PARIGI-BINI

Professeur  
Université de PADOUE  
(ITALIE)

- PATHOLOGIE CHIRURGICALE

L. POZZI

Professeur  
Université TURIN  
(ITALIE)

- PATHOLOGIE MEDICALE

M. BIZZETTI

Assistant  
Faculté de Médecine Vétéri-  
rinaire de PISE (ITALIE)

M. GUZZETI

Technicien programmeur  
Université de PADOUE  
(ITALIE)

- SOCIOLOGIE RURALE

M. GNARI KENKOU

Maître -Assistant  
Université du BENIN  
(TOGO)

- REPRODUCTION

M. D. TAINTURIER

Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
NANTES (France)

- PHYSIQUE & CHIMIE BIOLOGIQUES  
& MEDICALES

M. P. BENARD

Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

- DENREOLOGIE

M. J. ROZIER

Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
ALFORT (France)

J E

D E D I E

C E

T R A V A I L



**A MON PAYS LE TCHAD**  
=====

Que tes enfants se décident de placer leurs intérêts personnels après le tien.

Qu'ils sachent que seul le travail, dans la paix, l'entente, l'amour et le respect mutuel peut les placer sur l'orbite de la vie.

Qu'ils abandonnent leurs interminables querelles pour diagnostiquer les maux dont tu souffres et préconiser un traitement définitif.

Qu'ils sachent que leur lutte contre la misère est encore très grande et qu'ils ont une lourde responsabilité et qu'une solution durable interpelle la conscience de tout un chacun.

**AU SENEGAL LE PAYS HOTE**  
=====

Vous avez remplacé si non devenu mon second pays depuis les évènements sanglants qu'a connus mon pays.

Que Dieu Tout-Puissant vous préserve du désordre politique. Que vos enfants s'entendent pour le maintien de la démocratie recherchée désespérément dans le continent.

A mon père ANGAYA Ousmane et ma cadette Amina.  
In Memorium. Ce jour est le votre.

A ma mère LOURA AGNES  
Tu as gardé espoir malgré mon absence très longue.  
Soit honorée.

A ma femme NADJI BIBIANE.  
Ce travail est le tien.

A ma fille FEDA ROMANCE.  
En témoignage à mon amour filial pour t'exhorter à  
mieux faire. Que tu sois l'espoir et le guide des petits frères.

A mes frères et soeurs Mana, Félix, Moreida, Pierre,  
Ndabita. Cette joie est la votre.

A mes tantes et oncles  
A toute la famille de mon oncle Yakouma  
A toute la famille de Pina Dorsouma  
A toute la famille de Gaston Nzapayeké  
A toute la famille de Déglos  
A toute la famille de Adjefan Jean  
A toute la famille de El-Hadji Aorsouma  
A mes cousins Samgagaya, Amed, Ali, Anoué, Djel,  
Madikors, Kemchang, Alloua, Makong, Assane.  
Soyez ravis et partagez avec moi cette joie.

.../....

**A mes amis**

Que je ne puis nommer de peur d'en omettre, mais qui j'en suis convaincu, sauront se reconnaître.

Découvrez ici l'expression de mon amitié la plus profonde.

**A mes enseignants du primaire, secondaire et de l'université.**

**A mes camarades de C.E.G de Kélo et de Lycée FELIX EBOUE.**

Pour ces moments durs et agréables passés ensemble.

**A tous mes camarades de promotion 1988.**

Pour avoir partagé ensemble les joies et les peines du sinueux chemin de l'enseignement supérieur.

**A tous les Tchadiens de l'université de DAKAR.**

Unis, nous pouvons mieux apporter notre contribution à la reconstruction nationale.

---

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

=====

**Au Docteur Mamadou MBAYE, Chef de service de Zootechnie  
au laboratoire national de Hann.**

Malgré vos multiples préoccupations vous nous avez aidé sans faille dans l'élaboration de ce travail. Nous espérons que ce modeste travail vous donnera satisfaction et à travers vous l'Institut Sénégalaise de Recherche Agronomique. (ISRA).

**Au Docteur Assane Moussa**

Assistant au département de physiologie.

**A Monsieur Pierre Bornarel**

Assistant de recherches à l'E.I.S.M.V de Dakar.

**A Monsieur FRIOT Dominique, Ingénieur Chimiste  
ISRA-LNERV - DAKAR**

**A l'architecte Garimgoto Yairo.**

**A NGARMBO CHRISTINE, Secrétaire à l'ASECNA.**

**A la famille Becaye Diallo**

**A SAMDEIDOU Haramdi, Moussanadji, Danret, Zarana,  
Yetna, MBAIHOROU.**

Profonde reconnaissance.

**A tous ceux qui de loin ou de près nous ont aidé à  
l'élaboration de ce travail.**

Sincères remerciements.

## A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de Jury, le Professeur François DIENG de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar qui nous a fait l'insigne honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A notre Maître et Directeur de thèse, le Professeur Alassane SERE. Département de physiologie à l'E.I.S.M.V de Dakar.

Nous a pu mener ce travail grâce à votre encadrement. Tout le long de notre contact, nous avons apprécié votre gentillesse, votre entière disponibilité en dépit d'innombrables sollicitudes qui vous sont adressées. Ceci n'a d'égal que votre goût recherché du travail bien fait. Puisse ce travail vous témoigner notre profonde estime ainsi que notre sincère reconnaissance.

A notre Maître et Juge Justin A. AKPO, Professeur.

Nous avons beaucoup admiré votre courage, abnégation à fournir un enseignement complet tout au long de notre scolarité. Votre sens de la rigueur scientifique nous a toujours enthousiasmé.

Veillez trouver ici, l'expression de notre profonde gratitude.

A notre Maître de juge, Monsieur le Professeur Mamadou BADIANE, Maître de Conférences à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR.

Votre simplicité et votre disponibilité constante à aider les étudiants. Nous sommes heureux de vous compter parmi nos juges.

Soyez assuré de notre respectueuse admiration.

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 leur auteur et qu'elles n'entendent donner aucune approbation, ni improbation.

# O M M A I R E

---

---

## INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : Climat et condition générale de lutte contre la chaleur.

CHAPITRE I : Climat de Sangalkam.

CHAPITRE II : Condition générale de lutte contre la chaleur.

### I - La régulation thermique

1°) - Mécanisme de la régulation thermique.

- 11 - Facteurs d'équilibre thermique
- 111 - Production de chaleur ou thermogénèse
- 112 - La thermolyse
- 1121 - Thermolyse direct
- 1122 - Thermolyse indirect

2°) - Eléments anatomiques sur lesquels porte la régulation thermique

- 21 - Foyes thermogènes
- 22 - Surface de déperdition
- 23 - Notion de l'enveloppe et de noyau central

### II - Mécanisme thermorégulateur dans le milieu chaud

1°) - Thermolyse directe

- 11 - Comportements involontaires (physiologique)
- 12 - Comportements volontaires
- 121 - La consommation d'aliments
- 123 - Perte de chaleur à l'ingestion.

.../...

2°) - Thermolyse indirecte

- 21 - Les mécanismes principaux
- 211 - L'évaporation cutanée
- 212 - La polypnée thermique
- 213 - Déséquilibre hydrominéral
- 22 - Mécanismes accessoires

3°) - Conséquence de la lutte contre la chaleur sur la production.

- 31 - La reproduction
- 32 - La croissance
- 321 - La croissance prénatale
- 322 - La croissance post-natale
- 33 - La production
- 331 - Avicole
- 332 - Laitière

**III - Adaptation aux climats chauds**

1°) - Climat chaud et humide

- 11 - Thermolyse directe
- 12 - Thermolyse indirecte

2°) - Climat chaud et sec

- 21 - Rôle du pelage
- 22 - Sacrifice de l'homéothermie
- 23 - Economie de l'eau.

**DEUXIEME PARTIE : Données expérimentales**

**I - Matériel et méthode**

1°) - Matériel

- 11 - Matériel animal
- 12 - Matériel technique

2°) - Méthodes d'observation

.../...



## II - Présentation des résultats

- 1°) - Les résultats sont contenus dans les différents tableaux ci-dessus.
- 2°) - Corrélation totale entre les différents variables.

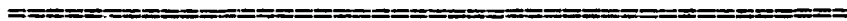
## III - Discussion

- 1°) - Influence de la température ambiante sur la température rectale, la fréquence cardiaque et respiratoire.
  - 11 - Influence de la température ambiante sur le pH sanguin.
  - 12 - Influence du stress thermique sur la production laitière.
- 2°) - Facteur lié à l'animal
  - 21 - Influence de la température rectale
    - 211 - Sur la fréquence cardiaque
    - 212 - Sur la fréquence respiratoire
    - Sur la production laitière
- 3°) - Influence de la consommation d'eau et d'aliment sur la production laitière et la température rectale.
- 4°) - Condition d'adaptation et d'amélioration de la production laitière.
  - 41 - Facteur animal
  - 42 - Facteur alimentaire
    - 421 - Aliment
    - 422 - Eau
  - 43 - Facteur habitation
    - 431 - Réalisation constatée sur le terrain
    - 432 - Proposition

.../...

- 4321 - Principe d'organisation spatiale  
de la ferme.
- 4322 - Type d'étables en zone tropicale
- 4323 - Construction de l'étable par tracé  
géométrique et données bioclimatiques.
- 4324 - Fonction des hangars
- 44 - Facteur homme

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



La population de 35.000.000 des pays du sahel avoisinera 60.000.000 vers l'an 2000. A ce taux galopant de population correspond 10 p 100 des éleveurs dont le système d'exploitation est basé sur les méthodes traditionnelles et d'ici ce siècle, la demande de la population en lait va doubler selon la FAO.

Conscients, certains pays, parmi lesquels le Sénégal tentent de contourner ce danger déjà existant par l'importation des vaches laitières.

Objectif : intensification de la production laitière. Au Sénégal, le choix a été porté sur la Montbeliarde. Elle est installée dans la région de Dakar qui connaît un climat voisin de celui des pays tempérés mais aussi à certain moment de l'année des périodes chaudes. Depuis son installation à Sangalkam, dans cette région, aucune étude n'a été menée à propos de son adaptation. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes intéressés aux comportements de ces vaches pendant les périodes chaudes et froides. L'objectif de cette étude est de comprendre ses réactions et envisager son extension vers les régions les plus chaudes du pays ou du sahel tout entier.

Notre travail comprend trois parties :

- La première partie porte sur le microclimat de Sangalkam, la généralité sur la régulation thermique, le mécanisme thermorégulateur dans le milieu chaud et l'adaptation aux climats chauds.

- La seconde partie, portant sur les observations sur le terrain comprend : matériel et méthode, présentation des résultats et discussion.

- La troisième partie constitue la conclusion.

**PREMIERE PARTIE**

---

---

**CLIMAT ET CONDITION GENERALE**

---

---

**DE LUTTE CONTRE LA CHALEUR**

---

---

CHAPITRE I

LE CLIMAT

## LE CLIMAT DE SANGALKAM

Au cours d'une année, le Sénégal subit l'influence de trois masses d'air qui déterminent les grands traits du climat; notamment l'alternance saison sèche - saison des pluies mais aussi des types de temps que l'on rencontre en saison sèche.

De Dakar à Saint-Louis, la saison sèche de la bande côtière (30 km) est marquée par l'alternance de deux masses d'air qui s'affrontent : l'alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores qui vient du Nord-Ouest et l'harmattan issu de l'anticyclone saharien qui vient de l'Est.

L'alizé maritime donne un temps frais et humide, remarquable par sa faible amplitude thermique journalière.

L'harmattan est un vent sec, dessèchant, souvent chargé de poussière, chaud, parfois très chaud et marqué par une forte amplitude thermique diurne.

L'arrivée de la troisième masse d'air, chaud et humide, en provenance de l'hémisphère sud (anticyclone de Sainte-Hélène) qui est à l'origine de la saison des pluies étend son influence aux mois de Juin et Octobre ; mois de transition au cours desquels le Front-Inter-tropical qui délimite cette masse d'air, passe sur Sangalkam. Presqu'île du Cap-vert, Sangalkam subit également l'influence de ces différentes masses d'air au cours de l'année. Les installations météorologiques et les essais du programme cultures fourragères du laboratoire national d'élevage et des

.../...

recherches vétérinaires ont donné par analyse sur douze ans les résultats de l'influence de ces différentes masses d'air sur cette région pendant les deux saisons.

- La saison des pluies

Elle s'étale du 1er Juillet au 1er Octobre si on considère les pluies utiles (pluies supérieures à 10 mm), soit une durée de 80 jours.

Les mois les plus pluvieux sont Août et Septembre. Mais l'étude de l'évapotranspiration montre que sur les 80 jours, seulement 60 jours peuvent satisfaire les besoins des plantes en eau. Et l'analyse des bilans hydriques pour certaines plantes ont permis d'établir un calendrier de semis de différentes variétés de niébé. Ce calendrier est basé sur les deux premières pluies. (1).

Pendant cette saison, la température ambiante est très élevée le jour où elle atteint son maximum vers les premières heures de l'après-midi et l'humidité très forte le matin atteint son minimum aux points de maximum de la température. La courte saison des pluies est opposée à une longue saison sèche qui connaît une grande variété de temps.

- La saison sèche

Elle est influencée par les trois masses d'air qui déterminent quatre temps :

.../...



. 11 Juin et Octobre est marqué par les transitions (passage de F.I.T). Ces mois sont rarement pluvieux. Ils sont soumis au type de temps que l'on rencontre en hivernage. Il fait chaud avec une température minimale supérieure à 18°C. L'amplitude thermique est inférieure à 10°C dans 70 pour 100 des cas ; une humidité relative minimale supérieure à 30 pour 100. Les températures moyennes en Juin-Juillet et Octobre sont respectivement 26,7 ; 27,9 ; et 28°C.

. 12 Novembre-Décembre : prédominance des anticyclones sahariens.

L'harmattan succède à la masse d'air équatoriale. Le premier "coup" d'harmattan soufflant fréquemment 4 à 5 jours de suite marque la fin de la saison des pluies et la descente du F.I.T.

Sa présence régulière en Novembre-Décembre (9 jours en moyenne chaque mois) permet de recueillir une température maximale supérieure à 31°C une amplitude thermique supérieure à 15°C et une humidité relative minimale inférieure à 15°C.

. 11 Janvier-Février-Mars : Le conflit des alizés. C'est le moment de confrontation entre alizé maritime et l'alizé continental (l'harmattan). Le résultat de ce conflit est très variable suivant les années. Durant ces trois mois, sur la période étudiée (1977-1984) l'harmattan a soufflé de 5 (1978) à 38 jours (1983) ; ce qui peut expliquer la variabilité de température minimale, moyenne et maximale.

.../...

. 14 Avril-Mai : Le monopole de l'alizé maritime. Il domine sans partage au mois d'Avril-Mai. Il est caractérisé par une température maximale inférieure à 28°C, une amplitude thermique inférieure à 10°C, une humidité maximale relative constamment supérieure à 90 pour 100 à cause de la proximité de la mer. La rosée est très fréquente. Cette caractéristique du climat a conduit le programme cultures fourragères à importer les plantes des pays tempérés ou méditerranéens telles que la luzerne, l'avoine fourrage, colza, Rays-grass d'Italie et celles des pays tropicaux tel que le panicum maximum. Les résultats expérimentaux obtenus sont encourageants (2). C'est également cet aspect de climat qui a permis l'installation des vaches laitières importées de race Montbeliarde dans cette région.

Toutes ces investigations montrent l'importance du climat dans la vie d'un être végétal ou animal. C'est l'étude de la vie de ce dernier qui constitue la suite de notre travail.

CHAPITRE II

CONDITION GENERALE DE LUTTE

CONTRE LA CHALEUR

## I - REGULATION THERMIQUE

La chaleur animale est un témoin de l'activité vitale. Cette activité vitale est régie par des réactions enzymatiques. La vitesse de ces réactions dans l'organisme dépend de la température ambiante. Pour tous les organismes, il existe une zone de température pour laquelle les réactions enzymatiques évoluent de façon optimale. Il apparaît dès lors que le comportement du monde animal est fonction de la température du milieu dans lequel se déroule son métabolisme biologique. Cette notion conduit à distinguer deux espèces d'animaux : Le poïkilotherme qui fait varier sa température corporelle en fonction de la température ambiante et l'homéotherme qui maintient fixe sa température corporelle quelque soit la variation de la température ambiante. La fixité de la température chez l'homéotherme se fait par la mise en jeu des mécanismes de la régulation thermique.

### 1 - Mécanismes de la régulation thermique

La température corporelle des homéothermes est maintenue constante grâce à une régulation soignée de l'équilibre entre la production de la chaleur ou thermogénèse et la déperdition de chaleur ou thermolyse.

On peut définir une zone de neutralité thermique, comprise entre deux températures (températures critique inférieure

.../...

et température critique supérieure). Lorsque la température critique est supérieure à la zone de neutralité thermique, l'animal doit lutter contre la chaleur par une diminution de la thermogénèse ou augmentation de la thermolyse. Et lorsque la température ambiante du milieu dans lequel se trouve placé l'animal est inférieure à la zone de neutralité thermique, il doit lutter contre le froid en augmentant sa production de chaleur ou en diminuant ses pertes de chaleur. Thermogénèse et thermolyse représentent donc les facteurs de l'équilibre thermique de l'homéotherme.

### 1-1 - Facteurs d'équilibre thermique

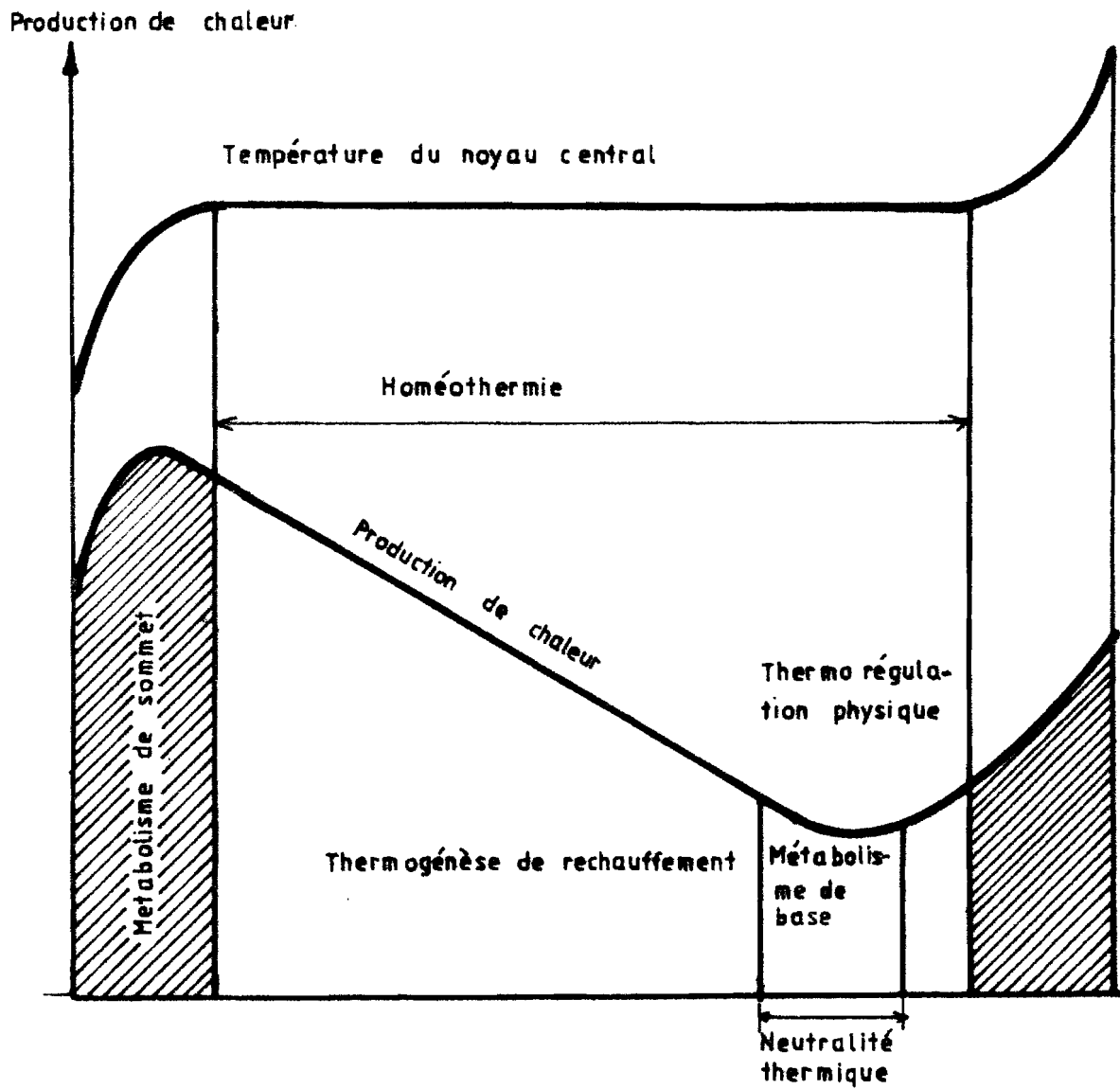
L'équation de la régulation thermique s'écrit classiquement : Production de chaleur ou thermogénèse = Perte de chaleur ou thermolyse. Cela conduit à examiner la production puis les pertes.

#### 1-1-1 - Production de chaleur ou thermogénèse

La chaleur est un produit du métabolisme. Lorsqu'on étudie la thermogénèse d'un animal en fonction de la température, on constate que cette production passe par un minimum dans une zone de température variable selon les espèces appelée zone de neutralité thermique. La calorification minimale correspond au métabolisme de base. Dans cette zone il n'y a pas de dépense de la thermorégulation. Les animaux éprouvent alors une sensation de bien-être quand ils sont dans cette ambiance ou légèrement en dessous. Les chiffres ci-dessous montrent la zone de neutralité selon les animaux (3).

.../...

# SPECTRE THERMOGENESE



- Homme vêtu ..... 24°C
- Homme chaudement vêtu ..... 14°C
- Chèvre ..... 20-28°C
- Mouton ..... 13-14°C
- Boeuf ..... 14-18°C
- Porc ..... 21°C.

Ces chiffres indiquent une basse température de neutralité chez le mouton et boeuf ; chiffres qui expliquent la résistance de ces animaux au froid et leur sensibilité à la chaleur. A l'inverse la sensibilité au froid et la résistance à la chaleur de la chèvre cadrent bien avec sa haute température de la zone de neutralité thermique. Ainsi la chèvre se sentira à "l'aise" dans le milieu chaud, le mouton et le boeuf dans le milieu froid.

La chaleur étant des déchets de l'organisme, toute augmentation du métabolisme, exercice musculaire, dépense de l'acte alimentaire, augmentent du même coup sa production. C'est la raison pour laquelle les possibilités de lutte contre le froid sont considérables. Le maximum de la puissance thermogénétique que GIAGA désigne sous le terme de métabolisme de sommet, se situe chez les petits mammifères comme les rats à une valeur six fois supérieure à celle du métabolisme de base (figure 1).

En zone chaude il se produit également une augmentation de production de chaleur qui s'ajoute du reste à la chaleur reçue de l'ambiance. Cet excès de chaleur doit être éliminé faute de quoi l'animal s'échauffe dangereusement ; c'est la raison pour laquelle la dissipation de chaleur dans un environnement chaud est le problème de l'homeotherme.

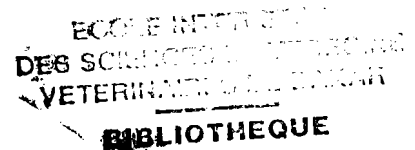
.../...

### 1-1-2 La thermolyse

C'est un mécanisme de lutte contre le chaud qui comprend une thermolyse directe et indirecte. Cette dissipation peut être formulée mathématiquement de la manière suivante (4):

$$H = H_c + H_d + H_r + H_e$$

H = taux de pertes de chaleur  
H<sub>c</sub> = pertes de chaleur par conduction  
H<sub>d</sub> = pertes par convection  
H<sub>r</sub> = pertes par radiation  
H<sub>e</sub> = pertes par évaporation.



H<sub>c</sub>, H<sub>d</sub>, H<sub>r</sub> peuvent être collectivement ou individuellement positifs (perte nette par animal avec l'environnement comme absorbateur de chaleur) ou négatifs (gain net si l'environnement est une source de chaleur).

H<sub>e</sub> est presque toujours positif quoique dans les conditions extrêmes, il puisse y avoir une nette condensation de vapeur d'eau chez l'animal placé dans un environnement dont le point de rosée est supérieur à la température de la peau. L'analyse des mécanismes de thermolyse directe et indirecte sont dès lors nécessaires.

#### 1-1-2-1 Thermolyse directe

Elle est ainsi appelée parce qu'elle peut être perçue et mesurée directement au calorimètre. Son mécanisme comprend les éléments suivants : pertes par conduction, convection et rayonnement.

.../...



- Pertes par conduction

Elles se produisent au niveau de contact entre un corps plus froid et la surface corporelle. Son efficacité dépend de la température ambiante. Les pertes sont plus grandes avec une faible température ambiante. L'eau peut jouer ici un rôle important (aspersion des animaux avec l'eau). En d'autres termes, elle est efficace quand la surface corporelle est en contact avec un corps froid.

