

Institut d'Elevage et de Médecine  
Vétérinaire des Pays Tropicaux  
10, rue Pierre Curie  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex



89 0078  
Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort  
7, avenue du Général-de-Gaulle  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

9444

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

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

---

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

---

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

INTERFACE

ALIMENTATION - REPRODUCTION  
EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES DANS  
LES CONDITIONS D'ELEVAGE EXTENSIF

par

Christian MULATO

année universitaire 1988-1989



INTERFACE

ALIMENTATION - REPRODUCTION

EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES DANS

LES CONDITIONS D'ELEVAGE EXTENSIF

## SOMMAIRE

---

PREAMBULE

INTRODUCTION GENERALE

PREMIER ARTICLE : Alimentation en zones arides et semi-arides-----	p. 5
I. Variations de l'offre alimentaire -----	p. 6
A. Effets de la variation qualitative de l'offre alimentaire	
1. Prise de matières sèches	
2. Valeur énergétique de la ration	
3. Niveau protéique, minéral et vitaminique	
B. Conséquence: comportement pondéral des zébus	
1. Variations saisonnières du poids vif	
2. Variations en fonction de la classe de poids	
3. Variations en fonction de la classe d'âge	
II. Minéraux et vitamines -----	p. 10
1. Besoins en minéraux	
2. Facteurs de variations des teneurs minérales de la ration alimentaire	
a. Maturité des plantes	
b. Gestion du pâturage	
c. Carence naturelle des sols tropicaux	
3. Variations saisonnières des teneurs minérales sanguines des zébus	
4. Interactions minérales	
5. Quelques minéraux et vitamines: action physiologique et apports recommandés	
DEUXIEME ARTICLE: Reproduction en zones arides et semi-arides-----	p. 16
I. Age au premier vêlage-----	p. 16
II. Intervalle vêlage-vêlage -----	p. 17
A. Facteurs de variation de la durée de l'intervalle vêlage-vêlage	
1. Le rang de vêlage	
2. La viabilité du veau	
3. Le mois de vêlage	
4. La pluviométrie	
5. La saison de mise-bas	
III. Rythme saisonnier de la reproduction en milieu tropical-----	p. 23
1. Repartition des vêlages et des saillies fécondantes	
2. Variations saisonnières de la fertilité	
3. Variations saisonnières d'origine alimentaire	

TROISIEME ARTICLE : Interactions alimentation-reproduction en zones arides et semi-arides-----	p. 27
I. Définitions -----	p. 26
II. Effets de supplémentations mixtes (énergie et matières azotées)-	p. 31
A. Effets à long terme sur croissance et développement: de la naissance à la puberté	
1 Age et poids à la puberté	
2 Cyclicité des génisses et gain moyen quotidien (GMQ)	
B Effets à court et moyen terme: sur la vache en vie reproductive	
1 Effets de la supplémentation au moment de la saison de monte	
2 Note d'état corporel à la saison de monte	
3 Note d'état corporel à la parturition	
4 Notion de poids et note d'état corporel critiques	
III. Effets de supplémentations protéiques-----	p. 45
1 Complémentation. en saison sèche et taux de conception	
2 Complémentation et productivité	
3 Complémentation et niveau de production	
4 Efficacité d'une supplémentation protéique	
IV. Effets de supplémentations en phosphore et vitamine A-----	p. 48
1 Supplémentations en vitamine A	
2 Supplémentations en phosphore	
V. Améliorations des performances de reproduction: stratégies et recommandations -----	p. 50
A Femelles adultes	
B Génisses	
C Recommandations	
1 Productivité ultérieure des génisses	
2 Au moment du vêlage	
3 Complémentation de saison sèche: protéique et minérale	
4 Notion de supplémentation minimale	
5 Particularité du phosphore	
CONCLUSION -----	p. 56
BIBLIOGRAPHIE -----	p. 57

## PREAMBULE

---

---

L'étude des relations entre alimentation et reproduction soulève de nombreux points tant sur le plan de la race étudiée, l'âge des animaux, les conséquences de l'alimentation mesurables directement sur les paramètres de la reproduction ou bien envisagées au travers du niveau hormonal de la reproduction.

Notre étude ne s'attachera qu'aux bovins en zones arides et semi-arides (les conditions étant différentes pour les ovins et les caprins) et ne portera que sur les femelles (une étude complémentaire serait à développer sur les mâles, mais peu de publications existent à leur sujet). Nous envisagerons les effets des niveaux alimentaires (énergétiques, protéiques, minéraux et vitaminiques) sur les paramètres de reproduction et l'efficacité de diverses complémentations. Le niveau hormonal ne sera pas abordé (ce point nécessiterait cependant une synthèse des études réalisées).

Notre étude sera présentée sous la forme de trois articles; en effet pour rendre compte des interactions alimentation-reproduction il est nécessaire de dégager certains concepts, certaines références de base tant sur le plan alimentaire que sur celui de la reproduction dans les zones arides et semi-arides.

Les trois articles se présentent comme suit:

- 1/. Alimentation en zones arides et semi-arides
- 2/. Reproduction en zones arides et semi-arides
- 3/. Interactions alimentation-reproduction en zones arides et semi-arides (dans les conditions d'élevage extensif).

## INTRODUCTION GENERALE

Les publications et expérimentations sur ce sujet sont à l'heure actuelle assez nombreuses pour en dégager les aspects les plus importants. Déjà Curasson en 1949 dans sa revue "Les climats chauds et l'activité sexuelle" pose les bases de la réflexion ultérieure; Lamond en 1970, Topps en 1977, Holness et Haresign en 1983 ont réalisé de remarquables études sur le sujet. Topps déclare ainsi: "The more severe the undernutrition and weight loss in a herd or an animal, the lower the fertility and level of animal production". Les phases de sous-nutrition auxquelles sont régulièrement soumis les animaux de ces zones arides et semi-arides amènent d'importants retards de croissance sur les jeunes animaux, préjudiciables pour leur vie ultérieure de reproducteurs ainsi que d'importantes variations saisonnières de poids lesquelles, sur des femelles adultes, modifient les paramètres de vie reproductive. Dans ces zones caractérisées par des fluctuations alimentaires saisonnières on note des faibles valeurs des paramètres de la reproduction chez les zébus.

Ainsi comprendre les relations alimentation-reproduction permet de définir des périodes critiques de la vie reproductive et donc de mettre au point des stratégies de supplémentation.

PREMIER ARTICLE : ALIMENTATION

EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

Dans les conditions d'élevage extensif, les animaux sont soumis à de fortes variations saisonnières quantitatives et qualitatives du niveau d'alimentation, on note ainsi un comportement pondéral caractéristique des animaux; un poids maximum observé en fin de saison des pluies et un poids minimum de fin de saison sèche voire de début de saison des pluies. Annuellement nous observons un déséquilibre marqué du niveau protéique d'alimentation durant la période sèche, ce taux minimal détermine ingestibilité et digestibilité de la matière organique de la ration alimentaire. Les déséquilibres minéraux, déjà présents sur les sols tropicaux sont accentués en saison sèche mais paradoxalement les effets de certaines carences sont majeurs en début de saison des pluies alors que les autres composants de la ration se trouvent à des niveaux optimum pour les animaux.

## I. Variations de l'offre alimentaire

En zone sylvo-pastorale, les variations de l'offre alimentaire des animaux sont d'abord liées au mode d'élevage extensif des bovins: ceux-ci ont à leur disposition pendant les trois à cinq mois de la durée de la saison des pluies une herbe verte et du foin correspondant aux besoins d'entretien et de production; alors que pendant le reste de l'année ils ont à leur disposition de la paille; il n'y a pas établissement par les éleveurs de réserves correctes pour l'alimentation animale durant la saison sèche. En saison sèche intervient d'autre part la gestion des points d'eau et en contrepartie celle des pâturages: les bovins doivent effectuer des déplacements importants du point d'eau à un pâturage de plus en plus appauvri.

La ration alimentaire est ainsi soumise à un cycle annuel: dès l'apparition de la saison sèche: chute brutale du taux de matières azotées totales, augmentation de la part des matières cellulosiques. Ainsi que l'a souligné Topps (1976) c'est principalement une déficience des sources énergétiques et protéiques qui est le facteur nutritionnel limitant de ces zones.

D'autre part des variations interannuelles voire régionales de la pluviométrie fréquentes dans les zones arides et semi-arides jouent sur la composition bromatologique des pâturages. Une étude de Denis et Valenza (1970) montre la variation annuelle qualitative de la valeur fourragère (tableau 1).

	octobre (foin)	février (paille)
Matières azotées totales	8,31	2,39
Matières grasses	3,06	0,74
Matières cellulosiques	34,93	48,85
Extractif non azoté	45,25	44,71
Matières minérales	6,67	3,31
Calcium	0,560	0,377
Phosphore	0,050	0,020

tableau 1

#### A. Effets de la variation qualitative de l'offre alimentaire

##### 1/ Prise de matières sèches

Immédiatement elle a un effet sur la prise de matières sèches de la ration ainsi que le montre une étude de Maas (1987) (tableau 2).

*Maximum Dry Matter Intake (DMI) Related to Forage Quality for Beef Cattle*

FORAGE QUALITY	DMI % BODY WEIGHT	MAXIMUM DMI FOR 500-KG COW/DAY (kg)
Poor Oat straw Corn stover	1.0-1.5	5.0-7.5
Average Meadow grass hay	2.0	10
Excellent Alfalfa hay (25% crude fiber) Corn silage	2.5	12.5

tableau 2

##### 2/ Valeur énergétique de la ration

La diminution de la prise de matières sèches, conséquence d'une chute du taux de matières organiques digestibles en saison sèche entraîne une baisse du taux énergétique de la ration: Topps (1976) montre l'évolution des niveaux énergétiques de la ration chez le zébu:

	saison des pluies	saison sèche
pâturage à Hyparrhenia Smith 1962	prise de MS en % du poids corporel 1 à 2 %	0,8 %
	teneur en MOD 50 %	38 %
	niveau énergétique de base assuré par la ration (optimum: 1)	0,4 à 0,8
pâturage à Themeta triandra Marshall et Bredon 1967		0,5 à 0,8
Elliot 1967		0,7

En saison sèche, le déficit protéique accentue ainsi la baisse du niveau énergétique de la ration.

### 3/Niveau protéique, minéral et vitaminique

Des deux éléments majeurs: énergétique et protéique de la ration, c'est le niveau protéique qui est en fait le réel facteur limitant dans la majorité des cas. Mais souvent ceci doit être contrebalancé par des déséquilibres en constituants mineurs: minéraux et vitamines. Ainsi des carences en phosphore et vitamine A sont évoquées dans les baisses de fertilité saisonnières des bovins (Topps 1977).

#### B. Conséquence: comportement pondéral des zébus

##### 1/Variations saisonnières du poids vif

Le poids vif des zébus atteint un maximum après la saison des pluies et un minimum en fin de saison sèche. Les variations de poids sont importantes:

- 22 % sur des femelles zébu Gobra
- 18 % sur des femelles zébu Pakistanais Denis et Valenza 197
- 21 % sur des femelles zébu Guzera
- 13 % sur des femelles zébu Foulbé
- 14,5 % sur des femelles Foulbé Brahman Lhoste 1967

En zone sahélienne du Nord Sénégal la perte de poids contrairement à ce que l'on pourrait attendre s'effectue principalement au mois de juillet qui correspond au début de la saison des pluies. Ainsi sur des femelles en âge de reproduire, le maximum de la perte de poids a été mesuré en juillet: 31 % de la perte totale sur des zébus Gobra, 45,6 % pour des zébus Pakistanais, 63,2 % pour des zébus Guzera (Brésilien) (Denis et Valenza 1970). Au cours de l'installation des pluies, il y a en effet une détérioration rapide des fourrages en paille de l'année précédente simultanément à une pousse de la première herbe en quantité trop faible pour satisfaire un minimum de besoins des animaux. Ceux-ci sont donc soumis à une "crise de juillet". Paradoxe dont il faudra tenir compte dans les plans de suppléments.

## 2/ Variations en fonction de la classe de poids

Les fluctuations du poids sont corrélées avec la classe de poids des animaux: ainsi Denis et Valenza (1970) ont montré que les animaux plus lourds perdaient proportionnellement moins de poids que les animaux légers (figure 1 et tableau 3).

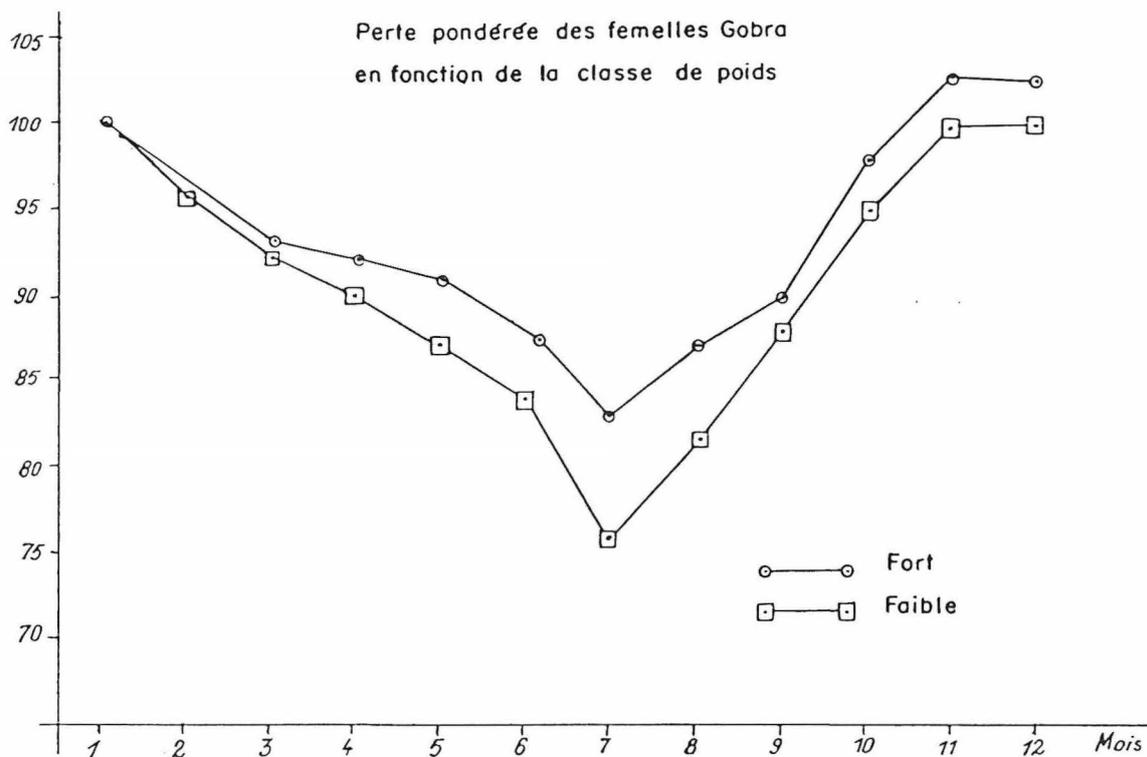


figure 1

Evolution des poids moyens pondérés des femelles Gobra selon la classe des poids

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Classe forte (47)	100	96	93	92	91	88	83	87	90	98	103	103
Classe moyenne (98)	100	96	93	90	89	85	80	84	90	97	102	103
Classe faible (29)	100	96	92	90	87	84	76	82	88	95	100	100

(classe forte: poids annuel moyen supérieur à 350 kg  
 classe moyenne: poids compris entre 300 et 350 kg  
 classe faible: poids inférieur à 300 kg).

C'est un point essentiel sur lequel nous reviendrons dans la troisième partie lors de la recherche d'une perte de poids maximale et d'un poids seuil critique afin qu'il n'y ait aucune interaction avec les paramètres de la reproduction. Ainsi on comprend l'intérêt d'optimiser au maximum le gain de poids des génisses, futures reproductrices, qui terminent leur croissance. On peut accepter l'utilisation rationnelle du phénomène de croissance compensatrice (dont Topps (1976) a réalisé une bonne étude des mécanismes physiologiques) pour l'embouche bovine car c'est un moyen de rentabiliser au maximum les intrants de cette production; par contre ce phénomène est beaucoup moins intéressant pour les futures reproductrices qui voient ainsi leur productivité potentielle réduite: une classe de poids d'autant plus basse rallonge d'autant plus l'atteinte de leur maturité sexuelle.

### 3/Variation en fonction de la classe d'âge

Ce sont essentiellement les animaux en période de vie reproductrice qui paient le plus lourd tribut en matière de variation de poids vif; Lhoste (1967) a montré que des femelles âgées (plus de 7 ans) peuvent perdre jusqu'à 18 % du poids vif pour des zébus Foulbé, 16,6 % du poids vif pour des zébus Brahman Foulbé alors que les animaux correspondant de moins de 7 ans perdent respectivement 9,5 % et 11,7 % de leur poids vif (figure 2).

Friot, Calvet et Gueye (1970) arrivent aux mêmes conclusions sur des zébus Gobra:

Age	6 mois à 2 ans	2 à 4 ans	4 à 6 ans	6 à 10 ans	+ de 10 ans
pourcentage de perte de poids vif	3,3 %	10,5 %	14,8 %	15,6 %	8 %

Donc les animaux reproducteurs (classe 6 à 10 ans) sont soumis aux risques majeurs en période de disette. Il apparaît ainsi que les risques seront maximum sur des animaux reproducteurs entretenus sur des pâturages pauvres tout au long de l'année; une stratégie visant à faire passer les animaux dans la classe de poids supérieure tempèrera les effets de la mauvaise saison et jouera en définitive sur les paramètres de la reproduction. Il est nécessaire d'obtenir un optimum de perte de poids sur les différentes classes d'âge des animaux.

