



Unité de Service Enseignement
Et formation en Elevage
Campus de Baillarguet, TA A-71 / B
34 398 MONTPELLIER Cedex 5



Université Montpellier II
UFR – Fac de Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

MASTER

BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES ENVIRONNEMENT
SPECIALITE ECOLOGIE FONCTIONNELLE ET DEVELOPPEMENT DURABLE
PARCOURS ELEVAGE DES PAYS DU SUD :
ENVIRONNEMENT, DEVELOPPEMENT

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE
DE SECONDE ANNEE

EFFETS DES FACTEURS EXTERNES SUR
LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION
DES BOVINS LOCAUX EN AFRIQUE
INTERTROPICALE

Présenté par

Hocine DIAF

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Année universitaire 2007-2008

CIRAD



000092851

Sommaire

Résumé et mots-clés

Liste des tableaux et figures

Introduction	1
I. Le contexte	2
I.1. Présentation succincte de l’Afrique intertropicale	2
I.2. Les races bovines locales en Afrique intertropicale (taurins et zébus)	2
II. Les facteurs externes de variation des performances de reproduction	3
II.1. Le climat	3
II-1.1. Les variations saisonnières	3
II-1.2. La température ambiante	4
II-1.3. La lumière	5
II-2. L’alimentation	5
II-2.1. L’eau	6
II-2.2. Les apports énergétiques	6
II-2.3. Les apports azotés	7
II-2.4. Les apports minéraux	7
II-2.5. Les apports vitaminés	8
II-2.6. Les facteurs toxiques et antinutritionnels	8
II-3. L’habitat	8
II-4. La pathologie	9
II-4.1. Quelques affections et infections non spécifiques de la femelle	9
II-4.1.1. L’ancestrus	9
II-4.1.2. Le <i>Repeat breeding</i>	9
II-4.1.3. Les métrites	9
II-4.1.4. Les pyomètres	9
II-4.1.5. La mortalité embryonnaire et les avortements	10
II-4.2. Quelques infections spécifiques	10
II-4.2.1. La brucellose	10
II-4.2.2. La vulvo-vaginite infectieuse pustuleuse	10
II-4.2.3. Les trypanosomes	11
II-4.2.4. Les maladies vénériennes	11

III. Les moyens de lutte	13
III.1. La maîtrise de l'alimentation et la note d'état corporel	13
III.2. L'hygiène et la prophylaxie	14
III.3. La réforme et la sélection	14
III.4. L'induction et la synchronisation des chaleurs	15
III.5. Les conditions de l'insémination artificielle	16
III.6. Les soins	17
III.7. L'évitement du stress	17
III.8. La protection contre la chaleur	17
Conclusion	18
Bibliographie	

Résumé

Dans les pays du Sud, les productions animales prennent une place de plus en plus grande, nécessitant de procéder à une amélioration quantitative et qualitative des capacités de production. Contrairement à ce qui se passe dans d'autres parties du monde, l'Afrique enregistre une progression dans le domaine des productions animales qui résulte d'une forte augmentation de la demande, liée elle-même à la croissance démographique et, dans certains cas, aux changements de comportement alimentaire des populations de plus en plus urbanisées.

Malgré cette progression, l'offre n'est pas à la hauteur de la demande. Indépendamment des capacités productives limitées des bovins locaux africains, plusieurs facteurs du milieu empêchent ces animaux d'exprimer pleinement leur potentiel génétique. Cette synthèse bibliographique souligne quelques contraintes, non liées à l'animal, qui limitent le développement de l'élevage, particulièrement celui des bovins (taurins et zébus) dans les régions intertropicales du continent africain.

Agir efficacement et cibler les domaines d'intervention ne sont pas des choses aisées dans un environnement hostile qui présente un étroit champ de manœuvre. Néanmoins, il est toujours possible de limiter l'impact des facteurs externes sur la reproduction des bovins locaux en Afrique intertropicale par l'amélioration des pratiques d'élevage et l'état sanitaire des animaux.

Tels sont les défis à relever par les populations rurales africaines pour les prochaines décennies qui s'annoncent décisives sur le plan du développement agricole et particulièrement dans le domaine de l'élevage. Les dynamiques en cours témoignent d'une véritable prise de conscience à différents niveaux, éleveurs, instituts de recherches et instances internationales, et laissent entrevoir un avenir prometteur.

Mots clés : Facteurs externes, reproduction, bovin, *Bos taurus*, *Bos indicus*, Afrique intertropicale, environnement, pathologie, pratiques.

Liste des tableaux

- Tableau 1.** Classification des bovins d'Afrique.
- Tableau 2.** Quantité d'eau consommée en fonction de la ration de base, en litre par kilogramme de matière sèche ingérée.

Liste des figures

- Figure 1.** Carte des températures moyennes et des précipitations annuelles en Afrique.
- Figure 2.** Densité observée du bétail en Afrique.
- Figure 3.** Principaux mécanismes impliqués dans les effets négatifs d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction.
- Figure 4.** Résumé des 10 études réalisées sur les effets d'une augmentation de la photopériode sur la production de lait chez les vaches laitières.
- Figure 5.** Relation entre l'urémie et le taux de réussite de l'insémination artificielle.
- Figure 6.** Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la note d'état corporel au moment du traitement
- Figure 7.** Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare au Canada.

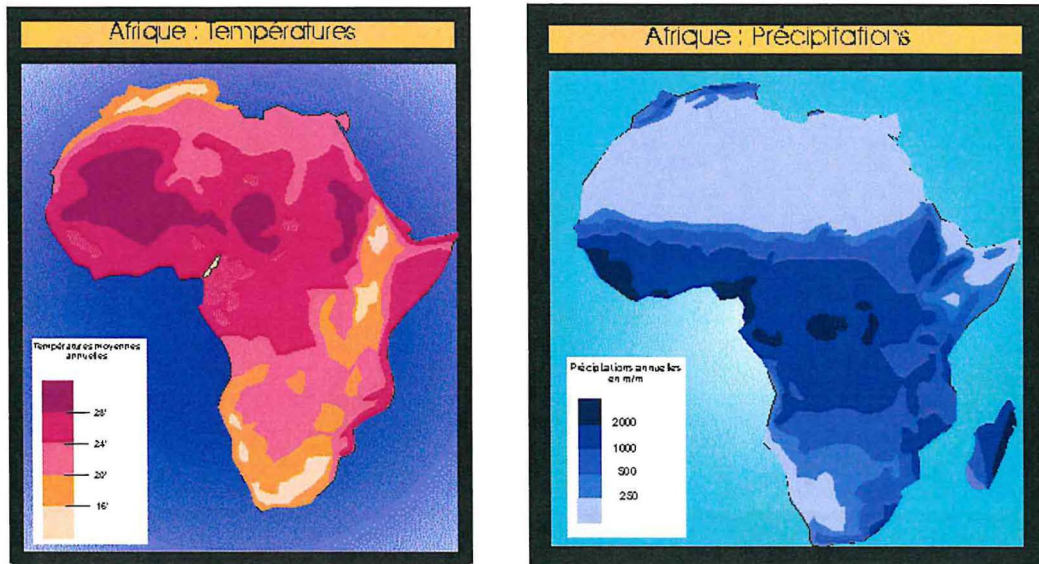


Figure 1. Carte des températures moyennes et des précipitations annuelles en Afrique.
Source : PNUE (1985).

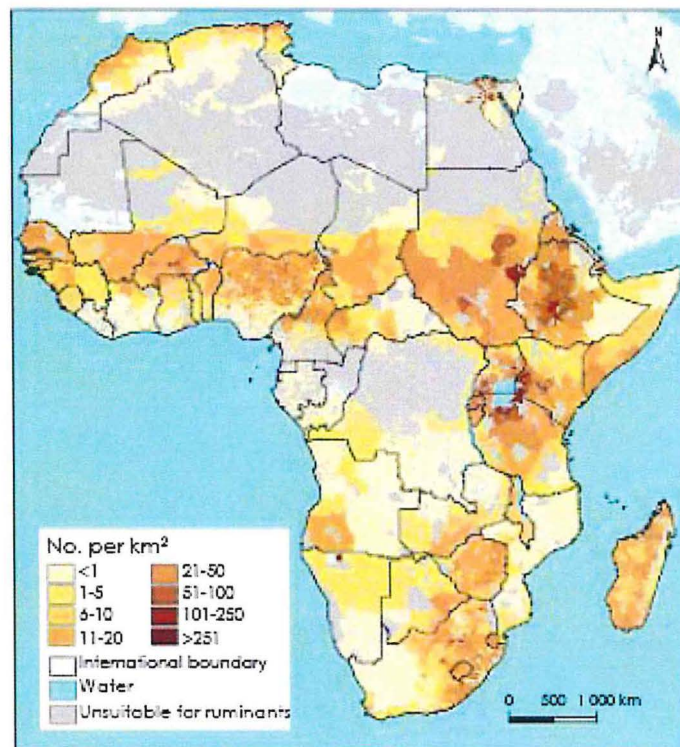


Figure 2. Densité observée du bétail en Afrique.
Source : Robinson *et al.* (2007).

Groupe	Principaux types d'animaux
Groupe I : zébus classiques	zébus d'Afrique de l'Ouest à cornes courtes ou moyennes (zébus sahéliens) zébus d'Afrique de l'Ouest à cornes en lyre ou longues (zébus peuls) zébus d'Afrique de l'Est à cornes courtes zébu de Madagascar autres zébus importés
Groupe II : sangas (à bosse cervico-thoracique, cornes longues ou géantes) et sangas x zébus en Afrique de l'Est et du Sud	
Groupe III : taurins (bovins sans bosse)	taurins d'Afrique de l'Ouest à cornes longues (N'Dama et Kouri) taurins d'Afrique de l'Ouest à cornes courtes – type de savane (Baoulé, Muturu, Somba, Bakosii) – type nain (Lagunaire, Bakweri, Namchi, Kapsiki) taurins d'Ethiopie à cornes courtes taurins d'Afrique du Nord à cornes courtes
Groupe IV : métis	zébu x taurin d'Afrique de l'Ouest zébu Malgache x taurin taurin exotique x zébu taurin exotique x taurin local
Groupe V : taurins exotiques purs	
Groupe VI : autres Bovidés (buffle domestique, oryx, éland et impala)	

Tableau 1. Classification des bovins d'Afrique.
Source : Maule (1990).