- Pertes par convection

Elles sont importantes et correspondent au déplacement des particules d'air ou d'eau échauffées au contact de la surface corporelle. C'est ce qu'on appelle communément le "courant d'air". Son efficacité est fonction de la vitesse de l'air, de la taille de la surface sur laquelle elles agissent et la forme de cette surface.

- Pertes par rayonnement

C'est la transmission de la chaleur à travers le milieu ambiant par des ondes électromagnétiques surtout dans l'infrarouge. Le corps peut émettre de la chaleur ou en recevoir, à travers l'air, quelque soit la température de ce dernier. C'est de cette façon que l'exposition aux fortes insulations échauffe l'organisme. La déperdition par ce mécanisme dépend du pouvoir émissif de la surface. Il est maximum et égal à l'unité pour le corps "noir ou parfait". Ce pouvoir est nul pour les corps qui réfléchissent tous les rayonnements (argent poli). Le

.../...

revêtement cutané des animaux en général et ceci sans distinction du pelage se comporte comme un corps noir parfait avec un pouvoir émissif voisin de l'unité. Le tableau suivant donne quelques chiffres selon BAXTER (5).

Animaux	Couleur du pelage	Pouvoir émissif
Caribou	brun	
Caribou	blanc	0,99
Berger Allemand	gris-clair	0,99

Notons que la peau du sujet de race blanche et celle de la race noire se comportent toutes les deux dans le spectre infrarouge à la manière du corps noir avec une approximation de 10 pour 100 (6). Cette déperdition peut être compensée par la réception d'un rayonnement de même type en provenance d'une source extracorporelle : radiateur pour les pays froids et pour ce qui nous concerne le soleil.

Le pouvoir d'absorption du revêtement cutané à l'inverse du pouvoir émissif est fonction de la couleur de la peau. Ce dernier facteur va jouer un rôle dans la protection contre l'insolation chez les sujets adaptés. Dans les conditions atmosphériques habituelles, les pertes par rayonnement sont la résultante de rayonnement éliminés c'est-à-dire émis par le corps d'une part et ceux qui sont reçus par l'organisme d'autre part.

.../...

Ces pertes se produisent inéluctablement que le sujet soit dans une ambiance chaude ou froide. Cela est lié à la différence de température entre le corps et l'environnement (7). Quand l'insolation est forte, les rayonnements peuvent contribuer à l'élévation de la température du corps du sujet, il n'en va pas de même pour la thermolyse indirecte que nous envisageons ci-dessous.

1-1-2-2- Thermolyse indirecte

Elle est représentée par l'évaporation. L'évaporation est l'un des moyens les plus efficaces par lesquels bon nombre d'animaux évitent l'hyperthermie en milieu chaud. Elle est considérée comme l'action de conversion de l'eau liquide à la vapeur d'eau. Elle est impossible lorsque l'air dans lequel est placé l'animal est à une température égale ou supérieure à celle de la surface d'évaporation et qu'il est saturé en vapeur d'eau. On lui reconnaît deux modalités : les pertes par évaporation cutanée et les pertes par évaporation pulmonaire.

- Pertes par évaporation cutanée

Elles comprennent un élément constant la perspiration insensible et un élément variable : la sudation.

- La perspiration insensible : Elle résulte de la diffusion d'eau à travers le tégument et non d'une sécrétion des glandes sudoripares ; de sorte qu'elle se produit chez toutes les espèces qu'elles transpirent ou non. Cette perspiration relève de deux mécanismes. Le premier représenté par une sécrétion

.../...

sudorale très faible, les gouttelettes de sueur étant si petites qu'elles subissent une évaporation si rapide que l'examen du tégument à l'oeil nu ne permet pas de les décéler. Elles deviennent visibles lorsque le tégument est examiné à la loupe et surtout lorsqu'il a été saupoudré d'un colorant convenablement choisi (8) .

Comme toutes les autres formes de sécrétions sudorales, cette perspiration insensible d'origine dermique peut être inhibée par l'administration d'atropine. Dans les conditions expérimentales la perspiration insensible n'est pas diminuée. La perte d'eau à travers le tégument persiste en grande partie grâce à un deuxième mécanisme désigné sous le nom de perte d'eau transépidermique ou vraie perspiration insensible.

Le mécanisme de la perte d'eau transépidermique indépendant de l'activité continue insensible des glandes sudoripares n'est pas connu.

Les parts respectives de la perspiration dermique et de la perspiration transépidermique dans la perte totale d'eau sont très variables suivant les individus et même suivant les régions du tégument chez un sujet donné. On estime à 500-700 g/24h la quantité d'eau qui traverse le tégument d'un homme adulte au repos (6).

- Les pertes par sudation : Elles dépendent de l'activité des glandes sudoripares. Ces pertes sont grandes chez les animaux pourvus des glandes sudoripares. L'homme peut survivre à une température ambiante de 50°C ou même plus avec une température interne normale par sa grande capacité à transpirer (4).

.../...

Cette modalité chez ce dernier varie avec l'âge et le sexe. Il semble que la femme transpire moins que l'homme et que cette faible transpiration serait due à une faible baisse du gradient thermique pour le renouvellement métabolique de la chaleur et une faible réserve de capacité de déplacer le sang vers la peau HERGIG et SARGENT (1963) (9). Quant au bébé sa faible capacité à transpirer serait due à l'immaturation des glandes sudoripares FOSTER HEY et KATZ (1969) GREEN BEHRENDT (1970).

#### - Les pertes par évaporation pulmonaire

La différence entre le transfert de chaleur évaporative sensible à l'air inspiré et le transfert d'une partie de cette chaleur à la muqueuse durant l'expiration représente la perte par évaporation pulmonaire.

La quantité exacte de chaleur perdue par unité de volume respiré est fonction de la température ambiante et de l'humidité. L'air chaud et humide défavorise la perte calorique. Si l'air ayant une température supérieure à celle du corps et saturé de vapeur d'eau est inspiré, il y a un gain net de chaleur par l'organisme. A basse humidité même si la température ambiante est supérieure à celle du corps, il y a nette perte par évaporation pulmonaire.

Exemple : A 42°C et à une humidité relative de 50 pour 100, il y a nette perte de chaleur. Cette voie reste le seul mode de dissipation de chaleur chez les animaux qui

.../...

transpirent ou pas. Elle est caractérisée par un élément variable qui est l'augmentation de la fréquence respiratoire ou polypnée. Cette dernière est déclenchée sous l'effet de la chaleur. Le chien déclenche sa polypnée à 41°C. L'animal augmente sa surface d'évaporation en maintenant sa langue à l'extérieur de la gueule béante. En même temps la salivation devient abondante. La fréquence respiratoire passe de 15-25/mm à 150-300/mm.

L'efficacité de cette voie est aussi bonne que la sudation mais son coût énergétique est très élevé.

Il ressort de cette étude des facteurs d'équilibre thermique qu'il existe d'une part la production de chaleur due au métabolisme ; la chaleur environnementale pouvant s'ajouter à celle du métabolisme et d'autre part la perte. Ces mécanismes se déroulent au niveau des éléments anatomiques.

## 2 - Elements anatomiques sur lesquels porte la régulation thermique

Ils sont au nombre de trois : les foyers thermogènes, surface de déperdition. La notion d'enveloppe et de noyau central.

### 2-1 Foyers thermogènes

Le foie est l'organe le plus chaud. En effet le foie, le coeur, le cerveau et autres musculatures actives sont de 1 à 2°C plus chaud que le rectum. Le sang de la carotide est à 0,2°C inférieur au rectum. Le rumen lui est à 2°C de plus que la température rectale (10).

.../...

## 2-2 Surface de déperdition

Ce sont celles qui sont en contact avec le milieu extérieur, c'est-à-dire les voies aériennes, la peau, et tout au moins les zones cutanées qui ne sont pas protégées par un pelage, un plumage ou revêtements. D'une manière générale le sang qui est un transporteur de chaleur en repart moins chaud (sang veineux) qu'il ne l'était à l'arrivée (sang artériel) et ces surface d'échanges se refroidissent. Chez l'homme comme chez la plupart des mammifères, le système vasculaire est particulièrement adapté à ces échanges thermiques au niveau de la surface de mains et des pieds toute température superficielle s'abaisse lorsque diminue la température extérieure, alors que la température des organes profonds demeure stable (11).

## 2-3 Notion de l'enveloppe et de noyau central

Il résulte des études précédentes que la notion d'homéothermie n'est que relative. La température corporelle n'est pas la même en tout point de l'organisme. Il existe une topographie qui permet de distinguer des points chauds et des points plus ou moins froids. Ces derniers se trouvent principalement au niveau des surfaces par lesquelles se fait l'écoulement de la chaleur provenant du métabolisme, le rôle essentiel étant ici joué par la peau. L'ensemble constitue l'enveloppe dont la température est variable et s'abaisse en général avec la diminution de la température ambiante.

A l'opposé, ce sont des organes profonds, protégés par l'enveloppe. Ils constituent le "noyau central dont la température est sensiblement fixe ou subit une variation de faible ordre 1 à 2°C.

.../...

L'homéothermie est donc le propre des organes profonds et non des enveloppes. C'est sur ces éléments anatomiques qu'est le noyau que porte la régulation thermique chez les mammifères et oiseaux.

Les éléments sur lesquels porte la régulation thermique peuvent varier ainsi avec le froid ou la chaleur. Pour ce qui concerne le chaud il est raisonnable d'étudier le mécanisme thermoregulateur. Ce mécanisme régit l'adaptation des animaux dans le milieu chaud.

## II - MECANISME THERMOREGULATEUR DANS LE MILIEU CHAUD

L'homéotherme lutte contre la chaleur dans deux circonstances. Premièrement lorsque la température ambiante dépasse la température de neutralité thermique. Deuxièmement quand la production excessive de chaleur dépassant les possibilités d'utilisation de cette chaleur pour le maintien de la température centrale. Le mécanisme de lutte contre le chaud comprend la thermolyse directe et la thermolyse indirecte.

### 1 - Thermolyse directe

Les pertes par thermolyse directe sont les seules à intervenir dans la zone de neutralité thermique et de ce fait sont appelées pertes caloriques basales. Les mécanismes qui les régissent sont limités quand la température ambiante s'élevant, réduit le gradient thermique et du même coup ces pertes par thermolyse directe.

.../...



Toutefois l'organisme animal dispose de certaines possibilités pour augmenter ces pertes. Les unes portent sur les comportements involontaires, les autres sur les comportements volontaires.

#### 1-1 Comportements involontaires (physiologiques)

Ce comportement tient aux modifications au niveau de l'appareil cardio-vasculaire. L'activité cardiaque et vaisseaux sanguins en particulier les vaisseaux périphériques subissent une modification.

L'exposition d'un animal à une sévère chaleur de courte durée augmente la fréquence cardiaque BIANGA et FINDLAY (1962). La tachycardie peut être liée à l'activité pulmonaire. A 42° la fréquence cardiaque atteint 155 et celle du poumon 390 chez la poule. Par contre une période relativement longue diminue la fréquence cardiaque WORSTELL et BRODY (1957) (12).

Ce declin est associé à une diminution de consommation alimentaire et une baisse de production métabolique en ce qui concerne les femelles lactantes. La modification de l'activité cardiaque est suivie par la modification des vaisseaux en particulier les vaisseaux périphériques. Ces derniers subissent une dilatation importante sous l'effet de la chaleur. La vasodilatation augmente le calibre des vaisseaux dont l'apport sanguin au niveau de la peau. En même temps qu'elle accroît l'apport sanguin, elle favorise les échanges à contre courant au niveau des veines et artérioles cutanées. Ce mécanisme permet à l'animal d'éliminer d'une manière non négligeable la chaleur par conduction, convection et rayonnement. Malgré cette possibilité donnée par l'activité cardiaque et la vasodilatation,

.../...

les pertes restent néanmoins limitées par le gradient thermique entre la surface cutanée et le milieu chaud. Pour cette raison un individu placé dans un milieu chaud va recourir à des comportements volontaires pour renforcer le processus de thermolyse directe : ce sont la consommation alimentaire, ingestion d'eau et d'autres tels que la posture, la locomotion, la recherche d'abri.

## 1-2 Comportements volontaires

### 1-2-1 La consommation d'aliments

A haute température, l'animal diminue sa prise de nourriture. Cela peut être lié à la dépression de l'appétit par mécanisme central dans l'hypothalamus par la chaleur ; soit d'une baisse de l'activité métabolique. Cette activité métabolique en rapport avec la sécrétion thyroïdienne dépend de la qualité de l'aliment. Les aliments riches en protéine sont moins consommés car ils génèrent la production de chaleur par le foie appelée Action dynamique spécifique (ADS). De même un aliment trop fermenticible sera peu ingéré chez le ruminant parce que source de chaleur après fermentation ruminale. L'influence de la chaleur sur la consommation chez les oiseaux est très patente. Des expériences effectuées sur deux lots de deux semaines ont donné les résultats suivants : 18g à 31°C, 13g à 32°C et 9g à 38°C (4). Ce qui traduit inévitablement une chute régulière de poids donc de la croissance. La baisse de consommation de l'activité métabolique conditionne la baisse de l'activité thyroïdienne. Des nombreuses données expérimentales ont prouvé que l'hypofonctionnement de la glande thyroïdienne pendant la saison

.../...

chaude n'a pas d'autre origine que cette diminution de prise de nourriture. A titre d'exemple le taux plasmatique de thyroxine chez la chèvre est de 0,6 mg/100kg/j en hiver contre 0,2 mg en été. Paradoxalement la baisse de consommation d'aliment coïncide avec l'élévation de consommation d'eau.

#### 1-2-2 La consommation d'eau

La consommation d'eau est le moyen le plus efficace que l'animal utilise pour amoindrir son échauffement et sa deshydratation en milieu chaud. Cette consommation chez le bétail est gouvernée par la sévérité de la chaleur et la quantité de matière sèche ingerée chez les vaches européennes en lactation, la prise d'eau diminue à 32°C ou au-dessus. Le déclin est lié probablement au déclin en production laitière (le lait contient en dessous de 77 p. 100 d'eau) et en consommation alimentaire (9).

Les vaches indiennes élèvent leur consommation d'eau avec l'élévation de la température ambiante. Ce taux de consommation est objectivé par l'évaporation et le mince déclin de la production laitière et l'ingestion de matière protéique digestible quoiqu'il en soit, les vaches sèches élèvent leur ingestion d'eau proportionnellement à la température ambiante. Au dessus de 30°C la période durant laquelle aucune consommation ne s'effectue tend à être courte chez le bétail et il apparaît que ce bétail a tendance à boire toutes les deux heures.

A 35°C la consommation d'eau est relative au type de ration ; plus la ration est riche en protéine et en sel, plus grande est la consommation d'eau.

.../...

Quant aux bovins africains, il semble que chez les taurins comme chez les Zebus, ce soit surtout la valeur du degré hygrométrique qui intervienne dans la régulation thermique. Lorsque la température atteint des valeurs voisines de la température corporelle, l'action du degré hygrométrique est bien plus forte sur les Zebus que sur les Taurins.

La baisse de la consommation de nourriture et l'élévation de niveau d'ingestion d'eau visent à limiter la production de chaleur, compenser la perte d'eau ou faciliter la perte de chaleur. La dernière considérée comme perte à l'ingestion sans pour autant qu'elle soit prépondérante n'est pas à négliger.

#### 1-2-3 Perte de chaleur à l'ingestion

Une quantité de chaleur est transmise à l'eau et à l'aliment consommé. Elle correspond à la chaleur nécessaire pour réchauffer ces aliments à la température interne de l'animal. Par exemple dans un environnement chaud, le mouton boit une à deux heures après la prise de nourriture ; temps nécessaire qui coïncide avec l'effet maximum de l'élévation de température de repas.

Chez le porc la chaleur perdue lors de l'échauffement d'aliment et d'eau consommés s'élève à environ 3 p. 100 de la perte totale (Mount 1968). Aussi la quantité d'eau prise dans les conditions de chaleur de deux animaux (porc, mouton) dépasse-t-elle considérablement des besoins urinaires (4).

.../...

La modification des besoins urinaires est réglée par les sécrétions hormonales. Il s'agit de l'hydrocortisone et l'aldostérone. Le premier tient sous sa dépendance la réabsorption d'eau au niveau de la membrane tubulaire et le second la réabsorption sodique. La concentration urinaire ou la réduction de fréquence urinaire malgré la consommation élevée d'eau n'a pas d'autre origine que ce mécanisme.

Ce mécanisme contribue efficacement à économiser l'eau dans le milieu où celle-ci est très rare. Pour cette part de sécrétion hormonale THOMSON et COLL (1963) trouvent une augmentation significative du taux de l'hydrocortisone (cortisol) plasmatique chez les vaches Holsteins exposées à 34-35°C. Ce qui montre la participation de la glande adrénaie dans le mécanisme de lutte contre le chaud.

En dehors de ces comportements volontaires, citons d'autres tels que la posture de l'animal, la recherche des abris, la tendance nocturne des animaux, la sieste pendant les heures chaudes sont des comportements volontaires observés chez les animaux adaptés dans le milieu chaud.

Toutes ces manifestations visent à augmenter la thermolyse directe parce que peu coûteuse du point de vue énergétique. Mais généralement cette thermolyse directe reste insuffisante lorsque la chaleur est sévère. Dans une telle condition on observe une mise en place de la thermolyse indirecte pour compléter ou remplacer la première.

.../...

## 2 - Thermolyse indirecte

Elle comprend les mécanismes principaux et les mécanismes accessoires.

### 2-1 Les mécanismes principaux

Ils sont classiquement représentés par l'évaporation cutanée et la polypnée.

#### 2-1-1 L'évaporation cutanée

C'est un mécanisme très efficace de déperdition calorique. Elle est la seule dont l'efficacité soit conservée lorsque la température du milieu est supérieure à celle de la surface d'évaporation. Elle est le résultat de l'activité des glandes sudoripares (eccrines et apocrines). La quantité de sueur excrétée varie selon les espèces.

Chez l'homme LADELL en Arabie note un chiffre de 0,5 l/h (13). ADOLPHE et DILL dans le Nevada trouvent des chiffres supérieurs 1,3 à 1,7 l/h (14).

Le cheval quant à lui se situe tout juste au même niveau relatif de sudation que l'homme et s'adapte très bien à la chaleur.

Chez les bovins l'intensité de la sudation varie en fonction de différentes parties corporelles.

Par des tests de sudation BLAXTER (15) montre que le pourcentage de sudation dans la zone située au-dessus de l'humerus est plus élevée que les zones abdominales.

.../...

Outre ces zones, la sudation est importante au cou et à l'épaule.

Selon BRODY (16), la sudation représente 2/3 des pertes totales de chaleur chez les bovins. Il n'en est pas de même chez les ovins dont la sudation peu importante est compensée par la polypnée thermique.

#### 2-1-2 La polypnée thermique

Elle existe chez le chien, le chat, le porc, les oiseaux, les petits et grands ruminants par ordre décroissant. Par rapport à la sudation son coût énergétique est quatre fois plus élevé (12).

Chez le porc, la polypnée thermique est capitale mais variable avec l'âge de l'animal (17).

Elle est le seul mode de dissipation de chaleur chez les oiseaux dont la peau est quasiment isolée du milieu ambiant par le plumage. L'étroitesse de leurs cavités respiratoire et buccale limite la thermolys par polypnée thermique ce qui explique leur tolérance relativement faible à la chaleur.

Chez les petits ruminants elle compense efficacement la sudation qui est quasi inexistante.

Cette forme de dissipation représente chez les bovins un tiers (1/3) de la perte totale de chaleur (18).

La sudation et la polypnée ont pour conséquence la perte d'eau et de sel à travers la peau. Ces pertes hydrominérales conduisent à un déséquilibre hydrominéral.

.../...

### 2-1-3 Déséquilibre hydromineral

Les processus thermolytiques entraînent des mouvements importants d'eau à l'intérieur de l'organisme (hémodilution au début et hémococoncentration à la fin). Ces mouvements tendent à provoquer une diminution de la charge hydrique de l'animal. Cette diminution liée à la sudation et à la polypnée a comme conséquence la déshydratation. Celle-ci dans le cas présent est la somme de perte d'eau et des sels en particulier le sel de sodium. Ce dernier accompagne généralement l'eau. Toutefois, il faut remarquer que seule la sudation est responsable de perte de sel de sodium.

La perte de chlorure de sodium est si importante qu'elle provoque chez les sportifs des crampes musculaires pendant des efforts musculaires violents dans les pays chauds.

### 2-1 Mécanismes accessoires

Certains animaux utilisent leurs urines et salives comme moyens de dissipation de chaleur.

Le rat et l'éléphant prélèvent la salive avec laquelle ils aspergent leurs corps quand il fait chaud.

La sécrétion salivaire est abondante chez le chien, chat, lapin et bovins pendant les heures chaudes. Elle est beaucoup utilisée par le porc et bovins. En effet ces animaux arrosent leur litière de leurs urines. Ce qui rend humide la litière. L'humidification de la litière est favorable à l'augmentation de la dissipation de chaleur par convection et conduction.

.../...



Il ressort de cette étude des mécanismes thermoregulateurs dans le chaud que ces derniers sont basés sur le comportement physiologique (involontaire et volontaire). La thermolyse directe ajoutée aux comportements volontaires (ingestion d'eau et d'aliments) et la thermolyse indirecte (évaporation cutanée et polypnée) vont influencer remarquablement la production animale.

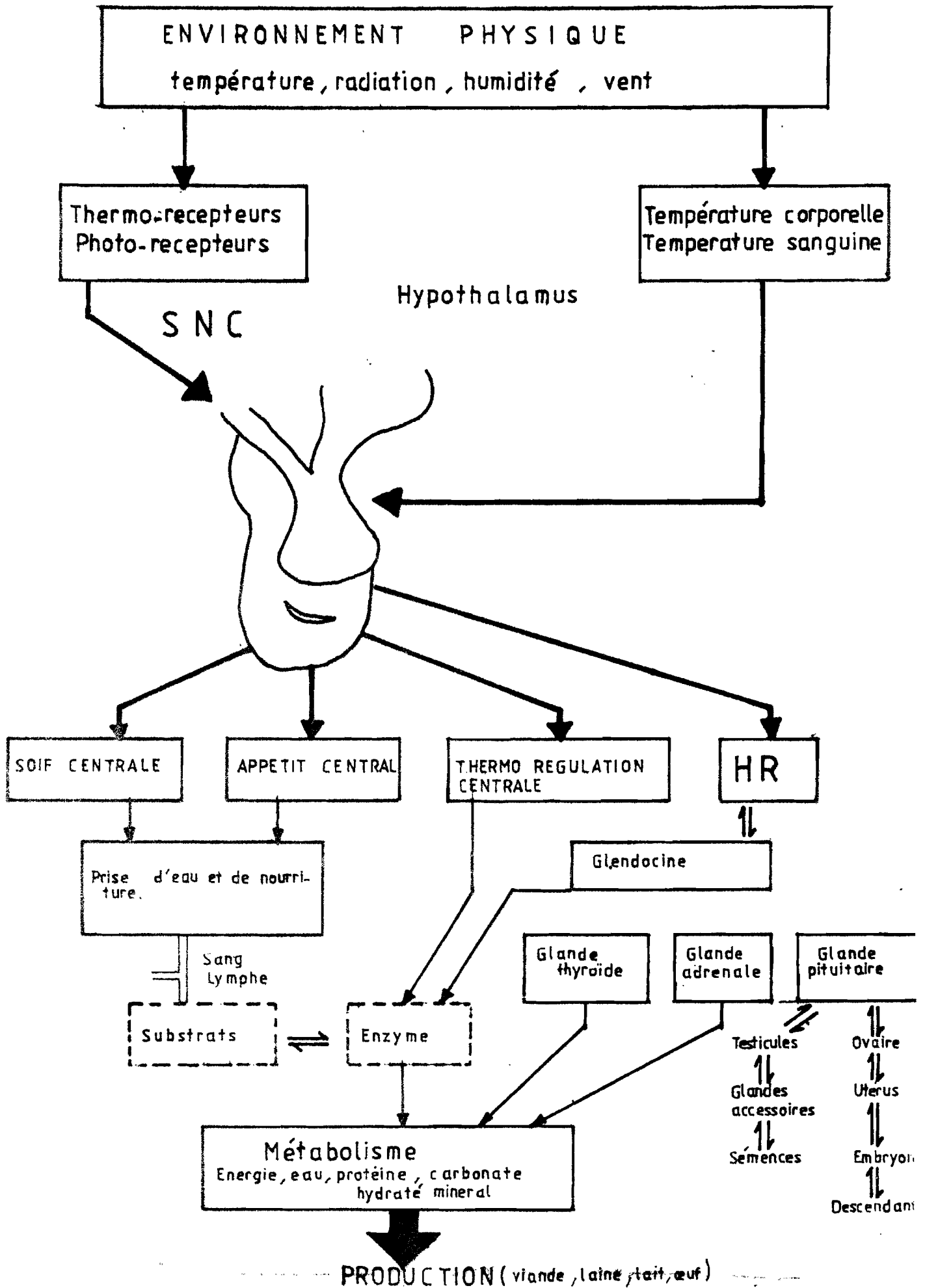
A côté de cette influence indirecte, il existe une influence directe sur la production par le stress thermique. Ainsi dans un milieu chaud, toute production animale doit tenir ou prendre en compte les conséquences de la lutte contre la chaleur.