ÉVOLUTION PONDÉRALE COMPARÉE

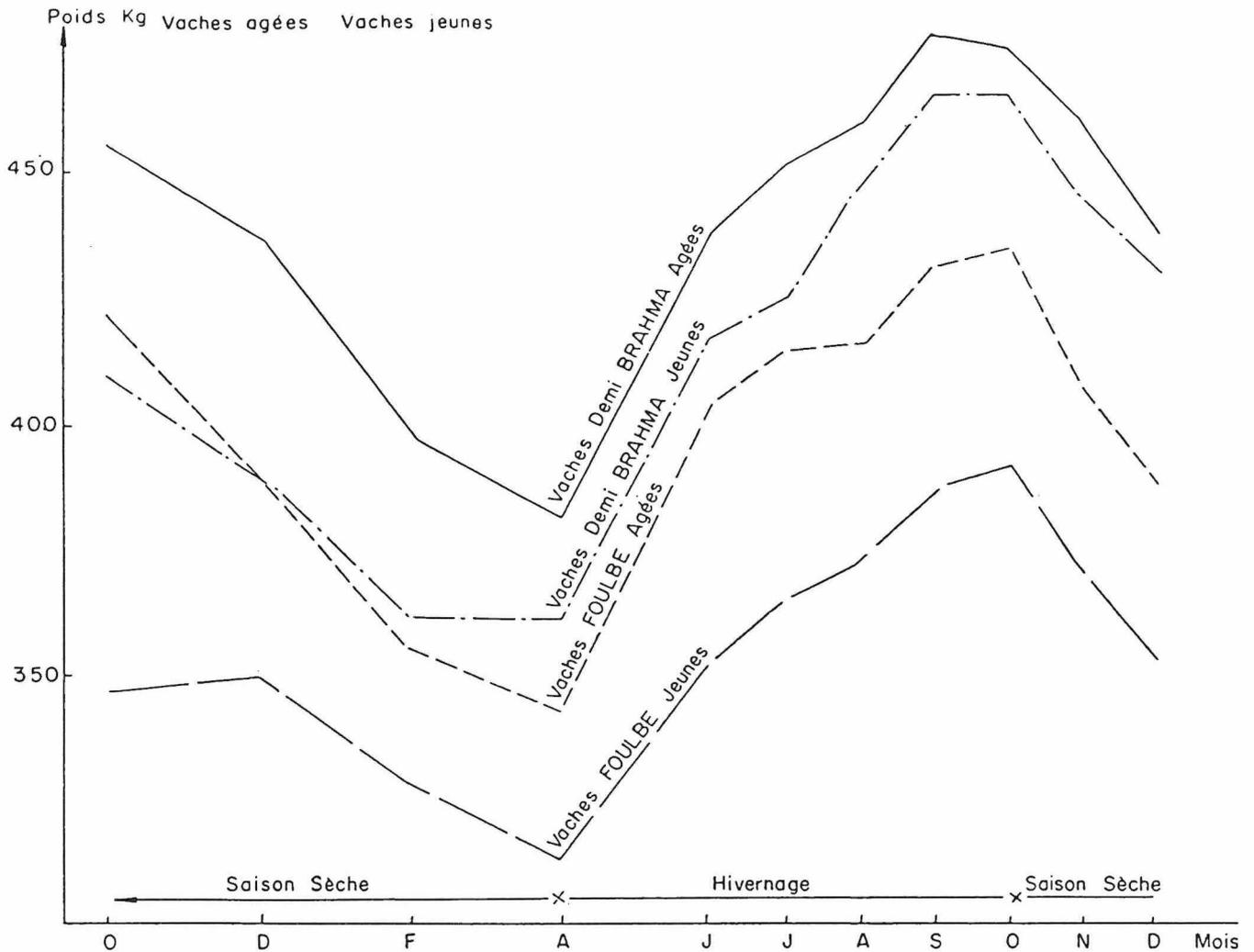


figure 2

II. Minéraux et vitamines

1/ Besoins en minéraux

Le tableau 4 donne les besoins en minéraux pour les bovins de boucherie (McDowell 1976).

*Estimated mineral requirements and toxic levels for beef cattle (in percentage or amount per kg of dry ration). (a)*

Minerals	Requirement
Calcium, %	0.18-0.60
Magnesium, %	0.04-0.18
Phosphorus, %	0.18-0.43
Potassium, %	0.60-0.80
Sodium, %	0.1
Sulphur, %	0.1
Cobalt, mg	0.05-0.1
Copper, mg	4-10
Iodine, mg	0.05-0.80 (b)
Iron, mg	10-30
Manganese, mg	20-40
Molybdenum, mg	0.01 or less
Selenium, mg	0.05-0.10 (c)
Zinc, mg	10-50
	<i>Toxic level</i>
Fluorine, mg	40-60 (d)
Manganese, mg	1000-2000 (e)
Molybdenum, mg	6-20 (f)
Selenium, mg	5 (c)

tableau 4

- (a) National Research Council (1970, 1971) and Agricultural Research Council (1965) recommendations.
- (b) If feed contains goitrogens these levels should probably be increased by 1.2 mg/kg dry matter.
- (c) National Academy of Sciences (1971) recommendations.
- (d) National Academy of Sciences (1974) recommendations.
- (e) Cunningham, Wise and Barrick (1966).
- (f) Molybdenum toxicity in beef cattle can usually be overcome by 1 g per head daily of copper.

En zone tropicale il est difficile d'obtenir pour les animaux des apports suffisants permettant d'atteindre ces niveaux. L'apport alimentaire minéral en condition d'élevage extensif, est en effet soumis à de nombreuses variations du fait de l'état sub-carenciel en certains éléments des sols tropicaux, aggravé par des variations saisonnières, des variations avec l'espèce bromatologique, des interactions entre minéraux indispensables aux animaux et minéraux présents dans certains sols qui peuvent faire varier leur assimilation.

## 2/ Facteurs de variation des teneurs minérales de la ration alimentaire

### a Maturité des plantes

Avec la maturité des fourrages, leur teneur en minéraux décroît (c'est la loi de dilution des minéraux). Ainsi les teneurs en P, K, Mg, Ca, Cl, Cu, Co, Zn, Mo diminuent avec l'âge des fourrages (McDowell 1976).

### b Gestion du pâturage

L'utilisation des pâturages par les animaux est aussi un élément de variation des teneurs minérales. Sous l'effet d'une charge animale trop importante, on observe du fait de la sélection alimentaire des bovins une modification du cortège floristique du pâturage amenant l'apparition de plantes de valeur alimentaire moindre et souvent des modifications dans les teneurs minérales (McDowell 1976).

### c Carence naturelle des sols tropicaux

Des cartes de carence peuvent être établies en Amérique latine, Afrique et certaines régions d'Asie; les carences en minéraux étant reliées à des types de sol et de climat. Ainsi McDowell (1976) a donné une liste des pays en voie de développement et les carences reconnues (tableau 5 avec les références d'auteurs).

## 3/ Variations saisonnières des teneurs minérales sanguines des zébus

Du fait des variations avec la maturité des plantes, on note d'importantes modifications saisonnières des teneurs minérales. Etudiant les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal, Friot et Calvet (1971) notent que les troubles nutritionnels observés ne sont vraisemblablement pas dus à la déficience en un seul élément

Developing countries where mineral deficiencies or toxicities in cattle have been shown to occur (numbers in brackets refer to references given below).

Required elements	
Calcium	Brazil (84); Columbia (27); Guyana (92); India (74, 92); Panama (96); Peru (32); Philippines (96); Senegal (17); Uganda (13, 65, 68); Venezuela (21).
Magnesium	Argentina (23); Brazil (86); Chile (72); Costa Rica (27); Haiti (72); Honduras (72); Jamaica (72); Kenya (47); Peru (4); Surinam (86); Uganda (13); Uruguay (76).
(Phosphore.) Phosphorus	Antigua (72); Argentina (24, 72, 96); Botswana (75); Brazil (84, 91, 94); Ceylon (3); Chile (27); Colombia (72); Costa Rica (60); Ecuador (72); Egypt (2, 26); Ghana (61); Guyana (72); Haiti (72); Honduras (72); India (74); Jamaica (72, 96); Kenya (47); Malagasy Republic (3); Malaysia (28, 44); Mexico (98); Nicaragua (72); Nigeria (61); Panama (73); Paraguay (72); Peru (27); Senegal (18); Somalia (3); Rhodesia (51); Surinam (27); Tanzania (3); Uganda (78); Union of South Africa (87, 88, 93); Uruguay (27); Venezuela (21); Zaire (3).
Potassium	Brazil (86, 41); Haiti (72); Panama (20); Uganda (13, 65).
Sodium	Brazil (8, 86); Chad (43); Kenya (19, 47, 49); New Guinea (43); Nigeria (7); Northern Rhodesia (55, 95); Panama (20); Senegal (17); Surinam (29); Uganda (13, 65); Union of S. Africa (30); Venezuela (37).
(Soufre) Sulphur	Ecuador (72); Uganda (36).
Cobalt	Argentina (72); Brazil (22, 25, 52, 89); Colombia (33); Costa Rica (72); Egypt (1); El Salvador (72); Guyana (72); Haiti (58, 72); India (31); Katanga (85); Kenya (48, 50); Mexico (72); Nicaragua (72); N. Africa (17); Peru (40); Surinam (29); Uganda (66); Union of S. Africa (11); Zaire (85).
(Cuivre) Copper (or Mo toxicity)	Argentina (10); Brazil (72, 90); Colombia (77); Costa Rica (60); Haiti (58); India (74); Kenya (49); Malaysia (45); Mexico (39); Panama (5); Peru (40, 72); Rhodesia (12); Senegal (38); Surinam (72); Tanzania (70); Union of S. Africa (81); Uruguay (71).
(Iode) Iodine	Worldwide (34, 57).
(Fer) Iron	India (83); Panama (20).
Manganese	Argentina (72); Brazil (86); Costa Rica (60); Panama (20); Uganda (13); Union of S. Africa (11); Burma (14).
Selenium	Mexico (42); Peru (9); Uganda (63); Union of S. Africa (97).
Zinc	Brazil (41); Guyana (62); India (80); Panama (20); Puerto Rico (56); Uganda (64).
Toxic elements	
(Fluor) Fluorine	Algeria (3); Argentina (3, 72, 24); Guyana (72); India (3, 82); Mexico (72); Morocco (79); Saudi Arabia (82); Tanzania (82); Tunisia (3); Union of S. Africa (3, 82).
Manganese	Costa Rica (35, 59); Surinam (72).
Selenium	Central African Republic (54); Chad (54); Chile (72); Columbia (6); Ecuador (72); India (54, 67); Iran (46); Kenya (54); Madagascar (54); Mexico (54); Nigeria (54); N. Africa (67); Peru (72); Puerto Rico (54); Sudan (54); Union of S. Africa (16, 15); Venezuela (53, 54, 69); Upper Volta (54).

References: (1) Abou-Hussein, Raafat, Abou-Raya and Shalaby (1970); (2) Abou-Raya, Raafat, Abou-Hussein and Abd-El Motagalli (1971); (3) Allman and Hamilton (1949); (4) Alvarado, González, Meini and Clavo (1970); (5) Ammerman, Loaiza, Blue, Gamble and Martin (1974); (6) Ancizar-Sordo (1947); (7) Anderson, 1933, cited by Rhodes (1956); (8) Andreasi, Veiga, Mendonca, Prada and Masotti (1967); (9) Beeson, K. C., personal communication (1974); (10) Bingley and Carrillo (1966); (11) Bisschop and Groenewald (1963); (12) Boyazoglu, Barrett, Young and Ebedes (1972); (13) Bredon (1964); (14) Brooks, H. K. (1974), personal communication to G. K. Davis; (15) Brown and De Wet (1962); (16) Brown and De Wet (1967); (17) Calvet (1971); (18) Calvet, Picart, Doutre and Chambrun (1965); (19) Chamberlain (1955); (20) Chicco (1972); (21) Chicco and French (1959); (22) Corrêa (1957); (23) Culot and Tuñón (1967); (24) Culot, Tuñón, Fernández, Bolaño, Petroni and Garcés (1967); (25) Dâmaso and Tokarnia (1961); (26) Danasoury, El Noubi and Makky (1971); (27) De Alba (1971); (28) Devendra, C., personal communication (1973); (29) Dirven (1963); (30) du Toit, Louw and Malan (1940); (31) Dube (1964); (32) Echevarria (1973); (33) Estevez Cancino (1960); (34) Follis (1966); (35) Fonseca and Davis (1968); (36) French (1955); (37) French and Chaparro (1960); (38) Friot and Calvet (1971); (39) Gomez (1962); (40) Gomez, Herrera and Beeson (1967); (41) Gomide, Noller, Mott, Conrad and Hill (1969); (42) Gutierrez, Smith, Wallace and Nelson (1974); (43) Hartmans, J., personal communication (1973); (44) Hill and Rajagopal (1962); (45) Hill, Thambyah, Wan, Shanta (1962); (46) Hosseinion, Bazargani, Nahani, Mohammadiha and Owlia (1972); (47) Howard (1963); (48) Howard (1970); (49) Howard, Burdin and Lampkin (1962); (50) Hudson (1944); (51) Hurrell and Dugdale (1958); (52) IRI (1966); (53) Jaffé, Chávez and Mondrâgon (1967); (54) Jaffé, Chávez and Mondrâgon (1969); (55) Jones (1963); (56) Kayongo-Male, Thomas and Ullrey (1973); (57) Kelly and Snedden (1960); (58) King and Price (1966); (59) Lang (1971); (60) Lang (1974); (61) Lansbury (1962); (62) Legg and Sears (1960); (63) Long and Marshall (1973); (64) Long, Marshall, Ndyanabo and Thornton (1972); (65) Long, Ndyanabo, Marshall and Thornton (1969); (66) Long, Thornton, Ndyanabo, Marshall and Ssekaalo (1970); (67) Mahadevan (1954-55); (68) Marshall, Ndyanabo, Long and Thornton (1973); (69) Mondrâgon and Jaffé (1971); (70) Naik (1965); (71) Nores (1944); (72) Phillips (1956); (73) Poultney, C., personal communication (1972); (74) Ray (1963); (75) Reed, Smith, Doxey, Forbes, Finlay, Geering and Wright (1974); (76) Riet, Riet and Paladino (1944); (77) Robinson and Edgington (1948); (78) Rollinson and Bredon (1960); (79) Russell and Duncan (1956); (80) Saraswat and Arora (1972); (81) Schultz, Van der Merwe, Van Rensburg and Swart (1951); (82) Schütte (1964); (83) Sen and Ray (1964); (84) Sobrinho (1943); (85) Suter (1962); (86) Suttmöller, Vahia de Abreu, Van der Grift and Sombroek (1966); (87) Theiler, Green and du Toit (1924); (88) Theiler, Green and du Toit (1928); (89) Tokarnia, Canella, Guimarães and Döbereiner (1968); (90) Tokarnia, Guimarães, Canella and Döbereiner (1971); (91) Tokarnia, Langenegger, Langenegger and de Carvalho (1970); (92) Underwood (1966); (93) Van Schalkwyk and Lombard (1969); (94) Villares and Teixeira Silva (1956); (95) Walker (1957); (96) Williamson and Payne (1965); (97) Wolf, Kollonitsch and Kline (1963); (98) Zavala and Galván (1973).

mais qu'ils résultent d'une polycarence minérale. Leur étude montre une variation saisonnière des teneurs minérales sanguines de zébus Gobra (tableau 6).

Moyennes générales pour le Ferlo en saison sèche, Ferlo en saison des pluies, la Casamance en saison sèche - Résultats en mg/l

	Ferlo saison sèche	Ferlo saison humide	Casamance saison sèche
Phosphore	49,4 ± 12,3	66,0 ± 10,9	71,5 ± 4,7
Calcium	88,4 ± 8,6	102,2 ± 5,5	92,5 ± 1,7
Magnésium	22,8 ± 1,8	23,1 ± 2,0	25,7 ± 3,9
Sodium	3257 ± 151	3131 ± 54	3326 ± 95
Potassium	180,1 ± 17,2	173,4 ± 10,8	198,3 ± 10,4
Manganèse	0,086 ± 0,022	0,091 ± 0,023	0,094 ± 0,09
Fer	1,24 ± 0,16	1,20 ± 0,62	1,42 ± 0,25
Cuivre	0,51 ± 0,13	0,62 ± 0,07	0,50 ± 0,05
Zinc	2,20 ± 0,50	1,27 ± 0,32	2,21 ± 0,36

tableau 6

Ils notent que des différences significatives sont obtenues pour le Na, Ca, Cu, Fe, Zn et P pour le Ferlo en saison sèche et la Casamance en saison sèche. Ainsi à un apport diminué en saison sèche correspondent des teneurs sanguines différentes et d'autre part des différences sont observées en fonction de la région.

La comparaison avec les teneurs considérées comme normales: 50 à 90 mg/l pour la phosphorémie (leurs mesures atteignent parfois 10 ou 15 mg/l) montre qu'il existe en saison sèche au Sénégal des taux carenciels en phosphore. Ils arrivent aux mêmes conclusions pour le calcium et le cuivre (tableau 7).

Comparaison entre certaines données au Sénégal et dans d'autres pays.

En mg/l	France (4)	France (4)	Australie (6)	Ferlo saison sèche	Ferlo saison humide	Casamance saison humide
Na	3200-3800	3450	3240	3257	3131	3326
K	150-230	200	183	180,1	173,4	198,3
Ca			102,0	88,4	102,2	92,5
Mg			23,0	22,8	23,1	25,7
Cu			0,75	0,51	0,62	0,50

tableau 7

Paradoxalement alors que les fourrages tropicaux sont connus pour leurs carences minérales en saison sèche et qu'il est donc logique de penser que les animaux en souffrent le plus en cette saison, de nombreux auteurs ont montré des effets accentués de certaines carences minérales durant la saison des pluies (McDowell 1976). Ainsi lors d'expériences de supplémentation en phosphore, Bisschop (1964) (dans Boyazoglu 1976)

a obtenu des réponses optimales en saison des pluies ( alors qu'à priori l'effet maximal était attendu en saison sèche).

#### 4/Interactions minérales

Il faut noter que souvent il est difficile d'obtenir des apports alimentaires corrects pour couvrir les besoins des animaux car de nombreuses interactions entre les minéraux font varier les absorptions et donc l'efficacité d'un apport minéral à priori quantitativement correct. McDowell (1976) rappelle les principales interactions dont il est nécessaire de tenir compte: relations entre Ca-P, Ca-Zn, Cu-Mo, Cu-Fe, Se-As, Se-S, Fe-P, Na-K, Al-P et Mg-K qui interviennent souvent dans les pays tropicaux.