▼ Les zébus : *Bos indicus*

Les zébus ont une bosse au niveau du garrot, soit en position thoracique soit en position cervico-thoracique. Ils sont typiquement tropicaux. Les zébus sont plus souvent rencontrés en zone sèche car ils sont très sensibles aux trypanosomoses. On distingue les zébus d'Afrique à bosse thoracique et les zébus d'Afrique à bosse cervicothoracique (absents en Afrique soudano-sahélienne) (Meyer, 1998).

▼ Les taurins : *Bos taurus*

Les taurins, ou bovins sans bosse, sont autochtones ou d'importations plus ou moins récentes. Ils sont plus répandus en zone humide car les taurins autochtones survivent et sont capables de produire en présence de trypanosomoses, ils sont trypanotolérants. On distingue deux groupes chez les taurins (Meyer, 1998) :

- Les taurins à longues cornes, comme le taurin **N'Dama**, présent en Guinée, en Guinée-Bissau, en Côte d'Ivoire, au Mali et au Sénégal. La robe est souvent fauve, et la taille au garrot est de $113,6 \pm 0,8$ cm chez la femelle et $116,4 \pm 1,6$ cm chez le mâle. Le poids adulte est de $286,7 \pm 8,3$ kg chez la femelle et $328,6 \pm 20$ kg chez le mâle (Coulomb, 1976).
- Les taurins à courtes cornes, il en existe deux types :
 - ◆ Le type de savane, comme le taurin **Baoulé** qui est présent en Côte d'Ivoire, au Mali et au Burkina Faso. La robe est souvent noire ou pie noire. La taille au garrot est de $95,5 \pm 1,14$ cm chez la femelle et $100,1 \pm 1,7$ cm chez le mâle (Tidori *et al.*, 1975). Le poids des adultes est de 180 à 200 kg.
 - ◆ Le type nain, comme le taurin lagunaire présent en Côte d'Ivoire mesure 86 cm au garrot pour la femelle et 105 cm pour le mâle (Doutressoule, 1947).

Il existe aussi des bovins métis issus de croisement comme le Djakore du Sénégal résultant du croisement entre le N'Dama et le zébu Gobra. Le Méré (Bambara) du Mali qui est un métissage entre le taurin N'Dama et le zébu Peul.

II. Les facteurs externes de variation des performances de reproduction

II.1. Le climat

II-1.1. Les variations saisonnières

Il existe peu de références sur l'effet de la saison *stricto sensu* sur la reproduction des vaches. Physiologiquement, les vaches ne sont pas des animaux dont la reproduction est saisonnée. L'effet de la saison de mise à la reproduction est multifactoriel. Outre le photopériodisme, il rassemble les effets du logement, de l'alimentation, des mouvements d'animaux, de la présence humaine, etc. La mise à la reproduction est donc possible en toutes saisons avec des atouts et des contraintes différents.

L'importance de l'effet de la saison dépend de la latitude. Plus on est proche de l'équateur, moins les variations sont importantes (Thibault C. et Levasseur M. C., 2001). Le facteur essentiel responsable de cette saisonnalité est la photopériode. Pour Roy *et al* (1980), l'âge à la puberté subit des variations saisonnières, il est de six mois chez les génisses nées au printemps et de huit mois chez les génisses nées en automne. Cette précocité, selon Montgomery (1985), s'explique par la disponibilité des fourrages pendant cette période. Il note également que la durée de l'ancestrus post-partum est plus importante en hiver. Par ailleurs, Dudouet (1999), signale que le taux de cyclicité diminue pendant la période hivernale

La saison influe sur le début de la puberté, sur la reprise de l'activité ovarienne post-partum et sur la fertilité (Meyer et Denis, 1999). Par contre Thiombiano (1987), ne rapporte pas d'influence significative de la saison de naissance sur l'installation de la puberté au Burkina Faso, contrairement à ce qui a pu être trouvé pour d'autres races bovines en milieu tropical (Lafortune *et al.*, 1984). Meyer et Denis (1999), rajoutent que l'optimum de la reproduction est obtenu à la saison des pluies, mais l'excès de pluie peut aussi altérer cette fonction. A l'inverse, dans certaines régions de l'Afrique intertropicale, le pic de fécondation des bovins trypanotolérants est centré au milieu de la saison sèche (Meyer et Denis, 1999).

II-1.2. La température ambiante

Les effets délétères des fortes températures au moment de la mise à la reproduction sur les taux de conception étaient connus depuis plus de 20 ans chez les bovins (Badinga *et al.*, 1985 ; Cavestani *et al.*, 1985).

L'effet sur la reproduction est beaucoup plus important en période de hautes températures qu'en période de basses températures car le déficit est comblé par la l'énergie apportée dans la ration. Le stress engendré par les températures provoque une baisse de fertilité pour les femelles, retarde la maturation sexuelle des taurillons et perturbe la spermatogenèse (Meyer et Denis, 1999).

Dans les régions tropicales et subtropicales, divers auteurs ont enregistré une diminution de la fertilité au cours des mois d'été coïncidant habituellement avec des périodes prolongées de température élevée (Thatcher, 1974 ; Badinga *et al.*, 1985 ; Coleman *et al.*, 1985). L'effet de la température sur les performances de reproduction se traduirait par une diminution des signes de chaleurs (Stott et Williams, 1962 ; Vincent, 1972), par la diminution de la progestéronémie significativement plus basse selon certains auteurs en été qu'en hiver (Rosenberg *et al.*, 1977) ou par une réduction du taux basal ainsi que de la libération préovulatoire du taux de l'hormone lutéinisante LH (Madan et Johnson, 1973).

En effet, d'après Hansen *et al.* (2001), les effets du stress lié à la chaleur semblent persister même si les femelles ne sont plus exposées à la chaleur. Il a été suggéré que ces effets pourraient être dus à une altération de la qualité des petits follicules antraux, qui se manifesterait 40-50 jours plus tard lors de leur développement en follicule dominant (Roth *et al.*, 2001). Cependant, selon Bierschenkl (1984), en milieu naturel au Togo, l'activité sexuelle des taureaux N'dama ne semble pas être très affectée par les températures chaudes de la mi-journée. Le nombre de copulations avec une vache varie de 2 à 6 par jour, selon le nombre de vaches en chaleurs en même temps.

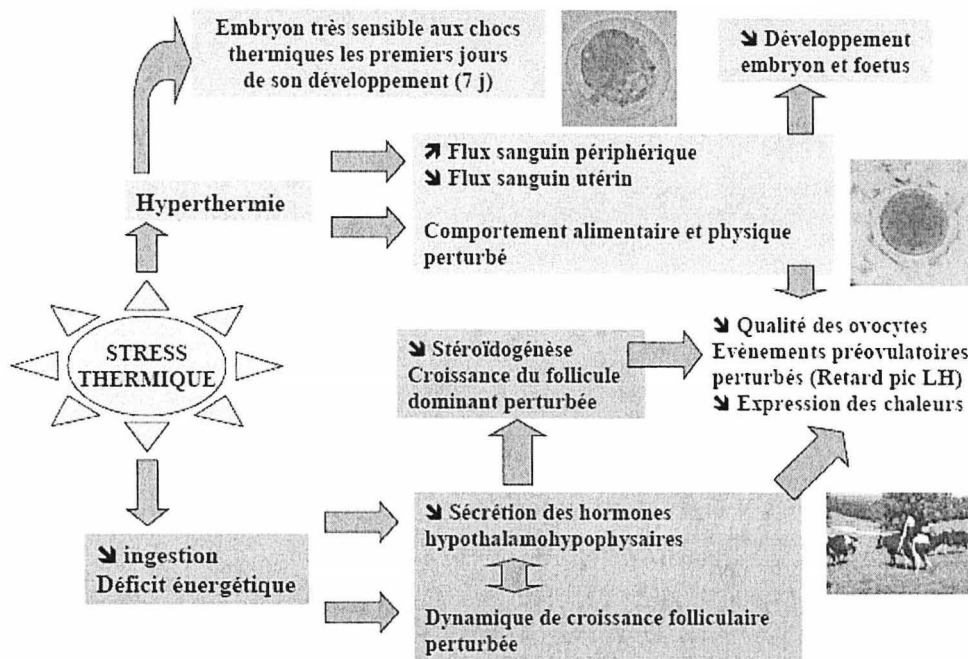


Figure 3. Principaux mécanismes impliqués dans les effets négatifs d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction.
Source : Ponsart *et al.* (2003)

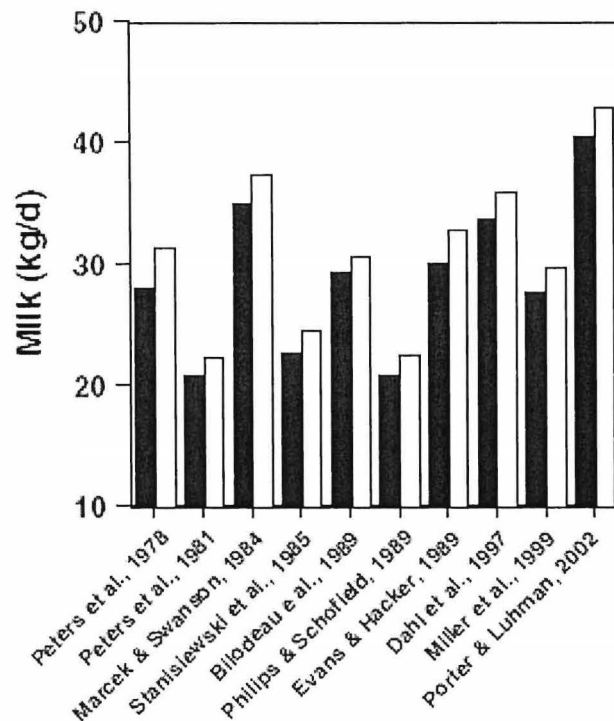


Figure 4. Résumé des 10 études réalisées sur les effets d'une augmentation de la photopériode sur la production de lait chez les vaches laitières. Les barres pleines correspondent à la production de lait moyenne (kg/j) des vaches lorsque la photopériode est normale (entre 8 et 13,5 heures de lumière /jour), et les barres vides correspondent à la production de lait (kg/j) des vaches bénéficiant d'une photopériode prolongée (allant de 16 à 18 heures/j). (Dahl et Petitclerc, 2003).