### 3 - Les conséquences de la lutte contre la chaleur sur la production.

Les conséquences de la lutte contre la chaleur sur les productions sont les résultats des effets indirects de l'inappétence et de la deshydratation ou directs de stress thermique sur l'activité enzymatique ou celle des autres organes impliqués dans la thermoregulation. Comme le montre le schéma (1). Tout facteur affectant le métabolisme de l'organisme, perturbe nécessairement la production animale. Ces perturbations peuvent avoir une origine indirecte ou directe par les effets directs de température sur les gonades. Compte tenu de la complexité de ces facteurs nous aborderons ces conséquences sur les trois phases de la production à savoir la reproduction, la croissance et la production animale proprement dite.

.../...

LA REGULATION THERMIQUE ET L'ENVIRONNEMENT



### 3-1 La reproduction

Le stress thermique s'exerce aussi bien chez le mâle que chez la femelle. Il retarde la puberté en même temps qu'il affecte la spermatogénèse. En effet cette dernière est ralentie chez les mammifères quand la température des testicules atteint le niveau de la température corporelle. Les caractéristiques microscopiques et le pouvoir fécondant du sperme de taureau soumis à un stress thermique important sont profondément affectés, le retablisement ne se faisant qu'après plusieurs semaines. Dans des telles conditions certains auteurs trouvent que la fréquence des spermatozoïdes anormaux est élevée et leur mobilité considérablement réduite (19).

L'exposition de bélier à 32°C avant l'accouplement est marquée par une diminution de la fertilisation (20).

Outre cette baisse de la fertilisation on note une variation saisonnière de la sécrétion de la thyroxine. En été, le taux de sécrétion de la thyroxine est de 1/4 ou 1/5 de celui mesuré en hiver chez cet animal. Il semble que la mauvaise qualité du sperme observé pendant la saison chaude soit liée à la chute de taux de thyroxine plasmatique.

Chez la femelle la forte température retarde la puberté chez certaines espèces. Ainsi il semble que la température de 27°C retarde d'une manière significative la puberté chez la genisse shorton et Brahman mais cette température est sans effet sur les genisses Santa Gerturdis.

La fertilité est également affectée chez la femelle par ce facteur. Elle peut tomber jusqu'à 35 à 65 pour 100 selon la

... / ...

température et l'humidité. Cette chute peut être liée au taux élevé de la progesterone plasmatique observé pendant la saison chaude.

En Louisiane des dosages mensuels du taux plasmatique des hormones montrent une élévation de la concentration de progesterone chez les bovins à la saison chaude par rapport à la saison froide (21). Toutefois la concentration plasmatique de progesterone est complexe et semble variable selon l'intensité et la durée du stress thermique (adaptation). Les brebis et les vaches en gestation produisent des agneaux et veaux maigres quand elles sont exposées à forte température. Ce facteur élève également le taux d'avortement et la résorption de fœtus (20). Chez les vaches on constate un raccourcissement mensuel du cycle sous l'effet du stress thermique. Exposées pendant 27 h à 38°C les vaches gestantes de 4 à 6 mois avortent tandis que les brebis maintenues à 42°C pendant 7 h chaque jour durant toute la gestation donnent des embryons plus altérés que ceux des brebis exposées seulement pendant la deuxième moitié de la gestation (4).

### 3-2 La croissance

L'effet de la température peut s'observer à différents niveaux de la croissance : la croissance prénatale et la croissance postnatale.

#### 3-2-1 La croissance prénatale

La gestation pendant la haute chaleur conduit à la naissance des produits dont le poids est 20 p 100 inférieur au poids normal, compromettant d'une manière remarquable la vitalité des nouveaux nés.

.../...

YEATES (1958) montre que le nanisme constaté chez les animaux est un effet spécifique de haute température et non un effet combiné de la consommation de nourriture. Les produits ainsi obtenus sous l'effet de la forte température semblent être de petite tailles bien proportionnées, distinctes des agneaux aux longues pattes minces provenant des brebis sous-alimentées. Cependant ce mécanisme n'est pas maîtrisé car il peut être dû à un défaut placentaire, une insuffisance pituitaire ou un excès des stéroïdes de la glande adrénaie.

Des brebis exposées à haute température donnent des agneaux prématurés dont la faiblesse est proportionnelle à la durée de l'exposition. Chez les vaches, la gestation estivale conduit à terme à la naissance de veaux extrêmement petits. Ces veaux succombent peu de temps après leur naissance à cause de leur inaptitude physique (12).

### 3-2-2 La croissance post-natale

Les bovins européens ont une croissance ralentie à une température maintenue au-dessus de 24°C. La croissance cesse à de températures de 29 à 32°C. La prostration survient à 41°C surtout sous les conditions similaires de haute humidité (4). Des expériences ont montré que dans un environnement chaud la consommation de la matière sèche par unité de poids corporel, le coefficient de digestibilité, l'absorption des métabolites par les intestins sont plus élevés chez le troupeau Brahman que chez le troupeau européen parce que Brahman fait usage efficace d'aliment ingurgité et a un métabolisme plus bas. De même les Zébus au métabolisme plus bas peuvent aussi assurer des gains de poids important pendant la forte température.

.../...

Comparés aux taurins, des études montrent que les hautes températures agissent plus sur les taurins que sur les Zébus (21).

Chez le porc à 21°C la croissance est rapide pour un poids de 45 kg mais elle est rapide à 16°C que pour un poids de 90 kg. D'une manière générale la croissance est ralentie chez cet animal à 30°C (4).

### 3-3 La production

3-3-1 Avicole : Les oiseaux sont des animaux les plus sensibles à la chaleur à cause de leur revêtement cutané (plumage) qui réduit leur perte de chaleur par conduction et convection. L'étroitesse de la cavité respiratoire ne permet pas une grande élimination de chaleur métabolique.

L'effet de la chaleur s'observe souvent au niveau de production d'oeuf et de la croissance. On note une chute de production d'oeuf chez les poules exposées à 27-29°C. Un lot produisant 67 p. 100 à 21°C ne peut donner que 50 p. 100 à 29°C (22). Le poids et l'épaisseur de la coquille de l'oeuf sont également affectés. On note une chute de poids de l'oeuf de 3 p. 100 et celle de l'épaisseur de la coquille de 5 p. 100 dans les mêmes conditions. La qualité de l'albumen d'oeuf se dégrade à une température ambiante supérieure à 30°C ; quant à la croissance, elle baisse régulièrement lorsque la température s'élève de 21 à 32°C et tend vers zéro quand la température ambiante dépasse 35°C. Cet effet est plus remarquable sur un lot de 3 semaines (22).

.../...

3-3-2 Laitière : On estime que la production laitière diminue approximativement de 1 kg de lait lorsque la température rectale s'élève de 1°C au-dessus de la température corporelle. La température optimale de l'environnement pour la production dépend des espèces, de l'élevage et de la tolérance à la chaleur. Chez les bovins européens l'intervalle de température de bonne production se situe entre 0 et 21°C. A 27°C on note une baisse lente de la production mais elle est forte à une température supérieure à 27°C. Exemples de températures critiques chez quelques bovins (4).

Bovins	Supérieure (t°C)	Inférieure
Holstein	21°C	- 1
Brunes Alpes Jersey	24-27°C	2
Brahman	32°C	

A l'issue de l'étude des conséquences de la lutte contre la chaleur nous pouvons dégager un corollaire suivant: "toute production animale dans un milieu chaud doit tenir compte de la tolérance de l'animal à la chaleur". Ce qui revient à poser le problème d'adaptation à la chaleur donc au climat. C'est l'aspect de ce problème qui constitue le paragraphe suivant.

.../...

## II - ADAPTATION AUX CLIMATS CHAUDS

### 1 - climat chaud et humide

Le climat chaud et humide est caractérisé par des températures moyennes de 25 à 30°C. Le maximum atteint rarement 35°C. La pluviométrie est importante et l'atmosphère est saturé en vapeur. La température ambiante est toujours inférieure à la température centrale de l'animal. La thermolyse directe jouera un rôle prépondérant en raison de la positivité du gradient thermique. Par contre le gradient de pression de vapeur d'eau entre le corps et l'ambiance est réduit du fait de la saturation de l'atmosphère en vapeur d'eau, la thermolyse indirecte sera donc coûteuse et efficace.

#### 1-1 Thermolyse directe

Pour favoriser la thermolyse directe, la peau intervient de même que le comportement.

##### - Rôle de la peau

Les animaux de ces zones sont caractérisés par un corps glabre, quelquefois la peau est recouverte de poils courts de couleur foncée. La robe noire prédomine le plus souvent, enfin des adaptations morphologiques ou anatomiques favorisent ces pertes par convection, conduction et rayonnement. Ces facteurs font partie des éléments du rôle du comportement.

##### - Rôle du comportement

Le comportement des animaux de ces zones tend à augmenter l'efficacité de la thermolyse directe. Les bains d'eau et de boue sont fréquents, ce qui permet la dissipation de chaleur par conduction.

.../...



## 1-2 Thermolyse indirecte

Les animaux de ces zones ont recours à l'évaporation d'eau pour se réfrigérer bien que son efficacité soit réduite du fait de la quasi saturation de l'atmosphère en vapeur d'eau.

En effet, pour la plupart de ces animaux, lorsque la température ambiante s'élève un peu, la sudation ou la polypnée se déclenche rapidement. Tous les animaux de cette zone maintiennent par thermolyse indirecte et l'évaporation d'eau une température centrale remarquable constante de 38 à 38,5°C SCHOEN (1971) (23). L'usage de la thermolyse indirecte et l'évaporation d'eau sont facilités par l'abondance d'eau et de nourriture mais la situation est différente pour les animaux vivant dans un climat chaud et sec.

## 2 - Climat chaud et sec

Les principaux caractères de ce climat sont :

- une forte température diurne qui dépasse la température corporelle.
- des états thermiques entre la nuit et le jour.
- une insolation forte qui augmente la charge calorique de l'individu.
- un manque d'eau et de nourriture.

.../...

Ces caractères sont ceux du climat tropical, sahelien et désertique. L'adaptation des animaux dans ces zones est due aux : pelage, sacrifice de l'homéothermie et l'economie d'eau.

### 2-1 Rôle du pelage

Le pelage représente la frontière entre l'environnement et l'organisme animal. La nature et l'importance du pelage peuvent modifier considérablement les échanges thermiques. En effet, le pelage joue deux rôles :

Le premier concerne la protection contre la pénétration de chaleur, le second est de favoriser la dissipation de la chaleur interne.

Dans les deux cas la couleur et la texture du pelage sont d'importance capitale.

La protection contre l'insolation est si efficace que ces animaux n'hésitent pas à pâturer pendant les heures chaudes.

### 2-2 Sacrifice de l'homéothermie

Les animaux adaptés à ces zones ont tendance à faire varier leur température corporelle. Par exemple la température du chameau est de 34-35°C le matin et le soir elle atteint 40°C selon SCHMIDT NIELSEN (1957) (23).

.../...

L'écart maximum noté est de 6,7°C en 11 heures. Ces écarts sont observés lorsque l'animal est exposé à la chaleur et subit un rationnement rigoureux en eau. Par contre, en présence d'eau et de nourriture, les écarts sont réduits et ne dépassent pas 1,5 à 2°C. Les mécanismes de thermolyse directe lorsqu'ils sont favorisés retardent le déclenchement de la thermolyse indirecte et permet l'économie de l'eau.

### 2-3 Economie de l'eau

Elle est favorisée lorsque l'animal utilise surtout des moyens physiques pour dissiper sa chaleur (conduction, convection, rayonnement).

La mise en jeu du mécanisme de thermolyse directe, l'augmentation de l'efficacité de la thermolyse indirecte contribuent à économiser l'eau. Chez les animaux adaptés, la sudation est tardive, faible et imperceptible de sorte que l'évaporation devient efficace. Le rôle du rein dans l'économie est capital. Le rein intervient par le phénomène de réabsorption d'eau au niveau de la membrane tubulaire. Cette réabsorption se faisant grâce à la sécrétion de l'ADH.

Les critères d'adaptation aux climats seront appréciés par l'amplitude des variations de température corporelle et par la faculté d'économiser l'eau. Selon Alassane SERE : résister à la chaleur c'est résister contre le manque d'eau dans une grande mesure et résister également contre le manque de nourriture" (23).

.../...

Il apparait à l'issue de ces études que la lutte contre la chaleur constitue un handicap en ce qui concerne la production animale, plus particulièrement la production laitière dans l'ambiance chaude. Elle nécessite la présence d'eau tout comme la production laitière. L'adaptation à la chaleur se fait par l'économie d'eau. Il y a là manifestement problème pour concilier ces deux exigences. L'importation des animaux doit donc être conduite avec minutie afin de tenter de concilier les deux exigences pour avoir une production satisfaisante. Une politique dans la région de DAKAR est menée depuis un certain nombre d'années pour intensifier la production laitière. Bien que le climat de la région soit relativement proche du climat européen, il existe des périodes où le stress thermique est important. Aucune étude n'a été menée sur les vaches. Et notre travail va s'efforcer d'étudier le comportement des montbeliardes dans un tel contexte.

**DEUXIEME PARTIE**



**DONNEES EXPERIMENTALES**



## I - MATERIEL ET METHODE

### 1 - Matériel

#### 1-1 Matériel animal

Nous avons utilisé trois lots d'animaux. La plupart de ces animaux proviennent de la FRANCE, sauf le troisième lot qui est constitué des taurillons nés ici. Les lots appartiennent à deux fermes à conditions d'élevages différentes. Le lot 2 et les taurillons sont de la même ferme et le lot 1 appartient à l'autre ferme (ferme 1).

#### Ferme 1 - Lot1

Elle est à 7 km de la ferme de Sangalkam et 2 km de Rufisque. Elle est implantée dans un verger qui protège les animaux contre les grands vents mais le sol imperméable sur lequel est bâti les étables rend invivable ces dernières à la saison des pluies. En effet, le sol non bétonné des étables de repos, retient assez d'eau en saison des pluies les rendant profondément boueuses. La profondeur de la boue rend le déplacement difficile de telle manière que les mamelles des vaches y traînent. Associée à la boue, la construction des hangars dont les normes ne permettent pas une bonne protection contre l'insolation thermique. Ajoutées à cela, les dimensions très réduites des bâtiments et le manque de terrain d'exercice confèrent une atmosphère confinée pendant la saison des pluies. Cette atmosphère ne conforte guère les animaux chez lesquels on observe souvent la pathologie du pied et les mammites pendant cette époque.

.../...

Lot1

Il comprend 12 vaches à la première période d'observation et seulement 7 à la deuxième. Le reste d'animaux ayant été vendu pour éviter le surchage en nombre. Sur le plan sanitaire ces animaux sont sujets d'une suivie sans précédent de la part de l'équipe vétérinaire basée à Sangalkam en dehors du contrôle hygiénique. Rappelons que sur le plan hygiénique les animaux vivaient pendant la première période (Septembre, Octobre), dans l'insalubrité incontestable. A côté de cette atmosphère malsaine il y a également l'insuffisance alimentaire causée par la surcharge en nombre d'animaux et la rupture régulière du ravitaillement en aliment.

A la deuxième période (Janvier, Février), la réduction de charge à 7 vaches, l'assèchement des étables et l'absence de fortes insulations thermiques ont permis un rationnement suffisant, correct et ont aussi donné une atmosphère confortable aux animaux.

Ferme 2 - Lot2

Elle est à 11 km de Sangalkam. La différence de celle-ci avec la première tient à la conception moderne de la dernière (voir photos) 1-4 page 40-42. Il convient de distinguer quelques avantages et inconvénients.

- Les avantages

- Dimensions des bâtiments et cours d'exercices assez grandes.

.../...

PHOTO - 1

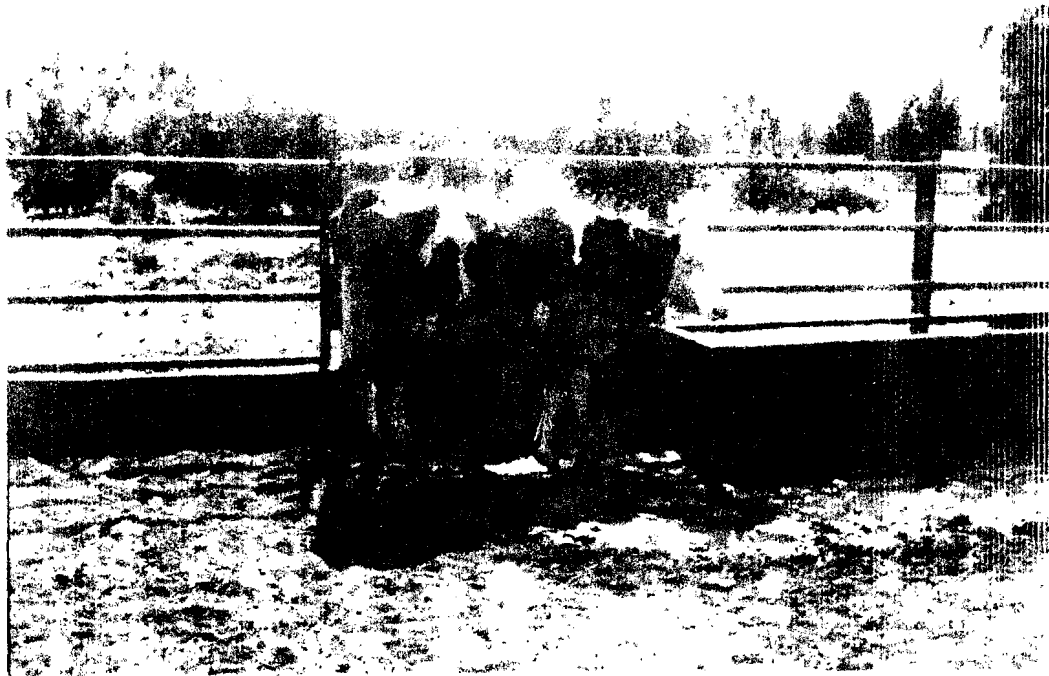
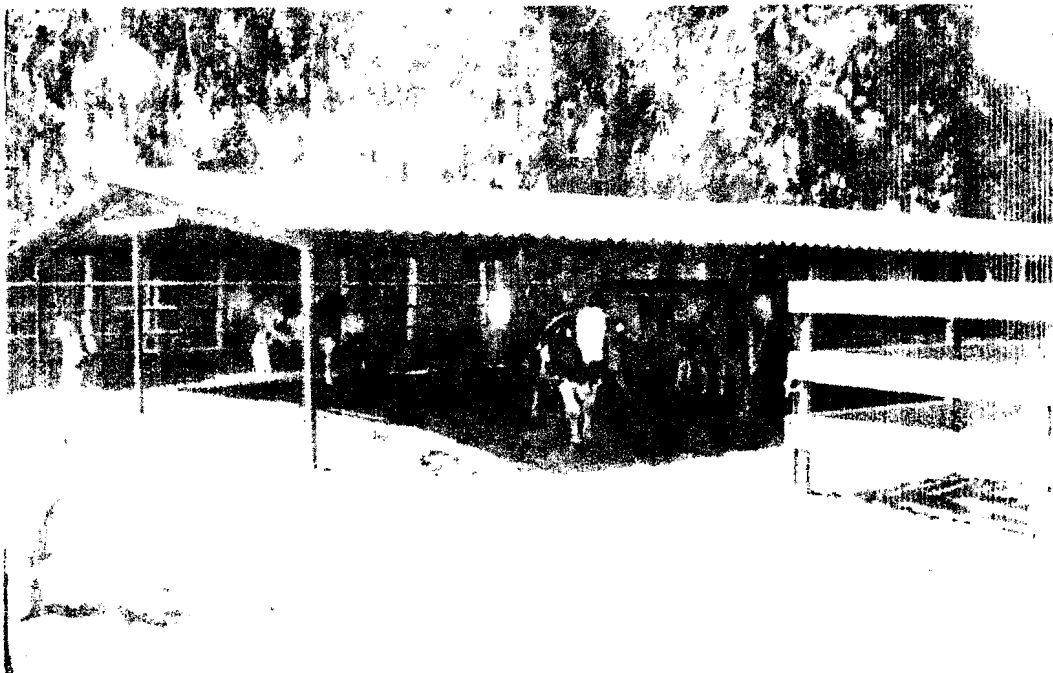


PHOTO - 2





- Clôture solide.

- Sol perméable et toujours propre même pendant la saison des pluies.

- Les inconvénients

- Toits des bâtiments ne permettant pas une grande isolation thermique.

- Etables sont soit sans aération ou aération en excès.  
photo 2 page 40

- Salle à manger servant aussi de salle de traite.

- Abreuvoirs installés au soleil.  
photo 1 page 40

Sur le plan purement hygiénique ces animaux sont à l'aise. La souffrance des animaux provient de l'insolation et de l'insuffisance qualitative d'aliment.

Lot2

Il est composé de 12 vaches et des taurillons pendant toute la durée des observations. Malgré la surcharge en nombre, ils sont nourris à volonté mais, on déplore toutefois la qualité de l'aliment.

.../...

PHOTO 3



PHOTO 4



## 1-2 Matériel technique

Au nombre de 5, il comprend :

- un stéthoscope pour la prise des fréquences cardiaques et respiratoires.

- un thermomètre à mercure pour la prise de la température rectale des animaux.

- appareil comportant : le thermomètre et l'hygromètre permettant de mesurer respectivement la température ambiante et l'humidité relative sous les étables.

- une règle graduée pour la mesure de la hauteur d'eau consommée.

- une balance servant à peser les aliments à distribuer et les refus.

## 2 - Méthodes d'observation

Elles portaient sur la mesure de la température ambiante et rectale, l'humidité relative, les fréquences cardiaques et respiratoires à 7h, 12h et 18h.

La consommation d'eau est calculée par la formule:

$V = L \times l \times h$  avec :

V = volume d'eau consommée

L = longueur de l'abreuvoir

l - la largeur de l'abreuvoir

h = la hauteur d'eau consommée.

.../...

Les prises de sang sont effectuées une fois par semaine 15 à 20 mm après la distribution du repas. Elles ont pour destinée la mesure du pH plasmatique et celle du sang total.

Les relevés de lait produit sont effectués au moment de traite qui a lieu à 7h et 17H30.

Les températures ambiantes et l'humidité relative prises sous abri aux stations de Dakar-Yoff et Sanglakam ont été fournies afin de comparer nos mesures prises directement sous les étables.

Les aliments préfabriqués arrivent dans des sacs aux poids connus. Pour les aliments fabriqués sur place, nous avons pesé les sacs servant à la mesure avant et après le remplissage pour connaître la quantité destinée aux animaux. Quant aux Panicum maximum, Brachiaria mutica, foin de maïs et de niebé, chou et haricots apportés dans les brouettes, ils ont subi la même technique que les aliments fabriqués sur place. La brouette est pesée vide puis pleine pour la déduction de la quantité livrée.

Enfin, certains de nos résultats ont été introduits à l'ordinateur pour chercher les corrélations entre les différents paramètres mesurés.

.../...

## II - Présentation des Résultats

1) - Les résultats sont contenus dans les différents tableaux ci-dessous.

Tableau N° 1

Moyennes des températures ambiantes et rectales, l'humidité relative de  
les fréquences cardiaque et respiratoires prises à 7h, 12h et 18h.

		Période chaude (Septembre-Octobre)	Période froide (Janvier-Février)
Température ambiante	7h	26,63°C	18,15°C
	12h	33,65	26,27
	18h	30,30	23,3
	extremes	23-38	15-31
Humidité relative	17h	92,75	94,07
	12h	74,96	63,27
	18h	84,27	80,30
	extremes	50-100	46-100
Température rectale	7h	38,36	38,01
	12h	39,36	38,31
	18h	39,56	38,47
	extremes	37,95-41	37,11-38,76
Fréquence cardiaque	7h	63	74
	12h	79	82
	18h	80	83
	extremes	44-116	63-90
Fréquence respiratoire	7h	56	34
	12h	79	44
	18h	80	45
	extremes	26-144	25-66

On constate que pendant la période chaude la température ambiante est plus élevée à 12h. Elle reste élevée (30,30) à 18h. L'humidité est très forte le matin. Elle est encore élevée à 18h pendant que la température ambiante est forte.

Pendant la période froide, l'humidité demeure relativement élevée mais les températures sont relativement plus basses. La fréquence cardiaque ne montre aucune différence significative entre les deux périodes chaude et froide.

Par contre la fréquence respiratoire demeure élevée en période chaude.



Tableau N° 3

Valeur bromatologique des aliments distribués au cours des observations.

Composition	ALIMENT					
	Période chaude		Période froide			
	Lot 1	Lot 2	Lot 1		Lot 2	
	Raval	Aliment (fabrication locale)	Raval	Haricot vert	Raval (fabrication locale)	Aliment ovin
Matière sèche en g/kg du produit brut	897	903	892	811	861	-
Matière minérale g/kg du produit sec	101	91	152,33	105	96,5	9
Matière protéique en g/kg du produit sec	137	85	135	256,3	93	13
Phosphore en g/kg du produit sec	4,5	1,4	5	5,31	3	-
Calcium en g/kg du produit sec	3,6	4,24	5,76	6,57	4,7	
Matière cellulosique en g/kg du produit sec	327	533	-	-	-	-
UF	-	-	-	-	-	0,8
Humidité	-	-	-	-	-	13,3 (max)

On constate que l'alimentation n'est pas uniforme. Cela ne permet aucune interprétation des résultats. Il est difficile de raisonner dans une situation aussi homogène.