#### 5/Quelques minéraux et vitamines: action physiologique et apports recommandés

Nous ne signalerons que les effets en relation avec la reproduction (d'après McDowell 1976).

##### PHOSPHORE

La carence en phosphore a été associée à de l'anoestrus, une baisse du taux de conception, une diminution de la production laitière.

##### CUIVRE

La carence en cuivre a été associée à une croissance ralentie, une résorption foetale, à de l'anoestrus.

Recommandations: 8 ppm de la matière sèche (MS) de la ration.

De forts taux en soufre et molybdène peuvent bloquer l'absorption du cuivre.

##### MANGANESE

Sa carence a été associée à de l'anoestrus, une baisse du taux de conception.

Recommandations: 20 à 40 ppm de la MS de la ration.

##### COBALT

Sa carence est associée à une croissance ralentie et à une diminution de l'efficacité de la ration alimentaire.

Recommandations: 0,1 à 0,2 ppm de la MS de la ration.

## ZINC

Sa carence est responsable de retard de croissance et de retard d'apparition de la puberté.

Recommandations: 30 à 40 ppm de la MS de la ration.

## IODE

Sa carence a été associée à la rétention placentaire, une baisse du taux de conception, une diminution de la libido, une baisse de la production laitière, une baisse des gains de poids.

Recommandations: 0,5 ppm de la MS de la ration.

## SELENIUM

Sa carence a été associée par certains auteurs à la rétention placentaire (McDowell 1976), à de l'infertilité et à des avortements.

Recommandations: 0,1 à 0,2 ppm de la MS de la ration.

## VITAMINE A

Sa carence a été associée à la naissance de veaux aveugles, à la rétention placentaire, à de l'infertilité et à une baisse de l'activité sexuelle des mâles.

Recommandations: 2200 UI par kg de MS pour les bovins de boucherie, 3900 UI par kg de MS pour les vaches laitières ou allaitantes. Une injection de 4 000 000 UI amène une réserve hépatique de 3 à 6 mois.

DEUXIEME ARTICLE : REPRODUCTION

EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

En zones arides et semi-arides la reproduction des bovins présente certaines caractéristiques. Au travers de leur étude nous pourrions mieux comprendre les relations observées avec le système d'alimentation de ces régions. La reproduction dépend de la nécessité d'opérations successives:

- la capacité à concevoir un embryon viable
- le maintien et la croissance du fœtus à terme
- la survie néonatale
- l'aptitude des femelles à concevoir dans les plus brefs délais après le vêlage
- les performances du veau

Les zébus des élevages extensifs tropicaux s'adaptent aux conditions défavorables du milieu par une croissance ralentie (un animal n'atteint son poids maximal qu'à l'âge de 7 à 8 ans (Lhoste 1967. Friot et Calvet 1971), une mortalité très importante au cours de la première année de vie, une maturation sexuelle très lente qui fait que les individus n'atteignent leur maturité sexuelle que vers l'âge de 4 à 5 ans, une gestation irrégulière, une productivité faible (un veau élevé tous les 2 à 3 ans).

Nous allons nous attacher à l'étude de l'âge au premier vêlage, de l'intervalle entre vêlages et du saisonnement de la reproduction caractéristique des bovins tropicaux.

### I. Age au premier vêlage

Tableau 1: Age au premier vêlage de différentes races de zébus

zébu Gobra élevage traditionnel	45 mois	Denis et Thion-gane 1978
zébu Gobra Centre de recherches de Dahra	40 mois	
zébu Azawak ferme de Filingué Niger	40,5 mois	Coulomb, Serres Tacher 1980
zébu Arabe station Abougoudam Tchad	48 mois	
zébu peul soudanais élevage peul	48 mois	Coulomb 1972
zébu peul soudanais élevage de sédentaires	51 mois	

zébu Touareg	54 mois	
zébu au Sénégal	48-60 mois	Cuq 1973
zébu en Mauritanie	36-60 mois	
zébu au Niger	41 mois	
zébu en Ouganda	42 mois	
zébu au Brésil	41 mois	
zébu au Rwanda	54-60 mois	

Cet âge avancé pour une entrée en vie reproductive est dû à un âge à la puberté qui est assez élevé dans ces races; nous étudierons plus tard les relations âge et poids à la puberté, ce qui conditionne donc l'âge au premier vêlage.

## II. Intervalle vêlage-vêlage

Pour les races considérées, l'intervalle entre deux vêlages est relativement long, nous reproduisons le tableau comparatif donné par Denis (1971) de la durée des intervalles entre vêlages pour différentes races vivant sous les tropiques (tableau 2 complété par d'autres sources: Cuq 1973, Landais 1980).

tableau 2

Nom de la race	Intervalle entre deux vêlages	Auteurs
Animaux Nord Soudan	407,5 j	Alin (1965)
Bétail Sud Américain	Après 1er vêlage : 488,1 ± 171,3 Entre 6 et 7 <sup>e</sup> vêlage: 422,5 ± 134,0	Carjaval et Collab. (1965)
Bétail Nord Queensland	455 j                      545 j	Donaldson (1962)
Frisonne Schwyz Jersey Guernesey Gir Kankrej Ongole Indu-Brazil	514 j 455 j 420 j 425 j 632 ) 540 ) Moyenne 510 ) 564 jours 575 )	Hill (1967) (Brésil)
Sahiwal Red Sindhi	416,11 ± 5,36 437,11 ± 11,17	Johar et Taylor (1967)
Tharparkar Hariana Malvi	429,6 ± 9,0 438,9 ± 7,4 518,4 ± 12,6	Johar et Taylor (1970)
Brahman	460,2 ± 3,17	Linares et Plasse (1966) Brésil
Azaouak	2 groupes - Moyenne 420 j "                      690 j	Pagot (1951)
Brahman	409 ± 2,2 j	Plasse et Collab. (1968)
Angoni Africander Mashona Hereford	379,7 ± 85,8 425,7 ± 130,9 387,8 ± 113,6 411,3 ± 140,0	Rakha (1971) Afrique de l'Est
N'Dama West African Shorthorn Sokoto Gudali	457,1 444,1 465,2	Sada (1968)
Shahabadi	456,2 434,6	Singh (1970)
Kankrej	490 j (302)	Pires et Collab. (1967)
Gobra	446 j	Redon (1962)

Sahiwal	388 j	Mahadevan (1962)(Kenya)
Nandi	382 j	Galukendi (1962)(Kenya)
Boran	382 j	Mahadevan et Hutchison
Jidde	382 j	(1962)(Tanganika)
Kénana	395 j	NDRI (1961)(Soudan)
zébu de Floride	420 j	Plass (1968)
Red Sindhi	437 j	NDRI (1961)(Inde)
Bétail des Indes et du Pakistan	480 j	Joshi et Philipps (1953)
Baoulé	456 j	Landais (1980)(Côte d'Ivoire)
Gobra	473 j	Denis (1971)(Sénégal)

L'intervalle entre deux vêlages successifs peut être divisé en trois périodes:

- l'écart qui sépare la mise-bas du retour des chaleurs
- l'écart entre le premier oestrus et la fécondation
- la durée de la gestation

De ces trois périodes seule la dernière est fixe. Les zébus des élevages extensifs sont caractérisés par un anoestrus post-partum qui peut être très long, ce phénomène peut être interprété comme un mécanisme assurant la protection du veau à l'allaitement en milieu difficile (Landais 1983) aux dépens des fonctions sexuelles de la mère. Il semble en fait que la première période soit peu influencée par la lactation (Cuq 1973) mais que ce soit la période entre le premier oestrus et la fécondation (service-period des auteurs anglo-saxons) qui soit la plus sujette à variation. Les causes alimentaires semblent être le facteur principal, elles agissent sur le développement de l'oeuf, les premières phases de vie utérine (Denis 1971).

Indépendamment de ces facteurs- lactation, alimentation -la durée de l'intervalle vêlage-vêlage varie suivant d'autres éléments.

#### A. Facteurs de variation de la durée de l'intervalle vêlage-vêlage

##### 1/ Le rang de vêlage

Certains auteurs ont montré une relation entre le nombre de gestations et la durée de l'intervalle entre deux vêlages: celle-ci va en diminuant avec le rang de vêlage. Denis (1971) montre cette relation sur des animaux de race Gobra et Ongole; tableaux 3 et 4

Valeur des intervalles entre vêlages en fonction du numéro de vêlage chez le zébu Gobra.

Intervalle	Nombre	Moyenne et intervalle de confiance
1 <sup>e</sup> - 2 <sup>e</sup>	1	467
2 <sup>e</sup> - 3 <sup>e</sup>	2	330
3 <sup>e</sup> - 4 <sup>e</sup>	3	213
4 <sup>e</sup> - 5 <sup>e</sup>	4	118
5 <sup>e</sup> - 6 <sup>e</sup>	5	66
7 <sup>e</sup> - 8 <sup>e</sup>	7	19

tableau 3

Valeurs des intervalles en fonction du numéro de vêlage dans la race Ongole (Rao et Collab., 1969)

Intervalle	Valeurs des intervalles
1	493,4
2	457,3
3	462,8
4	458,7
5	420,7
6	426,2
Total	467,81 + 4,31

tableau 4

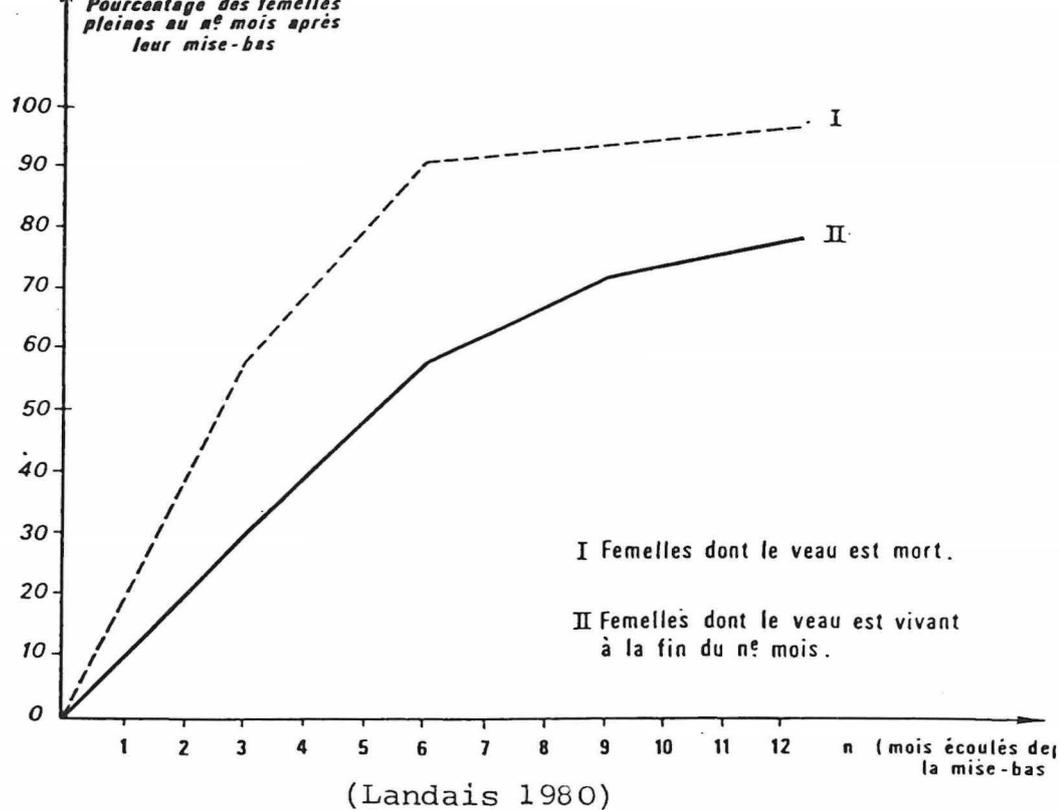
Landais (1983) sur des taurins du Nord de la Côte d'Ivoire donne des valeurs de 556 jours pour le premier intervalle et 473 jours pour le second, l'écart étant significatif.

Gauthier et Xande (1982) montrent que l'intervalle entre vêlages diminue significativement avec l'augmentation de la parité sur des vaches créoles en Guadeloupe: il est de 19,5 mois entre la première et la deuxième mise-bas, 15,8 mois entre la deuxième et la troisième, 14,1 mois entre la troisième et la quatrième, 13 mois au delà.

## 2/ La viabilité du veau

La mortalité des veaux, importante dans les conditions d'élevage extensif, peut influencer la durée de l'intervalle entre vêlages. Landais (1980) dans une étude sur des taurins N'dama et Baoulé du Nord de la Côte d'Ivoire a montré que la mortalité précoce des veaux peut abaisser de deux mois l'intervalle subséquent. Une étude sur 464 intervalles pour lesquels la carrière du veau était connue a montré une modification nette des performances de reproduction des femelles six mois après la parturition, influence qui tend à se prolonger jusqu'à un an après le part mais dans des proportions moindres (figure 1). La diminution de fertilité des vaches est liée à l'anoestrus de lactation selon Landais.

figure 1



3 / Le mois de vêlage

Pour certains auteurs Landais (1980 et 1983), Kilkenny (1978), le mois de vêlage exerce une action significative sur la durée de l'intervalle subséquent, voire sur la fertilité; d'autres (Denis et Thiongane 1971, 1975) travaillant sur des zébus en élevage extensif pensent que le facteur "mois de vêlage" est sans influence. Sur des Baoulé et N'dama d'éleveurs sédentaires Landais note un rythme annuel des mises-bas, il en déduit l'existence d'une saison de saillies fécondantes. Ainsi les vaches mettant bas au pic de vêlage (octobre, novembre, décembre) se trouvent par la suite à la bonne saison de reproduction (janvier, février); par contre hors saison de vêlage, les vaches ont une forte probabilité de "sauter" la première saison de saillies fécondantes et donc de ne se trouver gestantes qu'à la saison suivante. Kilkenny (1978) montre lui, que la fertilité des vaches diminue fortement lorsque les vaches vêlent tardivement dans la saison de vêlage (tableau 5) ce qui en définitive joue sur la longueur de l'intervalle entre vêlages.

The effect of month of calving on fertility.

	Month of calving		
	Sept	Oct	Nov/Dec
Barren cows (%)	6	4	26
Conception rate (%)	70	54	41

tableau 5

A l'opposé Denis et Thiongane (1971 et 1975) sur des zébus Gobra en élevage extensif ne notent aucune différence significative entre la durée des intervalles entre vêlages et le mois de naissance du produit bien qu'eux aussi déterminent une saison à maximum de vêlages et donc l'existence d'une saison à forte proportion de saillies fécondantes

Ils notent cependant des valeurs d'intervalle plus longues lors de vèlages en fin d'hivernage et en post-hivernage (tableau 6).

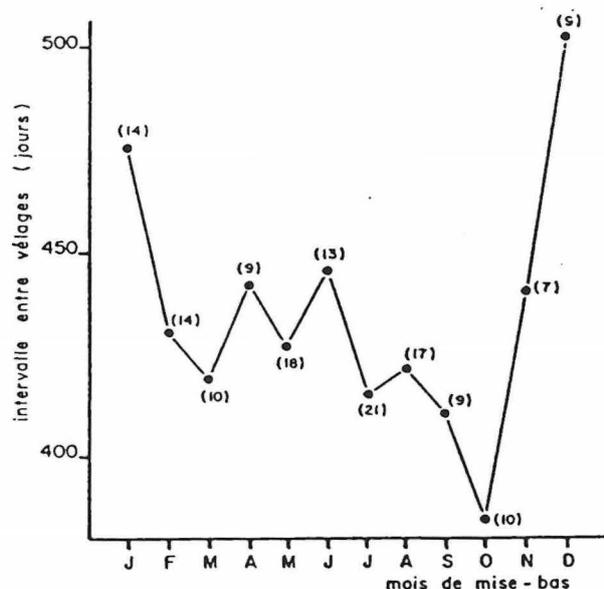
Intervalles en fonction du mois de naissance du produit

M o i s	Nombre	Moyennes et intervalles de confiance	Valeur en pourcentage de la moyenne
Janvier	77	482,6 $\pm$ 28,0	101,9
Février	76	443,5 $\pm$ 22,0	93,7
Mars	85	479,0 $\pm$ 35,0	101,2
Avril	67	486,9 $\pm$ 39,0	102,8
Mai	133	473,1 $\pm$ 23,0	99,9
Juin	225	456,4 $\pm$ 16,3	96,4
Juillet	250	477,6 $\pm$ 17,6	100,9
Août	111	458,7 $\pm$ 28,8	96,9
Septembre	73	500,3 $\pm$ 44,5	105,7
Octobre	51	475,0 $\pm$ 35,0	100,3
Novembre	48	498,4 $\pm$ 28,3	105,3
Décembre	58	492,8 $\pm$ 43,4	104,1

tableau 6

#### 4 / La pluviométrie

Plus précisément Gauthier et Xande (1982) sur les vaches créoles montrent une variation de la durée de l'intervalle entre vèlages avec le mois de vèlage mais ils relient cette variation avec la pluviométrie du mois suivant la mise-bas (coefficient de corrélation de rang,  $r = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ). La pluviométrie des mois précédents et du mois de mise-bas n'étant pas reliée à la durée de l'intervalle (figure 2).



Variations mensuelles de la durée de l'intervalle entre les vèlages de rang  $i$  et  $i + 1$  en fonction du mois de vèlage de rang  $i$ .  
 Monthly variations in the length of the interval between calvings of the order  $i$  and  $i + 1$  according to calving month of order  $i$ .

(.) = Nombre d'observations.  
 Number of observations.

figure 2

## 5 / La saison de mise-bas

La durée de l'anoestrus post-partum (première période de l'intervalle entre vêlages) est fonction de la saison de mise-bas en milieu tropical; ainsi Gauthier et Coulaud (1984) montre un effet significatif de la saison (tableau 7).