Paccard (1986), souligne que la reproduction est directement affectée par des températures élevées allant de 27 à 30° C, provoquant une réduction de la durée de l'intensité de l'œstrus, par contre l'activité ovarienne n'est généralement pas modifiée. Par ailleurs, Ortavant (1974), a mis en évidence l'effet de la température au moment de l'insémination artificielle par des expériences menées sur un effectif de 48 génisses synchronisées, la moitié de l'effectif exposé à une température de 32° C, l'autre à 21° C. Aucune génisse n'a été pleine dans le premier cas contre 50 % dans le deuxième cas. Ceci montre que les fortes températures diminuent le taux de gestation.

Un stress lié à la chaleur peut entraîner des perturbations :

- de la sécrétion des hormones hypothalamo-hypophysaires :
 - diminution de la sécrétion de la gonadolibérine GnRH (Dobson, 2001).
 - diminution du niveau de base de LH et de sa pulsativité (amplitude et fréquence des pulses), ainsi qu'une réduction du pic pré-ovulatoire de LH (Wise *et al.*, 1988).
- de la croissance du follicule dominant, de la dynamique des vagues de croissance folliculaire et de la stéroïdogenèse (Rensis et Scaramuzzi, 2003).
- de l'expression des chaleurs (Pennington *et al.*, 1985 ; Rensis et Scaramuzzi, 2003).

Un stress lié à la chaleur entraîne des mortalités embryonnaires précoces et perturbe le développement embryonnaire et foetal du fait :

- d'une sensibilité de l'embryon aux chocs thermiques au début de son développement (Putney *et al.*, 1988, cité par Hansen *et al.*, 2001 ; Newphen *et al.*, 1990 ; Barros *et al.*, 1992).
- de la réduction du flux sanguin utérin (Bell *et al.*, 1987).

En conclusion, les conséquences d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction peuvent se caractériser à plusieurs niveaux. Ces mécanismes sont synthétisés dans la figure 3.

II-1.3. La lumière

L'effet de la lumière sur la fertilité est beaucoup plus important chez les espèces saisonnières (ovins, caprins, etc.), mais il n'est pas négligeable chez les espèces non saisonnières notamment chez l'espèce bovine.

Certains auteurs s'accordent à dire que l'espèce bovine est peu sensible à la lumière, son activité sexuelle qui est continue est très peu modifiée par les variations saisonnières de la lumière, c'est-à-dire la longueur du jour. Mais d'autres auteurs avancent que la lumière (la photopériode) chez l'espèce bovine est un facteur environnemental important. Les résultats des expériences menées depuis plusieurs années vont dans ce sens concernant la production laitière (Figure 4).

II-2. L'alimentation

Le respect des besoins énergétiques, azotés, minéraux et vitaminiques des animaux permet d'obtenir des performances optimales. Ces besoins correspondent aux dépenses physiologiques indispensables pour l'entretien et les productions (croissance, engraissement, lait, travail). Il s'agit d'assurer les besoins sur l'année entière : il peut y

avoir des périodes de mise en réserves et d'autres où l'animale puise sur ses réserves. Ce facteur alimentaire est considéré par beaucoup d'auteurs comme étant l'une des conditions majeures pour réussir un élevage. En effet, Soltner (1989), estime que près de 80 % des cas d'infertilité sont dus à des causes alimentaires et/ou hygiéniques.

L'alimentation de la vache laitière doit être raisonnée en fonction de deux objectifs principaux : la production de lait et la reproduction. L'insuffisance des apports d'origine alimentaire peut avoir comme origine les faibles ressources alimentaires en quantité et qualité comme c'est le cas chez les vaches entretenues sans complémentation sur parcours en zone tropicale (Meyer et Denis, 1999).

II-2.1. L'eau

L'eau est l'élément nutritif dont le bétail a le plus besoin. L'eau compte pour près de 70 % du poids corporel d'un ruminant tropical (Macfarlane et Howard, 1972) et contribue à chacun de ses processus physiologiques. La prise alimentaire est directement liée à la consommation d'eau. Placé en milieu aride et abreuvé quotidiennement, le bétail local africain utilise, compte tenu de l'espèce et de la saison (King, 1979), 5 à 30 % de l'eau totale de son organisme par jour, au titre du métabolisme intermédiaire et des fonctions de refroidissement du corps (King, 1989).

La consommation moyenne d'une vache laitière, d'après de nombreuses études et observations réalisées sur le sujet, est de 65 à 90 litres d'eau par jour. Cependant, les valeurs individuelles peuvent varier de 25 à 135 litres. Pour les vaches tarées, la moyenne s'établit autour de 35 litres. Les facteurs qui influencent la consommation d'eau sont connus: la quantité de matière sèche ingérée et le taux de matière sèche de la ration, le niveau de production laitière, les conditions climatiques, le poids des animaux, la consommation de sel.

Les quantités absorbées sont souvent exprimées par rapport au kilogramme de matière sèche ingérée. Elles varient entre 2 à 5 litres par kilogramme de matière sèche (Meyer et Denis, 1999). L'augmentation de la consommation d'eau est accompagnée par l'augmentation de la consommation d'aliment et par une faible variation de la proportion d'eau par kilogramme de matière sèche ingérée (Tableau 2).

II-2.2. Les apports énergétiques

Il existe une relation négative entre déficit énergétique et performances de reproduction chez la vache laitière. Le déficit énergétique est souvent apprécié à travers l'amaigrissement des vaches en début de lactation, grâce à la notation de l'état corporel. Cependant, on note que tant que cette perte d'état reste inférieure à 1 point (échelle de 0 à 5), l'influence de l'amaigrissement sur la reproduction reste modeste, alors qu'elle devient importante lorsque la perte d'état corporel atteint ou dépasse 1,5 point (Enjalbert, 1998).

Les mécanismes physiologiques de la reproduction sont en grande partie sous la dépendance des facteurs liés à la nutrition énergétique. Les apports en énergie vont donc avoir des conséquences sur l'ovulation et la fécondation (Meyer et Denis, 1999). Le statut énergétique chez la vache allaitante au moment de la mise en reproduction semble être déterminant en cas de bilan énergétique négatif.

Nature de la ration	Vache faible ou moyenne productrice		Vache forte productrice	
	Saison fraîche	Saison chaude	Saison fraîche	Saison chaude
Fourrages secs	4,0	5,5	4,0	5,2
Ensilages de céréales fourragères	2,5	3,2	3,0	3,5
Graminées jeunes (teneur en eau de 85 %)	1,5	2,2	1,5	2,0

Tableau 2. Quantité d'eau consommée en fonction de la ration de base, en litre par kilogramme de matière sèche ingérée.
Source : Meyer et Denis (1999).

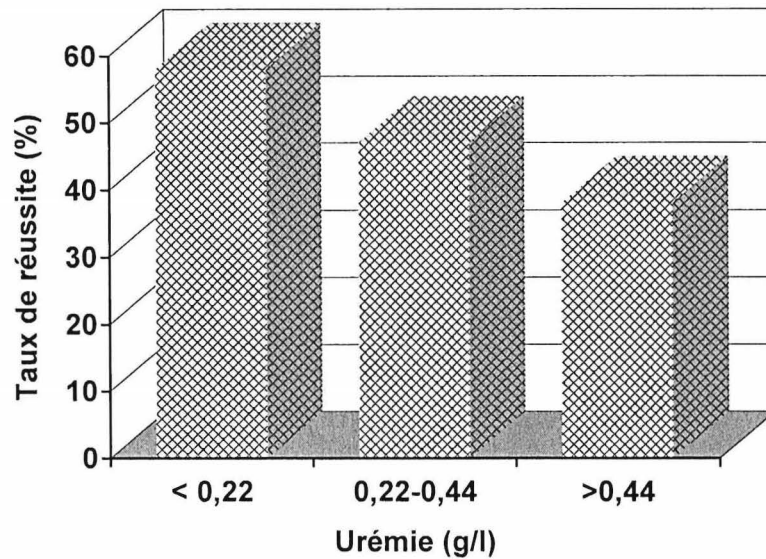


Figure 5. Relation entre l'urémie et le taux de réussite de l'insémination artificielle.
Source : Ferguson (2001)

La sécrétion de LH, la croissance folliculaire et la stéroïdogénèse sont réduites en cas de bilan énergétique négatif (Grimard *et al.*, 1995 et 1997). Par contre, dans le cas où la balance énergétique est rééquilibrée chez les vaches, la fertilité est bonne même si la note d'état corporel est faible (Grimard *et al.*, 1994).

II-2.3. Les apports azotés

Les carences azotées ne peuvent être impliquées dans des troubles de la reproduction que lorsqu'elles sont fortes et prolongées : elles rentrent alors dans le cadre d'une sous-nutrition globale, telle qu'on la rencontre parfois en troupeau allaitant. Rappelons qu'un déficit d'azote dégradable entraîne indirectement un déficit énergétique par une moins bonne digestion ruminale (Enjalbert, 1998).

Dans le cas d'apports protéiques, des excès d'azote soluble dans la ration présentent des effets néfastes sur la fertilité. Cela a été confirmé chez la génisse et la vache laitière par Butler (1998). Ceci s'expliquerait par une diminution du pH utérin (Elrod et Butler, 1993), une diminution de la production de progestérone (Blanchard *et al.*, 1990), ce qui conduirait à une augmentation de la mortalité embryonnaire (Elrod et Butler, 1993).

Ces divers effets ont davantage de conséquences sur la réussite à l'insémination que sur la durée de l'anoestrus post-partum. Une telle relation, avec caractérisation de l'excès d'azote dégradable par l'urémie, est présentée sur la figure 5.

II-2.4. Les apports minéraux

a) Rôle du calcium

L'hypocalcémie semble souvent associée à la rétention placentaire, au retard d'involution utérine, et finalement aux métrites (Bosio, 2006). Des apports calciques importants en début de lactation, associés à de la vitamine D, permettent l'accélération de l'involution utérine et de la reprise de la cyclicité ovarienne (Bonnell, 1985).

b) Rôle du phosphore

Les carences en phosphore sont classiquement invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières. Lorsque le déficit phosphorique excède 50 % des besoins, on constate une augmentation de la fréquence du repeat-breeding, des kystes ovariens, et d'anoestrus (Bosio, 2006). Les carences en phosphore peuvent provoquer des chaleurs silencieuses, de faible taux de conception et des mortalités embryonnaires (Barret, 1992 ; Enjalbert, 1994).

c) Rôle du magnésium

Lors de carence en magnésium, la résorption moins efficace du collagène utérin est à l'origine d'un retard d'involution utérine, augmentant le risque d'apparition de métrite et retardant le retour à une cyclicité ovarienne normale (Bosio, 2006). Barret (1992), rajoute qu'un déficit en cet élément peut retarder l'entrée en puberté chez les génisses, et aussi, avoir un effet sur le taux de conception chez les vaches.