Tableau N° 4

La quantité d'eau consommée en fonction de l'aliment, la température ambiante et de l'humidité relatives à 7h, 12h et 18h.

Période chaude												
Lot 1												
Température ambiante (Ta) Humidité relative (HR)						Aliments (kg)					Consomma- tion d'eau	
7h		12h		18h		Raval	Panicum maximum	Brachia- ria mu- tica	Autres aliments		(1)	
Ta	HR	Ta	HR	Ta	HR	M.	S.	M.	S.	M.	S.	
28	80	33,5	59	29,5	69	90	90					79,77
25	76	30	62	32	65	90	90					83,5
26	76	30	62	30	66	90	90					85
27	77	37	37	34	58	90	90					82,5
29	78	37	56	30	74	90	90					82,5
27	74	36	73,5	30	99	90	90					70,62
25	95	34	100	33	68	90	90					60,25
25	95	34	80	33	87	90	90					82,5
28	100	35	77	32	87,5	90	90	4	46			65
25,5	95	32	77	32	84	80	80	46	46			72,5
24	62	31,5	78	29	92	80	80	46	-			82,5
27,5	99	35	82	32	93	90	90	46	46			73,75
28	99	38	73	33	93	90	90	46	-			83,7
27	99	33,5	77,5	30	93,5	-	-		40	20	50	82,5
											Tourteau	
28	90	31,5	84	31	87	-	-		40	10	30	88,75
											Senal Son blé	
											20	
Consommation moyenne											78,35	



Lot 2 et taurillons

Température ambiante						Aliments (kg)				Eau
Humidité relative										(l)
7h		12h		18h		Raval		Aliment ovin		
Ta	HR	Ta	HR	Ta	HR	Matin	Soir	Matin	Soir	
18	72	28	46	24	76	105	87,5	12	12	109,47
18	67	31	46	27,5	65	105	87,5	12	12	104,52
17	98	29	47	25	85	105	87,5	12	12	112
20	96	25	79	29,5	87	105	87,5	12	12	10
Consommation moyenne										106,5

Les taurillons reçoivent uniquement le raval (20kg) le matin et 20 kg le soir et ont une consommation moyenne de 53.

Tableau N° 5

La quantité d'eau consommée en fonction de l'aliment de la température ambiante et de l'humidité relative à 7h, 12h, 18h.

Période froide (Janvier - Février)											
Lot 1											
Température ambiante (Ta), Humidité relative (HR)		Aliment (kg)						Eau			
		Raval (kg)		Fourrage de maïs Kg		Haricot vert		(1)			
Ta	HR	Ta	HR	Ta	HR	M.	S.	M.	S.		
19	100	26	68	75	50			60	60	51,78	
19	>100	25	70	75	50			46	46	79	
18	98	25	75	75	50			46	46	77	
24	56	21	83	75	50			46	46	74	
18	>100	24,5	69,5	70	50	45	45			67,85	
18	>100	21	85	70	50	45	45			81,25	
21	>100	26	80	75	50				45	45	95,53
21,5	88	31,5	54	75	50				45	45	105,35
Consommation moyenne									79		

La consommation d'eau pendant les deux périodes chaude et froide reste la même. Toutefois il faut noter qu'en plus du concentré les animaux reçoivent de l'affouragement en vert sous forme de maïs principalement et accessoirement des haricots verts.

.../...

Lot 2

Température ambiante, Humidité relative						Aliment (fabrication locale).		Consommation d'eau (en litre)
7h		12h		18h		Matin	Soir	
Ta	HR	Ta	HR	Ta	HR			
26	89	33	79	31,5	92	105	87,5	59
28,5	96	36	76	33	87	105	87,5	83
28	100	31,5	84	31	87	105	87,5	71,78
28	97	36,5	75	32	86	105	87,5	74,65
29	94	36	78	32	90	105	87,5	73,22
28	95	38	73	32	87	105	87,5	77,52
27	87	34	71,5	27	83,5	105	87,5	72,35
26	93	36	70	30	86	105	87,5	87,70
Consommation moyenne								75

Lot 3

il est composé uniquement de taurillons.

La moyenne de la consommation d'eau avec le même aliment est égale 83 l.

Tableau n° 6

Production moyenne de lait en litre par jour.  
Lot 1 : Nombre des animaux x 18 en saison chaude et  
 07 en saison froide.  
Lot 2 : 12 vaches en saison chaude et 12 en saison froide.

	Lot 1	Lot 2	Différence entre les lots
Période chaude Septembre-Octobre	6	5,5	0,5
Période froide Janvier-Février	17	11	6
Différence entre les périodes	11	5,5	

Tableau N° 7

Valeur moyenne du pH de sang et plasma prélevé 15 à 20 minutes après la distribution de repas.

Période	Sang total (pH)	Plasma (pH)
Chaude	7,35	7,61
Froide	7,23	7,6

Tableau N° 8

Production laitière pendant la saison chaude et froide  
 d'une montbéliarde qui a vêlé pendant la saison chaude.

Période	Jours													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Saison chaude	18	19	18,5	16,2	19	18,7	17,5	14,5	11,5	15,5	13,5	12,5	10,5	11,5
Saison froide	17,8	18,5	19,6	19,5	20,5	20,5	20,5	22,5	22,5	22,5	21,3	21,4	22	21

Cette vache adaptée souffre de la chaleur  
 et de la mauvaise alimentation.

2) - Correlation totale entre les différentes variables

1) - r (T, TR)	=	0,471 (F1)
2) - r (T,FR)	=	0,564 (F1)
3) - r (HR, T18)	=	0,765 (F2)
4) - r (HR, matin, lait)	=	0,539 (F2)
5) - r (TR, FR)	=	0,694 (F1)
6) - r (FC, FR18)	=	- 0,567 (F2)
7) - r (FC18, lait 18)	=	0,572 (F3)
8) - r (FC18, lait 18)	=	- 0,552 (F4)
9) - r (FC7, lait 7)	=	0,666 (F4).

- F = correspond aux fichiers numérotés et situés en annexe.
- T : température ambiante
- HR : Humidité relative
- TR : Température rectale
- FC : fréquence cardiaque
- FR : fréquence respiratoire
- Lait : lait total
- Lait 7 : lait à 7 h
- Lait 18: lait à 18 h

## II - DISCUSSION

### 1) - INFLUENCE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LA TEMPERATURE RECTALE, LES FREQUENCES CARDIAQUE ET RESPIRATOIRE

Les moyennes des températures observées pendant la période chaude (Septembre - Octobre) sont  $26,63^{\circ}\text{C}$  ;  $33,65^{\circ}\text{C}$  ;  $30,30^{\circ}\text{C}$  respectivement à 7h, 12h, 18h avec des valeurs extrêmes de  $23$  à  $33^{\circ}\text{C}$ . A la même période les relevés de Dakar-Yoff indiquent  $27,8^{\circ}\text{C}$  ;  $30,22^{\circ}\text{C}$  et  $29,10^{\circ}\text{C}$  respectivement pour 6h, 12h et 18h alors qu'à Sangalkam on note pour la même période  $25,4^{\circ}\text{C}$  ;  $37,95^{\circ}\text{C}$  ;  $29,5^{\circ}\text{C}$ .

Les températures relevées sous abris dans les stations de Dakar Yoff et Sangalkam sont plus basses que la température observée sous les étables. Cette dernière représente réellement la température ambiante que reçoit la surface corporelle de l'animal. Cette température reçue par les animaux a une influence considérable sur la charge calorifique des animaux et entraînent les réactions de lutte contre la chaleur.

En effet, il existe une corrélation entre la température ambiante et la température rectale (0,471), la fréquence respiratoire (0,564) et la fréquence cardiaque (voir tableau de corrélation). Plus il fait chaud, plus les animaux augmentent leur température, les fréquences cardiaque et respiratoire.

A 18h, alors que la température ambiante a quelque peu baissé (30,30) la température rectale (39,58), la fréquence respiratoire (80) et la fréquence cardiaque sont plus élevées. Cela peut s'expliquer par la forte humidité qui règne en ce moment. En effet une température chaude et sèche est mieux supportée qu'une température ambiante chaude mais humide.

.../...

Cependant la différence reste faible entre les moyennes de température rectale de 12h et celle de 18h. Cela s'explique par d'une part la température élevée de 12h et l'humidité relativement moins forte, d'autre part de l'hétérogénéité des lots d'animaux et de leur résistance au stress thermique. En effet on a constaté des variations individuelles importantes.

Chez certaines vaches, la montée de température est rapide le matin jusqu'à midi et diminue le soir alors que chez d'autres la montée est progressive jusqu'au soir. Cette différence apparaît également dans le déclenchement des mécanismes de lutte contre la chaleur.

Certains animaux déclenchent la polypnée thermique précocement et atteignent le maximum à 12h afin d'abaisser leur température corporelle. D'autres font monter leur température corporelle jusqu'au soir avec une polypnée modérée. Au maximum de température rectale le soir, elles déclenchent leur polypnée.

Ces dernières sont plus adaptées à la chaleur car elles visent à éliminer la chaleur le soir par les mécanismes de thermolyse directe.

Toutefois la forte humidité et la chaleur relativement élevée limitent l'efficacité de cette thermolyse d'où le déclenchement tardif de la polypnée. Il est en effet connu que le déclenchement tardif de la polypnée et de la sudation en un des signes de l'adaptation à la chaleur. En saison froide les différents paramètres tendent vers les valeurs basales.

#### 1-1 Influence de la température ambiante sur le pH sanguin (tableau n° 7)

Le pH moyen du sang total obtenu pendant la saison chaude est supérieur à celui de la saison froide. Leur différence (0,12) indique l'action de la température ambiante. Aussi peut-on affirmer

que l'insolation thermique agit dans le sens de l'augmentation du pH sanguin ; il y a l'alcalose. Cette alcalose respiratoire s'explique par la polypnée observée sur l'ensemble des animaux.

Il ressort de cette observation que le stress thermique en déclenchant la polypnée thermique, modifie indirectement le pH du sang qui devient alcalin.

## 1-2 Influence du stress thermique sur la production laitière

La production moyenne du lait consignée au tableau n° 6 montre une différence de production entre les deux saisons. Cette différence peut être liée à l'action stressante de l'insolation thermique. Les expériences faites chez des vaches européennes Holsteins, indiquent que la température optimale pour la production laitière se situe entre 0° C et 1° C (4). Cela confirme donc le résultat qui apparaît sur le tableau n°6.

En réalité la température agit de pair avec les autres facteurs impliqués dans la lactation à savoir, l'ingestion d'eau et d'aliment. On a établi également par les calculs de corrélations entre la production laitière et les battements cardiaques. Si la pompe cardiaque intervient dans la modification de la mamelle, cette corrélation ne doit pas être prise strictement en considération.

## 2 - Facteur lié à l'animal.

### 2-1 Influence de la température rectale

#### 2-1-1 Sur la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque subit peu l'influence de la température. En effet on a constaté que les fréquences cardiaques en période chaude différent peu de la période froide.

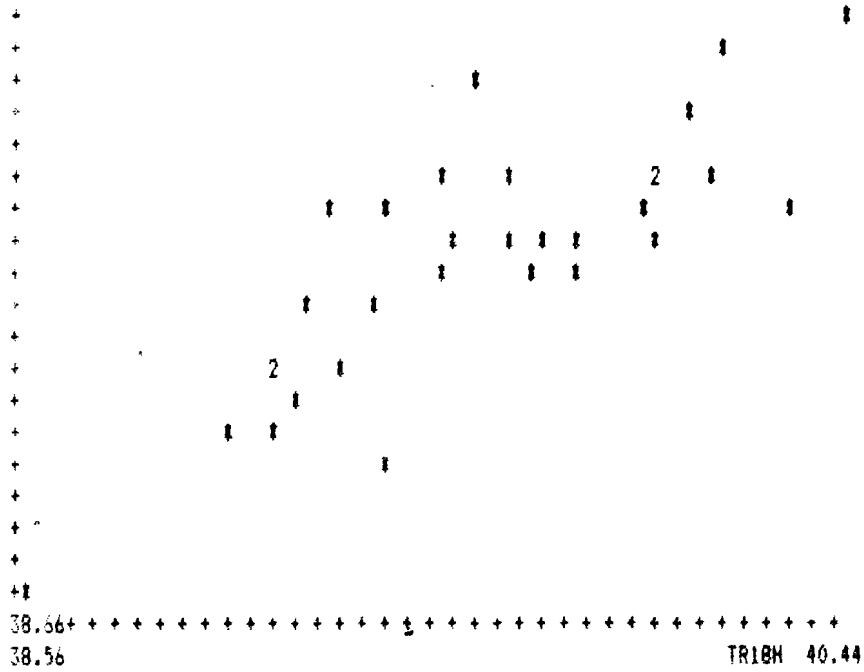


CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA  
TITRE : FAD

NOMBRE D' OBSERVATIONS : 31 NOMBRE DE VARIABLES : 16

FR18H

114



AXE HORIZONTAL : TR18H  
MINIMUM : 38.56      MAXIMUM : 40.44

AXE VERTICAL : FR18H  
MINIMUM : 38.56      MAXIMUM : 114

Toutefois l'observation montre une puissance plus grande des battements en période froide.

#### 2-1-2 Sur la fréquence respiratoire

La température rectale est de loin l'un des facteurs les plus importants évoluant de pair avec la fréquence respiratoire. Cette dernière augmente régulièrement et fortement lorsque la température rectale augmente.

Ce rapport est indiqué par une grande corrélation existant entre ces deux facteurs (voir résumé de corrélation) page n° 53. La corrélation la plus frappante est celle qui existe entre la fréquence respiratoire de 18h et la température rectale à la même heure. Cette corrélation avoisine la valeur 1 comme le montre la figure 2 page n° 57.

Il ne fait plus de doute que l'influence de la température rectale atteint son effet maximum sur la fréquence respiratoire à 18h.

Et plus la température rectale est élevée à 18h, plus grande est la fréquence respiratoire. Signalons que c'est vers 18h que l'humidité relative est également élevée et la température ambiante tendant vers son second minimum. A cette heure, il est fréquent de voir, lorsque l'insolation est forte dans la matinée, certaines vaches respirer la gueule ouverte et la langue légèrement pendante comme le chien. Elles écartent légèrement leurs membres antérieurs, tendent l'encolure vers l'avant et poussent régulièrement des gémissements.

A ce moment, le thermomètre à mercure introduit chez de telles vaches indiquent 40°C pendant que le stéthoscope posé sur le thorax donne plus de 140 mouvements respiratoires par minute.

Tout se passe comme si ces animaux compensent une partie de leur hyperthermie par l'intensification de la polypnée. Cette réaction est due au fait que vers 18h ces animaux absorbent des calories par l'air chaud et humide. Et comme leur robe claire ne permet pas une forte thermolyse par rayonnement, ils sont obligés de recourir à la polypnée pour se refroidir bien que l'efficacité soit réduite du fait de la quasi saturation de l'atmosphère en valeur d'eau.

A côté de ces comportements on observait que les animaux bavaient abondamment ce soir-là (voir photo 4 page n° 42).

Nous n'avons observé aucune sudation par contre les urines sont généralement de volume élevé et les besoins d'uriner sont fréquents. Cela est une tendance comportementale bien connue. Les animaux ont tendance à utiliser l'eau et l'urine pour s'asperger lorsqu'ils en ont la possibilité.

La remarque la plus importante qui nous a beaucoup frappé est que les vaches qui avaient les fréquences très élevées, étaient généralement celles qui produisaient plus de lait. Sur ces vaches, le déclenchement de la polypnée se fait très tôt. Lorsque l'insolation est forte le matin, déjà vers 10h - 11h, on les voit se mettre en polypnée rapidement. Ce qui nous amène à dire que les meilleures laitières résistent moins à la chaleur.

### 2-3 Sur la production laitière

L'influence de la température ambiante, de la température rectale est marquée sur la production laitière. En effet chez une vache du lot I bonne laitière, on constate que pendant la période chaude, où ces animaux font monter leur température corporelle, la production laitière est 14 l. En période froide, où la température rectale est plus régulée et fixe, la production est de 19 l.

En effet on a remarqué que cette baisse pouvant être attribuée à la température rectale. Pour certains auteurs (4) la production laitière chute de 1 kg lorsque la température rectale dépasse de 1° C la température normale du corps.

3 - Influence de la consommation d'eau et d'alimentation sur la production laitière et la température rectale

Pendant la période chaude le lot 1 reçoit <sup>et</sup> ingère par animal 20 kg d'aliments dont la valeur bromatologique est donnée au tableau 3. Ces 20 kg correspondent à 18 kg de matière sèche, 1818 g de matière minérale, 81 g de phosphore, 63 g de calcium 3006 g de matière protéique et 5,88 kg de cellulose.

A cette ingestion correspond 6 litres de lait par jour, 76 l d'eau consommée et une température rectale à 7h légèrement élevées chez les deux lots.

Pendant la même période le lot 2 recevant plus de 27 kg d'aliment dont la valeur bromatologique est donnée par le même tableau donne 5,5 l de lait et consomme 75 l d'eau.

Pendant la saison la période froide un grand changement de technique de rationnement est intervenu dans le lot 1 où du fourrage vert du maïs et du niébé, du chou et des haricots verts sont distribués quotidiennement pour compléter le raval aliment de base qui est resté le même. Les animaux consomment en moyenne 79 l d'eau et produisent 17 l de lait par jour. Et la température rectale dépasse rarement 38° C à 7h.

.../...

Dans le second lot pendant la même période, les vaches reçoivent 4 kg d'aliment ovin en provenance de l'usine Sentenac. L'humidité de cet aliment était de 13,5 %. La teneur en cellulose du raval de base a baissé pendant cette période sans qu'on sache pourquoi (tableau 3).

Les animaux boivent 106,5 l d'eau et donne 11 l de lait avec une température rectale à 7h légèrement plus élevée que celle du lot 1 ; ce qui apparaît tout de même surprenant; car en saison chaude, le lot 1 consomme peu d'aliment et boit beaucoup d'eau. Sa production laitière est plus élevée et la température rectale plus faible que celle du lot 2. La température rectale du lot 2 à 7h dépasse celle du lot 1 tout simplement parce que l'aliment servi vers 19h en grande quantité est disponible et ingéré toute la nuit. Cette légère hyperthermie est donc causée par l'activité liée à la digestion.

En effet, les températures très élevées 39° C à 7h n'ont été observées sur ce lot un jour à la suite d'un apport des pierres à lécher vers 19h la veille. Cela montre parfaitement l'implication de l'alimentation dans la variation de température. Quant à la consommation d'eau, sa légère augmentation par rapport au lot 2 s'explique en dehors du facteur climatique par la présentation de l'aliment. L'aliment distribué est assez sec, grossier et plus riche en matière sèche et en matière protéique.

La différence en quantité de lait produit entre les deux lots pendant cette période peut être liée à la technique de rationnement d'une part et aux conditions d'élevage d'autre part.

Rappelons que si les animaux du lot 2 ne vivaient pas en saison chaude dans l'ambiance insalubre que nous avons précédemment décrite, leur production aurait été plus élevée. Cela explique que pendant la période chaude, le lot 1 et le lot 2 produisent en gros la même quantité de lait.

.../...

Pendant la saison froide, le lot 2 maintient toujours sa température rectale de 7h légèrement plus élevée. La quantité d'eau consommée qui devrait normalement être plus réduite est devenue très importante par rapport à celle du lot 1 et cela pour plusieurs raisons.

Le maintien de la température rectale de 7h au niveau constant est dû au fait que pendant la saison froide, la pratique de rationnement et le moment de la distribution sont restés inchangés. Elle passe de 75 l à 106, 5 l pour le lot 2 et de 78 l à 79 l pour le lot 1 par contre celles des taurillons a diminué de 83 l à 53 l. Cette variation s'observe au niveau de la quantité de lait comme suit : 17 l et 11 l respectivement pour le lot 1 et lot 2 alors qu'elle était en saison chaude 6 et 5,5 pour le lot 1 et le lot 2.

Pour expliquer ce paradoxe intervenu au niveau de la consommation d'eau, il faut poser quelques hypothèses : supposons que l'augmentation soit liée uniquement à l'augmentation de la production de lait. Si cette hypothèse était vraie, la consommation d'eau chez le lot 1, serait plus élevée que celle du lot 2 parce que ce dernier produit moins. Considérons qu'elle ne soit pas liée à l'augmentation de la production du lait en supposant la consommation des taurillons comme celles des vaches "sèches". Dans ce contexte la consommation des vaches serait plus basse car taurillons et vaches du lot 2 reçoivent presque le même aliment, parce qu'ils sont élevés dans la même ferme. Or la consommation d'eau chez les taurillons est presque la moitié de celle des vaches ; alors qu'elle était supérieure pendant la saison chaude avec le même aliment.

De ces hypothèses, on en déduit que, l'augmentation de la production du lait et celle de l'aliment sont manifeste-

tement responsables de l'augmentation de la consommation d'eau. Objectivement la consommation d'eau du lot 2 est devenue plus élevée que celle des taurillons et du lot 1 parce que l'aliment de base utilisé pendant la saison chaude a été complété par un aliment ovin provenant de l'usine Sentenac dont la teneur en eau ne dépassait pas 13,5 p.100 d'humidité correspondent à 865 g de matière sèche par kilogramme de cet aliment. Chaque vache consomme 4,5 kg de cet aliment. Convertie en matière sèche, cette quantité donne  $4,5 \text{ kg} \times 0,865 = 3,892 = 4 \text{ kg}$  de matière sèche.

4e

Etant donné qu'une vache consomme 4 l d'eau par kg de matière sèche ingérée, il est facile de déduire la consommation d'eau liée au complément. On trouve  $4 \times 4 \text{ l} = 16 \text{ l}$ .

Les 16 l représentent la part de l'aliment Sentenac. Connaissant la part de l'aliment Sentenac, la consommation d'eau pendant la saison chaude avec le même aliment de base ; nous pouvons déduire la consommation liée à l'augmentation de la production de lait.

Saison chaude : Aliment raval : consommation 75 l.

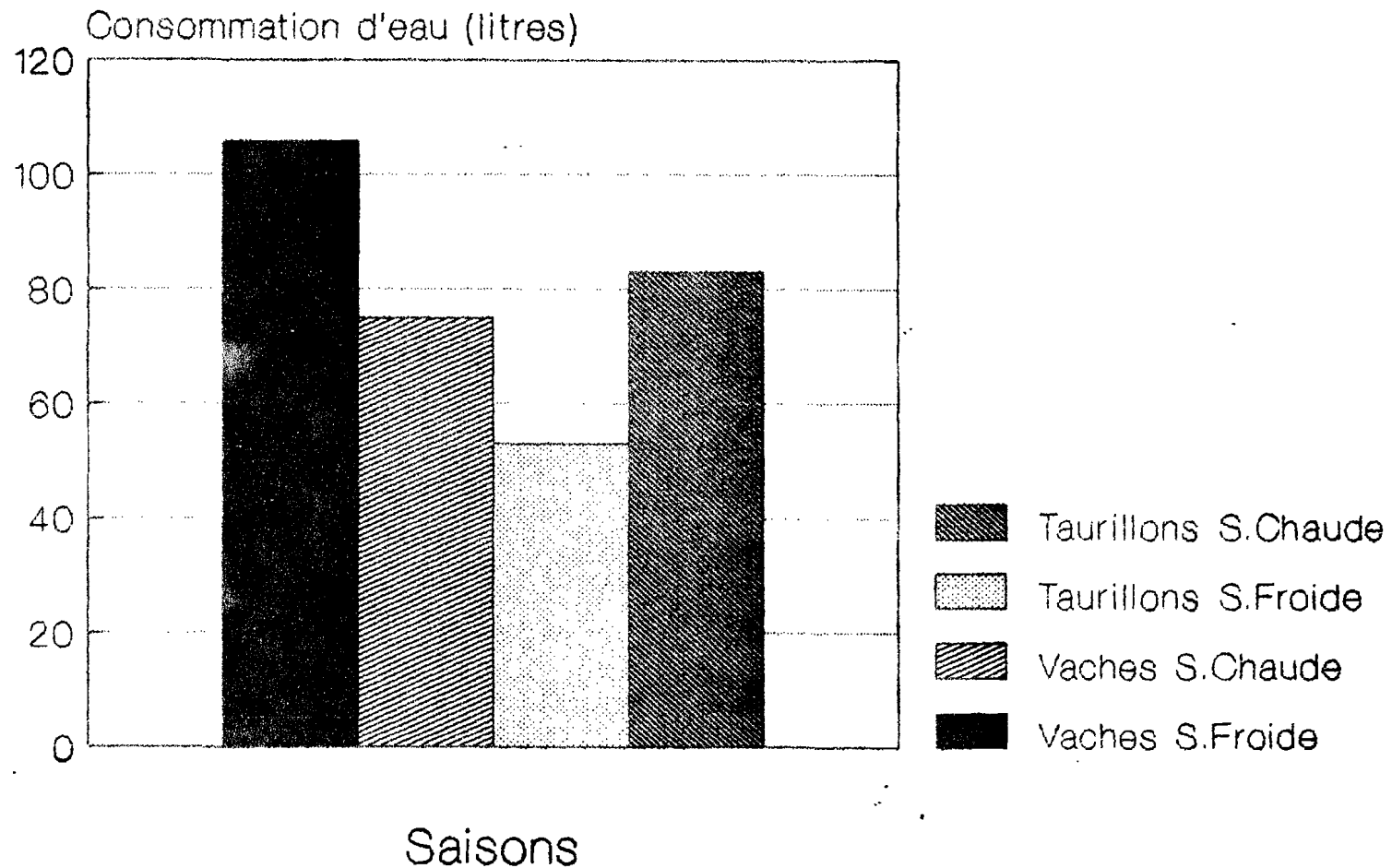
Saison froide : Aliment raval + Sentenac =  
consommation 106,5 l.

