

THÈME

Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire
lors de l'œstrus induit chez la vache Azawak au Niger.



Application of the ultrasound in the study of the follicular dynamics
during induced estrus in female Azawak zebu in Niger

Mahamadou MOUSSA GARBA

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE

DOCTEUR EN SCIENCES VETERINAIRES

ORIENTATION REPRODUCTION BOVINE

ANNEE ACADEMIQUE 2015-2016

Résumé

Le Niger dispose d'énormes potentialités en matière d'élevage bovin notamment. Mieux exploitées et gérées, elles pourraient améliorer de manière très significative les performances des races locales. Les faibles performances de production et de reproduction qui caractérisent le bétail nigérien sont imputables à plusieurs facteurs, notamment les déficiences alimentaires, le mauvais état sanitaire et le faible potentiel génétique des races locales. L'alimentation du cheptel dont dépendent les productions, reste largement tributaire du régime des pluies dont les faibles quantités généralement enregistrées rendent aléatoire la production fourragère. De même, le faible taux de couverture sanitaire entraîne la persistance de certaines maladies (PPCB, pasteurellose, tuberculose, parasitoses, mammites..) contribuant ainsi à la baisse des performances de production et de reproduction. La race bovine Azawak, la meilleure laitière produit à peine 7 à 8 litres de lait par jour.

Au cours de ces dernières décennies, plusieurs stratégies et programmes de développement ont été élaborés et mis en œuvre en vue de valoriser les productions animales. Cependant, la mise en œuvre de ces stratégies et programmes de développement n'a pas permis d'améliorer la performance du secteur de l'élevage et certains indicateurs comme la consommation de viande et de lait par habitant ont diminué de manière drastique.

En dépit d'un cheptel bovin numériquement important (+ de 11 millions de têtes), le Niger enregistre un déficit laitier important. La production locale est loin de couvrir les besoins de la population.

La présente étude est une contribution visant à terme à augmenter la production laitière par le recours à l'insémination artificielle dont il restait cependant à :

- faire le point sur les caractéristiques et performances de reproduction de *Bos indicus* ;
- évaluer les caractéristiques physiologiques et pathologiques du tractus génital de la femelle *Bos indicus* ;
- décrire par échographie les caractéristiques de la croissance folliculaire et de l'ovulation chez des femelles Azawak dont l'œstrus a été induit par une $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou par des progestagènes.

La documentation sur les caractéristiques et performances de reproduction des zébus africains est peu nombreuse. Ainsi, une synthèse a été réalisée pour dresser l'état des lieux des connaissances dans le domaine de la reproduction de *Bos indicus*. Compte tenu des faibles performances de reproduction de *Bos indicus*, et pour recourir à l'insémination artificielle, divers traitements hormonaux sont envisagés. Ce travail a également actualisé les résultats potentiels offerts par l'insémination artificielle réalisée sur chaleurs naturelles ou induites.

L'infécondité est une des caractéristiques de l'élevage bovin en Afrique se traduisant par un allongement de l'âge du premier vêlage et de l'intervalle entre vêlage. Elle limite le progrès génétique et la rentabilité des élevages de *Bos indicus*. Pour comprendre si les pathologies du tractus reproducteur constituent un facteur de risque d'infécondité dans le bétail nigérien, une étude a été conduite à l'abattoir de Niamey au Niger. Elle a concerné 500 tractus génitaux de 500 femelles zébus (*Bos indicus*) appartenant à quatre races bovines (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali). Ces vaches et génisses, âgées en moyenne de $8 \pm 2,5$ ans, ont eu une note d'état corporel moyenne de $1,6 \pm 0,6$ et un poids moyen de carcasse de 113 ± 21 kg. Aucune différence significative n'a été observée entre les races étudiées en ce qui concerne le diamètre du col ($3,4 \pm 1,1$ cm), la longueur du col ($8,1 \pm 2,5$ cm) et des cornes ($21,6 \pm 5,2$ cm), le diamètre des cornes ($1,6 \pm 0,5$ cm), la longueur et la largeur de l'ovaire droit ($19,8 \pm 4,4$ mm et $11,2 \pm 3,8$ mm) et de l'ovaire gauche ($18,8 \pm 4,5$ mm et $10,2 \pm 3,3$ mm) et le poids des ovaires gauche et droit ($2,5 \pm 1,6$ et $2,9 \pm 1,8$ g respectivement). Ces données sont d'une manière générale, inférieures à celles classiquement rapportées pour le genre *Bos taurus*.