II-2.5. Les apports vitaminés

La vitamine A joue un rôle essentiel dans le contrôle de la multiplication et de la division cellulaire, notamment lors du développement de l'embryon. Une carence peut se traduire par de l'infertilité, des avortements, des rétentions placentaires. Chez le mâle, les spermatozoïdes seront de moins bonne qualité. Pour Enjalbert (1994), les vaches présentant une déficience en vitamine «A» ont un cycle œstral normal. Jukola *et al.* (1996), soulignent qu'une faible teneur en β -carotène (précurseur de la vitamine A) entraîne une altération de la synthèse des stéroïdes ovariens. La vitamine A joue aussi un rôle dans l'amélioration des réponses du système immunitaire. Ce rôle est très important pour la protection du veau nouveau-né.

Les relations entre vitamine D et reproduction n'ont pas fait l'objet de beaucoup d'études. Une carence en vitamine D peut être à l'origine de l'allongement de l'intervalle vêlage – première chaleur (Ward *et al.*, 1971 ; Enjalbert, 1994).

II-2.6. Les facteurs toxiques et antinutritionnels

Certaines plantes non désirables se retrouvent parfois dans l'alimentation animale et peuvent amener des pertes de performance chez les bovins qui les consomment et même causer leur mort dans des circonstances particulières. Ces plantes contiennent ou accumulent diverses substances chimiques toxiques qui provoquent chez certains sujets des réactions physiologiques dommageables.

Certains tourteaux renferment des substances toxiques ou antinutritionnelles c'est-à-dire qui vont diminuer la valeur alimentaire des tourteaux et l'efficacité de la ration. Ces substances interdisent ou limitent l'utilisation du tourteau ou imposent un traitement de détoxification. Ces substances ont une origine fongique (ce sont des mycotoxines sécrétées par *Aspergillus flavus* qui sont préexistantes dans la graine oléagineuse et se retrouve dans le lait et la viande d'animaux contaminés).

Pour éviter les inconvénients associés à l'ingestion de plantes toxiques qui peuvent parfois entraîner la perte coûteuse de bétail, un contrôle rigoureux des plantes nuisibles ou potentiellement toxiques est de rigueur. On doit éviter que ces plantes prolifèrent à des niveaux élevés dans les pâturages ou prairies. Il est donc important d'apprendre à les connaître, pour déterminer si l'on est en présence d'une espèce pouvant nuire à la santé du troupeau. Généralement, un troupeau bien alimenté évite de consommer ces végétaux à moins d'y être forcé (plantes ou graines incluses dans les aliments servis à l'étable) (Fournier, 2002).

II-3. L'habitat

En plein air, les animaux peuvent être exposés à des variations climatiques. Les conditions environnementales, souvent extrêmes, en Afrique intertropicale font que les races bovines locales en pâtissent. Ces conditions du milieu expliqueraient, à elle seules, les faibles rendements en reproduction de ces races locales. Ces espèces tropicales présentent un certain nombre d'atouts qu'il convient de souligner et donnent à l'élevage tropical un réel avantage notamment en ce qui concerne les besoins réduits en matière de logement (Faye et Alary, 2001).

Le logement des animaux influe sur l'état général des bovins (santé, appétit et consommation, qualité du lait, reproduction, etc.). En bâtiment, la liberté des mouvements et la qualité de l'aire de couchage sont des facteurs déterminants du confort ressenti par l'animal et de son état sanitaire. (Mounier *et al.*, 2007)

II-4. La pathologie

II-4.1. Quelques affections et infections spécifiques de la femelle

II-4.1.1. L'anœstrus

C'est la période pendant laquelle les femelles ne présentent pas de chaleurs. Pour Meyer et Denis (1999), cette pathologie est liée à la saison et à l'alimentation disponible. Pour Vallet et Navetat (1985), l'anœstrus est un état pathologique correspondant à un arrêt prolongé de l'activité sexuelle en dehors de la gestation. Selon Xu et Burton (1996), dans de bonnes conditions, le pourcentage des vaches en anœstrus varie entre 10 à 35 % en Nouvelle-Zélande.

Il existe deux types d'anœstrus : l'anœstrus post-insémination qui concerne les animaux qui ne manifeste pas de chaleur dans les 25 jours qui suivent l'insémination, et l'anœstrus post-partum, généralement combiné à l'anœstrus de lactation et qui est le délai séparant la mise bas de la première ovulation ou des premières chaleurs car la première ovulation s'accompagne rarement de manifestations de chaleurs.

II-4.1.2. Le *Repeat breeding*

Désignant à l'origine les femelles non fécondées après 3 inséminations faites sur des cycles de durée normale (Soltner, 1993 ; Vallet et Badinand, 2000). Le taux de vaches ayant des cycles réguliers de 18 à 23 jours et nécessitant 3 inséminations ou saillies est de 20 % en France (Vallet et Badinand 2000).

Les causes sont très variées : insémination à un moment inadéquat, émission d'ovules anormaux, migration trop lente ou trop rapide de l'œuf fertilisé, non-fécondation, anomalie du sperme, mortalité embryonnaire (Meyer et Denis, 1999).

II-4.1.3. Les métrites

Les métrites sont des inflammations de l'utérus. Chez la vache, la fonction utérine est souvent compromise par des contaminations bactériennes de la lumière utérine après parturition dans de mauvaise condition d'hygiène, plus rarement par voie vénérienne. Les bactéries pathogènes persistent souvent, causant des maladies utérines, à l'origine d'infertilité. On distingue deux grands types de métrites: les métrites puerpérales aiguës et les métrites chroniques ou catarrhales (inflammation de la muqueuse avec hypersécrétion).

II-4.1.4. Les pyomètres

C'est une accumulation de pus au niveau de l'utérus, qui est soit le résultat d'une rétention placentaire, soit d'un retard d'involution utérine, ou de la présence d'un ovaire kystique, juste après le vêlage, qui bloque la reprise d'un cycle normal du cycle œstral

empêchant ainsi l'évacuation de l'utérus. La conséquence est le plus souvent la stérilité définitive (Thibier, 1982 ; Soltner, 1989).

II-4.1.5. La mortalité embryonnaire et les avortements

Les synthèses consacrées à la mortalité embryonnaire sont demeurées à ce jour relativement peu nombreuses (Diskin et Sreenan, 1986 ; Zavy et Geisert, 1994). Il est vrai que l'analyse de cet important problème aux conséquences économiques redoutables n'est pas chose aisée. La période embryonnaire classiquement définie comme la période comprise entre la fécondation et la fin de l'organogenèse soit le 42ème jour de gestation environ (Committee on Bovine Reproductive Nomenclature, 1972) implique pour son déroulement un synchronisme optimal entre les divers aspects morphologiques, physiologiques, endocrinologiques, biochimiques, immunologiques et génétiques qu'elle implique. Par ailleurs, son étude *in vivo* n'est pas chose aisée.

Vaillancourt *et al.* (1979), n'a observé aucune variation de la fréquence de la mortalité embryonnaire chez la vache avec la saison. Ils rajoutent que la fréquence de la mortalité embryonnaire est 4 fois plus élevée chez les animaux inséminés plus de trois fois que chez les autres (20.3 % vs 5.2 %).

II-4.2. Quelques infections spécifiques

II-4.2.1. La brucellose

C'est une maladie infectieuse et contagieuse due à des bactéries du genre *Brucella*, d'évolution aigue ou chronique, elle est commune à de nombreuses espèces animale et à l'homme et affectant principalement les organes de la reproduction. L'espèce de *Brucella* la plus répandue dans le monde et qui touche surtout les bovins est *Brucella abortus*. La brucellose est une zoonose majeure à déclaration obligatoire (maladie légalement réputée contagieuse chez les ruminants) (Larousse agricole, 2002).

Les principales sources d'infection sont le fœtus, le placenta et les sécrétions génitales (lors d'avortement), voire le nouveau né ; le lait (ou colostrum) et le sperme peuvent aussi transmettre l'infection (Larousse agricole, 2002). La brucellose entraîne des lésions utérines responsables non seulement de l'avortement et de la non délivrance, mais aussi des troubles de fertilité (Soltner, 1989). Le taux d'avortement peut atteindre 80 % chez les femelles non vaccinées et infectées dans les premiers mois de gestation (Chaffaux, 1992). En Afrique, on observe souvent d'autres lésions qui accompagnent cette maladie comme des arthrites, des hygromas et des orchites ou des épидидymites chez les taureaux (Meyer et Denis, 1999).

II-4.2.2. La vulvo-vaginite infectieuse pustuleuse

La vulvo-vaginite infectieuse pustuleuse (IPV) / rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR), provoquée par l'Herpès virus bovin 1 (BoHV1), est une maladie des bovins domestiques et sauvages. L'IBR n'est pas une zoonose et n'est pas une maladie légalement réputée contagieuse (MLRC). Il semble néanmoins que la maladie ne soit pas d'importation récente puisque les pasteurs Foulbés (Afrique centrale) la connaissent et lui ont donné les noms spécifiques de *n'dayou* et de *lahouà* (Provost *et al.*, 1964).

L'infection peut se transmettre par voie sexuelle ou par contact lors de la saillie et par contacts non sexuels ou par l'insémination artificielle. Selon l'OIE (2005), l'affection qui touche essentiellement les bovins, se traduit par une atteinte des voies respiratoires supérieures, mais peut éventuellement prendre la forme d'encéphalites (veaux), de conjonctivites, d'avortements et de métrites :

- Inflammation du tractus génital (vulve, vagin et utérus), des avortements et une diminution de la production laitière.
- Des avortements sont également possibles lors d'épidémies d'IBR entre 4 et 7 mois de gestation, par suite de passage transplacentaire du virus : le fœtus est infecté et meurt par atteinte généralisée de tous les organes.
- L'infection des vaches durant le dernier trimestre de la gestation peut conduire, en plus des avortements, à des mortalités néonatales et des cas de mortalité de veaux dans les 12 jours qui suivent la naissance.
- Vulvo-vaginite et balanoposthite : la forme génitale de l'infection était la seule observée jusque dans les années 50, avec inflammation pustuleuse de la muqueuse génitale externe (mâle avec balanoposthite ou femelle avec vulvo-vaginite) et hyperthermie associée.