Aliment Sentenac consommation :  
16 l.

Consommation d'eau liée à la production de lait est :  
 $106,5 (75 - 16) = 15,5$  litres d'eau

Connaissant la différence de production laitière entre les périodes, nous déduisons la consommation d'eau par litre de lait produit. La différence donne 5,5 l (tableau 6) page 52. Cela correspond à  $15,5 : 5,5 = 2,81 \text{ l} = 3 \text{ l}$  d'eau consommée par litre de lait produit.

# CONSOMMATION D'EAU DES TAURILLONS ET VACHES DURANT LES 2 SAISONS





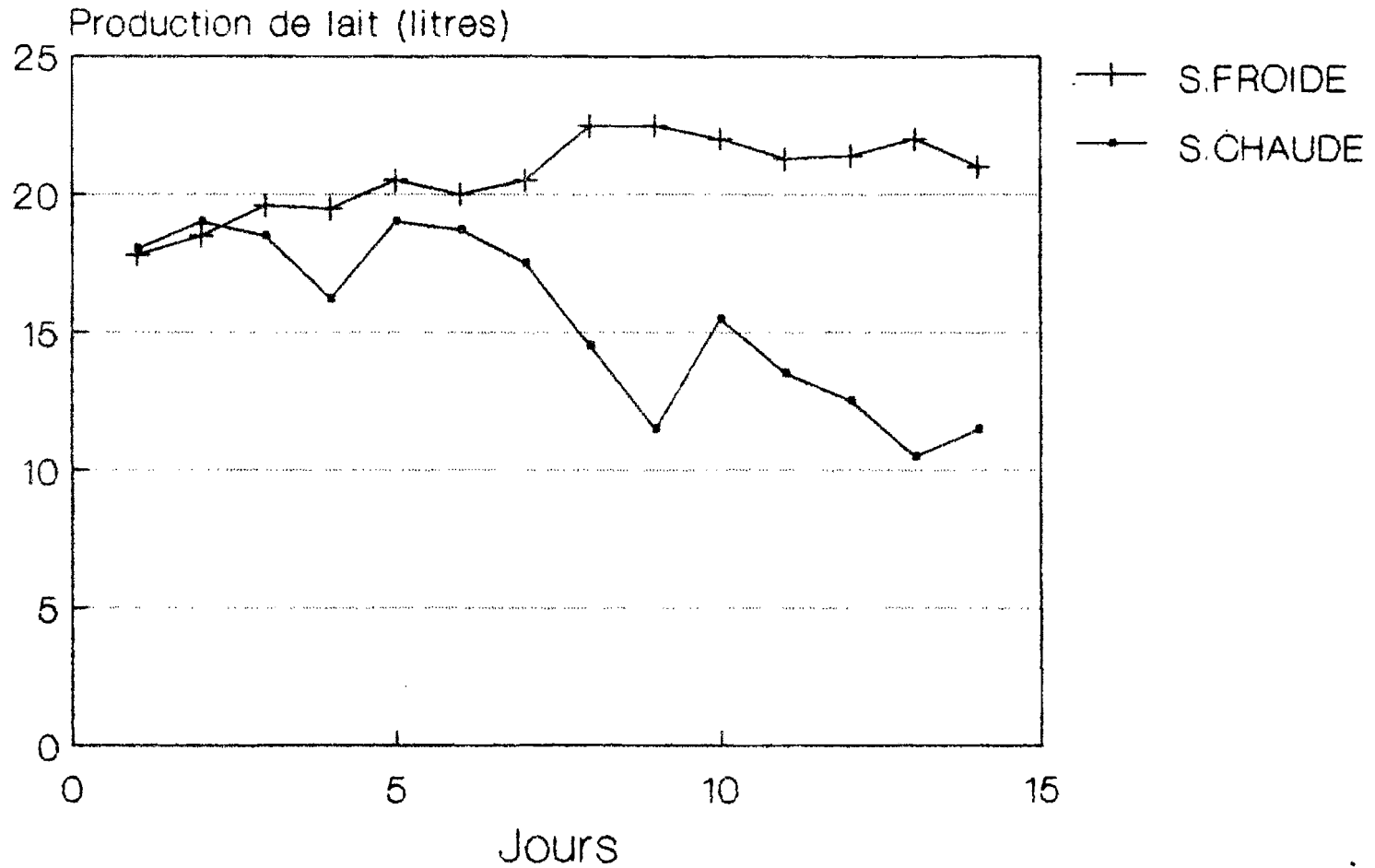
La quantité d'eau consommée ou l'augmentation de la production peut être considérée comme l'effet du climat sur le comportement laitier. Nous tenons à préciser que 3 l d'eau par litre de lait produit représentent la moyenne. Et si nous calculons la différence de consommation chez les taurillons ; 30 l (83 l - 53 l) et celles des vaches 31 (106,5 - 75), nous remarquons que les différences de consommation sont presque à égalité mais la variation se fait en sens inverse. Les 31,5 l d'eau consommée représentent l'effet du climat frais sur la consommation d'eau et par conséquent l'augmentation de la production laitière et l'aliment.

Les 30 l d'eau consommés pendant la saison chaude représentent l'effet de la chaleur sur les animaux. De cette considération, il est donc facile de comprendre la faible consommation d'eau enregistrée chez le lot 2, cette faible prise d'eau s'explique par la distribution d'aliments frais de forte teneur en eau (haricot vert, chou, fourrage vert de maïs et de niébé), distribués quotidiennement aux vaches à côté de l'aliment qui est resté le même que celui distribué pendant la saison chaude. Ces aliments ont freiné indiscutablement la consommation d'eau chez le lot 1 qui devrait normalement être plus élevée parce que ce lot produit plus de lait. Une fois de plus, l'occasion est présentée pour comprendre l'importance du fourrage dans la production laitière en zone chaude ou froide.

Pour bien voir la différence de consommation d'eau nous avons choisi celles des vaches du lot 1 et des taurillons considérés comme des vaches "sèches" et présentées sur le diagramme de la saison (figure 3) page 64. Nous rappelons que les taurillons sont élevés dans la même ferme que le lot 2 et reçoivent le même aliment sauf pendant la saison froide où les vaches ont reçu un complément d'aliment ovin en provenance des moulins Sentenac. Ce diagramme tient compte également de l'aliment. Il explique bien l'effet de deux saisons sur les différents groupes.

L'effet de saison chaude se remarque par augmentation de consommation d'eau chez les taurillons, alors que celui de la saison froide par l'augmentation de la consommation d'eau chez

# EVOLUTION PRODUCTION LAITIERE DURANT LES SAISONS CHAUDE ET FROIDE



EISMV

les vaches en lactation. Il est dès lors possible de trouver une formule relative à la consommation de d'eau liée à l'aliment de base (Raval). La consommation d'eau est égale à 3,1 litres de lait produit. Et l'effet de la consommation liée à la chaleur est 30 l. Ainsi pour une vache produisant du lait, il faut une quantité d'eau qui est  $3x + 30$  l en saison chaude sans tenir compte de l'ingestion d'eau liée à l'entretien et à l'aliment.

x étant la quantité du lait produit et 30 l de consommation liée à la chaleur.

Cette formule est valable surtout pour la **race** montbéliarde avec les extrêmes thermiques de (25-38°C). Au delà de ces extrêmes, la valeur de 30 l ne sera plus la même.

Pour élucider de la même manière, l'effet du climat sur le comportement laitier de cette race, nous a pris la production d'une vache qui a vêlé au cours de la période chaude (Septembre - Octobre). Cette vache a été suivie avec une attention particulière à la saison froide qui correspond à la seconde période d'observation (Janvier-Février). La figure 4 page 66 ci-contre montre l'évolution de la production pendant les deux périodes. Une courbe représente la production de lait de la saison chaude et l'autre courbe celle de la saison froide.

La courbe : saison chaude

Elle correspond à l'évolution de la production laitière pendant la saison chaude. Après le vêlage, la production augmente mais n'atteint pas un niveau élevé. En outre l'augmentation est de courte durée. Elle chute en moins d'une semaine. Cette chute reste influencée par la qualité et la quantité d'aliment ainsi que par les conditions d'élevage.

Le second niveau de 19 l atteint, après la première chute est liée à la distribution de 50 kg de Raval matin de 90 kg le soir plus 40 kg de panicum maximum. La chute irrégulière suivante est liée à la baisse de la quantité de Raval et aux mauvaises conditions atmosphériques. Quoiqu'il en soit, le stress thermique et l'insuffisance alimentaire agissent en baissant le niveau de la production laitière.

Courbe : saison froide

Cette courbe montre l'évolution de la production laitière pendant la saison froide. La production augmente de 10,5 l (saison chaude) à 17,8 l (saison froide). Cette augmentation et ces fluctuations sont liées à la distribution de chou, de haricot vert, de fourrage vert de maïs et de niébé. A partir de 20,5 l, la partie verticale de la courbe correspond à la distribution de haricot vert. Avec cet aliment, la production atteint 22,5 l par jour.

L'évolution suivante de la courbe est due à l'épuisement du stock de haricot qui est remplacé par le chou, le fourrage vert de maïs et de niébé.

Signalons que, haricot vert, chou, foin de maïs et de niébé sont distribués pour compléter l'aliment de base constitué de Raval. Rappelons encore une fois que malgré cette élévation de production laitière, la consommation d'eau est restée presque égale à celle de la saison chaude, grâce aux meilleures conditions climatiques et hygiéniques retrouvées par les animaux. L'évolution générale de ces courbes montre encore une fois l'importance de l'alimentation, des conditions hygiéniques, et des facteurs climatiques dans la production laitière en zone chaude.

L'effet négatif de ces facteurs peut être corrigé par des techniques d'élevage bien suivi. La diminution de ces effets néfaste peut maintenir un niveau de production acceptable pendant la saison chaude. Ainsi la production intensive ou l'auto-suffisance en matière de lait passe par la maîtrise complète de ces facteurs; surtout lorsque cette production est basée sur les races importées. Comme nous le voyons, il sera maladroit d'accuser certaines laitières africaines qui ne trouvent pas à manger ou qui pâturent de 7h à 18h au soleil et qui ne boivent qu'une fois par jour ou même une fois tous les deux jours. Avant de les accuser, il vaut mieux considérer d'abord ce qu'elles mangent, ce qu'elles boivent, là où elles dorment et aussi leur taille car nous les voyons ci-dessus; une vache peut consommer 3 l d'eau par litre de lait produit. De ces données, il est difficile d'imaginer qu'une vache qui consomme 18 l d'eau par jour puisse produire au-delà de sa capacité d'ingestion.

Il convient de dire quel que soit son origine et le milieu dans lequel on l'installe, une vache laitière demande une attention particulière et des améliorations sont à envisager sur tout le plan.

#### 4 - Conditions d'adaptation et d'amélioration de la production laitière

Le déclenchement tardif de la polypnée ; l'augmentation de la température sous l'effet du stress thermique, la production assez élevée de lait chez certaines (30 l/j) prouvent à une certaine adaptation de ces vaches au climat chaud et humide.

A cette adaptation s'opposent des inconvénients représentés par les besoins énormes en eau et aliment.

../..

L'implantation de ces animaux dans de tels milieux demande une maîtrise de différents inconvénients du milieu. Toute production satisfaisante de la part de ces vaches doit passer par le choix de l'animal et de l'orientation de la production, de l'amélioration de l'alimentation en vue d'une correction du climat par la formulation d'une "ration vache" laitière adaptée rigoureusement contrôlée par un abreuvement abondant en eau potable ; par la recherche du confort thermique en construisant des bâtiments de plus en plus adaptés.

#### 4-1 Facteur animal

La spéculation laitière dans les pays chauds doit d'abord commencer par un choix de race laitière. Deux solutions à notre avis nous semblent envisageables. La première consiste à faire appel à des croisements entre les races locales à potentialité laitière reconnue et race importée à haut rendement.

S'agissant de la race montbeliarde, nous proposons de présenter les taureaux locaux à ces vaches car le contraire peut provoquer des accidents au moment de mise bas lié au volume que peut présenter le foetus.

La deuxième concerne l'usage de la race pure. Les races pures sont généralement très coûteuses en matière d'entretien et de ce fait demandent des investissements énormes. Et pour cette raison, on réservera la race pure pour une production type industrielle. Elles conviennent aux gens qui ont les moyens et qui s'intéressent d'une manière particulière à ce type d'élevage et qui y consacrent leur temps. Elles peuvent convenir à ceux qui ont les moyens et qui veulent faire de l'élevage un luxe. Il sera hasardeux de conseiller à un paysan ou un éleveur traditionnel de se procurer de telles vaches. Une telle entreprise chez ce dernier finira par des échecs et des critiques à l'encontre des zootechniciens. Les paysans et

éleveurs traditionnels seront orientés vers les croisés. Seuls ceux-ci peuvent donner de bons résultats car ces animaux sont mieux adaptés au climat.

#### 4-2 Facteur alimentation

L'eau et l'aliment font partie des principaux facteurs exigés par la production laitière.

##### 4.2.1 Aliment

Il est pour la vache laitière ce que les carburants sont pour les voitures. L'exigence de la vache laitière dans le domaine de l'alimentation est très remarquable. Elle est très sensible à la qualité et la présentation de l'aliment. Et tout changement dans la ration comme l'on peut le constater sur la courbe retentit négativement sur la production laitière. Le rétablissement de la production est également rapide avec un aliment équilibré.

Ce phénomène que je peux qualifier de "choc alimentaire" mérite une attention soutenue dans un troupeau en lactation. De ce fait l'alimentation de la laitière doit tenir compte de son poids, de sa production journalière, de son état physiologique (gestation, lactation, tarissement). Il ne sert à rien de distribuer une quantité pléthorique d'aliment sans aucun rendement qui favorise plutôt un gaspillage inutile. Seul un rationnement rigoureusement respecté et contrôlé peut donner des résultats encourageants. La qualité, la présentation et le moment de distribution ne sont pas à négliger. Dans la qualité, on tiendra compte des besoins et leur équilibre.

Le moment de repas sera choisi de manière à fournir suffisamment des repos aux animaux après l'ingestion. Ce repos est indispensable pour une bonne digestion.

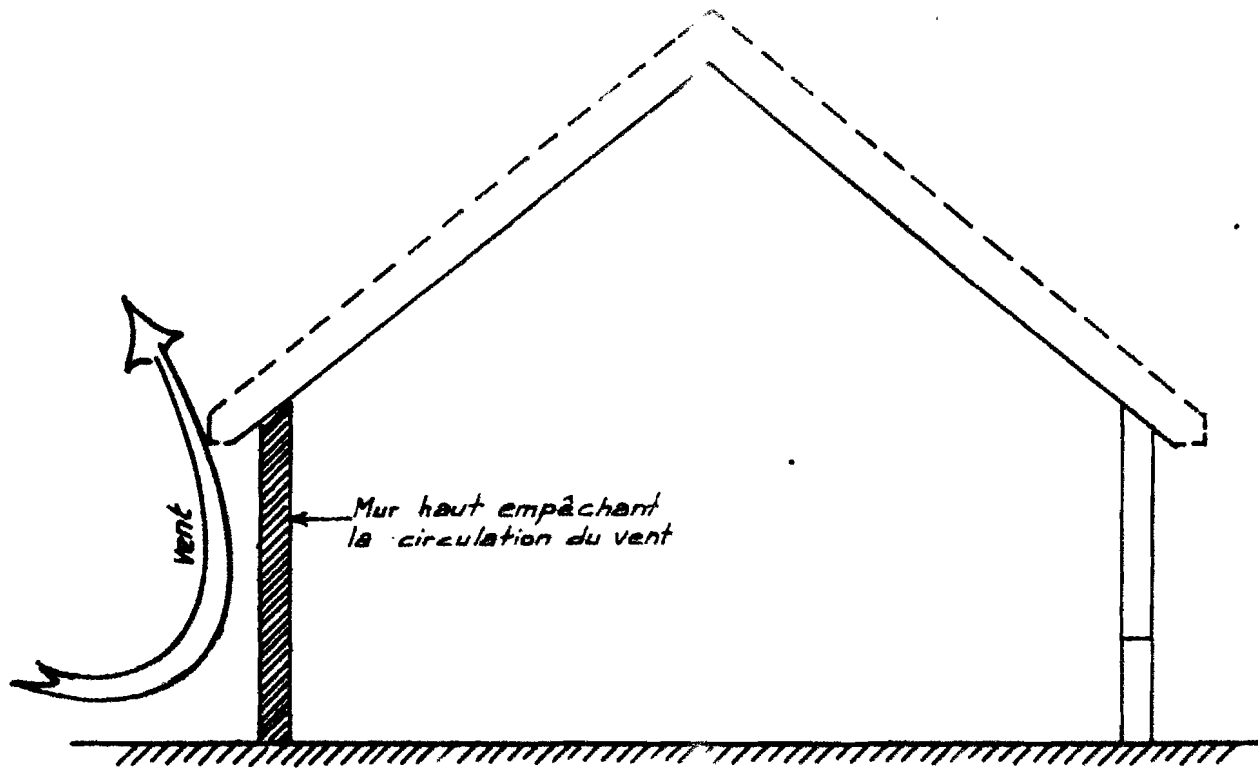
Quant à la présentation, elle variera en fonction de la saison.

En saison chaude : on réduira au maximum les aliments secs, grossiers, très riches en protéine. On préconisera des aliments moins thermogènes comme les concentrés. L'aliment type fourrage vert est fortement recommandé pendant cette saison. Cela suppose une culture fourragère. Cette dernière demande de l'eau et la dernière le moyen : or le moyen n'est pas à la portée de n'importe qui : d'où l'importance de réserver des races pures à un élevage type industriel. A défaut de fourrage ; on peut utiliser d'autres aliments à faible teneur en matière sèche qui seront complétés ou accompagnés de l'eau.

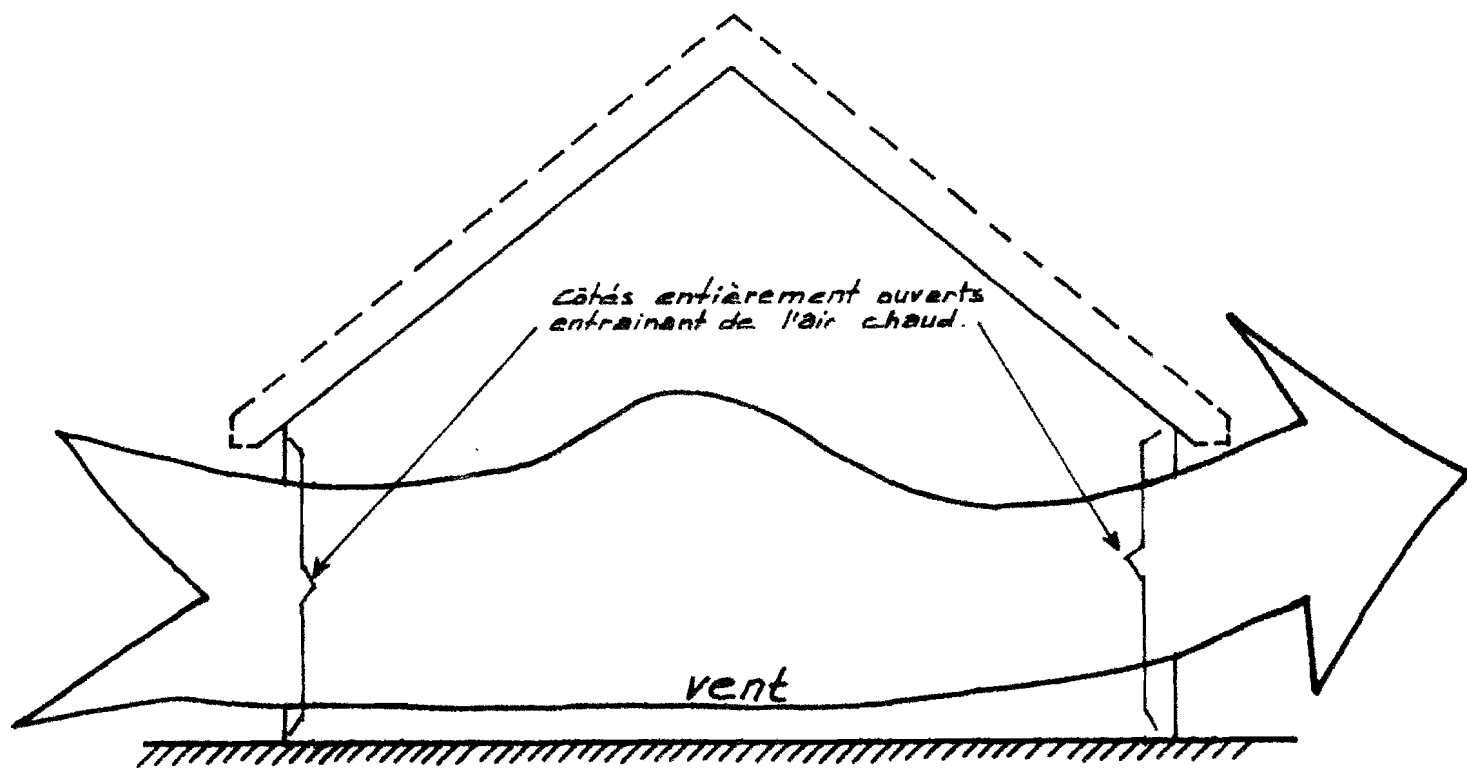
En saison froide : l'usage d'aliment sec, riche en matière protéique est envisable mais à la seule condition que l'eau soit disponible à volonté. Pour ce qui concerne ces vaches, nous n'avons pas observé des refus : pour le premier lot peut être parce que l'aliment était rationné ; pour le second lot, les vaches mangeaient, se reposaient, pour continuer ainsi de suite. Cela est dû peut être à la quantité d'eau disponible ad libitum pour toutes les bêtes.

4-2-2 Eau : Elle représente également l'un des facteurs ~~noter~~ de la reproduction animale. Son besoin énorme et varié, limite le développement en général et celui de la production animale en particulier. Ce besoin est d'autant plus élevé que la production est grande. Une vache laitière peut consommer jusqu'à 120 l d'eau par 24/h, 3 l d'eau par litre de lait produit. Ces chiffres sont proches des valeurs que nous avons observées. Tout éleveur possédant ces vaches doit prévoir 120.l par vache si  
.../...





① Pas de ventilation



② Ventilation en excès

LES REALISATIONS CONSTATEES SUR LE TERRAIN

① et ② à rejeter

celles-ci sont en lactation.

Le maximum de production est atteint surtout en saison foide. La quantité d'eau ingérée en saison froide sera plus élevée qu'en période chaude chez les vaches ou chez les mâles, le maxium de consommation est atteint en saison chaude avec 83 l d'eau en moyenne par jour et le minimum en saison froide avec 53 l. Une fois encore à côté de l'aliment, l'eau paraît prendre la première place parmi les facteurs limitants de cette production. Il faut en tenir compte dans l'amélioration pour concilier les autres facteurs et la production.