Pourcentage de femelles ovulant avant 90 jours post-partum

Niveau d'alimentation	Bas	Normal	Niveaux confondus
Saison de mise-bas			
Décembre	44 <sup>a</sup>	86 <sup>c</sup>	68
Juin	74 <sup>b</sup>	90 <sup>c</sup>	83
Saisons confondues	59	88	76

Les pourcentages affectés d'indices identiques ne sont pas significativement différents à  $P < 0.05$ .

tableau 7 (Gauthier et thimonier 1983)

Le taux de femelles cycliques à 90 jours post-partum passe de 44 % à 74 % de décembre à juin. Ce phénomène est à relier à des variations de la photopériode.

De plus l'expérience Gauthier et Coulaud fait intervenir deux niveaux d'alimentation: bas et normal. Le niveau bas entrainant des pertes de poids vif (70 % des besoins alimentaires étant couverts) (figure 3).

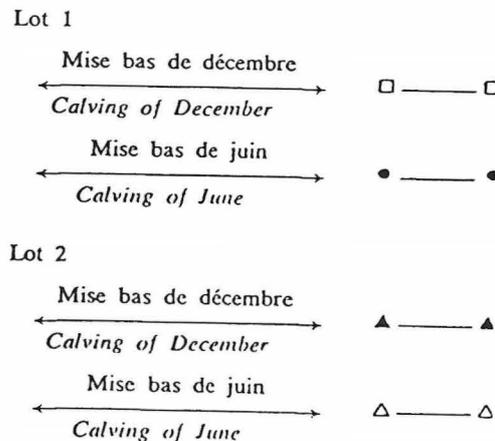
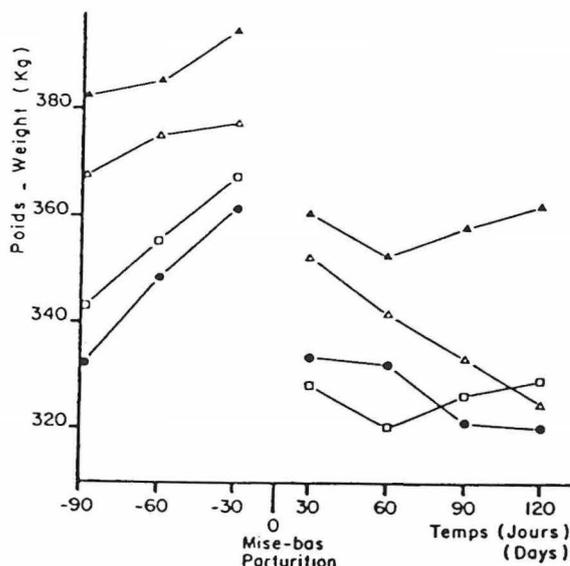


figure 3

Evolution du poids vif des vaches créoles pendant la fin de la gestation et le début de la lactation (moyennes effectuées à stade physiologique fixe pour l'ensemble des animaux des groupes pendant les 2,5 années expérimentales).

Le lot 1 correspond au niveau bas d'alimentation, le lot 2 au niveau normal. Ceci est doublement intéressant car ces auteurs montrent que si l'effet de la saison est significatif sur les animaux du lot 1 (pourcentage de femelles cycliques variant de 44 % à 74 %) par contre l'effet n'est pas significatif sur le lot 2 à alimentation normale dans lequel les vaches ont un poids vif supérieur à celles du lot 1; ce qui permet de définir ainsi un poids vif au vêlage à partir duquel l'anoestrus post-partum sera de courte durée indépendamment des effets saisonniers.

### III. Rythme saisonnier de la reproduction en milieu tropical

Déjà Curasson en 1949 note que "chez les races primitives de l'Afrique, la période des chaleurs de la vache est moins régulière que chez les races européennes; cependant c'est au début et au cours de l'hivernage, c'est à dire de la saison où les pâturages sont dans le meilleur état, que l'on observe la plus grande fréquence". Ainsi l'on note chez zébus et taurins en Afrique des saisons concentrant les vêlages et les saillies fécondantes. L'intervalle vêlage-vêlage étudié sur un troupeau montre une répartition bimodale des animaux: les vaches pour lesquelles cet intervalle dure de 10 à 18 mois et les autres où il atteint de 20 à 27 mois, le premier groupe représentant 35 % de l'effectif et le second 65 % (Pagot 1951-1952 dans Cuq 1973). Ainsi l'année présente une période de forte fécondité qui correspond à la saison des pluies de mai à octobre et une période de faible fécondité d'octobre à mai (saison sèche).

#### 1/ Répartition des vêlages et des saillies fécondantes

Dans les conditions extensives d'élevage Denis et Thiongane (1975) notent, sur une étude de 1955 à 1969, une répartition naturelle des naissances sur l'année (tableau 8).

Répartition mensuelle des naissances de zébus Gobra de 1955 à 1969.

Mois	Nombre de naissances	p. 100
1	153	5,56
2	228	8,29
3	232	8,43
4	183	6,65
5	321	11,67
6	473	17,20
7	464	16,87
8	243	8,83
9	159	5,78
10	91	3,30
11	92	3,34
12	111	4,03
Total	2 750	100 p.100

tableau 8

On observe 34 % des naissances annuelles du mois de juin au mois de juillet. Coulomb, Serres et Tacher (1980) montrent aussi l'existence d'une saison de vèlage selon la race considérée (tableau 9).

RÉPARTITION DES NAISSANCES DANS L'ANNÉE  
(monte libre, naturelle)

	(pourcentage)				
	1	2	3	4	5
Janvier	8,2	10,4	14,5	5,6	2,4
Février	10,4	9,7	7,3	8,3	5,9
Mars	11,5	9,0	5,7	8,4	9,4
Avril	7,7	11,8	4,6	6,7	18,7
Mai	12,0	5,9	6,7	11,7	15,7
Juin	10,2	7,3	6,6	17,2	20,9
Juillet	3,8	3,5	10,9	16,9	6,2
Août	3,8	4,2	10,0	8,8	4,0
Septembre	6,8	5,9	7,0	5,8	3,9
Octobre	6,9	9,0	7,8	3,3	5,1
Novembre	8,8	11,4	6,8	3,3	2,9
Décembre	9,9	12,1	12,0	4,0	5,1
Nombre d'observations	548	289	909	2 750	594

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. Zébu Azawak - Filingué, Niger  | 4. Zébu Gobra - Dahra, Sénégal                  |
| 2. Taurin Kouri - Iseïrom, Tchad  | 5. Zébu Azawak-Peul - Mare d'Oursi, Haute-Volta |
| 3. Zébu Arabe - Abougoudam, Tchad |   |

tableau 9

Les zébus Wadara en région Nord-Est Nigéria présentent un pic de vèlage en février. Landais (1983) en Côte d'Ivoire trouve que les taurins ont une saison de vèlage en octobre-janvier (50 % des mises-bas pour les N'dama et Baoulé) et un groupement des vèlages en avril pour les zébus. Ce qui indique que suivant le type génétique des animaux on assiste à un groupement saisonnier des saillies fécondantes, Landais (1983) note un pic en juillet pour les zébus sahéliens qu'il rapporte à un flushing dû à la repousse de l'herbe, Denis et Thiongane (1975) sur des zébus Gobra notent que la saison correspond aux mois de septembre, octobre et novembre (tableau 10).

Répartition mensuelle des saillies  
dans le troupeau Gobra en 1968.

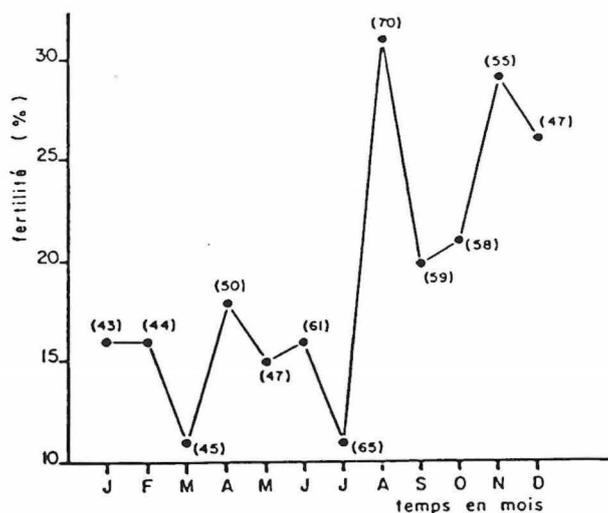
Mois	Nombre de naissances	p. 100
1	6	4,87
2	0	-
3	1	0,81
4	15	12,19
5	9	7,31
6	9	7,31
7	5	4,06
8	6	4,87
9	23	18,69
10	26	21,13
11	20	16,26
12	3	2,44
Total	123	100 p.100

tableau 10

Tous ces travaux mettent en relation un maximum de fertilité avec la saison des pluies et concluent à un effet de l'alimentation.

## 2/ Variations saisonnières de la fertilité

Les bovins en zone tropicale présentent effectivement une variation annuelle de la fertilité (travaux de Gauthier et Xande 1982 sur des vaches créoles en Guadeloupe: figure 4).



Variations mensuelles de la fertilité d'un troupeau de vaches créoles.  
Monthly variations in the fertility of a Creole cow herd.

( ) = Nombre de femelles susceptibles d'être fécondées.  
Number of females liable to be fertilized.

figure 4

La fertilité est plus élevée en saison des pluies que pendant la saison sèche. Cependant si l'alimentation est responsable de ces variations importantes de la fertilité on observe néanmoins qu'à niveau nutritionnel constant au cours de l'année certains paramètres continuent à varier:

- la durée moyenne de l'anoestrus post-partum
- le pourcentage d'ovulations silencieuses
- la durée de la phase lutéale
- l'intervalle oestrus-pic ovulatoire de LH

Ces éléments concourent à l'obtention d'un maximum de fertilité pour les mois de juillet à septembre: cet effet se surajoute donc à celui de l'alimentation.

## 3/ Variations saisonnières d'origine alimentaire

Denis et Thiogane (1978) sur des génisses Gobra dans une expérience visant à maintenir un niveau alimentaire annuel constant observent, sur une période de trois vêlages une répartition homogène des vêlages sur l'année pour les animaux extériorisés (alimentation annuelle constante)

par contre ils observent un regroupement naturel des vêlages chez les animaux témoins dans la période de mai à septembre qui est celle observée dans les conditions extensives d'élevage (figure 5).

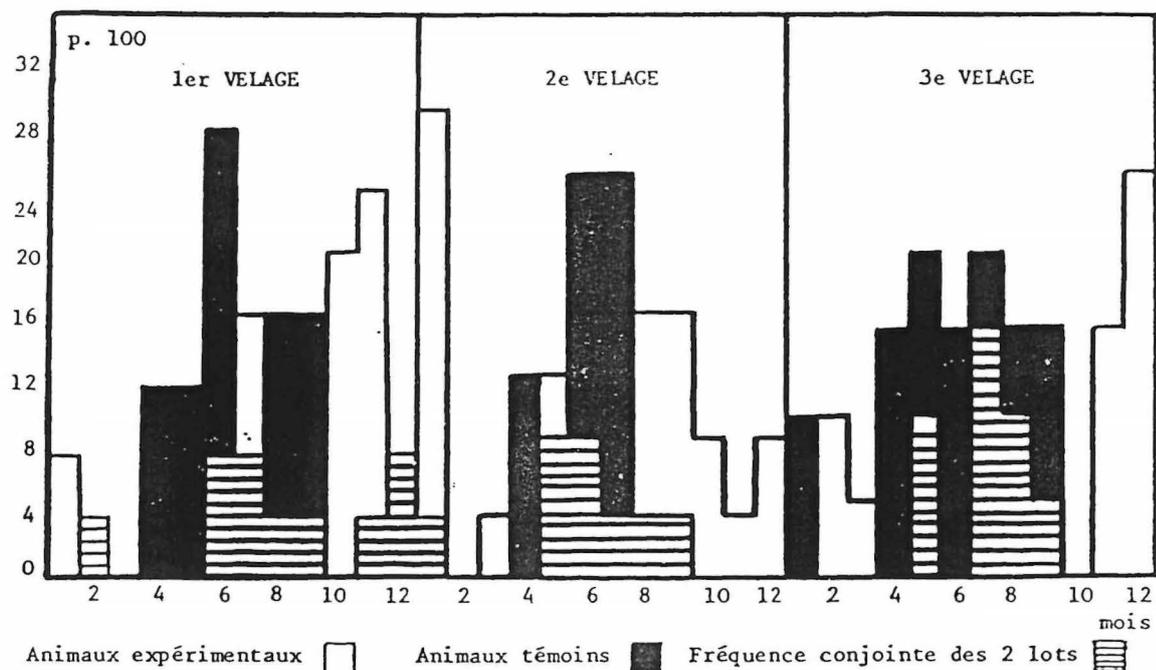


figure 5

Ainsi les caractéristiques de la reproduction des zébus présentent une composante essentiellement due au type d'alimentation; elles varient aussi suivant le type génétique de ces animaux et montrent donc une différence avec les bovins des zones tempérées, notamment au niveau de la variation annuelle de la fertilité.

TROISIEME ARTICLE :

INTERACTIONS ALIMENTATION - REPRODUCTION

EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

SEMI-ARIDES

I. Définitions

Dans les zones arides, semi-arides, du fait de la faiblesse du taux de fécondité (relié à la durée de l'intervalle vêlage-vêlage  $\{IVV\}$ ) on peut prendre comme définition du taux de fécondité le rapport  $\frac{365}{IVV}$  ) toutes ou presque toutes les femelles doivent être gardées pour la reproduction. Ainsi seulement une sélection très faible (parfois voire nulle) peut être effectuée au sein du troupeau. Ce qui représente un frein à l'augmentation de la productivité des bovins dans ces zones; il est d'abord nécessaire d'améliorer l'alimentation dans les conditions d'élevage traditionnel, par la suite il sera possible d'envisager une sélection des animaux pour une meilleure productivité; ceci dans la mesure où les paramètres choisis ont une héritabilité forte à moyenne. (A ce propos il convient de citer la faible répétabilité du caractère "durée de l'intervalle vêlage-vêlage" Denis 1971 et Landais 1983).

Du fait des variations en qualité et quantité des fourrages sur l'année, il convient d'amener aux animaux des apports alimentaires qualitativement et quantitativement nécessaires et suffisants pendant les périodes critiques de la reproduction. Nous avons ainsi défini les bases d'une stratégie:

- 1/ apports qualitatifs
- 2/ apports quantitatifs
- 3/ périodes critiques de la reproduction

Afin de mieux définir cette stratégie, il convient de mieux connaître les mécanismes et interactions fondamentaux entre statut nutritionnel et physiologie de la reproduction.

La nutrition est appréciée à travers les apports d'énergie, de matières azotées, de minéraux et de vitamines.

Le statut nutritionnel des animaux, dans les conditions extensives

d'élevage qui nous intéressent, est appréhendé par deux éléments:

- le poids vif de l'animal
- la note d'état corporel des animaux (le "body Condition Score" des auteurs anglophones: BCS)

(Il est en effet impossible de mesurer les apports alimentaires des animaux dans les conditions d'un élevage extensif).

Nous disposons de deux modes d'appréciation de l'état corporel, allant de l'état maigre à l'état obèse, on utilise soit des notes de 1 à 5 selon Weaver (1987) (tableau 1) ou bien des notes de 1 à 9 selon Maas (1987) (tableau 2).

tableau 1 (Weaver 1987)

Sever	
un	
(en	
Fran	
Fram	
we	
Fram	
as c	
Severe	
over	

tableau 2 (Maas 1987)

*System of Body Conditioning Scoring (BCS) for Beef Cattle*

GROUP	BCS	DEFINITION
Thin condition	1	<b>Emaciated.</b> Cow is extremely emaciated with no detectable fat over spinous processes, transverse processes, hip bones, or ribs. Tail-head and ribs project quite prominently.
	2	<b>Poor.</b> Cow still appears somewhat emaciated but tail-head and ribs are less prominent. Individual spinous processes are still rather sharp to the touch, but some tissue cover exists along spine.
	3	<b>Thin.</b> Ribs are still individually identifiable but not quite as sharp to the touch. There is obvious palpable fat along spine and over tail-head, with some tissue cover over dorsal portion of ribs.
Borderline condition	4	<b>Borderline.</b> Individual ribs are no longer visually obvious. The spinous processes can be identified individually on palpation but feel rounded rather than sharp. Some fat cover over ribs, transverse processes, and hip bones.
	5	<b>Moderate.</b> Cow has generally good overall appearance. Upon palpation, fat cover over ribs feels spongy, and areas on either side of tail-head now have palpable fat cover.
Optimum moderate condition	6	<b>High Moderate.</b> Firm pressure now needs to be applied to feel spinous processes. A high degree of fat cover is palpable over ribs and around tail-head.
	7	<b>Good.</b> Cow appears fleshy and obviously carries considerable fat. Very spongy fat cover over ribs and over and around tail-head. In fact "rounds" or "pones" are beginning to be obvious. Some fat around vulva and in crotch.
Fat condition	8	<b>Fat.</b> Cow very fleshy and overconditioned. Spinous processes almost impossible to palpate. Cow has large fat deposits over ribs, around tail-head, and below vulva. "Rounds" or "pones" are obvious.
	9	<b>Extremely Fat.</b> Cow obviously extremely wasty and patchy and looks blocky. Tail-head and hips buried in fatty tissue and "rounds" or "pones" of fat are protruding. Bone structure no longer visible and barely palpable. Animal's mobility may even be impaired by large fatty deposits.

Les causes nutritionnelles d'infertilité sont nombreuses, on peut les trouver résumés dans le tableau 3 (Weaver 1987).