II-4.2.3. Les trypanosomoses

Parmi les facteurs environnementaux pouvant agir sur la physiologie de la reproduction des bovins en Afrique, la trypanosomose est reconnue depuis longtemps comme étant un facteur d'importance primordiale (Hornby, 1921).

Les trypanosomoses sont provoquées par des parasites sanguins transmis par les glossines encore appelées mouches tsé-tsé. Ces parasites occasionnent surtout des anémies et un affaiblissement général. Mais ils sont aussi la cause d'irrégularités dans les cycles, d'infertilité, de mortinatalité et de mortalité néonatale, d'avortements, ainsi que d'une baisse de la libido et de la qualité du sperme chez le taureau (Mayer et Dennis, 1999).

Comme nous l'avons déjà vu, la race N'Dama est « tolérantes » aux trypanosomoses, elle est trypanotolérante. La trypanotolérance est l'aptitude présentée par les races taurines africaines à vivre et à se reproduire dans les zones infestées par les glossines (Authié *et al.*, 2003), cette aptitude est héréditaire. Les zébus quant à eux, sont sensibles aux trypanosomoses, même s'il existe une variabilité individuelle.

La lutte contre la trypanosomose est une priorité sanitaire et économique en Afrique. Diverses stratégies d'éradication, ou tout du moins de contrôle peuvent être mises en place, il s'agit essentiellement du piégeage des mouches et de l'élevage d'animaux "trypanotolérants".

II-4.2.4. Les maladies vénériennes

a) La campylobactériose bovine

La campylobactériose génitale bovine est une maladie vénérienne qui représente une menace réelle pour le secteur de l'élevage bovin. L'agent causal de cette maladie

sexuellement transmissible est *Campylobacter fetus venerealis*. Le prépuce des taureaux porteurs sains représente le réservoir naturel de la maladie.

La Campylobactériose génitale bovine est une affection génitale qui se caractérise par de l'infertilité, une mortalité embryonnaire précoce, de l'avortement et, parfois, un retard dans la réapparition des chaleurs ou la survenue de cycles ovariens irréguliers (Hunter *et al.*, 2006). Chez les mâles, l'infection est localisée à la muqueuse interne du fourreau et à la surface du pénis ; l'immunité acquise reste limitée, et les signes cliniques absents. Ils restent infectés en permanence, à moins qu'ils aient été traités avec un antibiotique efficace, et peuvent transmettre l'infection aux femelles (Hunter *et al.*, 2006).

b) La trichomonose génitale bovine

La trichomonose génitale bovine est causée par un protozoaire flagellé, *Tritrichomonas foetus*. Les hôtes naturels de *T. foetus* sont les bovidés (*Bos taurus*, *B. indicus*). Elle est connue dans le monde entier et a présenté, autrefois, une importance économique majeure comme cause d'avortement et d'infertilité, en particulier en élevage bovin laitier. Dans les régions du monde où l'usage de l'insémination artificielle est très répandu, la prévalence est plus réduite, cependant elle est encore élevée dans les troupeaux à viande ou dans les autres circonstances où l'insémination artificielle n'est pas utilisée (OIE, 2005).

Chez la vache, la lésion initiale est une vaginite, qui peut être suivie chez un animal en gestation par une invasion du col utérin et de l'utérus. Diverses séquelles peuvent en résulter, incluant une inflammation du placenta qui peut conduire à un avortement précoce (1 à 16 semaines), un écoulement utérin et un pyomètre. Dans certains cas, malgré l'infection, la gestation ne se termine pas par un avortement et un veau normal naît à terme. A l'échelle d'un troupeau, les vaches peuvent présenter des cycles oestriens irréguliers, des écoulements utérins, des pyomètres et des avortements précoces (Bondurant, 1997 ; Fitzgerald, 1986 ; Skirrow et Bondurant, 1988). Une vache récupère habituellement et devient généralement immune, au moins pour la saison de reproduction suivant l'infection et l'avortement (Bondurant, 1997 ; Fitzgerald, 1986 ; Soulsby, 1982).

III. Les moyens de lutte

III.1. La maîtrise de l'alimentation et la note d'état corporel

La note d'état corporel est un indicateur nutritionnel des déséquilibres énergétiques. Un état corporel insuffisant au vêlage est défavorable à la reproduction. Un déficit énergétique précoce antérieur au vêlage, ou un défaut de reconstitution des réserves pendant la phase de tarissement pourrait être le reflet d'une sous-alimentation globale, susceptibles de pénaliser les fonctions de reproduction et de production (Tillard *et al.*, 2003).

Généralement, on réalise un flushing, c'est-à-dire une augmentation des apports énergétiques – 2 UF (unité fourragère) supplémentaires selon Grimard *et al* (2003), 1 UF supplémentaire pour Bonnes *et al.* (1988) – durant une courte période. Cette suralimentation énergétique est réalisée avant et après (4 à 6 semaines) la fécondation.

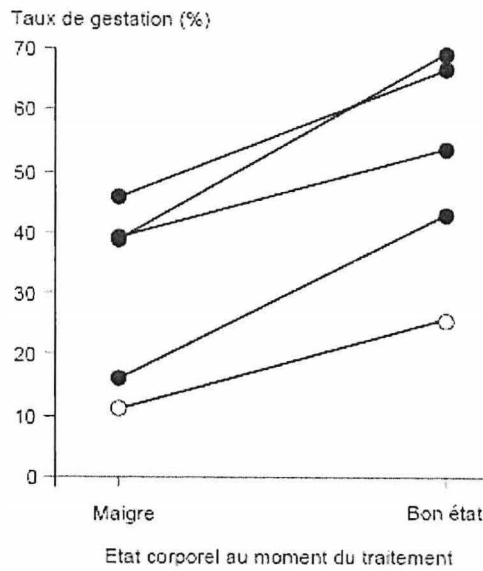


Figure 6. Fertilité à l'œstrus induit en fonction de la note d'état corporel au moment du traitement (ronds noirs = progestagènes : Kabandana *et al* 1993, Chevallier *et al* 1996, Humblot *et al* 1996, Ribon 1996 ; ronds blancs = GnRH/PG/GnRH : Moreira *et al* 2000).

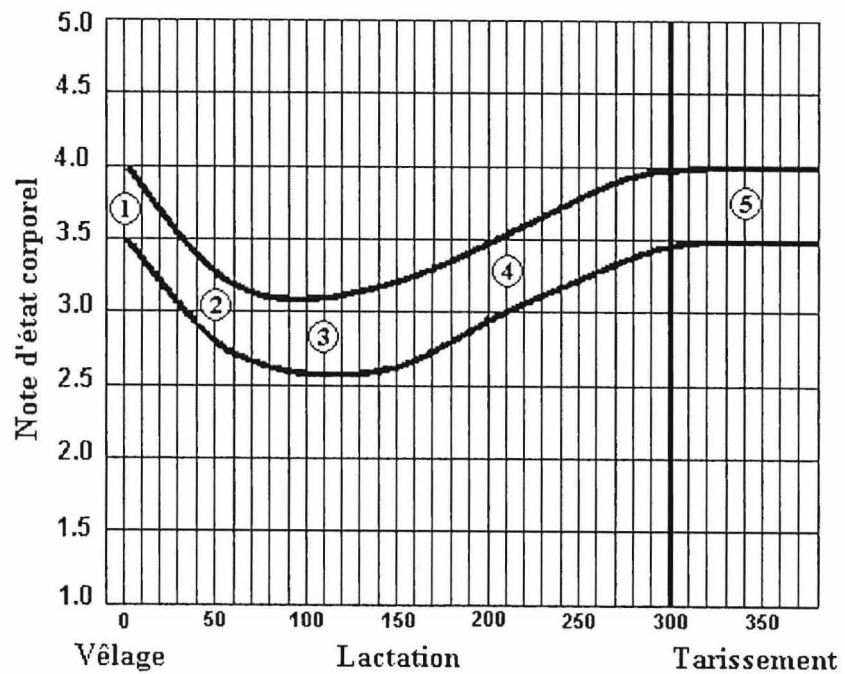


Figure 7. Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare au Canada. Source : Rodenburg (2000).

La note d'état corporel au vêlage et au début du traitement de synchronisation affecte la fertilité à l'œstrus induit par les traitements à base de progestagène (Figure 6). Pour Burke *et al* (1996), il existe une corrélation positive entre la note d'état corporel et le taux de gestation : une augmentation de 1 point de la note est accompagnée d'une augmentation de 13 % du taux de gestation. Une perte de plus de 0,5 point de note d'état corporel entre le vêlage et le traitement diminue le taux de gestation. Ceci a amené Grimard *et al* (1996) à recommander une note de 2,5 à la mise à la reproduction pour les vaches allaitantes multipares, 3 pour les primipares. Une note de 2,5 semble aussi être un optimum pour les génisses (Grimard *et al* 2001).

Le profil idéal de note d'état corporel s'inscrit entre deux courbes limites. Sa description sur un cycle de production permet de mettre en exergue 5 étapes importantes (Figure 7) :

- ❶ Au vêlage, la note d'état optimale devrait avoisiner les 3,5-4,0 pour les multipares (enlever 1 point environ pour une vache primipare) ;
- ❷ En début de lactation, la perte d'état doit être inférieure à 1 point ;
- ❸ La valeur minimale de la note d'état doit être acquise entre le 2ème et le 4ème mois *postpartum* ;
- ❹ La reprise d'état progressive en milieu puis en fin de lactation doit permettre d'aboutir à une note comprise entre 3,5 et 4,0 ;
- ❺ La période du tarissement correspond à une période de stabilisation de la note d'état, éventuellement à une reprise d'état pour les vaches encore trop maigres.

III.2. L'hygiène et la prophylaxie

C'est l'ensemble des mesures (vaccins, tests de dépistage, hygiène) destinées à prévenir l'apparition des maladies. Pour l'élevage bovin, elle est assurée par les vétérinaires et par les éleveurs avec l'appui des auxiliaires de santé animale comme c'est souvent le cas en Afrique. La formation de l'exploitant demeure un préalable. Un accent particulier doit être mis sur le rôle primordial que doit jouer l'éleveur dans la prévention des maladies, les pratiques élémentaires et d'hygiène vétérinaire. L'éleveur doit reconnaître à temps les problèmes de santé de ses animaux et agir efficacement.