#### 4-3 Facteur habitation

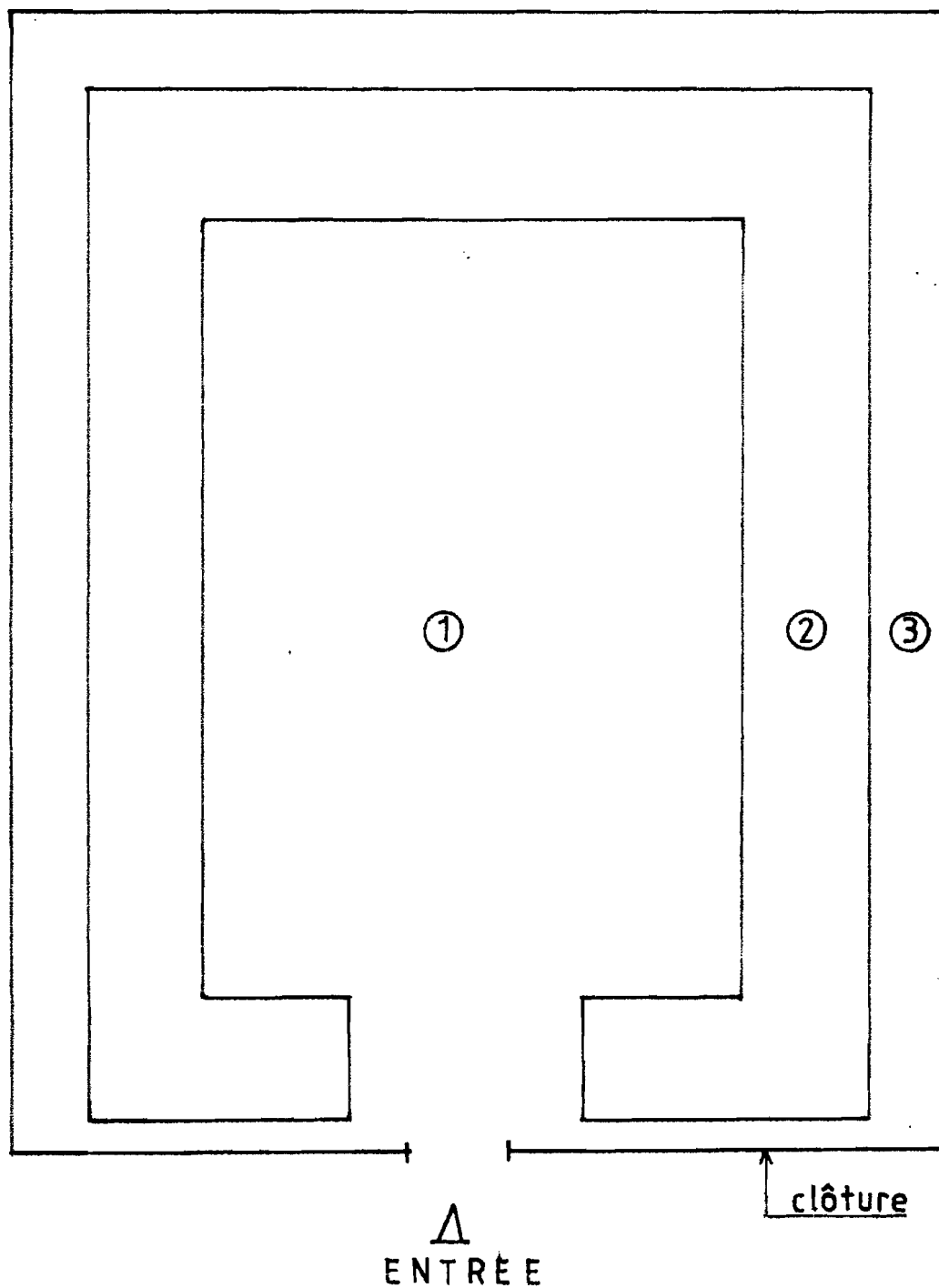
Du point de vue conceptionnel et hygiénique, l'habitation n'est pas à négliger. Les bovins supportent très *m. ad.* une atmosphère malsaine. La négligence dans ce domaine peut conduire à des catastrophes. Pour cette raison, des modifications sont à apporter au niveau des réalisations constatées sur le terrain. Ainsi d'autres types de construction sont proposés. Ils tiennent compte du volume d'air et la position des rayons solaires.

##### 4-3-1 Réalisations constatées sur le terrain schéma page 72

Les inconvénients de ces bâtiments sont représentés au schéma (1) par l'élévation du mur jusqu'au toit. Cela entraîne une déviation totale de l'air, donc l'absence de ventilation. Au schéma (2), c'est le contraire. La ventilation est en excès et vers 13h, on note une réduction importante d'ombre (voir photo 2, 3 page 40 et 42 .

\_./. .

# PRINCIPE D'ORGANISATION DE LA FERME



- ① Cour d'exercice plantée
- ② Espace à bâtir (emplacement des hangars)
- ③ Arrière cour de ventilation (plantée si possible)

A côté de ces inconvénient , il y a l'installation des abreuvoirs au soleil qui conduit à l'échauffement de l'eau et au refus fréquent de cette dernière par les animaux vers la soirée, photo 1 page 40. A l'issue de ces observations des constructions ci-dessous sont proposées pour palier aux inconvénients.

#### 4-3-2 Propositions

Nos propositions concernent :

- l'organisation spatiale de la ferme
- le type d'étable en zone tropicale.

##### 4-3-2-1 L'organisation spatiale de la ferme (schéma page 75).

La ferme comprend 3 espaces qui sont :

#### La cour d'exercice

Les dimensions de cette cour ~~dépendent de~~ l'étendue du terrain. Des arbres seront plantés dans cette cour pour donner davantage d'ombre et la rendre plus confortable. Le choix des arbres se fera selon leur disposition à donner de l'ombre.

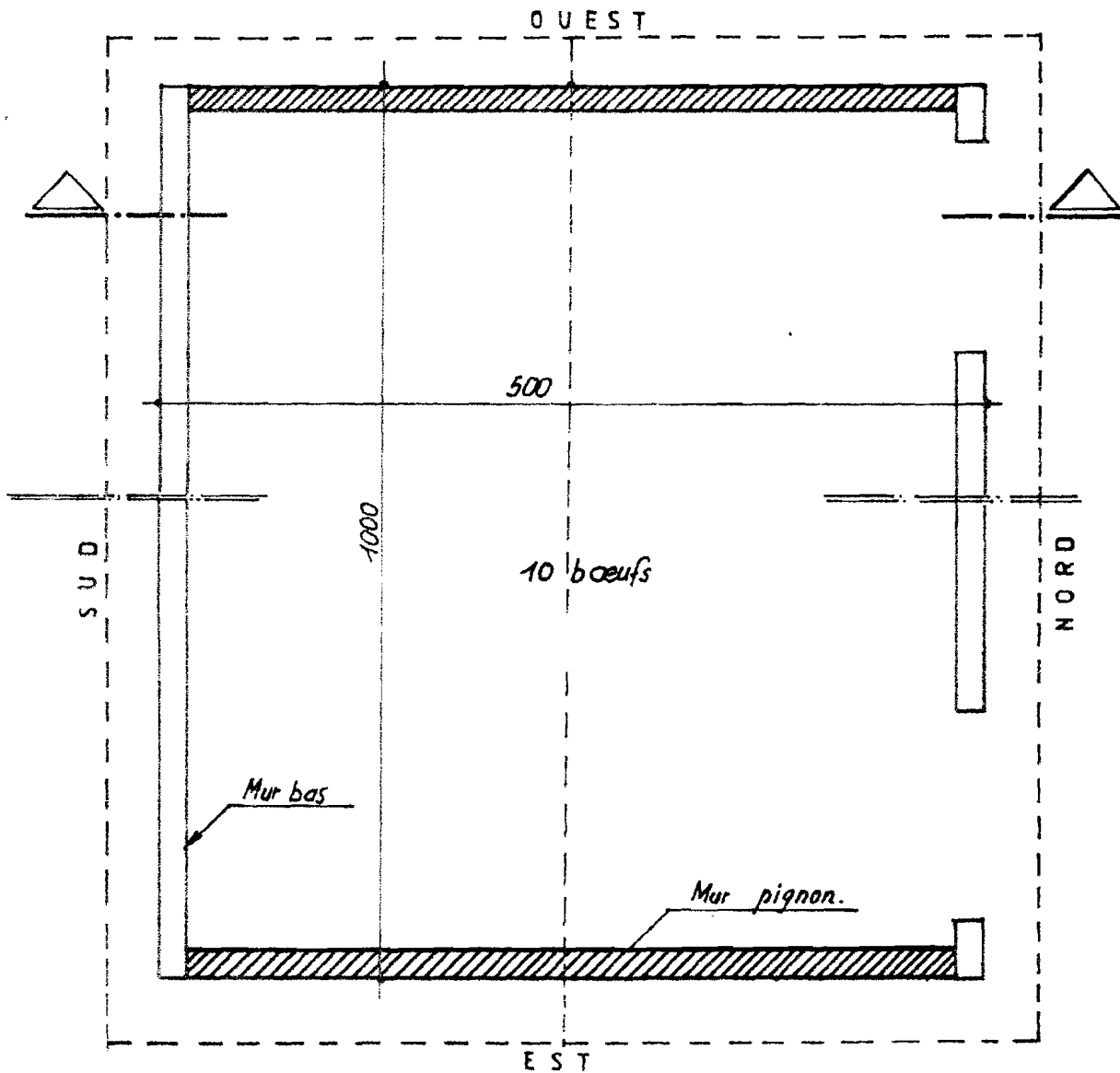
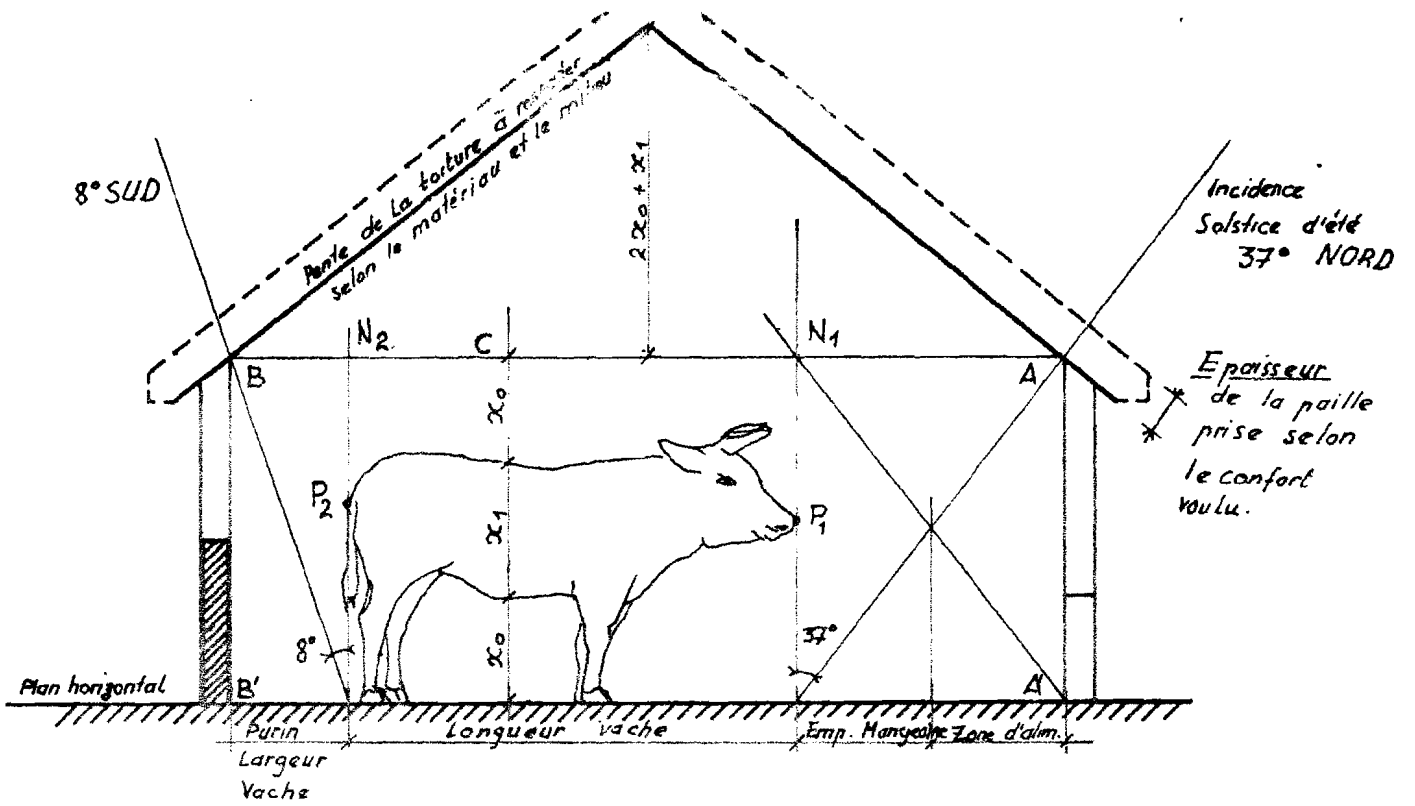
#### L'espace à bâtir

L'emplacement des hangars dépend de la situation du terrain de même que leur orientation.

#### Arrière cour de ventilation

Située entre la clôture et l'espace à bâtir, cet espace permet une circulation d'air ou des engins. On peut y

../..



CONSTRUCTION DE L'ETABLE PAR TRACE GEOMETRIQUE ET DONNEES BIOCLIMATIQUES.

planter des arbres et l'arroser aux heures chaudes de la soirée ou de la matinée, ce qui peut assurer de l'air frais aux animaux. Les différentes dimensions des bâtiments sont déterminées par tracé géométrique et données bioclimatiques. Pour déterminer l'espace viable de l'animal à l'abri on part de nombreux tracés. On trace deux verticales : une passant par le naseau coupe le sol en un point  $i_1$  et l'autre passant par la queue coupe le sol en un point  $i_2$  : pour avoir la hauteur du mur, on reporte la distance  $x_0$  séparant le sol et l'abdomen au-dessus du dos.

On trace une horizontale passant par le point C. Cette horizontale coupe le rayon incident de solstice d'été (Nord) correspondant à  $37^\circ$  en un point A. Une verticale passant par A coupe le sol en point A'.

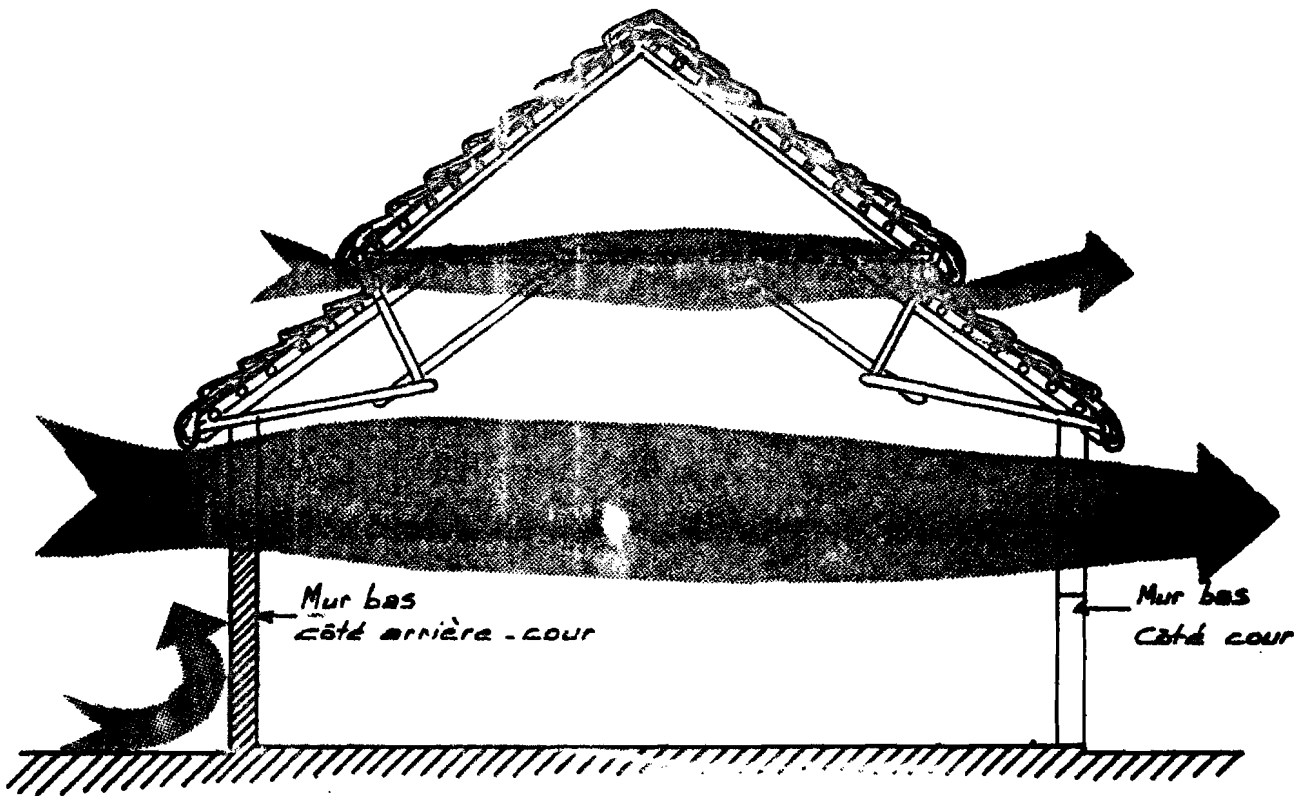
Au niveau de la queue l'horizontale coupe le rayon incident de solstice (Sud) équivalent à un angle de  $38^\circ$  en un point B. Une verticale passant B coupe le sol en B'. Ainsi l'espace délimité par (AA' B'B) représente l'espace viable de l'animal.

AA' est considéré comme la longueur nécessaire pour installer un mur et BB' constitue la hauteur de ce mur. La hauteur du toit s'obtient en faisant  $2x_0 + x_1$  avec  $x_0$  distance entre le sol et l'abdomen, et  $x_1$  celle de l'abdomen au dos. La pente de la toiture est fonction du matériau et du milieu. Quant à l'épaisseur du toit, elle est variable selon le confort voulu. A partir de ce modèle nous avons conçu une étable pour 10 vaches détaillée ci-contre.

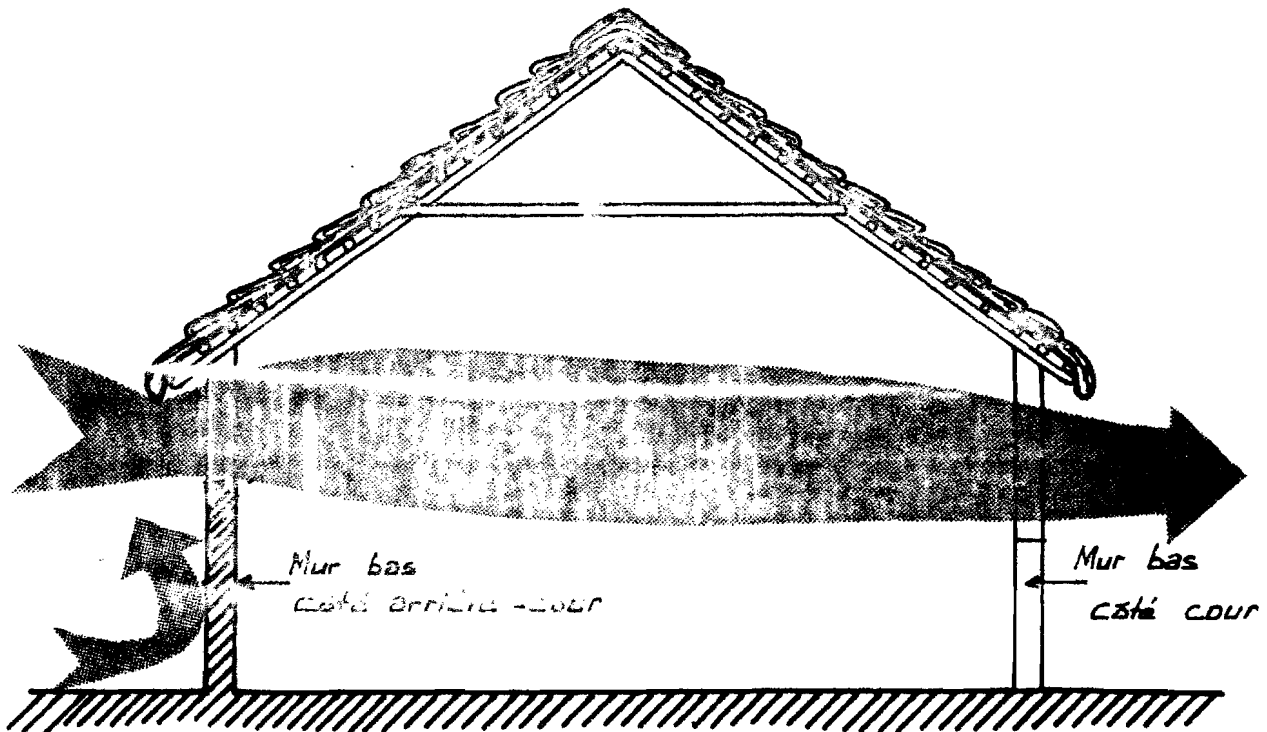
En outre deux types d'étables sont prévus en fonction de construction sont envisagées.

.../...

TYPES D'ETABLES EN ZONE TROPICALE



① ETABLE A VENTILATION HAUTE ET BASSE (construction en paille)  
Confortable en zone désertique , très confortable en zone de savane



② ETABLE A VENTILATION BASSE (construction en paille)  
Moyen en zone désertique , confortable en zone de savane

#### 4-3-2-2 Type d'étables en zone tropicale

Le principe de construction est basé sur le système de ventilation et de protection contre les rayons solaires. A ce système correspond deux types d'étables.

##### Etable à ventilation haute et basse

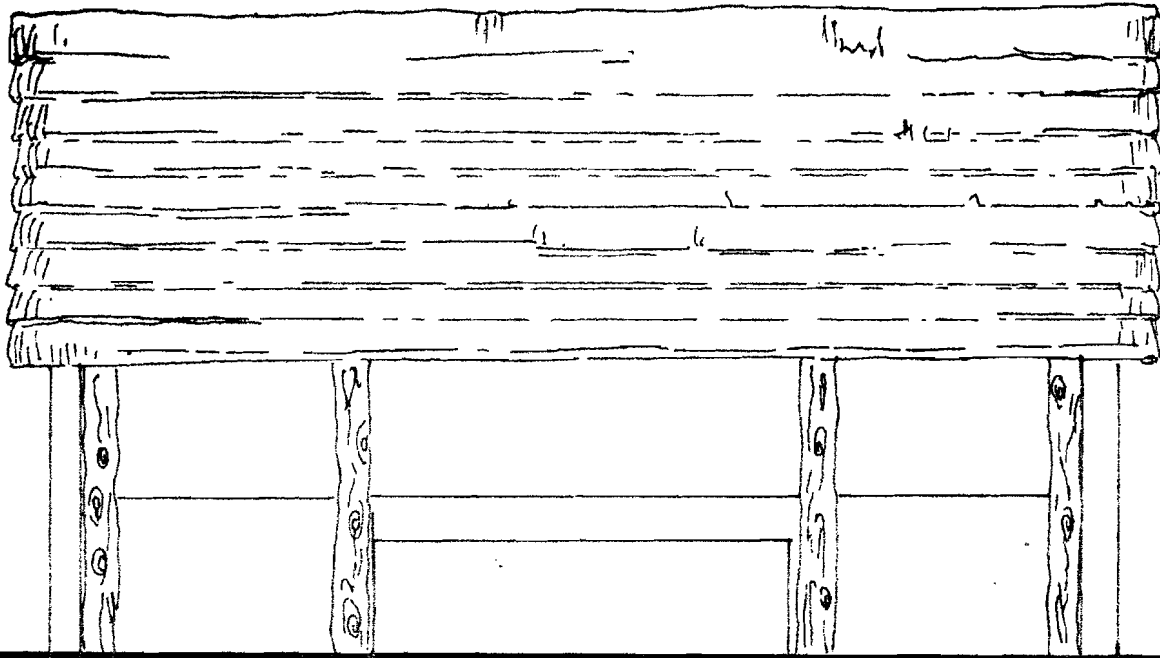
Le toit et le mur sont munis des ouvertures. L'ouverture au niveau du toit correspond à la haute ventilation permet un renouvellement constant de l'air chaud provenant du milieu ou des animaux. Au niveau du mur la ventilation est assurée par une ouverture qui permet de limiter le volume d'air entrant dans l'étable. Ce type d'étable est confortable en zone désertique et très confortable en zone de savane. Le deuxième type d'étable à ventilation basse construction en paille se différencie du premier par le manque d'ouverture au niveau du toit. Il est plus confortable en zone de savane mais moins indiqué en zone désertique. Dans cet ensemble, des hangars seront prévus.

Leur fonction est d'abriter les abreuvoirs, les mangeoires et servir de lieux de repos. Le toit des hangars en paille est soutenue par deux murs pignons. Le mur bas situé vers l'arrière cour régularise la circulation d'air. Il est doté de deux portes d'entrée pour le bétail. Un dispositif pour la mangeoire ou pour l'abreuvoir est placé entre les deux portes du côté intérieur. Les piquets de protection en bois délimitent les portes, emplacement de l'abreuvoir ou mangeoire et permettant aux animaux de se frotter sans détériorer les murs et abreuvoirs. La paille est choisie à cause de son grand pouvoir isolant et aussi à cause de son bas prix. Elle est à la portée de n'importe quel éleveur. Toutefois, on peut lui reprocher deux inconvénients qui sont : l'incendie et sa faible résistance aux termites. Le premier inconvénient peut être résolu par l'orientation des annexes de la ferme et le second par des traitements aux moyens des insecticides. Incendie et termites dépendent de l'entretien de la ferme et par conséquent du facteur humain.