Pour apprécier les effets de la sous-nutrition, il faut prendre en compte deux types de phénomènes:

- 1/ Les effets à long terme ou effets indirects: ce sont les conditions d'alimentation de la naissance de l'animal à la puberté,
- 2/ Les effets à court ou moyen terme ou effets directs: c'est à dire pendant la vie reproductive des animaux,

(effets sur l'ovulation, la fécondation, l'implantation de l'oeuf, la gestation).

tableau 3 (Weaver 1967)

<i>Nutritional Causes of Infertility</i>		
INFERTILITY SIGN	NUTRIENT DEFICIENCY	COMMENTS
Delayed uterine involution mediated through increased risk of retained placenta, metritis, and follicular cysts	Selenium, copper, iodine	Deficiency causes retained placenta
	Vitamin A	Shortened gestation, retained placenta
	Vitamin D	Mediated through parturient paresis
	Vitamin E	Prevention of retained placenta induced by diets low in selenium and vitamin E
Delayed uterine involution not associated with metritis	Calcium (excess)	Mediated through parturient paresis
	Protein (excess)	≥ 15% crude protein dry cow ration
Anestrus and impaired ovarian function	Calcium	200 gm/cow/day with supplemental vitamin D hastened involution
	Cobalt	
	Energy	Decreased LH and progesterone
	Phosphorus	Increased follicular cysts
	Calcium, vitamin D, copper	
Repeat breeding or early embryonic death	Cobalt	Irregular estrus
	Manganese	Only with severe deficiency; delayed ovulation, follicular cysts, impaired luteal function
	Iodine	Anovulatory estrus
	β-carotene	Impaired luteal function
	Potassium (excess)	≥ 5% ration dry matter
Abortion, stillbirth, or weak calves	Energy	Associated with high milk yield or decreased feed intakes
	Protein (deficiency)	Prolonged deficiency; short-term needs drawn from body reserves
	Protein (excess)	18-20% crude protein, excess soluble protein
	Phosphorus	
	Copper	
	Cobalt	
	Manganese	
	Zinc	
	Iodine, β-carotene	
	Vitamin A, iodine	Dry cow ration
Manganese		
Protein (excess)		

Les variations de poids vif et d'état corporel correspondent essentiellement à l'accumulation ou à la perte d'énergie par l'animal (Haresign). Ainsi selon Haresign (1983) il semble raisonnable de penser que la plupart des réponses obtenues - sur le plan de ces variations - concernent essentiellement l'énergie plutôt que les protéines; pour cet auteur une augmentation du niveau protéique de la ration par son amélioration de la digestibilité de la matière organique a un effet immédiat sur le niveau énergétique de la ration. La réponse à l'apport protéique ne serait donc pas spécifique (cette opinion est très discutée, voir la troisième partie).

## II. Effets de suppléments mixtes (énergie et matières azotées)

### A. Effets à long terme sur croissance et développement: de la naissance à la puberté

#### 1/ Age et poids à la puberté

De nombreux auteurs ont expérimentés différents niveaux alimentaires sur de jeunes animaux afin d'en étudier les conséquences sur la reproduction. Nous étudierons les travaux de Denis et Thiongane (1978) sur des femelles Gobra au Sénégal, les travaux de Oyedipe, Osori, Ake-rejola et Saror (1982) sur des femelles Bunaji et Sokoto Gudali au Nigéria et les travaux de Siebert et Field (1975) sur des femelles Droughtmaster dans le Nord Queensland (Australie).

#### Protocoles

Afin de mesurer l'influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles, Denis et Thiongane ont distribué à un lot de femelles "extériorisées" des concentrés à des périodes différentes de la vie avant la puberté: tableaux 4 et 5.

-Alimentation des différents lots.

	Extériorisés	Témoins
Naissance au sevrage	Lait maternel, concentré n° 1 à volonté	Lait maternel concentré n° 3 (0,80 UF - 90 g MAD/kg 500 g/j)
Sevrage à 12 mois	Pâturage naturel, concentré n° 1 à volonté	Pâturage naturel, concentré n° 3 1 kg/j/tête.
12 mois à 30 mois	"	Pâturage naturel
30 mois à 43 mois	Pâturage naturel, concentré n° 2 à volonté	"
43 mois à 66 mois	Pâturage naturel, concentré n° 2 10 kg/j/tête	"
> 66 mois	Pâturage naturel, concentré n° 2 5 kg/j/tête.	"

tableau 4 (Denis et Thiongane 1978)

-Composition des deux concentrés distribués successivement aux lots d'extériorisation

tableau 5  
(Denis et Thiogane 1978)

	N°1	N°2
Maïs	10	10
Son de blé	38	40
Son de maïs	16	17
Son de sorgho	28	29,50
Tourteau d'arachide	5,25	0,50
Carbonate de Ca	2	2,25
Chlorure de sodium	0,5	0,50
Complément vitamine	0,25	0,25

Oyedipe, Osori, Akerejola et Saror ont supplémenté trois lots de génisses à trois niveaux protéiques: haut, moyen et bas de teneurs respectives: 150 %, 100 %, 41 % par rapport au niveau moyen: 100 %. (le niveau moyen permettant un gain de poids de 500 g par jour). Ceci est présenté dans le tableau 6.

Composition of rations.

Components (%)	Protein Level		
	High	Medium	Low
Maize Silage	66	56	73
Maize Grain	-	28	25
Undelinted Cotton Seed	32	14	-
Supplements*	2	2	2
Calculated values:			
Metabolisable energy (Mcal/kg)	2.61	2.79	2.75
Crude Protein %	19.17	13.37	8.37

\*Vitamin and trace mineral premix, Zoodry VM 701, F. Hoffman - La Roche and Co, Ltd., Basle, Switzerland, and pfifer mineral block

tableau 6 (Oyedipe, Osori, Akerejola, Saror 1982)

Siebert et Field ont supplémenté trois lots de génisses à trois niveaux d'alimentation: très bas, bas et moyen.

## Résultats

1/sur l'âge au premier vêlage: voir le tableau 7

	Troupeau tout venant (1955-1970)	T é m o i n s	Extériorisés
Age au 1er vêlage	1 365 ± 24 jours 45 mois (n : 534)	1 184 ± 55 jours 40 mois (n = 24)	933 ± 46 jours 31 mois (n = 24)

tableau 7 (Denis et Thiongane 1978)

2/sur l'âge à la puberté: voir les tableaux 8 et 9

plan de nutrition	âge moyen aux premières chaleurs	poids moyen
très bas	537 j	222 kg
bas	544 j	245 kg
moyen	472 j	246 kg

tableau 8 d'après Siebert et Field (1975)

The effect of ration on weight, age, and pelvic size at puberty in zebu heifers.

Source of variation	Age (days)	Pubertal traits		
		Body weight(kg)	Area	Pelvic Growth rate (Kg)
<b>(a) Ration</b>				
High Protein	570.4 <sup>a</sup>	207.1 <sup>a</sup>	128.5	.58+.06 <sup>a</sup>
Medium Protein	640.8 <sup>b</sup>	187.0 <sup>b</sup>	124.3	.41+.04
Low Protein	704.2 <sup>c</sup>	161.7 <sup>c</sup>	124.7	.12+.07 <sup>c</sup>
<b>(b) Breed</b>				
White Fulani	634.9	187.1	127.9	
Sokoto Gudali	641.9	183.4	123.8	
s.e.m.	65.7	17.2	13.9	

abc Data with different superscripts within columns in each subclass differ significantly (P<0.05).

s.e.m. Standard error of mean.

tableau 9 (Oyedipe, Osori, Akerejola, Saror 1982)

Ainsi les supplémentations ont pour effet d'abaisser l'âge au premier vêlage et l'âge d'apparition de la puberté, ces résultats montrent aussi que les génisses doivent atteindre un poids seuil pour que la puberté apparaisse. Age et poids à la puberté sont étroitement liés, Oyedipe a ainsi construit une courbe reliant ces deux facteurs (figure 1).

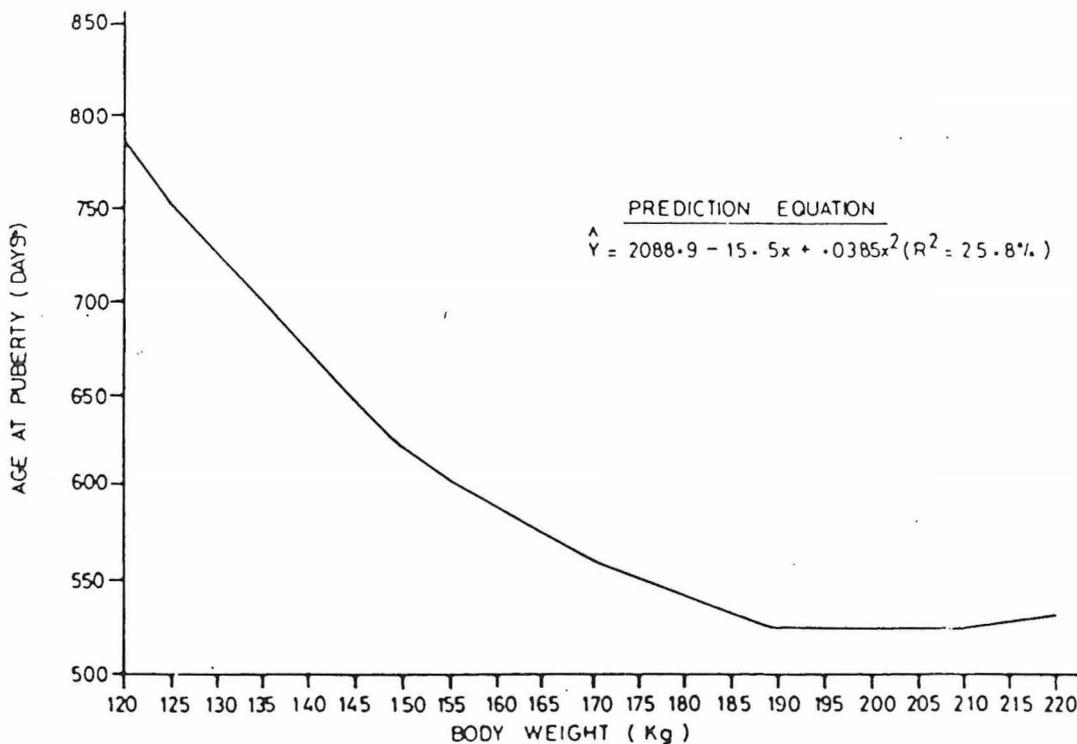


FIGURE 1. RELATIONSHIP BETWEEN AGE AND BODY WEIGHT AT PUBERTY FOR ZEBU HEIFERS

figure 1 (Oyedipe, Osori, Akerejola, Saror 1982)

Des animaux à poids vif bas atteignent la puberté tardivement, par contre pour un poids vif entre 190 et 215 kg l'âge à la puberté est relativement constant. Le facteur déterminant d'apparition de la puberté semble être le poids vif des animaux; ainsi l'influence de l'alimentation est importante sur les génisses: le manque de précocité des femelles zebu est essentiellement dû à l'insuffisance de la ration alimentaire caractéristique des zones arides et semi-arides. Ainsi pour Topps (1977) l'effet immédiat de la sous-nutrition sur des génisses en croissance qui entrent en activité sexuelle à un âge assez avancé, réside dans le fait qu'elles n'atteignent pas un poids seuil assez vite; des expériences sur des génisses Afrikander montrent une puberté beaucoup plus précoce avec un niveau élevé d'alimentation;

âge à la puberté de génisses Afrikander

	niveau bas	niveau haut
Joubert 1954	710 j	440 j
Penzhorn et Meintjes 1968	676 j	429 j

(d'après Topps 1977)

D'autre part nous avons déjà observé qu'il existe pour ces races une période optimale de fécondation durant de deux à trois mois; ainsi en fonction du nombre de femelles ayant atteint le poids seuil correspondant à leur âge, le taux de conception sera très variable. Le tableau 10 montre l'influence du poids vif des animaux à la saison de reproduction et l'effet subséquent sur le taux de conception.

- Effect of weight at breeding age on reproductive performance of heifers (after Harwin, Lamb & Bisschop, 1967 and Sparke & Lamond, 1968).

Age & breed	Weight (kg)	Calving rate (% of total)
2 year old Afrikander	>318	100
	250-317	83
	<250	60
2 year old Shorthorn-Devon crosses	252	74
	226	55
	191	4
	<178	0
3 year old Shorthorn-Devon crosses	285	100
	236-254	77
	216	33

tableau 10 (Topps 1977)

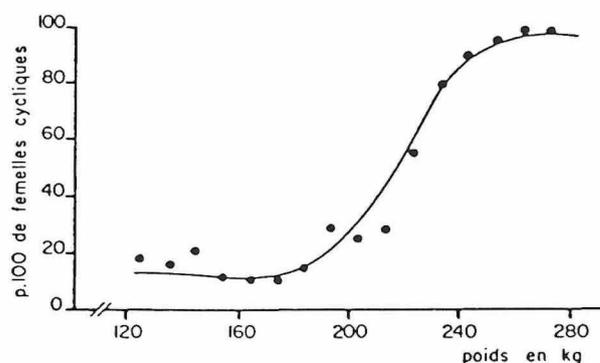
## 2 / Cyclicité des génisses et gain moyen quotidien (GMQ)

De leurs travaux sur des génisses créoles en Guadeloupe, Gauthier et Thimonier (1982) montrent que ces génisses développent une cyclicité normale à l'âge de 25 mois dès qu'elles ont acquis un poids vif de 230 kg. Nous reproduisons dans la figure 2 la relation entre le pourcentage de femelles cycliques et le poids vif.

Cependant une étude plus poussée montre qu'il faut d'autre part un gain moyen quotidien d'au minimum 90 g/j pour que les femelles soient en cyclicité. Sous le seuil de 90 g/j les femelles sont en anoestrus. Gauthier et Thimonier ont exprimé d'une part le taux de femelles cycliques (Y) en fonction du poids moyen (X en kg):

$$Y = 12,4 \log X - 23,7 \quad (r = 0,95)$$

et d'autre part le même taux (Y) de femelles cycliques en fonction du GMQ:  $Y = 23,3 \text{ Log} X - 105 \quad (r = 0,86).$



— Evolution du pourcentage des femelles cycliques par classe de 10 kg de poids vif

·figure 2 (Gauthier et Thimonier 1982)

### B. Effets à court et moyen terme: sur la vache en phase de vie reproductive

Si l'on s'en tient à Haresign (1983) ce sont les effets à moyen terme des variations alimentaires sur le plan énergétique qui conditionnent les performances de reproduction des femelles. Ces effets conditionnent deux paramètres primordiaux: l'état corporel des vaches au moment de la parturition et celui à la période de reproduction (saison de monte). Néanmoins ces effets ne sont visibles, ainsi que nous allons le montrer que sur des femelles à notes basses ou moyennes d'état corporel.

1/ Effets de la supplémentation au moment de la saison de monte

Girou et Brochart (1970) ont réalisé une supplémentation énergétique sur des femelles montbéliardes: six jours après l'insémination artificielle la moitié du lot de vaches a reçu un aliment à 0,9 UF et 22 % de matières azotées brutes (MAB) par kg d'aliment. Les résultats sont présentés au tableau 11.

tableau 11  
Girou et Brochart  
(1970)

		Lot témoin		Lot supplémenté	
		Nombre de vaches	Fertilité (%)	Nombre de vaches	Fertilité (%)
Différence	< - 1 (a)	67	67,2	47	78,7
Apports — besoins	- 1 à + 1 (b)	292	69,2	288	69,1
en UF	> + 1 (c)	297	70,4	322	65,3

La différence induite par la supplémentation entre les groupes (a) et (c) est proche de la signification ( $p < 0,06$ ).

La supplémentation a un effet significatif sur la fécondité des vaches carencées: le taux de fertilité passe de 67,2 à 78,7 % soit une augmentation de 11,5 %.

D'autres expériences suivant le même type de supplémentation mais intervenant pendant six jours sur des vaches en anoestrus post-partum montrent une augmentation de 32 % du taux de retour en chaleur ce qui finalement aboutit à une amélioration de 11,4 % de la fécondité des vaches supplémentées par rapport aux animaux témoins.

D'autre part Weaver (1987) souligne l'importance de la variation de poids au moment de l'insémination artificielle sur le taux de conception ultérieur:

variation de poids à l'IA	taux de conception	
GAIN	67	77
PERTE	44	16
	Gerloff et Morrow 1986	Hamudikuwanda et Erb et Smith 1986

tableau 12 d'après Weaver 1987

Un gain de poids augmente de façon notable le taux de conception. Chez les ovins le facteur déterminant des performances de reproduction est l'état corporel au moment de la saison de monte. Gunn (1983) (dans Haresign 1983) montre l'importance de l'état corporel et du niveau énergétique de la ration sur le taux d'ovulation de la brebis: figure 3.

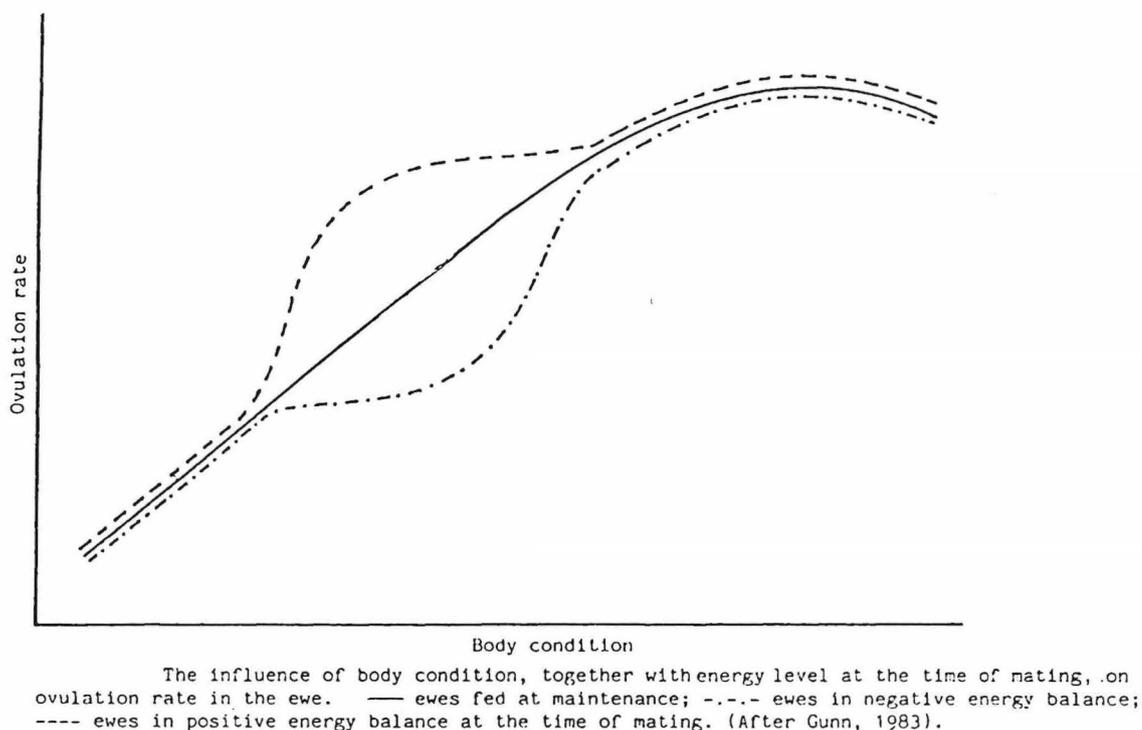
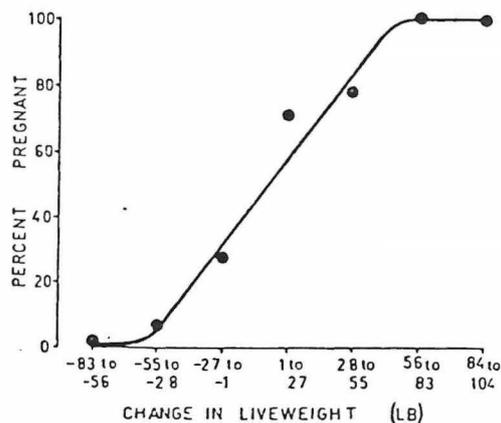


figure 3 (dans Haresign 1983)

Ainsi chez la brebis on obtient une variation importante des performances de la reproduction en fonction de l'état corporel. D'autre part cette étude soulève le fait qu'il existe une faible marge d'état corporel pour laquelle cette amélioration est obtenue ce qui implique l'idée d'un poids optimal à atteindre lors de la saison de monte. Dans le même sens King (1968) (dans Lamond 1970) montre les variations du taux de conception avec les changements de poids durant la période de reproduction pour des vaches laitières: figure 4.