Les répercussions économiques directes (cout des traitements, mortalité) et indirectes (baisse de croissance) sont certainement très importantes et justifient la mise en œuvre d'un plan de prophylaxie. Les conditions d'élevage des animaux, l'hygiène des locaux et du matériel, l'hygiène du vêlage et de la traite sont des paramètres que les éleveurs doivent prendre en considération pour la maîtrise des conditions sanitaires.

III.3. La réforme et la sélection

La réforme peut améliorer certains indices de reproduction. La cause principale de réforme des vaches est la vieillesse. Cela semble indiquer que la vache, dans ces exploitations, n'est pas exclusivement élevée pour la production laitière, elle fournit aussi du fumier qui est d'une importance capitale pour ces exploitations mixtes (culture-élevage). Les autres causes de réforme sont la baisse de la productivité, les problèmes d'infertilité, les maladies graves (Meyer et Denis, 1999). Il faut aussi signaler que les mammites constituent souvent des causes assez fréquentes de réforme des vaches laitières.

Les critères de sélection pour les éleveurs sont très simples : les vaches doivent être rustiques et bonnes laitières, il faut qu'elles résistent aux fortes chaleurs et aux conditions rudes d'élevage, tout en produisant de grandes quantités de lait. Plusieurs siècles d'élevage ont façonné une race de vache « locale » grâce à la sélection naturelle.

La sélection des sujets reproducteurs se pratique essentiellement sur les mâles, considérés comme transmetteurs (à 50 %) du patrimoine génétique. La lignée et l'ascendance sont prises en considération en priorité, en particulier en ce qui concerne la production laitière. L'observation minutieuse des caractères physiques ou comportementaux vient ensuite : couleur de la robe, conformation générale ou comportement, le meilleur taureau étant celui qui défèque et urine d'un jet puissant dès le matin (Lobry, 2003).

La valorisation des races bovines et l'amélioration des performances de production et de reproduction passent par la sélection des races locales et les croisements contrôlés avec des races améliorées. Les niveaux de performance du cheptel local et croisé demeurent encore bas quoique les variations soient grandes, ce qui montre que les possibilités de sélection peuvent engendrer une amélioration sensible des performances.

III.4. L'induction et la synchronisation des chaleurs

Les chaleurs des bovins tropicaux sont souvent discrètes et fugaces voire silencieuses, notamment en milieu traditionnel (Chicoteau, 1989 ; Chicoteau, 1991). La détection des chaleurs est alors assez délicate. Or celle-ci est le paramètre le plus important pour la réussite de l'insémination artificielle. La synchronisation permet d'effectuer des inséminations en aveugle ce qui est un grand avantage.

Le mode d'élevage extensif, qui est le plus utilisé en Afrique, fait que la détection des chaleurs devient très aléatoire. En effet, les animaux sont en liberté, et l'éleveur ne peut les observer avec assez d'attention pour détecter toutes les vaches en chaleurs. De plus, comme la monte naturelle est la pratique la plus courante, l'éleveur n'est pas habitué à détecter les chaleurs. Les élevages sont souvent situés dans des zones difficiles d'accès puisque les routes sont mauvaises. Il est donc plus intéressant de s'y rendre pour inséminer tout un lot.

Enfin, comme dans tous les pays du monde, la synchronisation des chaleurs permet, d'après Derivaux et Estors (1989) :

- * De grouper les mises bas ;
- * D'organiser le travail ;
- * D'utiliser l'insémination artificielle de façon judicieuse sans surveillance des chaleurs ;
- * De provoquer la rupture de l'œstrus ;
- * De diminuer l'intervalle vèlage-vèlage et donc de minimiser les périodes improductives des vaches ;
- * D'induire des chaleurs en toute saison ;
- * D'utiliser la méthode de transplantation embryonnaire.

Le regroupement des chaleurs est permis par l'utilisation de différentes méthodes. Certaines méthodes permettent uniquement la synchronisation des chaleurs sur des vaches qui sont déjà cyclées. Le protocole le plus utilisé pour cela est deux injections de prostaglandines à 11 jours d'intervalle. La vache vient alors en chaleur 3 jours plus tard.

D'autres méthodes permettent à la fois d'induire des chaleurs et de les synchroniser. Ces méthodes sont donc utilisables sur des vaches non cyclées mais pubertes. Les deux méthodes les plus utilisées sont les spirales vaginales et les implants sous-cutanés. L'utilisation de prostaglandines coûte moins cher que l'emploi de spirales ou d'implants. Cependant, si le pourcentage de vaches cyclées dans le troupeau est faible, cette dernière méthode n'est pas utilisable, ce qui est souvent le cas dans les élevages en Afrique Soudano-Sahélienne. De plus, les prostaglandines font avorter, puisqu'elles lysent le corps jaune, ce qui est un risque lorsque l'on ne connaît pas le statut physiologique des vaches du troupeau. De ce fait, seules les méthodes des spirales et des implants seront développées dans ce chapitre.

III.5. Les conditions de l'insémination artificielle

Utilisée pour la première fois en Afrique en 1935 au Kenya (Meyer et Denis, 1999), l'insémination artificielle a été identifiée comme un outil de choix pour une meilleure productivité du cheptel bovin africain (Roberts et Gray, 1973), ceci par l'intermédiaire de campagnes d'insémination artificielle. Cependant, cette pratique nécessite de bonne condition d'application, un environnement sain, un état alimentaire et sanitaire correct pour espérer des taux de réussite acceptable.

L'une des premières conditions pour l'application de l'insémination artificielle est la bonne détection des chaleurs chez la vache, les taux de réussite en dépendent énormément. L'état alimentaire, sanitaire et toute condition pouvant réduire le stress lors de la manipulation contribueront de beaucoup à améliorer le taux de conception.

Concernant les mâles, une étude menée chez les taureaux Baoulé au Burkina Faso par Coulibaly (1988), révèle une corrélation négative de l'hygrométrie et du volume, de la concentration, du pourcentage de spermatozoïdes vivants et de la motilité. Une corrélation positive a aussi été trouvée entre l'hygrométrie et le taux d'anomalies mineures. L'hygrométrie a aussi été trouvée être corrélée positivement avec le taux d'anomalies majeures et mineures (spécifiquement sur celles de la tête des spermatozoïdes) (Cloe *et al.*, 1989).

Il a été noté une influence défavorable de la température maximale ambiante sur les anomalies majeures (de la pièce intermédiaire et surtout de la queue des spermatozoïdes) (Cloe *et al.*, 1989, Igboeli *et al.*, 1987). La température extérieure a aussi été corrélée positivement avec le pourcentage de spermatozoïdes vivants (Coulibaly, 1988), cette observation ayant été effectuée pendant la période la plus fraîche (température extérieure moyenne ne dépassant pas les 29°C).

Il ressort de plusieurs études menée par Cloe *et al.*, (1989) et Igboeli *et al.*, (1987) que:

- L'alimentation est un facteur plus limitant que les conditions climatiques, dans une situation non améliorée ;

- Des récoltes en vue d'insémination artificielle doivent se faire sur des taureaux supplémentés, ou ayant au moins une alimentation équilibrée ;
- Lorsque l'effet de l'alimentation est annulé, la meilleure qualité de semence est obtenue en saison sèche et fraîche; la qualité étant toutefois compatible avec la récolte de sperme (pour une utilisation ultérieure en insémination artificielle) tout au long de l'année.

III.6. Les soins

En plus de la médecine vétérinaire moderne (vaccins et traitements médicaux), les grands éleveurs, tel que les Peuls, possèdent, dans le domaine de l'observation de la pathologie animale, une expérience certaine, liée à leur sens aigu de l'observation du bétail. Il n'est pas surprenant que ces éleveurs, avec leur expérience ancestrale de la gestion d'un troupeau et avec leur faculté d'adaptation aux rudes conditions de l'Afrique, aient acquis une compétence indiscutable dans les techniques d'élevage et dans l'art vétérinaire.

Le domaine d'intervention des vétérinaires et des éleveurs peut aller des simples pratiques sur l'animal sain, notamment celles qui ont trait à la « traçabilité » des animaux (signalement), aux opérations de convenance (castration) ou aux interventions obstétricales ; et des pratiques sur l'animal malade, traitement d'un certains nombres de maladies, citées précédemment, pouvant exister en région intertropicale.

Lobry (2003), décrit certaines méthodes adoptées par les éleveurs pour soigner leurs animaux :

- Les traitements biologiques, dont le meilleur exemple est le procédé Peul de vaccination contre la péripneumonie contagieuse bovine.
- La pharmacopée végétale (plantes médicinales), minérale (cendres) ou animale (beurre)
- La petite chirurgie (incisions, exérèses, sutures, saignées).
- Des moyens ésotériques, qui touchent plus à la magie qu'à une thérapeutique rationnelle : les cautérisations et les nombreuses marques au fer rouge, variables selon les clans et les familles.

III.7. L'évitement du stress

On peut considérer l'environnement dans lequel vivent les vaches sous trois aspects différents, soit l'aspect physique (ambiance, logement et espace), l'aspect biologique (alimentation liquide et solide, parasites et agents pathogènes) et l'aspect de la gestion (compétences et attitudes des éleveurs) (Graves, 2003). Eviter ou bien du moins limiter le stress chez les bovins se fera par l'assurance d'un environnement sain et propice à l'expression optimale du potentiel producteur et reproducteur des animaux.

Les stress hydrique, alimentaire et thermique demeurent des facteurs limitant essentiels, car il provoque d'importantes variations de poids et affecte le pouvoir fécondant des animaux. Ces facteurs de stress peuvent être des agents sources ou aggravant d'autres formes de stress (mal être animal) et de maladies (développement et propagation).

III.8. La protection contre la chaleur

Cette protection paraît dérisoire dans la mesure où les températures atteignent des valeurs assez conséquentes sur la physiologie et la productivité des animaux dans ces régions d'Afrique (intertropicale) en saison sèche. Néanmoins, certaines pratiques d'élevage peuvent soulager ces animaux : favoriser les déplacements de nuit, installation de puits sur les parcours, l'arrosage et mise en place de parc à bétail couvert ou d'étable pour limiter l'incidence du soleil aux périodes les plus chaudes de la journée.