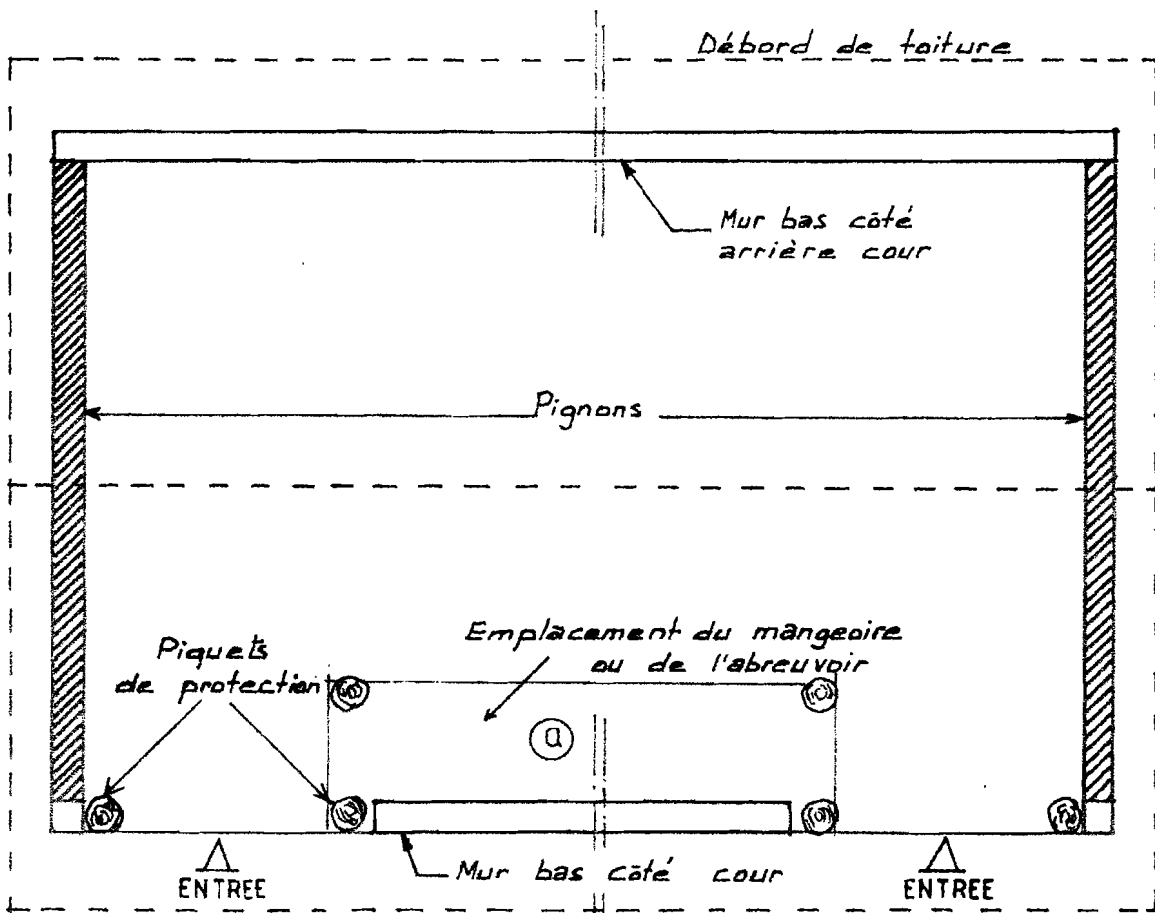


# FONCTIONS DES HANGARS

(Abreuvoir - mangeoire - hangar de repos)



ELEVATION



PLAN : Abreuvoir ou mangeoire

NB. Le hangar de repos se construit sans dispositif nutritionnel **a**

4-4 Facteur homme

L'homme vulgarisateur dont le souci est la satisfaction des besoins de l'humanité se charge de transmettre les résultats issus des progrès scientifiques et techniques. Il peut parfois se heurter d'un refus catégorique de ce message par une population vivant dans un système traditionnel solidement installé. Le message peut passer et rencontrer d'autres obstacles au niveau du producteur et consommateur. Le producteur s'intéresse au coût de production unitaire et au prix de vente unitaire. Plus la marchandise se produit moins chère et se vend rapidement, plus grand sera le désir du producteur d'augmenter la capacité de son entreprise. Cependant, le désir, le courage du producteur sont souvent émoussés par le désir des consommateurs intéressés généralement par les marchandises moins chères. Plus une marchandise se vend moins chère, plus elle sera consommée. Les deux besoins, diamétralement opposés demandent une conciliation.

Voilà pourquoi, pour améliorer un système de production rationnelle, il faut prendre en compte avec intérêt et caractères indispensables des dimensions culturelles ; reconnaître qu'une amélioration d'un système existant ne peut se réaliser par modification d'un seul facteur qui entraîne un déséquilibre du système. Le retour de ce déséquilibre vers un nouveau équilibre passe nécessairement par modification de tous les autres facteurs composant le système. Il ressort de cette considération qu'une action sur un facteur du système doit tenir compte des interactions existantes entre les différents facteurs du système. L'exemple le plus simple est celui connu à Sangalkam.

Pendant la saison froide, les vaches augmentent leur production où on retrouve une récolte maximale qui est opposée à une faible consommation du lait par la population. Le résultat est une mévente qui oblige l'éleveur à cailler ou verser son produit. Cela occasionne des pertes considérables et des découragements. A l'opposée, la demande en lait est maximale en période chaude où les vaches atteignent leur plus bas niveau de production. Ainsi, un bon système rationnel d'amélioration doit tenir par exemple compte du moment de la demande, lorsqu'on ne dispose pas de moyen de transformation ou de conservation de ce produit.

**C O N C L U S I O N**



La région des Niayes est une zone qui a été choisie pour l'implantation des vaches laitières montbeliardes en vue de l'approvisionnement de la ville de Dakar en lait. Cette zone bénéficie d'un micro-climat favorable à cette spéculation avec une longue période de climat relativement fraîche. Toutefois apparaît sur 2 ou 3 mois une saison chaude et humide durant laquelle ces animaux de haute productivité sont soumis au stress thermique.

Une étude comparative a été effectuée sur ces races laitières importées pendant la saison fraîche et la saison chaude sur deux lots d'animaux. Il apparaît que ces vaches quoique sensibles à la chaleur, manifestent des signes d'adaptation au climat, qui sont particulièrement :

- l'élévation de la température rectale (donc sacrifice partiel de l'homéothermie bien connue chez les animaux adaptés)
- plus accusée en l'absence d'abreuvement
- déclenchement tardif de la polypnée.

L'effet de l'alimentation intervient dans cette adaptation. Toutefois ce facteur a été difficile à identifier dans cette étude du fait des modifications continues de la ration, et de sa non uniformité dans les lots.

Des études ultérieures devront permettre de cerner cette action importante de l'alimentation.

Les conditions d'élevage, notamment l'habitat sont également des facteurs qui ne favorisent pas l'extériorisation des

laitières de ces vaches. Ayant analysé les erreurs de conception des étables de ces animaux, nous proposons, deux types de construction qui favorisent une aération suffisante tout en empêchant l'entrée d'air chaud qui augmente la charge calorique des sujets.

Enfin, sur le choix des animaux eux mêmes et en attendant une formation des hommes, nous préconisons de faire appel aux croisements dans les fermes traditionnelles, l'élevage des vaches de race pure, à haut rendement étant réservé exclusivement à un élevage industriel, utilisant une haute technicité.

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



- 12 - **Adaptation of domestic animals**/edited by E.S.E Hafez...  
- Philadelphia : Lea & Febiger, 1968. - 415 p.
- 15 - **BLAGGEN (C).** - Experiments and observation in an heated room. - in : "Phil. trans. Roy Soc", 1974, N° 65 ;  
p 111 - 123.
- 5 - **BLAXTER, K.L.** . - The energie metabolism of ruments.  
- 2e ed. - New-York : Spring-field, 1967. - 143 p.
- 16 - **BRODY.** - Bioenergy and growth. - Nem-York : Reinhold,  
1945. - 145 p.
- 14 - **CLARK.** - Release of endrogenous physiogen in cats by straphylocal entenostosem : in "Expeienta", 1971 ;  
N° 27, p. 411 - 412.
- 25 - **CRAPLET, C.** - La vache laitière : Reproduction, génétique, alimentation, habitat, grandes maladies.  
- Paris ; Vigot, 1960. - 184 p.
- 14 - **E.F, Adolphe.** - Physiologie of man in desert. -New-York: Interscience, 1947, p. 340.
- 22 - **FRANCE.** Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux. - Manuel et précis d'élevage :  
Manuel d'aviculture en zone tropicale. - Paris :  
Ministère des relations extérieures, 1983.  
185 p. Vol 2.
- 6 - **GRASSE, P.P.** - Traité de zoologie : Anatomie, systématique, biologie. - Paris : / s.n. /,  
1973. - 615 p.

.../...

- 17 - **HAINS.** - Relation ship between body temperature and salivary secretion by rats in the heat. - in : "J. Physiol.", 1971, N° 63, vol. 3 : p. 257.
- 11 - **HERMAN, J.** - Précis de physiologie : endocrinologie, régularisation thermique, adaptation respiratoire et circulatoire de l'exercice musculaire. - Paris : Masson, 1970 . - Vol. IV ; 489 p.
- 24 - **HERMAN, J.** - Précis de physiologie : système nerveux central. - Paris : Masson, 1970. - 581 p.
- 3 - **HOBDAY, F.** - Note on physiological temperature. - Compt. Rend., 1976 ; 9, P. 314.
- 7 - **HOUDAS, Y.** . - Physiologie humaine : la fonction thermique. - Villeurbanne : Simep, 1977. 6 232 p.
- 4 et 20 - **INGRAM, D.L.** . - Man and animals in hot environments. - New-York : / s. n /, 1975. - 185 p.
- 1 - **INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHE AGRICOLES (DAKAR).**  
Service des cultures fourragères. - Analyse des données climatiques recueillies à Sangalkam de 1975 à 1986. - Dakar : ISRA, 1987. - p. 1 - 13.
- 21 - **INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHE AGRICOLES (DAKAR).**  
Laboratoire National de l'Elevage et de Recherche Vétérinaire. - Stress thermique et reproduction chez les bovins : revue bibliographique. - Dakar : L.N.E.R.V, 1980. - 7 p.

.../...



- 2 - **INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHE AGRICOLES (DAKAR).**  
Département de recherche sur les productions et santé animales. - Rapport annuel d'activité 1986 du service des cultures fourragères. - Dakar : Laboratoire national de l'élevage et des cultures fourragères, 1986. - 31 p.
- 19 - **INTERNATIONAL LIVESTOCK FOR AFRICA.** - ILCA : SDI service. - Addis-Abeba : Documentation centre international livestock, centre of Africa, 1987. - p. 2-5.
- 18 - **KIBLER, H.** - Environmental and Shelter engineering vaporization rates and breath tolerance in growing shorthorn, brahman and gertus discalves. - New-York : / s n /, 1959. - 135 p.
- 27 - **LEROY, A. M.** . - Elevage rationnel des animaux domestiques : Zootechnie générale. Selection, reproduction, hygiène. - Paris : Hachette, 1929. - 215 p
- 9 - **MONTEITH, J.L.** . - Heat loss from animals and man : assessment and control. proceeding university of Nottingham, 1973. - London : Butterworths, 1974. - 457 p.
- 8 - **RANSONS, W.** . - Hypothalamus and regulation of body temperature : in : "Proc. soc. Exp. biol. Med.", 1935 ; N° 32 ; p 144 - 145.

.../...

- 28 - **SAINSBURY, David.** - Le logement et la santé des animaux . - Paris ; Techmipel, 1967. - 183 p.
- 26 - **TOSSOU, Evelyne.** - Problèmes liés à la paturation et performance des Montbéliardes à Sangalkam : Thèse : Med. Vét. : Dakar : 1987 ; 2.
- 10 - **UNIVERSITE GEMBOUX (Belgique).** Faculté agronomique de l'Etat Gembloux. - Zootechnie des régions chaudes. - Gembloux : Faculté des sciences agronomiques, / s d /. - 145 p.
- 23 - **VINCKE, P. P. .** - Gestion de la faune sauvage, facteur de développement : in : "science, étude et recherche", 1982, N° 71-72 ; p. 312.

**A N N E X E S**

---

---

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA  
TITRE : FAD

F1

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 31 NOMBRE DE VARIABLES : 16

FICHIER DE DONNEES : B:FEDAR  
*de saison chaude*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H
1	28.00	100.00	25.00	77.00	32.00	87.50	38.54	39.30	39.97	63.42	75.57
2	25.00	76.00	35.00	56.00	32.00	65.00	38.56	39.56	39.80	56.66	68.80
3	26.00	76.00	30.00	62.00	30.00	66.00	38.53	39.26	39.65	52.66	68.66
4	23.00	77.00	37.00	55.00	34.00	58.00	38.65	39.58	40.30	54.66	69.60
5	27.00	74.00	36.00	72.50	30.00	99.00	38.78	39.60	39.13	58.00	80.00
6	25.00	95.00	26.00	100.00	28.50	90.00	38.38	38.46	39.16	60.00	78.00
7	25.00	95.00	34.00	80.00	33.00	87.00	38.48	39.55	39.58	62.66	70.83
8	28.00	100.00	25.00	77.00	32.00	87.50	38.54	39.30	39.97	63.42	75.57
9	25.50	95.00	32.00	77.00	32.00	81.00	38.02	39.10	39.95	74.85	76.57
10	27.00	98.00	27.00	83.00	32.50	100.00	38.25	39.00	38.56	66.66	81.33
11	24.00	62.00	31.50	78.00	29.00	92.00	37.98	38.94	39.12	56.57	74.28
12	25.00	92.00	32.50	76.00	30.00	87.00	38.01	39.04	39.11	60.57	77.71
13	27.50	99.00	35.00	82.00	32.00	93.00	38.67	39.63	39.71	63.42	82.00
14	28.00	99.00	38.00	73.00	33.00	93.00	38.74	40.18	40.05	62.28	80.00
15	28.00	99.00	33.00	86.00	32.00	90.00	38.58	39.18	39.37	61.14	70.28
16	28.00	99.00	33.50	81.00	31.50	87.00	38.44	39.25	39.38	57.14	54.85
17	27.00	99.00	33.50	77.50	30.00	93.50	39.17	39.62	39.72	59.75	73.50
18	28.00	100.00	31.50	84.00	31.00	87.00	38.83	39.62	39.97	65.77	79.55
19	27.50	99.00	35.00	77.50	32.50	89.00	38.57	39.57	40.44	63.55	74.22
20	27.00	99.00	35.00	71.00	30.00	93.50	38.04	38.78	39.51	55.00	77.77
21	26.50	98.00	33.00	77.00	31.00	84.00	38.24	39.13	39.20	55.11	72.44
22	26.00	97.00	32.00	70.00	29.00	87.50	38.27	39.16	39.26	55.60	72.00
23	24.00	100.00	34.00	61.00	30.00	88.00	37.95	39.20	39.01	52.80	69.60
24	26.00	99.00	33.00	79.00	31.50	92.00	38.50	39.20	39.52	79.27	79.27
25	28.50	96.00	36.00	76.00	33.00	87.00	38.58	39.55	39.50	74.00	79.00
26	27.00	90.00	33.00	81.00	31.00	88.00	38.76	39.64	39.80	66.50	71.00
27	28.00	97.00	36.50	75.00	32.00	86.00	38.40	39.82	39.66	71.00	80.66
28	29.00	94.00	36.00	78.00	32.00	90.00	39.25	39.07	39.25	71.33	71.66
29	27.00	90.00	38.20	73.50	32.50	89.00	39.18	39.80	40.14	76.33	74.66
30	28.00	95.00	38.00	73.00	32.00	89.00	39.24	39.70	40.12	75.33	76.66
31	26.50	93.00	36.00	70.00	30.00	76.00	38.70	39.42	39.35	69.66	76.00

VETERINAIRE  
BIBLIOTHEQUE

F<sub>1</sub>

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA  
TITRE : FAD

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 31

NOMBRE DE VARIABLES : 16

FICHIER DE DONNEES : B:FEDAR  
DE SAISON CHAUDE

	12 FC18H	13 FR7H	14 FR12H	15 FR18H	16 LAIT
1	84.65	53.14	90.85	89.14	6.70
2	70.00	84.00	50.33	81.66	6.20
3	63.66	51.33	64.00	83.00	5.40
4	80.00	58.00	80.66	86.60	5.95
5	74.00	59.33	81.33	67.80	6.22
6	87.00	37.50	42.00	62.00	6.95
7	85.30	51.33	89.33	102.66	6.78
8	84.85	53.14	90.85	89.14	6.70
9	91.42	41.71	77.14	88.00	5.22
10	88.00	55.00	94.66	38.66	7.47
11	87.42	37.71	73.71	56.57	7.05
12	94.85	30.28	80.57	65.14	7.14
13	92.66	65.85	100.00	78.00	7.02
14	79.42	58.84	101.14	98.85	7.36
15	82.85	61.14	89.42	87.42	5.60
16	64.00	52.00	85.14	56.00	4.30
17	74.00	60.75	87.00	84.00	6.11
18	76.22	60.88	85.33	80.66	6.12
19	79.50	56.00	100.44	114.00	6.36
20	84.88	41.11	64.88	76.44	5.54
21	73.77	46.88	62.22	73.33	6.20
22	74.40	39.20	53.60	67.20	6.39
23	66.33	42.70	71.60	58.00	6.44
24	79.27	53.81	80.00	80.36	0.00
25	70.66	64.66	102.00	90.00	0.00
26	76.00	62.41	84.41	79.00	0.00
27	74.33	66.33	89.08	89.00	0.00
28	71.66	76.80	99.58	87.16	0.00
29	76.16	72.00	102.32	105.75	0.00
30	74.60	78.66	88.66	91.66	0.00
31	76.00	52.00	78.66	76.32	0.00

\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

F<sub>1</sub>

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA

TITRE : FAD

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 31 NOMBRE DE VARIABLES : 16

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	1.000															
HR7H	0.519	1.000														
T12H	0.065	-0.124	1.000													
HR12H	0.369	0.418	-0.408	1.000												
T18H	0.277	0.198	0.304	-0.156	1.000											
HR18H	0.450	0.410	-0.112	0.648	-0.186	1.000										
TR7H	0.513	0.051	0.376	0.030	0.326	0.020	1.000									
TR12H	0.313	0.015	0.587	-0.320	0.552	-0.104	0.573	1.000								
TR18H	0.171	0.061	0.268	-0.230	0.521	-0.359	0.450	0.606	1.000							
FC7H	0.432	0.308	0.205	0.300	0.404	0.239	0.410	0.262	0.247	1.000						
FC12H	0.181	0.149	-0.028	0.258	0.009	0.417	0.020	0.101	-0.013	0.426	1.000					
FC18H	-0.176	0.097	-0.333	0.432	0.041	0.291	-0.333	-0.291	-0.028	0.135	0.527	1.000				
FR7H	0.481	-0.032	0.464	-0.185	0.564	-0.121	0.783	0.631	0.412	0.411	0.004	-0.391	1.000			
FR12H	0.582	0.299	0.290	0.157	0.665	0.354	0.466	0.565	0.322	0.531	0.217	0.109	0.431	1.000		
FR18H	0.305	0.159	0.385	-0.126	0.561	-0.199	0.502	0.587	0.821	0.381	0.080	-0.043	0.452	0.444	1.000	
LAIT	-0.358	-0.077	-0.459	0.028	-0.183	0.040	-0.467	-0.258	-0.148	-0.719	-0.023	0.385	-0.484	-0.284	-0.283	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	****															
HR7H	0.442	****														
T12H	-0.230	0.025	****													
HR12H	0.285	0.022	-0.253	****												
T18H	-0.201	0.368	0.087	0.066	****											
HR18H	0.111	0.228	0.313	0.408	-0.465	****										
TR7H	-0.167	0.103	0.024	0.316	-0.503	-0.178	****									
TR12H	-0.165	0.036	0.369	0.045	-0.062	-0.060	-0.037	****								
TR18H	0.137	0.024	-0.184	-0.157	-0.001	-0.185	0.172	0.425	****							
FC7H	-0.254	0.166	-0.290	0.209	0.237	0.167	-0.004	-0.011	0.125	****						
FC12H	0.262	-0.057	-0.053	-0.346	-0.166	0.174	0.012	0.376	-0.257	0.402	****					
FC18H	-0.312	-0.092	0.165	0.410	0.049	-0.084	-0.155	-0.442	0.298	0.162	0.545	****				
FR7H	0.443	-0.396	0.068	-0.194	0.643	0.161	0.694	0.199	-0.094	0.095	0.005	-0.016	****			
FR12H	0.454	-0.299	-0.065	-0.278	0.656	0.474	0.431	0.419	-0.175	0.092	-0.249	0.313	-0.509	****		
FR18H	0.120	0.004	0.261	0.057	0.175	-0.039	0.154	-0.082	0.634	0.029	0.120	-0.057	-0.161	-0.021	****	
LAIT	-0.177	0.073	-0.476	0.003	0.310	0.326	0.040	0.211	0.068	-0.822	0.156	0.353	-0.052	-0.129	0.001	****

CORRELATIONS MULTIPLES

T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
-----	------	------	-------	------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA  
TITRE : FAD

F<sub>2</sub>

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 24 NOMBRE DE VARIABLES : 16

FICHIER DE DONNEES : B:FEDAR : *saison chaude*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H
1	28.00	100.00	25.00	77.00	32.00	87.50	38.54	39.30	39.97	63.42	75.57
2	25.00	76.00	35.00	56.00	32.00	65.00	38.56	39.56	39.80	56.66	68.80
3	26.00	76.00	30.00	62.00	30.00	66.00	38.53	39.26	39.65	52.66	68.66
4	23.00	77.00	37.00	55.00	34.00	58.00	38.65	39.58	40.30	54.66	69.60
5	27.00	74.00	36.00	72.50	30.00	99.00	38.78	39.60	39.13	58.00	80.00
6	25.00	95.00	26.00	100.00	28.50	90.00	38.38	38.46	39.16	60.00	78.00
7	25.00	95.00	34.00	80.00	33.00	87.00	38.48	39.55	39.58	62.66	70.83
8	28.00	100.00	25.00	77.00	32.00	87.50	38.54	39.30	39.97	63.42	75.57
9	25.50	95.00	32.00	77.00	32.00	81.00	38.02	39.10	39.95	74.85	76.57
10	27.00	98.00	27.00	83.00	32.50	100.00	38.25	39.00	38.56	66.66	81.33
11	24.00	62.00	31.50	78.00	29.00	92.00	37.98	38.94	39.12	56.57	74.28
12	25.00	92.00	32.50	76.00	30.00	87.00	38.01	39.04	39.11	60.57	77.71
13	27.50	99.00	35.00	82.00	32.00	93.00	38.67	39.63	39.71	63.42	82.00
14	28.00	99.00	38.00	73.00	33.00	93.00	38.74	40.18	40.05	62.28	80.00
15	28.00	99.00	33.00	86.00	32.00	90.00	38.58	39.18	39.37	61.14	70.28
16	28.00	99.00	33.50	81.00	31.50	87.00	38.44	39.25	39.38	57.14	54.85
17	27.00	99.00	33.50	77.50	30.00	93.50	39.17	39.62	39.72	59.75	73.50
18	28.00	100.00	31.50	84.00	31.00	87.00	38.83	39.62	39.97	65.77	79.55
19	27.50	99.00	35.00	77.50	32.50	89.00	38.57	39.57	40.44	63.55	74.22
20	27.00	99.00	35.00	71.00	30.00	93.50	38.04	38.78	39.51	55.00	77.77
21	26.50	98.00	33.00	77.00	31.00	84.00	38.24	39.13	39.20	55.11	72.44
22	26.00	97.00	32.00	70.00	29.00	87.50	38.27	39.16	39.26	55.60	72.00
23	24.00	100.00	34.00	61.00	30.00	88.00	37.95	39.20	39.01	52.80	69.60
24	24.00	100.00	34.00	61.00	30.00	88.00	37.95	39.20	39.01	52.80	69.60

BIBLIOTHÈQUE  
VÉTÉRINAIRE

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDA  
TITRE : FAD

F<sub>2</sub>

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 24      NOMBRE DE VARIABLES : 16

FICHIER DE DONNEES : B:FEDAR

	12	13	14	15	16
	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
1	84.65	53.14	90.85	89.14	6.70
2	70.00	84.00	50.33	81.66	6.20
3	63.66	51.33	64.00	83.00	5.40
4	80.00	58.00	80.66	86.60	5.95
5	74.00	59.33	81.33	67.80	6.22
6	87.00	37.50	42.00	62.00	6.95
7	85.30	51.33	89.33	102.66	6.78
8	84.85	53.14	90.85	89.14	6.70
9	91.42	41.71	77.14	88.00	5.22
10	88.00	55.00	94.66	38.66	7.47
11	87.42	37.71	73.71	56.57	7.05
12	94.85	30.28	80.57	65.14	7.14
13	92.66	65.85	100.00	78.00	7.02
14	79.42	58.84	101.14	98.85	7.36
15	82.85	61.14	89.42	87.42	5.60
16	64.00	52.00	85.14	56.00	4.30
17	74.00	60.75	87.00	84.00	6.11
18	76.22	60.88	85.33	80.66	6.12
19	79.50	56.00	100.44	114.00	6.36
20	84.88	41.11	64.88	76.44	5.54
21	73.77	46.88	62.22	73.33	6.20
22	74.40	39.20	53.60	67.20	6.39
23	66.33	42.70	71.60	58.00	6.44
24	66.33	42.70	71.60	58.00	6.44



\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

F<sub>2</sub>

CARACTERISTIQUES DU FICHER : B:FEDA  
TITRE : FAD

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 24 NOMBRE DE VARIABLES : 16