-The relation between pregnancy after one insemination and change in live weight in dairy cows during a 4-week breeding period (King, 1968).

figure 4

2/ Note d'état corporel à la saison de monte

Afin d'assurer de bonnes performances de reproduction il est donc nécessaire de calculer la note d'état corporel optimale à la saison de monte. Kilkenny (1978) travaillant sur les performances de reproduction des bovins de boucherie a observé que cette note doit être supérieure à 2,5 (système de notes allant de 1 à 5 (Weaver 1987)) afin qu'il n'y ait pas de retard à la conception du fait d'un anoestrus post-partum ou bien du fait de stérilité. Il a ainsi relié la durée de l'intervalle entre vêlages à la note d'état corporel de la saison de monte: figure 5.

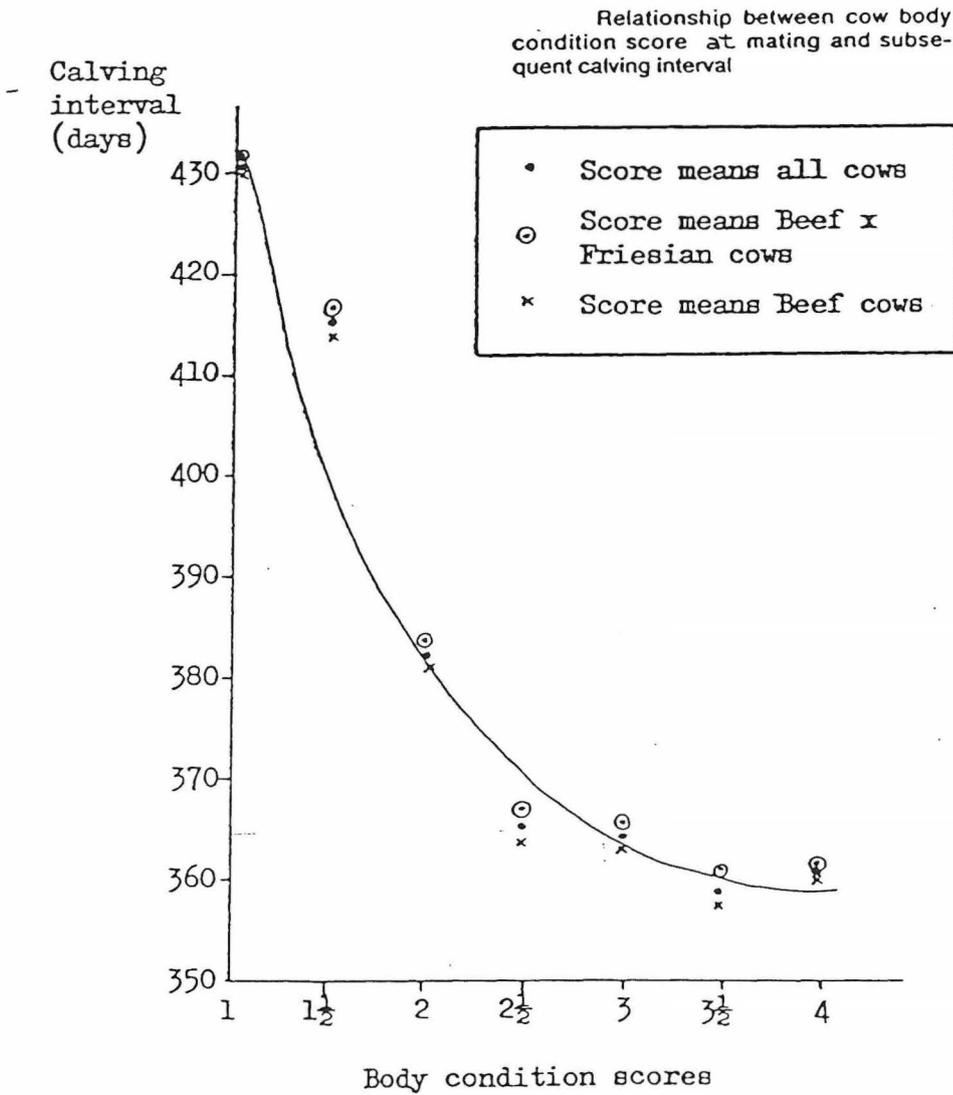


figure 5 (Kilkenny 1978)

D'autre part il note que les troupeaux à note moyenne d'état corporel ont des taux de veaux sevrés inférieurs aux troupeaux où cet état corporel est optimal: tableau 13.

Mating scores of individual cows*	Calving interval (days)	Herd average mating scores	Calves weaned per 100 cows bulles
1 - 2	418	1 - 2	78
2	382	2	85
2 - 3	364	2 - 3	95
3 +	358	3 +	93

\* Scores on a scale 1 (very thin) to 5 (very fat).

tableau 13  
relations entre la note d'état corporel  
et les performances de reproduction

Ainsi dans le cas d'une note de 2 à 3 et le cas d'une note de 1 à 2 on observe un intervalle vêlage-vêlage augmenté de 13 % et un taux de veaux sevrés diminué de 17 %.

Donc pour assurer une meilleure productivité aux troupeaux bovins il est indispensable de se situer dans des notes d'état corporel de 2,5 pour le système décrit par Weaver (soit 4,5 pour le système décrit par Maas).

### 3/Note d'état corporel à la parturition

Cependant c'est la note d'état corporel au moment de la mise-bas qui est la plus importante chez les bovins.

Ainsi Holness montre que des variations de poids de l'ordre de 10 à 15 % entre le poids maximal atteint par les bovins après la saison d'alimentation la plus favorable et le poids à la parturition n'amène que de faibles écarts dans le taux de conception, alors que pour observer le même taux de conception il ne doit y avoir que très peu de variations entre le poids maximal de bonne saison et le poids à la saison de monte: figures 6 et 7.

De ce fait pour nombre d'auteurs c'est une supplémentation au moment de la parturition qui apportera les meilleurs effets sur les performances de reconception des femelles.

Un bon état corporel est indispensable à la parturition car les femelles en mauvais état doivent avant tout reconstituer leurs réserves corporelles afin d'être capables d'être fécondées et d'assurer leur gestation.

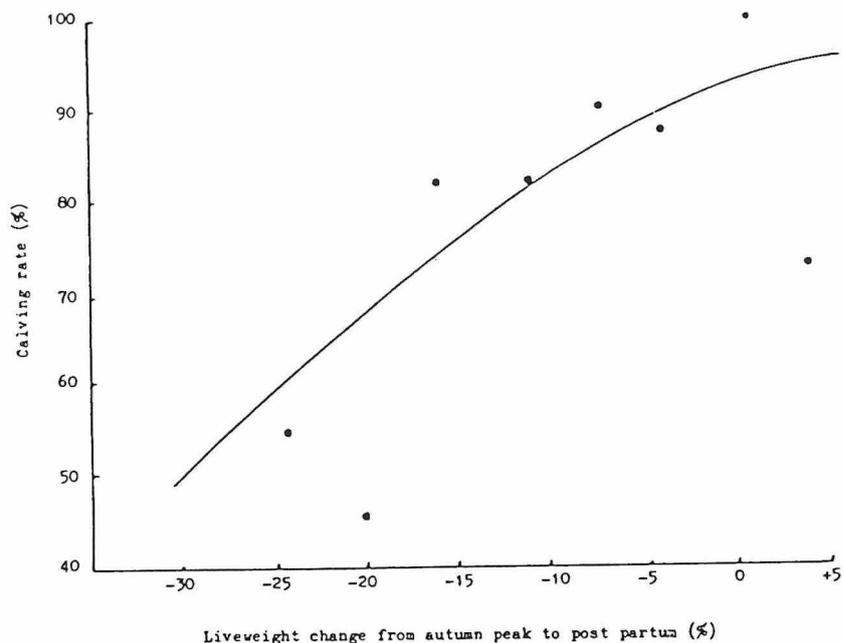


figure 6: relation entre le changement de poids du pic au poids post-partum et le taux de conception.

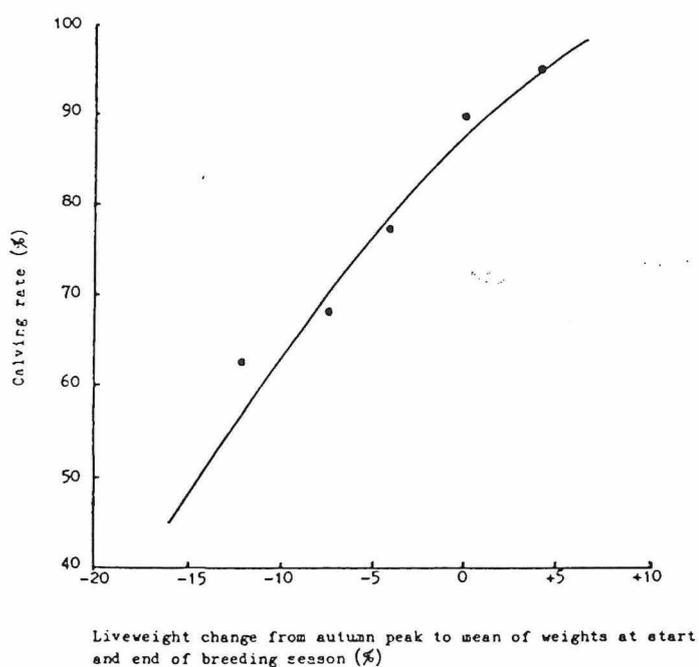


figure 7: relation entre le changement de poids du pic au poids à la saison de monte et le taux de conception.

Gauthier, Petit, Terqui et Mauléon (1984) rapportent l'effet du niveau alimentaire des 95 derniers jours avant la mise-bas et les 45 premiers jours de lactation (tableau 14)

Resumption of ovarian activity and fertility during the postpartum (pp) period in nursing Salers cows : effect of the feed level during pregnancy

(PETIT and GAREL, unpublished data)

Feed level		High	Low	Significance
Daily metabolisable energy balance (M Cal/day)	pregnancy*	- 2.0	- 4.2	P<0.05
	lactation*	- 4.2	- 4.2	N.S
Empty body weight change (kg)	pregnancy*	- 12	- 26	P<0.05
	lactation*	- 26	- 26	N.S
% of cycling cows : 45 days (pp)		70	43	P<0.05
Calving rate following : 1st A.I.		45	27	P<0.05
	A 45 day mating period	90	76	N.S
Number of cows		20	37	

\* Feed levels applied for the last 95 days of pregnancy and the first 45 days of lactation.

tableau 14 (Gauthier, Petit, Terqui, Mauléon 1984)

Le haut niveau d'alimentation permet de réduire de façon significative la durée de l'anoestrus post-partum (70 % de femelles cyclées à 45 jours contre 43 %); d'après ces auteurs ce sont les changements de poids vif et d'état corporel qui sont responsables de la durée de l'anoestrus post-partum.

Selon Maas (1987) c'est la prise d'énergie pré-partum qui conditionne avant tout la note d'état corporel au moment de la parturition. Ainsi il faut ajuster dès le troisième trimestre de la gestation le niveau énergétique de la ration de façon à ce que la femelle arrive au vêlage avec une note de 5 à 6 (sur l'échelle des valeurs de 1 à 9).

Il déclare ainsi que le fait de noter l'animal au moment de la mise-bas est plus important que de savoir si la femelle a perdu ou gagné du poids ("the body conditioning score at calving is a more important factor than when that weight was gained or lost").

Kilkenny (1978) a permis de cibler une note d'état corporel au moment de la mise-bas: tableau 15. On note quelques variations avec la saison de vêlage.

- Body condition score targets.

Stage of production	Target score *	
	Autumn calving	Spring calving
Mating	2½	2½
Mid-pregnancy	2	3
Calving	3	2½

\* Scores on a scale 1 (very thin) to 5 (very fat)

tableau 15 (Kilkenny 1978)

Il est à noter que les auteurs dont nous avons décrit les expériences décrivaient des effets à moyen terme du niveau énergétique de la ration; il ne semble pas y avoir d'effet à court terme sur les performances de reproduction de hauts niveaux de supplémentation énergétique (Haresign).

#### 4/ Notion de poids et note d'état corporel critiques

De nombreux auteurs sont arrivés à la conclusion que les femelles devaient cependant atteindre un poids et une note d'état corporel critiques en dessous desquels les fonctions sexuelles sont ralenties voire supprimées. C'est un élément important dans les zones qui nous intéressent où les variations de poids vif sont de l'ordre de 10 à 30 % sur des périodes très courtes: fin de saison des pluies - fin de saison sèche voire début de saison des pluies.

Les travaux de Wettemann, Lusby, Rasby et Richards (1987) sont intéressants à ce propos bien qu'ils travaillent sur des vaches Hereford et croisées Hereford-Angus. Ils ont supplémenté une partie de ces femelles pendant les 85 premiers jours post-partum de façon à ce qu'elles gagnent du poids, l'autre partie recevant une alimentation de façon à maintenir leur poids vif constant. Ils ont ainsi montré (tableau 16) que les femelles à meilleur état corporel voyaient du fait de la supplémentation une augmentation significative du taux de conception alors que pour les autres (note d'état corporel plus basse) l'effet n'a été positif qu'en 1985, par contre en 1986 aucune amélioration n'est apparue.

Influence of body condition score at calving and postpartum nutrition on percentage pregnancy rate of range cows.

tableau 16

Postpartum nutrition	Year	BCS	
		4	5
Maintain	1985	50 (12) <sup>a</sup>	69 (26)
	1986	80 (10)	77 (26)
Gain	1985	67 (9)	93 (29)
	1986	75 (8)	100 (26)

<sup>a</sup>Number of cows in parentheses  
Nutrition x BCS x year effect (P<.001).

Dans le même sens vont les expériences de Wiltbank et al.(1964) (dans Haresign 1983): il s'agit de voir les effets de deux niveaux d'alimentation: haut et bas en pré et post-partum; nous disposons ainsi de quatre types de résultats suivant les régimes: haut-haut, haut-bas en pré-post-partum et bas-haut, bas-bas en pré- post-partum (tableau 17).

The effect of pre- and post-partum level of feeding on reproductive activity in suckled beef cattle.

Level of feeding	Condition score at calving*	% Showing oestrus by 90 days post partum	Interval calving to 1st oestrus (days)**	Calving to uterine involution (days)
Pre-Partum	Post-Partum			
High	High	95	48	35
High	Low	86	43	38
Low	High	85	65	40
Low	Low	22	52	42

\* Based on scale 1 = thin to 9 = fat

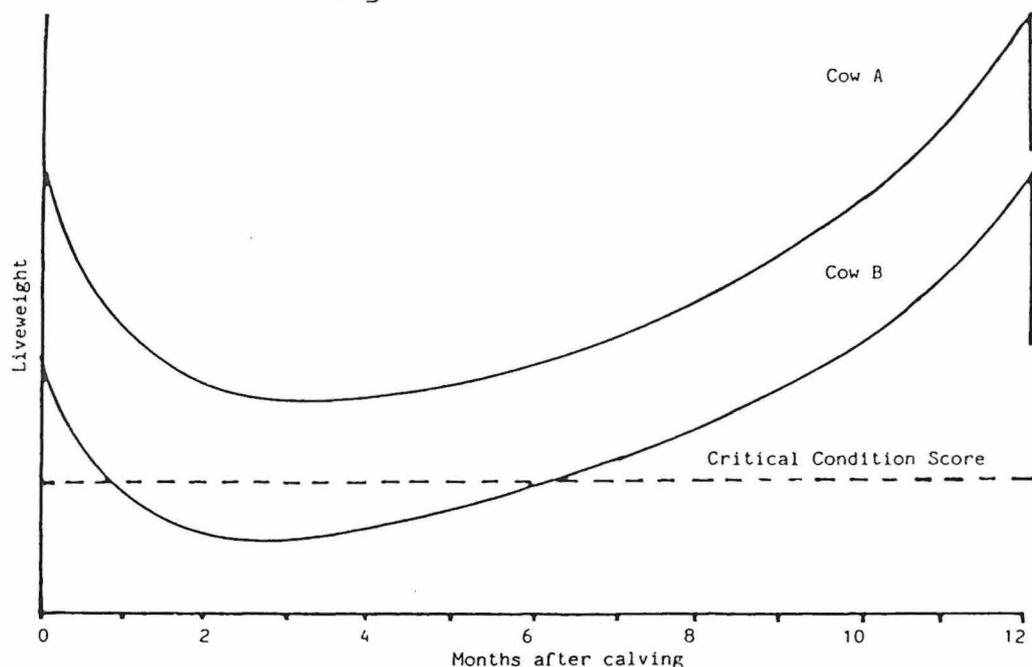
\*\* Applies only to cows showing oestrus by 90 days post-partum (After Wiltbank et al., 1964)

tableau 17

Les résultats montrent d'une part que les vaches en mauvaise condition (low-low) ont un taux de conception subséquent bas et l'effet positif d'une supplémentation à haut niveau énergétique en post-partum des vaches en mauvais état avant le vêlage.