Les éleveurs de bovins disposent de plusieurs possibilités pour protéger leurs animaux de la chaleur (Keil, 2004):

- Par temps estival (saison chaude), les bovins doivent toujours avoir accès à de l'eau.
- L'insolation directe constitue une charge thermique supplémentaire qui peut être évitée: les animaux ont besoin d'ombre. Les animaux doivent tous pouvoir se mettre à l'ombre en même temps.
- Que l'ombre soit donnée par des structures naturelles (arbres) ou par des constructions (toitures) n'influe pas sur l'effet. Suivant la couleur du pelage, l'ombre permet de réduire la température à la surface du corps de plus de 6 °C.
- Protection contre les insectes gênants (moustiques et mouches): lorsque les animaux n'utilisent pas les zones d'ombre, c'est peut être à cause des insectes gênants qui les importunent trop.
- Les zones d'ombre artificielles devraient autant que possible être installées dans un endroit aéré. Les mouvements d'air facilitent le refroidissement et permettent de maintenir les insectes gênants à distance.
- Si un pâturage n'offre pas d'ombre, il ne devrait être utilisé que la nuit ou le matin. S'il n'est pas possible de leur proposer de l'ombre, les animaux sont mieux à l'étable pendant la période la plus chaude de la journée. Pendant les fortes températures, il est judicieux d'opter pour la pâture de nuit et de laisser les vaches à l'étable pendant la journée.
- Il convient d'augmenter la circulation de l'air dans l'étable tant que faire se peut en ouvrant toutes les fenêtres et les portes. L'installation d'une ventilation peut s'avérer utile. Il est également possible de rafraîchir l'étable à stabulation libre en installant un système d'arrosage dans l'aire de mouvement.

Conclusion

Augmenter significativement la productivité animale ne peut donc pas résulter que de la seule amélioration génétique des animaux locaux en Afrique intertropicale. Il est sans doute plus judicieux d'opérer sur l'ensemble des facteurs ambiants régissant la reproduction des bovins.

L'objectif doit être de viser un niveau de productivité cohérent avec le potentiel des races animales. Autrement dit, l'objectif des bovins en zones tropicales n'est pas d'atteindre les records de production des races bovines des zones tempérées, mais d'acquérir un potentiel équilibré adapté aux contraintes alimentaire, sanitaire et bioclimatique du milieu tropical et répondant aux attentes des producteurs sur le plan nutritionnel et socio-économique.

Il demeure que la maîtrise de la reproduction et l'amélioration des performances productives des races bovines locales reste un déficit important. De fait, ces races tropicales présentent un certain nombre d'atouts qu'il convient de souligner et donnent à l'élevage tropical, sous certaines conditions, un réel avantage comparatif : résistance à la sous-nutrition et aux maladies, résistance à la chaleur et endurance à la marche, besoins réduits en matière de logement et grande capacité adaptative aux aléas climatiques et aux bouleversements saisonniers.

Au final donc, si la productivité animale en milieu tropical est plus faible, les races bovines, présentes actuelles dans ces zones intertropicales, sont le fruit d'une adaptation aux contraintes décrites dans cette synthèse bibliographique. Néanmoins, une grande variabilité des réponses zootechniques laisse entrevoir une marge de progrès loin d'être négligeable et offre de nouvelles perspectives dans les domaines des productions animales, notamment concernant la reproduction des bovins locaux des zones intertropicales africaines.

Référence bibliographiques

- Authié E., Maillard J. C., Hanotte O., 2003.** Trypanosomoses : Trypanotolérance. In Lefèvre P. C., Blancou J., Chermette R., Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Maladies bactériennes, mycoses, maladies parasitaires. Paris. *Lavoisier Tec. et Doc.*, pp 1725-1737.
- Badinga L., Collier R. J., Thatcher W. W., Wilcox C. J., 1985.** Effect of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J Dairy Sci.*, n° 68, pp 78-85.
- Banque mondiale, 1990.** Rapport sur le développement dans le monde ; la pauvreté. Washington D.C.: Banque Mondiale. 287 p.
- Barret J. P., 1992.** Zootechnie générale. Tech. et doc., Ed Lavoisier. 252 p.
- Barros C.M., Newton G.R., Thatcher W.W., Drost M., Plante C., P.J. Hansen, 1992.** The effect of interferon alpha-1 on pregnancy rates in heifers. *J. Dairy Sci.*, n° 70, pp 1471-1477.
- Bell A.W., Wilkening R.B., Meschia G., 1987.** Some aspects of placental function in chronically heat-stressed ewes. *J. Dev. Physiol.*, n° 9, pp 17-29.
- BierschenkI F., 1984.** Research on the sexual behaviour of the N'dama. Trypanotolerance and Animal Production, Avetonou, Togo. n° 3, pp 31–39.
- Blanchard T., Ferguson J., Love L., Takeda T., Henderson B., Hasler J., Chalupa W., 1990.** Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *Am. Vet. Res.*, n° 51, pp 905-908.
- Bondurant R. H., 1997.** Pathogenesis, diagnosis and management of trichomoniasis in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, n° 13, pp 345–361.
- Bonnell A., 1985.** Relation déséquilibrée, fertilité menacée. *Rev. Elev. Bov.*, n° 154, pp 29-32.
- Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Galoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montméas L., Robin G., 1988.** Reproduction des mammifères d'élevage. Les Editions Foucher. pp 156-172.
- Bosio L., 2006.** Relation entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : le point sur la bibliographie. Thèse doc. Vét. Ecole Nat. Vét. Lyon, Lyon, France. 108 p.
- Burke J.M., de la Sota R.L., Risco C.A., Staples C.R., Schmitt E.J.P., Thatcher W.W., 1996.** Evaluation of timed insemination using a gonadotrophin-releasing hormone agonist in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, n° 79, pp 1385-1393.

- Butler W.R., 1998.** Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, n° 81, pp 2533-2539.
- Cavestany D., El-Whishy A. B., Foote R. H., 1985.** Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J Dairy Sci.*, n° 68, pp1471-1478.
- Chaffaux S. T., 1992.** Les accidents de gestation chez la vache. *Rev. Elev. et insém.*, n° 251, pp 1-8.
- Chevallier A., Vandewinkel E., Boudjennah H., Cosquer R., Grimard B., Humblot P., 1996.** Facteurs de variation des taux d'ovulation et de gestation après synchronisation de l'œstrus chez des femelles charolaises et limousines dans la région Centre-Ouest. *Elevage et Insémination*, n° 276, pp 8-22.
- Chicoteau P., 1991.** La reproduction des bovins tropicaux. *Recueil de Médecine Vétérinaire Spécial Reproduction des Ruminants*, numéro spécial. pp 241-246.
- Chicoteau P., 1989.** Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulés en milieu tropical sud soudanien. (Thèse doct. Science). Université Paris XII, Paris.174 p.
- Cloe L. C., Chicoteau P., Coulibaly M., Bassinga A., 1989.** Caractéristiques spermatisques du taureau Baoulé (*Bos taurus taurus*) au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. vet. Pays trop.*, n° 42, vol 3, pp 457-462.
- Coleman D. A., Thay N. E., Dailey R. A., 1985.** Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *J.Dairy Sci.*, n° 68, pp 1793-1803.
- Committee on Bovine Reproductive Nomenclature, 1972.** Recommendations for standardizing bovine reproductive terms. *Cornell Vet.*, n° 62, pp 216-237.
- Coulibaly M., 1988.** Recherche d'une base physiologique au saisonnement de la reproduction des Baoulé (*Bos taurus*). Mémoire de fin d'études, Institut du développement rural, Ouagadougou (Burkina-Faso). 79 p.
- Coulomb J., 1976.** La race N'Dama : quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, n° 29, vol 4, pp 367-380.
- Dahl, G.E., Petitclerc D., 2003.** Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *J. Anim. Sci.*, n° 81, pp 11-17.
- De Rensis, F., Scaramuzzi R.J., 2003.** Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow-a review *Therio.*, 60(6):1139-1151.
- Derivaux J., Estors F., 1989.** Reproduction chez les animaux domestiques. France Académia. vol 1, 155 p.

- Diskin M.G., Sreenan J. M., 1986.** Progesterone and embryo survival in the cow. *In* Embryonic Mortality in Farm Animals. Sreenan J. M. and Diskin M.G. Eds., Martinus Nijhoff, Netherlands, pp 142-158.
- Dobson H., Tebble J.E., Smith R.F., Ward W.R., 2001.** Is stress really all that important ? *Therio.*, n° 55, pp 65-73.
- Doutressoule G., 1947.** L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris, Larousse. 298 p.
- Dudouet C., 1999.** La production des bovins allaitants. Ed France Agricole. 395 p.
- Elrod C.C., Butler W.R., 1993.** Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, n° 71, pp 694-701.
- Enjalbert F., 1994.** Relation alimentation – reproduction chez la vache laitière. *Point Vét.*, n° 158, vol. 25, pp 77-83
- Enjalbert F., 1998.** Alimentation et Reproduction chez la Vache Laitière. Syndicat National des Déshydrateurs de France (SNDF). p 9.
- FAO, 1997.** Stratégies et plans d'action de développement de l'élevage a moyen et long terme (horizon 2010). Rome: FAO, 127 p.
- Faye B., Alary V., 2001.** Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. INRA. *Prod. Anim.*, n° 14, pp 3-13.
- Ferguson J. D., 2001.** Nutrition and reproduction in dairy herds. *In*: Proc. Intermountain Nutr. Conf., Salt Lake City, UT. Utah State Univ., Logan. pp. 65-82.
- Fitzgerald P. R., 1986.** Bovine trichomoniasis in parasites: Epidemiology and control. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.*, n° 2, pp 277-282.
- Fournier A., 2002.** Les plantes toxiques, un danger potentiel pour votre bétail. 11 p. site web :
<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/Plantes%20toxiques.pdf>
- Graves E., 2003.** Qualité de vie pour la production et la reproduction des vaches laitières. Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ. Saint-Hyacinthe, Canada. 20 p.
- Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P., 2003.** Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *Prod. Anim.*, INRA, n° 16, pp 211-227.
- Grimard B., Benoit-Valiergue H., Ponter A.A., Maurice T., Humblot P., 2001.** Conduite en bandes de vaches allaitantes : bilan de 3 ans de fonctionnement en exploitation. *Elevage et Insémination*, n° 302, pp 3-15.

- Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., Jeanguyot N., Sauvant D., Thibier M., 1997.** Absence of response to oestrus induction and synchronisation treatment is related to lipid mobilization in suckled beef cows. *Reprod. Nutr. Dev.*, n° 37, pp 129-140.
- Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., 1996.** Conditions de réussite de la synchronisation des chaleurs chez les vaches allaitantes. In : Pathologie et Nutrition, Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, SNGTV Ed, Paris. pp 203-210.
- Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Mialot J.P., Sauvant D., Thibier M., 1995.** Influence of energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fert.*, n° 104, pp 173-179.
- Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., Sauvant D., Thibier M., 1994.** Effects of energy restriction on response to oestrus synchronization treatment in postpartum Charolais suckled beef cows. *J. Reprod. Fert.*, Abstract series, n° 14, abstract 33.
- Gwazdauskas F.C., Thatcher W.W., Wilcox C.J., 1973.** Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J Dairy Sci JID - 2985126R.*, n° 56, pp 873-877.
- Hansen, P.J., Drost M., Rivera R.M., Paula-Lopes F.F., al-Katanani Y.M., Krininger C.E., Chase C.C.J., 2001.** Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Therio*, n°55, pp 91-103.
- Hornby H. E., 1921.** Trypanosomes and trypanosomiasis of cattle. *J. Comp. Path.*, n° 34, pp 211-240.
- Humblot P., Grimard B., Ribon O., Khireddine B., Dervishi V., Thibier M., 1996.** Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous charolais cows treated with norgestomet implant and PMSG. *Theriogenology*, n° 46, pp 1085-1096.
- Hunter A., Uilenberg G., Meyer C., 2006.** La santé animale, principale maladie. Quae Ed., vol 2, 312 p.
- Igboeli G., Nwakalor L. N., Orji B. I., Onuora G. I., 1987.** Seasonal variation in the semen characteristics of Muturu (*Bos brachyceros*) bulls. *Anim. Repr. Sci.*, n° 14, pp 31-38.
- Jukola E., Hakkarainen J., Saloniemi S., 1996.** Blood selenium, vitamin E, vitamin A and B carotene concentrations and udder health, fertility treatments and fertility. *J. Dairy Sci.*, n° 79, pp 838-845.
- Kabandana F., Grimard B., Humblot P., Thibier M., 1993.** Effet d'une supplémentation alimentaire sur l'efficacité des traitements d'induction et de synchronisation de l'œstrus chez la vache allaitante : Références particulières aux primipares non cyclées. *Elevage et Insémination*, n° 258, pp 1-26.

- Kamga W.A.R., Thiam O., Sultan J., Diop P.E.H., 2005.** Evaluation des performances des N'damas et des produits de l'insémination artificielle bovine en République de Guinée. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, E.I.S.M.V de Dakar. 5 p.
- Keil N., 2004.** Les grandes laitières ont vite trop chaud, les vaches qui ont trop chaud donnent moins de lait. OVF (Office Vétérinaire Fédéral), Suisse. 2 p.
- King J. M., 1989.** Influence du climat et de l'alimentation sur les besoins en eau du bétail en Afrique tropicale. CIPEA Rapport de Recherche. Addis Abeba. 103 p.
- King J. M., 1979.** Game domestication for animal production in Kenya: Field studies of the body water turnover of game and livestock. *J. Agric. Sci.* Cambridge. n° 93, pp 71-79.
- Lafortune E., Gauthier D., Hochereau De Reviere M. T., 1984.** Influence de la saison de naissance sur l'établissement de la puberté du taureau créole. *In* Reproduction des ruminants en zone tropicale. Les colloques de l'INRA. INRA, Paris. n°20, pp. 189-198.
- Larousse agricole, 2002.** Le monde paysan au XXIe siècle. Edt. Larousse – la France agricole. 768 p.
- Lobry M., 2003.** Les soins au bétail chez les Peuls : une tradition ancestrale. *Bull. soc. fr. hist. méd. sci. vét.*, n° 2, vol 2, pp 77-83.
- Macfarlane W. V., Howard B., 1972.** Comparative water and energy economy of wild and domestic animals. *Symp. Zool. Soc.* London. N° 31, pp 261-269.
- Madan M. L., Johnson H. D., 1973.** Environmental heat effects on bovine luteinizing hormone. *J.Dairy Sci.*, n° 56, pp 575-580.
- Maule J.P. 1990.** The cattle of the tropics. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Edinburgh, UK. 225 p.
- Meyer C., 1998.** La reproduction des bovins en zone tropicale (Le cas des taurins N'Dama et Baoulé) Cours de DESS de Productions Animales en Régions Chaudes, 2e édition, CIRAD-EMVT.
- Meyer C., Denis J-P., 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Techniques. CIRAD. 314 p.
- Montgomery G. W., 1985.** The effects of season on reproduction in beef cows – a review. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, n° 45, pp 43-48.
- Moreira F., Risco C., Pires M.F.A., Ambrose J.D., Drost M., DeLorenzo M., Thatcher W.W., 2000.** Effect of body condition on reproduction efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, 54, 1305-1319.

- Mounier L., Marie M., Lensink B. J., 2007.** Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage. *Productions animales*, 20 (1), 65-72.
- Newphen K.P., McClure K.E., Day M.L., Xie S., Roberts R.M., Pope W.F., 1990.** Effects of intramuscular administration of recombinant bovine interferon alpha-1 during the period of maternal recognition of pregnancy. *J. Dairy Sci.*, n° 68, pp 2766-2771.
- OIE, 2005.** Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres de l'OIE. 1178 p.
- Otravant R., 1974.** Conduite du troupeau et reproduction : influence des facteurs climatiques sur la reproduction des bovins. Compte rendu des journées d'information ITEB, UNCEIA. Edt. ITEB (Paris). pp 101-109.
- Paccard M., 1986.** La reproduction des troupeaux bovins laitiers : analyse des bilans. *Elev. Et insém.*, n°212, pp 4-14.
- Pennington J.A., Albright J.L., Diekman M.A., Callahan C.J., 1985.** Sexual activity of Holstein cows during spring and summer. *J. Dairy Sci.*, n° 68, pp 3023-3030.
- PNUE, 1985.** Programme des Nations Unies pour l'environnement. Première conférence des ministres africains de l'environnement, Le Caire, 16-18 décembre 1985.
- Provost A., Borredon C., Fercol C., 1964.** Note sur la Rhinotrachéite infectieuse bovine en Afrique centrale. Isolement du virus ; enquête sérologique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, n° 2, vol 17, pp 187-196.
- Putney D.J., Drost M., Thatcher W.W., 1988.** Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Therio.*, n° 30, pp 195-209.
- Ribon O., 1996.** Contribution à l'étude de facteurs de variation de la synchronisation des chaleurs des vaches primipares allaitantes Charolaises. Thèse Doc. Vet., Alfort-Créteil, 128 p.
- Roberts C. J., Gray A. R., 1973.** Studies on trypanosomose resistant cattle. I. the breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. *Trop. Anim. Health Prod.*, n° 5, pp 211 - 219.
- Robinson, T.P., Franceschini, G., Wint, G.R.W., 2007.** FAO's gridded livestock of the world. *Veterinaria Italiana*, n°43, pp 745-751.
- Rodenburg J., 2000.** Body condition scoring of dairy cattle – Site internet de l'Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, page consultée le 14 mars 2008, [en ligne], adresse URL :
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm>

- Rosenberg M., Herz Z., Davidson M., Folman Y., 1977.** Seasonal variations in postpartum progesterone level and conception in primiparous and multiparous dairy cows. *J.Reprod.Fert.*, n° 51, pp 363-367.
- Roth, Z., Meidan R., Shaham-Albalancy A., Braw-Tal R., Wolfenson D., 2001.** Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Reproduction JID*, 121, 745-751.
- Rou J. H. B., Gillies C. M., Perfitt M. W., Stabo I. J. F., 1980.** Effect of the season of the year and phase of the moor on puberty on occurrence of oestrus and conception in dairy heifers reared on high planes of nutrition. *Anim. Sci.*, n°31, pp 13-26.
- Skirrow S. Z., Bondurrant R. H., 1988.** Bovine trichomoniasis. *Vet. Bull.*, n° 58, pp 591-603.
- Soltner D., 1993.** La reproduction des animaux d'élevage. Ed. Sciences et techniques agricoles, 2^{ème} édition. pp 58-130.
- Soltner D., 1989.** La reproduction des animaux d'élevage. Ed. Sciences et techniques agricoles. p. 39
- Stott G. G., Williams R. J., 1962.** Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. *J.Dairy Sci.*, n° 45, pp 1369-1375.
- Soulsby E. J. L., 1982.** Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. Seventh Edt. Balliere Tindall, London, UK, pp 556-561.
- Thatcher W.W., 1974.** Effect of season, climate and temperature on reproduction and lactation. *J Dairy Sci.*, n° 57, pp 360- 368.
- Thibault C., Levasseur M. C., 2001.** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Edt INRA (France). 632 p.
- Thiombiano D., 1989.** Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé. Mémoire de fin d'études. Institut de Développement rural. Ouagadougou. Burkina Faso. 77 p.
- Thibier M., 1982.** Infertilité chez les bovins. *Tech. Agr.*, n° 4, vol. 3, pp 19-24.
- Tidori E., Serres H., Richard D., Ajuziogu J., 1975.** Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, n° 28, vol 4, pp 499- 511
- Tillard E., Humblot P., Faye B., 2003.** Impact des déséquilibres énergétiques *postpartum* sur la fécondité des vaches laitières à la Réunion – Renc. Rech. Ruminants, n° 10, pp 127-130.

- Vallet A., Badinand F., 2000.** L'absence de chaleurs ou anœstrus in I.D.E. Maladies des bovins. Editions France Agricole. Paris: 248-253.
- Vallet A., Navetat H., 1985.** La fécondité en élevage allaitant. *Elev. et Bovin.* n° 154, pp 19-27.
- Vaillancourt D., Bierschwal C. J., Ogwu D., 1979.** Correlation between pregnancy diagnosis by membrane slip and embryonic mortality. *A review J.A.V.M.A.*, n° 175, pp 466- 468.
- Vincent C. K., 1972.** Effects of season and high environmental temperature on fertility in cattle. *A review J.A.V.M.A.*, n° 161, pp 1333-1338.
- Ward G., Marion G. B., Campbell C. W., Dunham J. R., 1971.** Influence of calcium in take and vitamin D supplementation on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, n° 54, pp 204-206.
- Wise M.E., Armstrong D.V., Huber J.T., Hunter R., Wiersma F., 1988.** Hormonal alterations in the lactating dairy cows in response to thermal stress. *J. Dairy Sci.*, n° 71, pp 2480-2485.
- Xu Z. Z., Burton L. J., 1996.** Reproductive efficiency in lacting dairy cows. *Rev. Proceeding of the New Zealand animal.* pp 34-37.
- Zavy M. T., Geisert R. D., 1994.** Embryonic mortality in domestic species. *CRC Press.*
Site web: <http://www.crcpress.com/>