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	1.000															
HR7H	0.490	1.000														
T12H	-0.180	-0.161	1.000													
HR12H	0.470	0.368	-0.451	1.000												
T18H	0.219	0.162	0.214	-0.129	1.000											
HR18H	0.461	0.420	-0.139	0.610	-0.277	1.000										
TR7H	0.506	0.022	0.126	0.136	0.334	-0.048	1.000									
TR12H	0.287	0.006	0.543	-0.315	0.578	-0.123	0.671	1.000								
TR18H	0.247	0.045	0.193	-0.158	0.561	-0.437	0.522	0.571	1.000							
FC7H	0.415	0.329	-0.281	0.543	0.425	0.283	0.168	0.127	0.303	1.000						
FC12H	0.200	0.080	-0.150	0.328	-0.031	0.450	0.095	0.041	0.006	0.481	1.000					
FC18H	0.062	0.079	-0.255	0.516	0.182	0.303	-0.139	-0.224	0.060	0.636	0.656	1.000				
FR7H	0.350	-0.096	0.262	-0.186	0.555	-0.245	0.719	0.667	0.430	0.117	-0.032	-0.229	1.000			
FR12H	0.511	0.304	0.127	0.190	0.632	0.356	0.381	0.580	0.337	0.505	0.219	0.292	0.287	1.000		
FR18H	0.278	0.125	0.237	-0.055	0.534	-0.268	0.487	0.562	0.863	0.305	0.068	0.118	0.367	0.360	1.000	
LAIT	-0.121	0.007	-0.201	0.179	-0.002	0.360	-0.045	0.077	-0.200	0.151	<u>0.663</u>	<u>0.484</u>	-0.079	0.181	-0.084	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	****															
HR7H	0.346	****														
T12H	-0.717	0.213	****													
HR12H	0.506	-0.126	0.473	****												
T18H	0.102	0.341	0.180	-0.036	****											
HR18H	0.457	0.179	0.456	0.095	-0.542	****										
TR7H	-0.429	0.160	-0.598	0.749	-0.139	0.033	****									
TR12H	0.583	-0.258	0.860	-0.603	-0.086	-0.286	0.692	****								
TR18H	0.047	0.133	-0.083	-0.045	-0.139	-0.355	0.059	0.123	****							
FC7H	-0.613	0.267	-0.788	0.669	0.204	0.289	-0.654	0.762	0.027	****						
FC12H	0.529	-0.157	0.499	-0.611	-0.217	-0.005	0.504	-0.441	0.095	0.620	****					
FC18H	0.290	-0.361	0.559	-0.064	0.117	-0.257	0.262	-0.653	0.158	0.526	0.059	****				
FR7H	0.477	-0.366	0.363	-0.402	0.446	-0.026	0.631	-0.289	-0.027	0.400	-0.245	-0.267	****			
FR12H	-0.065	-0.117	-0.320	-0.043	0.605	0.616	0.004	0.415	0.125	-0.178	-0.077	0.366	-0.269	****		
FR18H	0.074	0.021	0.071	0.031	0.163	0.101	0.049	0.056	0.682	-0.019	-0.076	0.066	-0.151	-0.199	****	
LAIT	-0.751	0.269	-0.866	0.546	0.172	0.380	-0.590	0.833	-0.149	-0.808	0.667	0.558	0.372	-0.247	0.060	****

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDATDT

TITRE :

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 38

NOMBRE DE VARIABLES : 10

43

FICHIER DE DONNEES : B:FEDATOTR  *Saison chaude*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T7	T12	HR12	TR7	TR12	FC7	FC12	FR7	FR12	GLAIT
1	28.00	25.00	77.00	38.54	39.30	63.42	75.57	53.14	90.85	6.70
2	25.00	35.00	56.00	38.56	39.56	56.66	68.80	84.00	50.33	6.20
3	26.00	30.00	62.00	38.53	39.26	52.66	68.66	51.33	64.00	5.40
4	23.00	37.00	55.00	38.65	39.58	54.66	69.60	58.00	80.66	5.95
5	29.00	37.00	56.00	38.16	39.85	56.33	61.43	62.66	100.66	5.30
6	27.00	36.00	72.50	38.78	39.60	58.00	80.00	59.33	81.33	6.22
7	25.00	26.00	100.00	38.38	38.46	60.00	78.00	37.50	42.00	6.95
8	25.00	34.00	80.00	38.48	39.55	62.66	70.83	51.33	89.33	6.78
9	28.00	25.00	77.00	38.54	39.30	63.42	75.57	53.14	90.85	6.70
10	25.50	32.00	77.00	38.02	39.10	74.85	76.57	41.71	77.14	5.22
11	27.00	27.00	83.00	38.25	39.00	66.66	81.33	55.00	94.66	7.47
12	24.00	31.50	78.00	37.98	38.94	56.57	74.28	37.71	73.71	7.05
13	25.00	32.50	76.00	38.01	39.04	60.57	77.71	30.28	80.57	7.14
14	27.50	35.00	82.00	38.67	39.63	63.42	82.00	65.85	100.00	7.02
15	28.00	38.00	73.00	38.74	40.18	62.28	80.00	58.84	101.14	7.36
16	28.00	33.00	86.00	38.58	39.18	61.14	70.28	61.14	89.42	5.60
17	28.00	33.50	81.00	38.44	39.25	57.14	54.85	52.00	85.14	4.30
18	27.00	33.50	77.50	39.17	39.62	59.75	73.50	60.75	87.00	6.11
19	28.00	31.50	84.00	38.83	39.62	65.77	79.55	60.88	85.33	6.12
20	27.50	35.00	77.50	38.57	39.57	63.55	74.22	56.00	100.44	6.36
21	27.00	35.00	71.00	38.04	38.78	55.00	77.77	41.11	64.88	5.54
22	26.50	33.00	77.00	38.24	39.13	55.11	72.44	46.88	62.22	6.20
23	28.00	30.00	91.50	38.77	39.33	60.40	74.00	56.80	68.80	8.77
24	26.00	32.00	70.00	38.27	39.16	55.60	72.00	39.20	53.60	6.39
25	24.00	34.00	61.00	37.95	39.20	52.80	69.60	42.70	71.60	6.44
26	26.00	33.00	79.00	38.50	39.20	79.27	79.27	53.81	80.00	0.00
27	25.00	36.50	75.00	38.65	39.06	78.00	80.00	54.83	75.66	0.00
28	28.50	36.00	76.00	38.58	39.55	74.00	79.00	64.66	102.00	0.00
29	29.00	36.50	73.00	38.96	38.85	71.00	78.66	94.66	82.66	0.00
30	27.00	33.00	81.00	38.76	39.64	66.50	71.00	62.41	84.41	0.00
31	28.00	36.50	75.00	38.40	39.82	71.00	80.66	66.33	89.08	0.00
32	29.00	36.00	78.00	39.25	39.07	71.33	71.66	76.80	99.58	0.00
33	27.00	38.20	73.50	39.18	39.80	76.33	74.66	72.00	102.32	0.00
34	28.00	38.00	73.00	39.24	39.70	75.33	76.66	78.66	88.66	0.00
35	27.00	34.00	71.50	38.55	39.87	72.66	69.83	71.83	61.83	0.00
36	26.50	36.00	70.00	38.70	39.42	69.66	76.00	52.00	78.66	0.00
37	25.00	36.50	66.50	38.25	38.90	68.50	80.33	41.66	58.66	0.00
38	23.00	37.00	67.00	38.14	38.90	68.50	80.33	41.66	64.00	0.00

\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:FEDATOT

TITRE :

F<sub>3</sub>

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 38      NOMBRE DE VARIABLES : 10

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	T7	T12	HR12	TR7	TR12	FC7	FC12	FR7	FR12	BLAIT
T7	1.000									
T12	-0.007	1.000								
HR12	0.289	-0.485	1.000							
TR7	0.494	0.261	0.158	1.000						
TR12	0.359	0.399	-0.264	0.432	1.000					
FC7	0.207	0.256	0.215	0.375	0.094	1.000				
FC12	-0.057	0.004	0.272	0.060	-0.158	0.463	1.000			
FR7	0.558	0.382	-0.134	0.736	0.481	0.358	-0.059	1.000		
FR12	0.573	0.222	0.088	0.403	0.526	0.306	0.044	0.378	1.000	
BLAIT	-0.103	-0.522	0.164	-0.325	-0.053	-0.750	-0.146	-0.392	-0.079	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	T7	T12	HR12	TR7	TR12	FC7	FC12	FR7	FR12	BLAIT
T7	****									
T12	-0.250	****								
HR12	0.427	-0.158	****							
TR7	-0.138	-0.008	0.428	****						
TR12	0.144	0.277	-0.320	0.247	****					
FC7	-0.291	-0.282	0.445	-0.168	0.223	****				
FC12	0.016	0.208	-0.029	0.106	-0.196	0.532	****			
FR7	0.493	0.139	-0.408	0.624	0.006	0.257	-0.138	****		
FR12	0.498	0.262	-0.140	0.129	0.214	0.408	-0.112	-0.211	****	
BLAIT	-0.276	-0.481	0.387	-0.205	0.338	-0.830	0.376	0.135	0.368	****

CORRELATIONS MULTIPLES

	T7	T12	HR12	TR7	TR12	FC7	FC12	FR7	FR12	BLAIT
	0.796	0.761	0.790	0.812	0.737	0.911	0.634	0.854	0.756	0.905

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:NADJI

TITRE : Données saison froide

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 20 NOMBRE DE VARIABLES : 16

F4

FICHIER DE DONNEES : B:NADJIR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H
1	15.00	93.00	31.00	46.00	25.50	68.00	38.03	38.83	38.76	76.00	89.00
2	18.00	100.00	24.50	69.90	22.00	85.00	38.40	37.38	38.76	78.00	90.00
3	18.00	100.00	25.00	68.00	21.00	85.00	38.05	38.25	38.48	74.66	86.66
4	17.00	100.00	24.00	56.00	21.00	83.00	38.48	38.55	38.36	77.33	90.66
5	17.00	100.00	25.00	71.00	22.00	86.00	38.00	38.45	38.33	62.00	82.00
6	17.00	100.00	29.50	55.00	25.00	67.00	38.26	38.30	38.36	74.00	81.00
7	18.00	100.00	22.00	69.50	23.00	78.00	38.05	38.25	38.41	68.00	79.33
8	19.00	100.00	26.00	68.00	24.00	80.00	38.01	38.36	38.36	72.00	80.00
9	19.00	100.00	23.00	83.00	21.00	93.00	37.11	38.31	38.45	68.66	95.33
10	17.00	100.00	23.00	73.00	21.50	87.00	37.63	38.31	38.41	69.33	81.33
11	18.00	98.00	25.00	75.00	23.50	77.00	38.53	38.06	38.28	70.00	78.66
12	19.00	100.00	25.00	70.00	21.00	88.00	37.65	38.18	38.35	72.66	74.66
13	20.00	98.00	27.00	70.00	23.00	86.00	37.91	38.20	38.31	72.66	83.33
14	21.50	88.00	31.50	54.00	26.50	79.50	37.96	38.42	38.56	74.00	83.30
15	19.00	87.50	25.00	68.50	22.00	83.00	38.50	38.59	38.57	76.00	78.44
16	18.00	84.00	29.00	43.00	25.00	67.00	38.20	38.77	38.67	78.90	85.00
17	18.00	72.00	28.00	46.00	24.00	76.00	38.00	38.20	38.42	73.00	75.33
18	18.00	67.00	31.00	46.00	27.50	65.00	37.85	38.34	38.58	77.55	74.66
19	17.00	98.00	29.00	41.00	25.00	85.00	37.82	38.20	38.51	75.11	78.22
20	20.00	96.00	25.00	79.00	23.50	87.00	37.84	38.38	38.53	76.44	72.44

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:NADJI

TITRE : Données saison froide

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 20

NOMBRE DE VARIABLES : 16

F4

FICHIER DE DONNEES : B:NADJIR

	12	13	14	15	16
	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
1	90.00	26.33	46.40	41.60	16.10
2	92.60	31.66	42.00	42.66	15.83
3	84.33	32.00	43.66	40.00	16.25
4	86.66	36.66	40.66	40.00	15.85
5	79.00	34.66	42.00	66.00	16.66
6	78.00	36.00	43.33	41.33	16.41
7	78.33	34.00	46.33	40.66	16.58
8	86.66	36.00	40.66	49.00	18.58
9	89.33	29.33	43.33	45.33	18.16
10	80.66	25.33	44.66	43.33	18.63
11	80.66	32.66	45.33	43.33	17.58
12	83.33	39.33	52.66	48.66	17.80
13	84.33	42.00	51.33	53.33	17.66
14	88.00	50.00	58.00	56.00	18.14
15	80.00	29.60	35.55	34.80	10.65
16	78.90	33.45	40.72	35.63	11.62
17	76.33	30.33	38.00	34.54	12.30
18	79.11	32.44	41.77	45.33	11.30
19	77.77	32.44	44.00	48.00	11.30
20	79.11	40.11	42.66	42.66	11.00

\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:MADJI

TITRE : Données saison froide

F<sub>4</sub>

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 20 NOMBRE DE VARIABLES : 16

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	1.000															
HR7H	-0.087	1.000														
T12H	-0.035	-0.579	1.000													
HR12H	0.357	<u>0.589</u>	-0.795	1.000												
T18H	0.020	<u>-0.613</u>	<u>0.874</u>	<u>-0.692</u>	1.000											
HR18H	0.350	<u>0.575</u>	<u>-0.687</u>	<u>0.699</u>	<u>-0.765</u>	1.000										
TR7H	-0.188	-0.039	0.075	-0.212	0.079	-0.390	1.000									
TR12H	-0.170	-0.226	0.315	-0.340	0.249	-0.347	-0.051	1.000								
TR18H	-0.140	-0.343	0.396	-0.392	0.354	-0.313	0.096	0.065	1.000							
FC7H	0.038	-0.378	<u>0.449</u>	<u>-0.505</u>	0.342	-0.380	0.338	0.050	<u>0.627</u>	1.000						
FC12H	-0.220	0.364	-0.150	0.090	-0.320	0.165	-0.038	0.015	0.255	0.024	1.000					
FC18H	0.100	0.334	-0.057	0.222	-0.210	0.261	-0.070	-0.200	0.342	0.173	<u>0.730</u>	1.000				
FR7H	<u>0.726</u>	0.068	0.243	0.034	0.217	0.101	0.032	-0.029	-0.236	0.060	-0.196	0.085	1.000			
FR12H	<u>0.402</u>	0.234	0.223	0.071	0.156	0.134	-0.306	-0.083	-0.123	-0.150	0.020	0.303	<u>0.638</u>	1.000		
FR18H	0.229	0.283	0.081	0.212	0.042	0.323	-0.308	-0.078	-0.323	<u>-0.567</u>	-0.007	0.151	<u>0.484</u>	<u>0.518</u>	1.000	
LAIT	0.064	<u>0.609</u>	-0.305	<u>0.470</u>	-0.346	0.301	-0.213	-0.202	-0.443	<u>-0.544</u>	0.413	<u>0.518</u>	0.174	<u>0.551</u>	<u>0.446</u>	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
T7H	****															
HR7H	<u>-0.760</u>	****														
T12H	0.170	-0.007	****													
HR12H	<u>0.730</u>	<u>0.625</u>	-0.406	****												
T18H	<u>0.510</u>	<u>0.470</u>	0.298	-0.383	****											
HR18H	<u>0.708</u>	<u>0.703</u>	-0.174	<u>-0.522</u>	<u>-0.732</u>	****										
TR7H	0.046	0.281	-0.016	-0.150	-0.340	-0.437	****									
TR12H	0.070	0.188	0.198	-0.083	-0.276	-0.298	-0.318	****								
TR18H	0.375	0.372	-0.138	-0.233	-0.120	-0.463	-0.053	-0.126	****							
FC7H	0.139	0.371	0.293	-0.263	-0.307	-0.291	-0.140	-0.287	-0.156	****						
FC12H	0.214	0.364	0.020	-0.411	-0.361	-0.286	-0.205	0.065	0.007	-0.337	****					
FC18H	-0.373	<u>-0.528</u>	0.084	<u>0.449</u>	0.351	<u>0.593</u>	0.236	0.153	<u>0.652</u>	<u>0.650</u>	<u>0.541</u>	****				
FR7H	<u>0.841</u>	<u>0.567</u>	-0.223	<u>-0.518</u>	-0.296	<u>-0.533</u>	0.181	0.052	<u>-0.527</u>	0.112	-0.093	0.294	****			
FR12H	-0.321	-0.215	0.239	0.151	0.171	0.391	-0.206	0.031	0.587	0.114	-0.113	-0.372	<u>0.565</u>	****		
FR18H	<u>-0.525</u>	-0.220	<u>0.451</u>	0.327	0.257	<u>0.447</u>	-0.029	-0.097	0.187	<u>-0.538</u>	-0.048	0.067	<u>0.644</u>	-0.230	****	
LAIT	<u>0.447</u>	<u>0.587</u>	-0.067	-0.327	-0.410	<u>-0.695</u>	-0.201	-0.275	<u>-0.751</u>	<u>-0.559</u>	-0.150	<u>0.818</u>	-0.428	<u>0.654</u>	0.091	****

CORRELATIONS MULTIPLES

T7H	HR7H	T12H	HR12H	T18H	HR18H	TR7H	TR12H	TR18H	FC7H	FC12H	FC18H	FR7H	FR12H	FR18H	LAIT
-----	------	------	-------	------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:MANAFRO

TITRE : Lait saison froide

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 14 NOMBRE DE VARIABLES : 11

$F_3$   
 $n = 14$

FICHIER DE DONNEES : B:MANAFROR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LA17	LA18
1	37.50	38.80	38.20	72.00	96.00	100.00	28.00	40.00	44.00	11.00	6.90
2	38.00	36.60	38.70	68.00	100.00	96.00	32.00	42.00	48.00	11.00	7.50
3	38.70	38.50	39.00	72.00	80.00	84.00	36.00	40.00	40.00	11.50	8.00
4	38.50	38.60	38.00	72.00	92.00	88.00	28.00	44.00	44.00	11.00	7.50
5	38.20	38.30	38.80	68.00	84.00	76.00	36.00	44.00	46.00	12.00	8.50
6	38.30	38.10	39.00	64.00	72.00	76.00	36.00	48.00	40.00	11.50	8.50
7	37.70	38.00	38.60	68.00	84.00	92.00	40.00	58.00	48.00	12.00	8.50
8	38.30	38.30	38.40	68.00	80.00	80.00	44.00	44.00	40.00	13.00	9.50
9	37.50	38.20	38.50	72.00	112.00	96.00	28.00	48.00	60.00	13.50	9.00
10	37.50	38.50	37.90	68.00	80.00	80.00	24.00	52.00	52.00	13.00	9.00
11	37.60	37.70	38.80	72.00	84.00	80.00	40.00	52.00	52.00	12.50	8.00
12	37.50	38.00	38.50	72.00	76.00	84.00	44.00	56.00	60.00	12.50	9.00
13	38.10	38.20	38.40	64.00	80.00	80.00	48.00	56.00	60.00	13.00	9.00
14	37.70	38.40	38.70	72.00	84.00	80.00	52.00	60.00	56.00	11.00	9.00

\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:MANAFRO  
 TITRE : Lait saison froide

F5

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 14      NOMBRE DE VARIABLES : 11

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
TR7	1.000										
TR12	0.084	1.000									
TR18	0.297	-0.375	1.000								
FC7	-0.268	0.218	-0.116	1.000							
FC12	-0.282	-0.192	-0.220	0.409	1.000						
FC18	-0.331	-0.171	-0.271	0.395	0.792	1.000					
FR7	0.061	-0.089	0.416	-0.152	-0.494	-0.464	1.000				
FR12	-0.494	-0.032	-0.021	-0.125	-0.331	-0.304	0.592	1.000			
FR18	-0.651	-0.144	-0.184	0.132	0.212	0.056	0.276	0.685	1.000		
LAI7	-0.306	0.061	-0.198	-0.195	-0.025	-0.225	0.058	0.299	0.478	1.000	
LAI18	-0.117	0.106	0.021	-0.306	-0.360	-0.552	0.492	0.571	0.410	0.714	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
TR7	****										
TR12	0.094	****									
TR18	-0.008	-0.441	****								
FC7	-0.272	0.433	0.117	****							
FC12	0.120	-0.109	0.129	0.176	****						
FC18	-0.306	-0.098	-0.252	-0.001	0.677	****					
FR7	6.310	-0.048	0.397	0.159	-0.316	0.199	****				
FR12	-0.439	0.049	-0.065	-0.197	-0.364	0.074	0.245	****			
FR18	-0.183	-0.174	-0.192	0.165	0.516	-0.261	0.249	0.566	****		
LAI7	-0.218	0.025	-0.016	-0.165	-0.129	0.046	-0.256	-0.401	0.398	****	
LAI18	0.091	0.107	-0.054	-0.078	0.259	-0.340	0.345	0.360	-0.209	0.723	****

CORRELATIONS MULTIPLES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
	0.818	0.642	0.690	0.656	0.892	0.880	0.831	0.909	0.892	0.857	0.897



CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:MANACH

TITRE : Lait saison chaude

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 14      NOMBRE DE VARIABLES : 11

F<sub>6</sub>

FICHIER DE DONNEES : B:MANACHR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
1	38.70	39.70	39.90	84.00	76.00	108.00	48.00	64.00	68.00	12.00	6.00
2	38.30	38.90	39.50	52.00	68.00	80.00	36.00	50.00	48.00	10.20	6.50
3	38.50	39.20	39.40	60.00	72.00	92.00	36.00	72.00	60.00	11.00	8.00
4	39.00	39.70	39.90	60.00	76.00	88.00	52.00	76.00	56.00	10.80	7.00
5	39.50	40.20	39.90	60.00	68.00	72.00	44.00	80.00	72.00	11.50	6.00
6	38.30	39.30	39.20	52.00	64.00	84.00	40.00	76.00	40.00	8.00	6.50
7	38.70	39.20	39.40	60.00	72.00	92.00	36.00	72.00	60.00	7.00	4.50
8	39.50	39.50	39.80	64.00	64.00	64.00	60.00	72.00	88.00	9.10	6.50
9	39.50	39.30	39.80	64.00	72.00	64.00	64.00	80.00	80.00	8.50	5.00
10	38.50	39.50	40.60	48.00	76.00	78.00	60.00	68.00	80.00	7.50	5.00
11	38.00	38.60	40.10	44.00	68.00	84.00	40.00	60.00	64.00	6.50	4.00
12	38.10	39.20	39.00	44.00	68.00	60.00	48.00	44.00	44.00	7.50	4.00
13	38.90	39.00	39.20	48.00	56.00	56.00	52.00	68.00	56.00	6.50	4.00
14	37.80	39.10	39.80	60.00	80.00	80.00	32.00	40.00	52.00	7.50	4.00

\*\*\*\*\* MATRICE DE CORRELATIONS \*\*\*\*\*

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : B:MANACH

TITRE : Lait saison chaude

F<sub>6</sub>

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 14      NOMBRE DE VARIABLES : 11

MATRICE DE CORRELATIONS TOTALES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
TR7	1.000										
TR12	0.633	1.000									
TR18	0.155	0.280	1.000								
FC7	0.422	0.526	0.180	1.000							
FC12	-0.233	0.226	0.520	0.416	1.000						
FC18	-0.280	0.106	0.235	0.525	0.579	1.000					
FR7	0.646	0.342	0.353	0.100	-0.135	-0.462	1.000				
FR12	0.767	0.509	0.171	0.270	-0.203	0.057	0.431	1.000			
FR18	0.671	0.383	0.676	0.371	0.118	-0.121	0.664	0.470	1.000		
LAI7	0.389	0.650	0.135	0.666	0.288	0.446	-0.016	0.279	0.157	1.000	
LAI18	0.318	0.408	-0.000	0.391	0.075	0.393	-0.034	0.453	0.066	0.783	1.000

MATRICE DE CORRELATIONS PARTIELLES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
TR7	****										
TR12	0.014	****									
TR18	-0.153	0.154	****								
FC7	0.460	0.115	-0.535	****							
FC12	-0.061	0.286	0.391	0.248	****						
FC18	-0.680	-0.250	0.317	0.732	0.128	****					
FR7	0.009	0.028	0.257	0.236	0.027	-0.374	****				
FR12	0.818	0.325	0.040	-0.424	-0.191	0.735	0.131	****			
FR18	0.398	-0.206	0.776	0.355	-0.124	-0.096	0.044	-0.154	****		
LAI7	0.519	0.469	0.260	0.104	-0.143	0.316	-0.110	-0.628	-0.301	****	
LAI18	-0.327	-0.310	-0.278	-0.164	0.104	-0.089	0.095	0.513	0.227	0.823	****

CORRELATIONS MULTIPLES

	TR7	TR12	TR18	FC7	FC12	FC18	FR7	FR12	FR18	LAI7	LAI18
	0.976	0.852	0.915	0.930	0.822	0.954	0.819	0.953	0.934	0.953	0.905

## SERMENT DE VETERINAIRES

=====

### DIPLOMES DE DAKAR

=====

"Fidèlement attaché aux directives de Claude Bourgelat, fondateur de l'enseignement vétérinaires dans le monde je promets et 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 partie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

Que toute confiance me soit retirée s'il advienne que je me parjure.

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 Président du Jury.

Vu et permis d'imprimer

Dakar, le

Le Recteur : Président du Conseil Provisoire  
de l'Université CH. A. DIOP de DAKAR.