Haresign (1983) définit à partir de ces résultats un état corporel critique sous lequel les fonctions de reproduction sont altérées: figure 8. Ceci pour les vaches à balance énergétique négative.

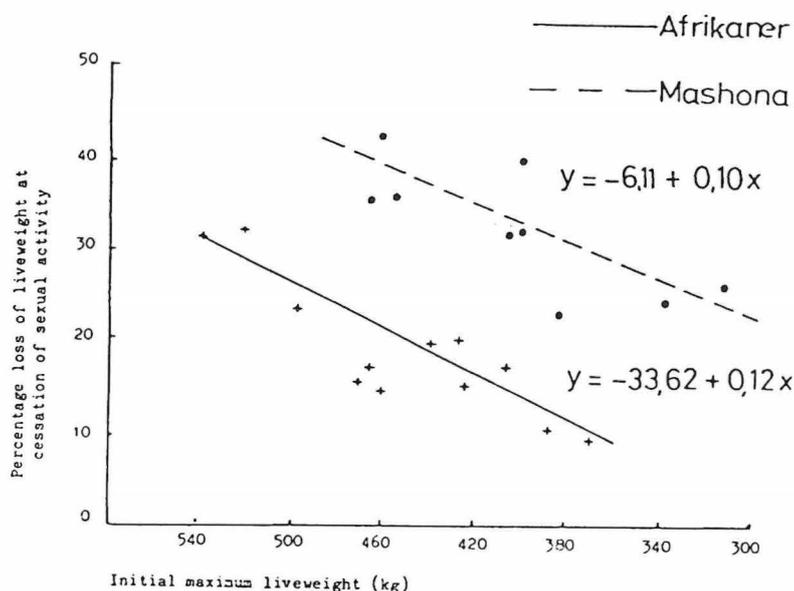
figure 8



Pattern of liveweight change during the breeding cycle in the cow, and its possible relationship to nutritionally-induced infertility in the post-partum period. Negative energy balance itself is not likely to have much effect on the length of the post-partum period as long as the cow is in good condition at calving (Cow A) and its condition remains above the critical condition score, which is defined as that score below which cows still in negative energy balance (Cow B) are likely to suffer from extended anoestrous periods and silent heats.

Ward (1968) travaillant en Rhodésie sur des vaches Mashona définit un poids critique sous lequel il n'y a plus de conception: pour la vache Mashona ce poids est de 270 kg; au dessus de 295 kg le taux de conception devient normal pour ces animaux.

Chaque race bovine présente ainsi un poids critique qu'il appartient de définir de façon à maintenir de bonnes performances de reproduction; cependant ainsi que le remarque Lamond (1970) "chaque vache (en fonction de son hérédité, de son âge, de son niveau de lactation et en fonction du moment de l'année) présente une forte probabilité de conception à l'intérieur d'un intervalle de poids vifs et de notes d'état corporel". Holness (1983) montre qu'une vache Afrikaner peut perdre en moyenne 19 % de son poids vif pour que toute activité sexuelle cesse, une vache Mashona peut en perdre jusqu'à 32,5 % pour atteindre ce niveau. Ces chiffres sont des moyennes, la figure 9 montre les pertes de poids vif que ces deux types de vaches peuvent perdre jusqu'à cessation de toute activité sexuelle en fonction de leur poids initial.



Relationship between initial liveweight and percentage liveweight loss at onset of nutritional anoestrus in dry Afrikaner and Mashona cows.

figure 9 (Holness 1983)

### III. Effets de suppléments protéiques

Nous avons observé dans la partie "Alimentation en zones arides et semi-arides" que le déficit majeur dont souffraient les animaux en saison sèche est un déficit d'apport en matières azotées. Il convient d'envisager les effets de telles suppléments sur les performances de reproduction.

Oyedipe, Osori, Akerejola et Saror (1982) déclarent que l'augmentation du niveau protéique de la ration est un moyen d'amélioration des performances de reproduction des zébus ("Increasing the protein level in the diet is a means of improving the reproductive performance of zebu cattle").

#### Protocole de leur expérimentation!

Trois groupes de génisses zébu au Nigéria ont reçu des rations isocaloriques mais à teneurs différentes en matières azotées: le niveau haut à 19,17 % de matières azotées, le niveau moyen à 13,37 % (niveau de recommandation des tables d'alimentation) et le niveau bas à 8,3 % (en pourcentage de la matière sèche). La supplémentation a commencé dès que les femelles ont atteint 100 kg de poids vif et a continué tout au long de la durée de l'expérience.

#### Résultats:

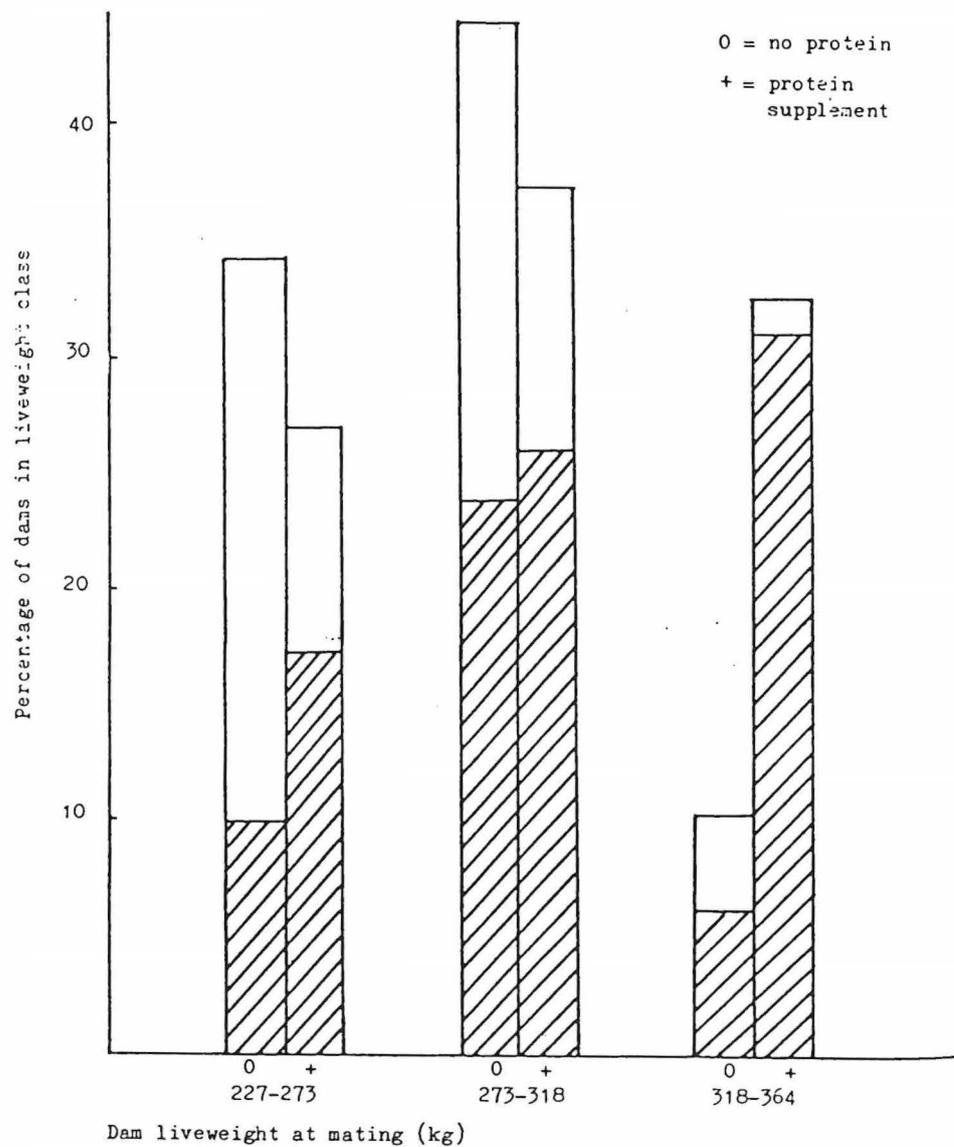
	âge à la conception	poids à la conception
niveau haut	624,3 j	240,0 kg
niveau moyen	759,7 j	240,0 kg
niveau bas	930,8 j	248,0 kg

Les différences entre âges à la conception sont significatives par contre pour le poids aucune différence n'est notée.

Ainsi la supplémentation protéique a eu pour effet d'abaisser de façon très importante l'âge à la conception (de la même façon les expériences de Denis et Thiongane en 1978 citées en première partie) d'autre part cette expérimentation a permis de définir la notion de poids seuil à la conception (qui rejoint celle de poids à la puberté). L'expérience de supplémentation de Ward est intéressante à plusieurs niveaux:

# 1/ Complémentation en saison sèche et taux de conception

En saison sèche il supplémente un lot de femelles Mashona pendant six années de 1960 à 1966, la supplémentation protéique fait passer le taux de conception de 56,7 - pour les animaux témoins - à 72,2 % pour les animaux supplémentés. D'autre part il a montré que la supplémentation protéique augmente le taux de conception quel que soit le poids vif de la femelle: figure 10. Enfin ces résultats montrent l'augmentation du taux de conception avec la classe de poids: pour les vaches dans les fortes classes de poids vif, le taux de conception est maximal.



Weaning rate in relation to liveweight distribution of lactating Mashona cows at mating.

figure 10 (Ward 1968 dans Holness 1983)

## 2/ Complémentation et productivité

Son expérimentation porte aussi sur une supplémentation mixte: matières azotées (tourteau d'arachide) et phosphore (poudre d'os). Dans les conditions naturelles extensives (les vaches ici sont élevées en ranching) l'anoestrus post-partum conduit au sevrage d'un veau une année sur deux, par contre la supplémentation augmente le pourcentage de veaux sevrés annuellement: figure 11.

—ANNUAL WEANING RATES OVER SIX YEARS OF COWS WHICH WERE DRY OR LACTATING IN 1960/61, WITHIN THE CONTROL AND GROUNDNUT CAKE + BONE MEAL TREATMENTS, RESPECTIVELY.

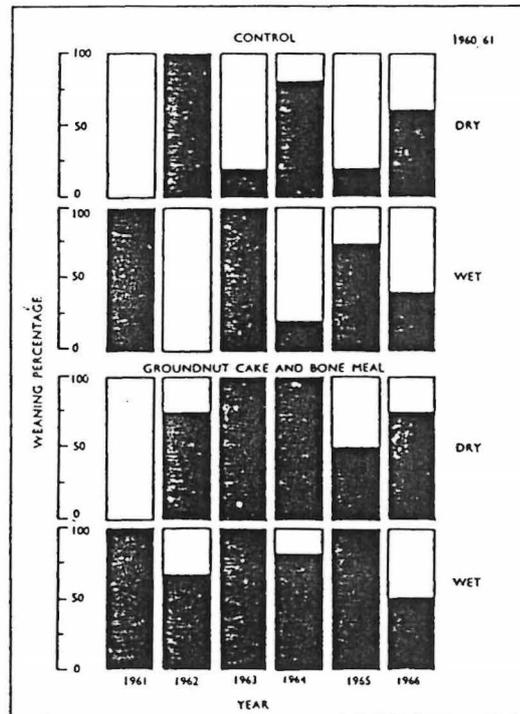


figure 11 (Ward 1968)

## 3/ Complémentation et niveau de production

Dans les conditions naturelles on note de fortes différences dans les taux de conception suivant que les vaches sont en lactation après la mise-bas ou qu'elles ne le sont pas. Cette différence est associée selon Topps (1977) au fait que les vaches en lactation subissent une perte maximale de poids par rapport à celles qui ne produisent pas. De ce fait les supplémentations effectuées sur Afrikander-Hereford (Elliot 1964) et sur Mashona (Ward 1968) (référence: Topps 1977) montrent un effet très important sur le taux de conception des vaches

en lactation par rapport à un effet minimal sur des vaches tarées et dont le poids vif est moins sujet à variation: tableau 18.

- Calving percentage of dry and lactating beef cows kept under extensive range conditions with or without a protein supplement during the dry season (after Elliott, 1964 and Ward, 1968).

	Supplement	Dry Cows	Lactat. cows
Afrikander x Hereford (80 in total)	None	82*	34
	908g cott.cake/day	96	73
Mashona (60 in total)	None	95	38
	908g groundnut cake/day	90	76

\* Includes two cows with cystic ovaries. If they are excluded percentage was 96%.

tableau 18

#### 4/ Efficacité d'une supplémentation protéique

En fait il convient d'apprécier l'utilité d'une supplémentation protéique. Sur des femelles adultes une supplémentation protéique sera sans effet si les animaux se trouvent à des valeurs trop basses par rapport au poids et à la note d'état corporel critiques pour obtenir une fertilité normale (Lmaond 1970). Ainsi cet auteur minimise l'effet de la supplémentation protéique ce qui rejoint les résultats de Haresign (sur l'efficacité prioritaire d'une supplémentation énergétique).

#### IV. Effets de supplémentations en phosphore et vitamine A

Phosphore et vitamine A sont réputés pour avoir des effets négatifs sur la fertilité par leurs carences. Aussi en zones où la sous-nutrition est le facteur limitant de la reproduction il faut envisager l'importance de ces deux éléments.

##### 1/ Supplémentations en vitamine A

Nous ne disposons que des travaux de Ward (1968) de supplémentation de femelles Mashona sur six années consécutives en saison sèche. Apparemment la supplémentation en vitamine A est sans effet: le taux de conception variant de 56,7 (lot témoin) à 58,3 (lot traité) (nous ne disposons pas de données sur les teneurs sériques, il est donc possible de penser qu'en fait les vaches de l'expérimentation ne présentaient pas de carence en vitamine A).

## 2/ Supplémentations en phosphore

Nous rappelons que la carence majeure des sols tropicaux est en phosphore, ainsi les animaux sont eux-mêmes très souvent carencés en fin de saison sèche et en début de saison des pluies. D'autre part de nombreux sols tropicaux sont riches en aluminium qui diminue fortement l'absorption du phosphore au niveau des végétaux. Les carences animales en phosphore ont été impliquées dans le dysfonctionnement ovarien: irrégularité, diminution voire suppression des chaleurs. Ward (1968) a supplémenté des femelles Mashona (Rhodésie) durant l'année entière, il note une différence significative entre les taux de conception des femelles témoins: 56,7 % et des femelles traitées: 61,7 %. On observe d'autre part une augmentation de 10 % du nombre des conceptions ( tableau 19).

- Effect on fertility of supplying bone meal to Mashona cows kept under extensive range conditions for six successive years in Rhodesia (after Ward, 1968).

Year	No. of conceptions	
	No bonemeal (29 cows)	Bonemeal (30 cows)
1960-61	15	17
1961-62	18	19
1962-63	20	28
1963-64	22	24
1964-65	25	20
1965-66	11	14
Total	111	122

tableau 19 (Ward 1968)

Si maintenant l'on considère la moyenne de poids par veau sevré et par vache on note une augmentation de 21 % par la supplémentation en phosphore. Le phosphore a donc un effet très net sur la productivité des femelles plutôt qu'un effet immédiat sur leur fertilité (Ward). Cependant les travaux de Bisschop (1964) (dans Ward 1968) ont montré une augmentation du taux de conception de 48 % à 67 % par une supplémentation en poudre d'os. McDowell (1976) rapporte aussi un effet majeur de la supplémentation en phosphore: tableau 20

	taux de conception	
	animaux témoins	animaux supplémentés
Theiler, Green, Du Toit 1924-1928	51 %	80 %
Conrad(Brésil)	42-45 %	80 %

tableau 20

McDowell rapporte ces résultats à des zones où la carence en phosphore est le premier facteur limitant des performances de reproduction.

## V. Améliorations des performances de reproduction: stratégies et recommandation

### A. Femelles adultes

Afin de savoir si une supplémentation de courte durée aura un effet à court terme il est tout d'abord nécessaire de connaître le poids vif et la note d'état corporel critiques permettant d'obtenir une fertilité normale. Selon Lamond (1970) une perte de poids de 15 % par rapport au poids maximal observé en fin de saison des pluies ne modifie pas la fertilité. Cependant ainsi que nous l'avons observé ce poids minimum varie avec la saison; Baker (1967) (dans Lamond 1970) a montré que ce poids minimum était inférieur à 320 kg sur des animaux Sahiwal-Shorthorn à la fin de la bonne saison mais supérieur à 320 kg en fin de mauvaise saison.

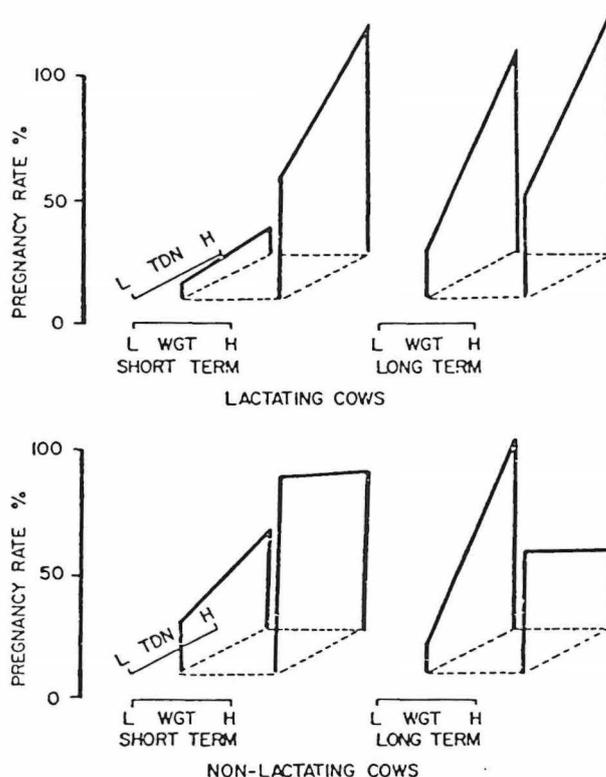
De plus d'après Lamond (1970) chaque vache possède son propre créneau de variation de poids vif et de note d'état corporel dans lequel la capacité à concevoir est la même. Ainsi il apparaît très important de mesurer correctement l'état corporel des animaux.

Il convient d'autre part de remarquer:

- 1/ le fait que ce poids minimum augmente si les animaux ont subi une longue période de sous-nutrition,
- 2/ le moment de la supplémentation pour atteindre ce poids. Selon Maas (1987) les périodes critiques sont le pré et post-partum; ce sont les niveaux énergétiques qui conditionnent l'état corporel au vêlage. Pour Lamond (1970) ce sont les apports énergétiques post-partum qui sont les plus efficaces.

L'essentiel étant d'atteindre une note d'état corporel cible au vêlage. Lamond a construit un modèle permettant d'apprécier les effets à court et long terme des changements de poids vif associés à des niveaux hauts ou bas de TDN (Total Digestible Nutrients) sur le taux de gestation: figure 12. Ainsi à court terme une supplémentation augmentera le taux de gestation sur des vaches en lactation d'un poids vif élevé (donc supérieur au poids critique) et sur des vaches non allaitantes de poids peu élevé; par contre il sera sans effet notable sur des vaches

non allaitantes de poids vif élevé et inutile sur des vaches en lactation en trop mauvaise condition.



—Hypothetical relations between pregnancy rate and short-term and long-term changes in live weight (WGT) associated with low (L) or high (H) intakes of TDN, in lactating or non-lactating cows of low (L) or high (H) initial live weights.

figure 12 (Lamond 1970)

Une façon d'apprécier le poids critique est de contrôler les poids pour lesquels la majorité des génisses d'un troupeau deviennent gestantes: une moyenne de ces poids permet une estimation du poids seuil à la conception (Lamond).

## B. Génisses

Pour celles-ci nous avons vu l'importance du poids à atteindre pour observer un maximum de génisses cycliques, ainsi il faut assurer aux lots de génisses une croissance constante même pendant la mauvaise saison si l'on veut espérer des cycles réguliers. Les travaux de Turman et al. (1963) (dans Lamond 1970) montrent cette relation: sur plusieurs lots de génisses à divers niveaux alimentaires en mauvaise saison, ils n'ont observé des cycles réguliers à la saison de reproduction suivante que sur les lots où la ration alimentaire permettait une croissance des animaux durant la mauvaise saison.

De plus nous avons soulevé l'existence d'un poids seuil pour les génisses lors de leur première conception (Oyedipe, Osori, Akerejola, Saror 1982).

## C Recommandations

### 1/ Productivité ultérieure des génisses

Il faut donc viser des effets à long terme: des apports en énergie et en azote pour abaisser l'âge au premier vêlage par un poids seuil atteint plus tôt.

### 2/ Au moment du vêlage

Il est nécessaire de compléter pré et post-partum pour éviter les pertes de poids importantes du début de lactation, à l'origine d'un anoestrus post-partum très long; il est essentiel de se situer au dessus de la note d'état corporel critique. Il est en effet très difficile d'apprécier le maximum de perte de poids que les animaux peuvent supporter sans conséquence néfaste sur le taux de conception. Topps (1976) a réuni un ensemble de données entre lots d'animaux correctement nourris et lots sous-alimentés; on observe que pour une même perte de poids on peut avoir de très forts écarts entre les variations des taux de conception: tableau 21.

*Apparent effect of body weight loss on conception or calving rates of beef cows or heifers.*

tableau 21  
(Topps 1976)

Animals	Conception or calving rates (%)			Weight loss (kg) by cows	Reference
	Adequately fed or supplemented animals	Underfed or non-supplemented animals	% decrease		
Reproducing cows over first 4 lactations	73	34	53	36	Elliott (1964)
Cows over 2 successive years	92	92	0	20	Furr and Nelson (1964)
Cows through one lactation	78	71	9	20	Wiltbank, Rowden, Ingalls and Zimmerman (1964)
Cows over 6 successive years	74	60	19	21	Ward (1968)
Cows over one year	91	55	40	81	Hight (1968)
Cows over 3 successive years	63	46	27	5	Lesch, von la Chevalerie and Schalkwyk (1969)
Heifers up to second conception	63	13	79	22	Deutscher and Whiteman (1971)
Heifers up to conception	73	54	26	49	Maree and Harwin (1971)
Cows over one mating season	77	46	40	20	Barr and Burns (1972)
Cows over one year	81	35	57	57	Rakka and Igboeli (1972)
Heifers up to first calving	71	0	100	34	Penzhorn and Kemm (1973)

Cette grande différence entre ces pertes de poids tient à l'importance des réserves corporelles qu'une vache peut mettre en jeu au moment de la parturition pour lutter contre les effets néfastes de la sous-alimentation et donc adapter ses fonctions de reproduction. (Topps déclare à propos des résultats du tableau que quand bien même les pertes de poids auraient été exprimées en pourcentage du poids maximal (ici elles sont indiquées en kilogrammes) les conséquences sur la diminution des taux de conception seraient les mêmes).

### 3/ Complémentation de saison sèche: protéique et minérale

Nombreux sont les travaux concluant à l'efficacité d'une supplémentation azotée durant la saison sèche; la fertilité des femelles étant très augmentée. Nous reproduisons les résultats de diverses études de complémentations azotées durant la saison sèche:

	taux de conception	
	témoins	supplémentés
Bembridge (1963)	63,6 %	76,3 %
Elliot (1964)	57,8 %	81,8 %
Ward (1968)	59,6 %	74,5 %

La forme de la supplémentation protéique est importante: Maas (1987) comparant divers régimes conclue à la faible efficacité d'une alimentation pour laquelle la seule source protéique est représentée par de l'azote non protéique.

Calvet, Friot et Gueye (1976) sur des études de supplémentations de zébus, afin d'éviter la perte de poids de saison sèche, ont tenté de classer les différentes supplémentations utilisées. Ils trouvent ainsi une efficacité par ordre décroissant pour: 1/tourteau d'arachide 2/farine de riz 3/supplémentation minérale 4/phosphate monosodique 5/tourteau d'arachide + phosphate bicalcique + pierre à lécher à l'urée. En fait il apparaît que la supplémentation minérale s'est montrée aussi efficace que les supplémentations azotées. D'autre part il convient de classer les différentes formes de phosphore en fonction de leur efficacité; ainsi leurs travaux font apparaître une supériorité du phosphate bicalcique sur le phosphate-alumino-calcique produit au Sénégal; ceci est à rapprocher de l'effet de l'aluminium sur le phosphore.

#### 4/ Notion de supplémentation minimale

Calvet, Friot et Gueye (1976) ont observé que même la distribution de quantités très faibles de minéraux ou de matières azotées réduisent de façon sensible les pertes de poids des zébus sahéliens. Ainsi on arrive à la notion de supplémentation minimale pour une efficacité optimale.

Les travaux de Siebert et Field (1975) sur des génisses Droughtmaster au Nord Queensland montrent aussi l'intérêt d'utiliser une supplémentation minimale. Les génisses suivies sont nourries suivant trois plans de nutrition: très bas (LL), bas (L) (les génisses reçoivent dans ce lot 0,9 kg/j d'un foin de luzerne à 25 g MAT/kg de MS ce qui permet une croissance de  $179 \pm 21$  g/j de 8 à 15 mois) et moyen (M). L'observation des résultats (tableau 22) montre qu'avec le seul niveau bas de supplémentation on observe déjà le maximum de femelles cyclées durant la période de l'année la plus favorable à la reproduction (le niveau supérieur permet l'extériorisation des chaleurs tout au long de l'année). Il est donc important de mettre au point des niveaux de suppléments minéraux azotés et minéraux en saison sèche.

*Number and mean body weight of heifers exhibiting oestrus throughout grazing period following prefeeding at very low (LL), low (L) and medium (M) planes of nutrition.*

Group and Measurement	Feb. 24	Mar. 25	May 7	May 21	July 9	Aug. 14	Sept. 9
<b>Group LL</b>							
Oestrus	0	1	2	2	2	0	0
Body weight (kg)	—	181	233	242	243	—	—
No oestrous activity	8	7	6	6	6	8	8
Body weight (kg)	151	168	211	221	225	211	203
<b>Group L</b>							
Oestrus	0	2	6	6	6	1	1
Body weight (kg)	—	211	255	267	266	260	253
No oestrous activity	8	6	2	2	2	7	7
Body weight (kg)	188	200	232	241	236	242	233
<b>Group M</b>							
Oestrus	6	6	6	6	6	6	6
Body weight (kg)	241	251	298	308	309	288	280
No oestrous activity	2	2	2	2	2	2	2
Body weight (kg)	207	217	267	276	271	264	255

tableau 22 (Siebert et Field 1975)

#### 5/ Particularité du phosphore

Alors que les fourrages tropicaux sont réputés pour être d'autant plus carencés en saison sèche, de nombreux auteurs notent que les défi-

ciences en certains minéraux sont beaucoup plus importantes pour le bétail au début de la saison des pluies. C'est essentiellement le cas du phosphore et du cobalt. La carence d'apport de début de saison des pluies n'est pas tant reliée à la teneur minérale des plantes mais plus au fait que les besoins en minéraux des animaux augmentent très rapidement du fait qu'ils disposent alors d'énergie et matières azotées en quantités suffisantes. Ainsi Landais (1981) sur des suppléments minéraux de saison sèche n'a pas observé d'effet hautement significatif sur la fertilité des femelles, il pense qu'il aurait été plus efficace de compléter en début de saison des pluies. Boyazoglu (1976) abonde dans le même sens: Bisschop travaillant en Afrique du Sud sur les réponses à des suppléments minéraux a observé, alors que le phosphore est à ses taux les plus bas en saison sèche, les plus importantes réponses à une supplémentation en saison des pluies.

## CONCLUSION

---

Les faibles valeurs des paramètres de la reproduction et le saisonnement de la reproduction en zones arides et semi-arides sont dus pour une grande part à une déficience saisonnière de la ration alimentaire. Il est possible d'améliorer les paramètres de la reproduction dans ces zones par :

- 1/ une lutte contre les retards de croissance des génisses par une supplémentation de saison sèche.
- 2/ une supplémentation énergétique pour les femelles dans la période du vêlage; afin b'obtenir au vêlage une note d'état corporel compatible avec une bonne fécondité.
- 3/ une supplémentation minimale protéique et minérale de saison sèche.

Il faut noter l'importance de bien savoir maîtriser les notes d'état corporel afin d'apprécier l'état d'un troupeau et donc d'envisager une utilisation rationnelle des supplémentations.

Enfin il conviendrait que, pour chaque race, les valeurs seuils en poids vif et note d'état corporel soient définies et utilisables de façon courante.

## BIBLIOGRAPHIE

---

---

ALAKU (O).

The influence of season on birth weight, body weight at 3 and 12 months in Wadara calves in the Sahel region of North-Eastern Nigeria. World Rev. Anim. Prod., 1982, 18: 23-32.

BOYAZOGLU (P. A.).

A review of mineral imbalances of grazing animals in Southern Africa. J1. S. Afr. vet. Ass., 1976, 47(2): 129-132.

CALVET (H.), FRIOT (D.), GUEYE (I. S.).

Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1976, 29 (1): 59-66.

COULOMB (J.).

Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti (Rép. du Mali). Etude du troupeau. Maisons-Alfort, IEMVT, 1972. 184p.

COULOMB (J.), SERRES (H.), TACHER (G.).

L'élevage en pays sahéliens. Agence de coopération culturelle et technique, Presses Universitaires de France, Paris, 1980. 184 p.

CUQ (P.).

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

CURASSON (G.).

Les climats chauds et l'activité sexuelle. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1949, 3: 139-145.

DENIS (J. P.), VALENZA (J.).

Comportement pondéral des femelles adultes de race Gobra. Comparaison avec les animaux importés Pakistanais et Guzera. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1970, 23(2): 229-241.

DENIS (J. P.).

L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971, 24(4): 635-647.

DENIS (J. P.), THIONGANE (A. I.).

Note sur les facteurs conduisant au choix d'une saison de monte au C.R.Z. de Dara (Sénégal). Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1975, 28(4): 491-497.

DENIS (J. P.), THIONGANE (A. I.).

Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles zébus Gobra au C.R.Z. de Dahra. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1978, 31(1): 85-90.

- FRIOT (D.), CALVET (H.).  
Etude complémentaire sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971, 24 (3): 393-407.
- GAUTHIER (D.), COULAUD (G.), VARO (H.), THIMONIER (J.).  
Durée de l'anoestrus post-partum et fertilité de la vache Créole en climat tropical: influence de la saison de mise-bas et de la variation de poids vif. Ann. Zootech., 1984, 33(2), 235-244.
- GAUTHIER (D.), PETIT (M.), TERQUI (M.), MAULEON (P.).  
Undernutrition and fertility. The reproductive potential of cattle and sheep, (p.106-124) Rehovot (Israël), 21-23 Febr, 1984, Ed. INRA Publ., 1984, (Les Colloques de l'INRA, n° 27).
- GAUTHIER (D.), THIMONIER (J.).  
Variations saisonnières de la cyclicité chez la génisse créole. Influence de la croissance, de l'âge et de l'émotivité. Reprod. Nutr. Dévelop., 1982, 22(4): 681-688.
- GAUTHIER (D.), THIMONIER (J.).  
Variations saisonnières des performances de reproduction des vaches Créoles. Reproduction des ruminants en zone tropicale, (p. 301-313), Pointe-à-Pitre (F.W.I.), 8-10 juin 1983, Ed. INRA Publ., 1984, (Les Colloques de l'INRA, n°20), 519p.
- GAUTHIER (D.), XANDE (A.).  
Caractéristiques de reproduction d'un troupeau de vaches créoles élevées en zone tropicale. Ann. Zootech., 1982, 31(2): 131-138.
- GIROU (R.), BROCHART (M.).  
Niveau énergétique, protéique et fécondité des vaches laitières. Influence d'une supplémentation alimentaire post-oestrus. Ann. Zootech., 1970, 19(1), 67-73.
- GIROU (R.), BROCHART (M.).  
Effets d'une supplémentation alimentaire de brève durée sur le déclenchement des chaleurs chez des vaches en anoestrus post-partum. Ann. Zootech., 1970, 19(1): 75-77.
- HARESIGN (W.).  
Underfeeding and reproduction: Physiological mechanisms. Reproduction des ruminants en zone tropicale, (p.339-365), Pointe-à-Pitre (F.W.I.), 8-10 juin 1983. Ed. INRA Publ., 1984, (Les Colloques de l'INRA, n°20) 519p.
- HOLNESS (D. H.).  
The effect of pre- and post-partum levels of nutrition on fertility in cattle. Reproduction des ruminants en zone tropicale, (p. 379-388), Pointe-à-Pitre (F.W.I.), 8-10 juin 1983. Ed. INRA Publ., 1984, (Les Colloques de l'INRA n°20), 519 p.

KILKENNY (J. B.).

Reproductive performance of beef cows. *World. Rev. Anim. Prod.*, 1978, 14(3): 65-74.

LAMOND (D. R.).

The influence of undernutrition on reproduction in the cow. *Anim. Breed. Abstr.* 1970, 38(3): 359-372.

Landais (E.).

Influence d'une complémentation minérale discontinue pendant la saison sèche chez les bovins sédentaires. 1981, Classement Rapports Landais, IEMVT.

LANDAIS (E.).

Reproduction des bovins en élevage sédentaire traditionnel dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Reproduction des ruminants en zone tropicale*, (p. 113-133), Poite-à-Pitte (F.W.I.), 8-10 juin 1983, Ed; INRA Publ., 1984, (Les Colloques de l'INRA n° 20), 519 p.

LANDAIS (E.), POIVEY (J. P.), SEITZ (J. L.).

Recherches sur la reproduction du cheptel taurin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire: utilisation des intervalles entre vêlages; aspects méthodologiques et premiers résultats. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 33(2): 193-204.

LHOSTE (P.).

Comportement saisonnier du bétail zébu en Adamaoua Camerounais. I. Etude des femelles adultes: comparaison de la race locale aux métis demi-sang Brahma. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, 20(2):329-342.

McDOWELL (L. R.).

Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. In "Beef cattle production in developing countries" edité par A. J. Smith, Tonbridge. Lewis Reprints Ltd. 1976.

MAAS (J.).

Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. *Food Animal Practice*, 1987, 3(3): 633-646.

OYEDIPE (E. O.), OSORI (D. I. K.), AKEREJOLA (O.), SAROR (D.).

Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of zebu heifers. *Theriogenology*, 1982, 18(5): 525-539.

SIEBERT (B. D.), FIELD (J. B. F.1.

Reproductive activity in beef heifers following post-weaning feeding on speargrass hay alone or with supplements. *Australian J; Exp. Agric. Anim. Husb.*, 1975, 15; 12-16.

TOPPS (J. H.).

Effect of energy and protein deprivation on the performance of beef cattle. In "Beef cattle production in developing countries" édité par A. J. Smith, Tonbridge. Lewis Reprints Ltd. 1976.

TOPPS (J. H.).

The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. World Rev. Anim. Prod., 1977, 13(2): 43-49.

WARD (H. K.).

Supplementation of beef cows grazing on veld. Rhod. J. agric. Res. 1968, 6: 93-101.

WEAVER (L. D.).

Effects of nutrition on reproduction in dairy cows. Food Animal Practice, 1987, 3(3): 513-532.

WETTEMANN (R. P.), LUSBY (K. S.), RASBY (R. J.), RICHARDS (M. W.).

Body condition at calving and post-partum nutrient intake influence reproductive performance of range cows. Anim. Sci. Res. Report, 1987, 70-72.

WETTEMANN (R. P.), LUSBY (K. S.).

Body condition at calving, calf survival and reproductive performance of first calf heifers. Anim. Sci. Res. Report, 1987, 73-74.