Diverses pathologies de l'appareil génital (kystes, infections utérines, free-martinisme, pyomètre) ont été observées sur 10,4 % des tractus génitaux. La fréquence observée des pathologies donne à penser qu'elles ne constituent pas un facteur de risque majeur de l'infécondité.

Ce résultat à amener à étudier l'effet des traitements hormonaux sur la croissance folliculaire et l'ovulation. En effet, la croissance folliculaire jusqu'à l'ovulation après synchronisation et induction des chaleurs au moyen de $\text{PGF}_{2\alpha}$ et de progestagènes a été appréciée par échographie chez 42 vaches en lactation de race Azawak. Ces animaux issus de la station de Toukounous ont été ensuite inséminés deux fois (à 12 heures et à 24 heures)

après la détection de l'œstrus sur respectivement 16 et 11 femelles traitées à la $\text{PGF}_{2\alpha}$ et aux progestagènes. Cette investigation a permis de noter les constats suivants :

Les taux moyens d'induction ont été de 81 % dans les deux traitements. Le délai moyen d'apparition de l'œstrus est apparu significativement plus long après injection d'une $\text{PGF}_{2\alpha}$ ($84,8 \pm 26,0$ heures) qu'après retrait du PRID ($59,2 \pm 5,8$ heures).

La durée moyenne de l'œstrus a été plus courte après son induction au moyen de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ ($12,6 \pm 2,6$ heures) que du progestagène ($22,9 \pm 2,7$ heures) ;

Le délai d'ovulation à partir des chaleurs n'a pas été significativement différent chez les animaux traités à la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (30,3 heures) et aux progestagènes (28,4 heures) ;

Le taux de gestation après une injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (31,2 %) a été inférieur à celui obtenu après utilisation du protocole à base de progestagènes associé à une injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ et d'eCG (54,5 %).

Les intervalles observés entre les traitements et l'œstrus et l'ovulation permettent de préconiser une insémination plus précoce des animaux traités au moyen de progestagènes qu'avec une $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Abstract

Niger abounds in enormous potentialities regarding bovine breeding in particular. Better exploited and managed, they could improve in a very significant way the performances of the local races. The low performances of production and reproduction which characterize the cattle of Niger are attributable in several factors, in particular the food deficiencies, the bad sanitary state and the low genetic potential of the local races. The fodder deficits consecutive to the rather recurring climatic shocks limit the increase of the productivity and the animal productions and entraining most of the time an impoverishment of the breeders. The Azawak race, the best dairy cow produces hardly 7 in 8 liters of milk a day.

During these last decades, several strategies and development programs were developed and implemented to value the animal productions. However, the implementation of these strategies and development programs did not allow improving the performance of the sector breeding and some indicators as the consumption of meat and milk per capita decreased in a drastic way.

Despite a numerically large cattle population (over 11 million heads), Niger recorded a significant deficit dairy. Local production is far from covering the needs of the population.

The present study is a contribution at term to increase milk production by using artificial insemination who it remained however in:

- Review the characteristics and the performances of reproduction of *Bos indicus*;
- Estimate the physiological and pathological characteristics of the genital tract of the female *Bos indicus*;
- Describe by ultrasound the characteristics of the follicular growth and the ovulation to females Azawak which estrus was induced by PGF_{2α} or by progestagènes.

The documentation on the characteristics and the performances of reproduction of the African zebu is not numerous. So, a synthesis was realized to raise the current situation of the knowledge in the field of the reproduction of *Bos indicus*. Considering the low performances of reproduction of *Bos indicus*, and to resort to artificial insemination, variety hormonal treatments are envisaged. This work has also updated the potential results offered by the artificial insemination realized on natural or induced heat.

The infertility is one of characteristics of the bovine breeding in Africa being translated by an extension of the age of the first calving and the interval of calving. It limits the genetic progress and profitability of *Bos indicus* farms. To understand whether the conditions of the reproductive tract are an infertility risk factor in the Nigerian livestock, a study was

conducted in Niamey slaughterhouse in Niger. It involved 500 female genital tracts of 500 zebus (*Bos indicus*) from four breeds (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali). The cows and heifers were on average 8 ± 2.5 years old. Their mean body condition score was 1.6 ± 0.6 and mean carcass weight 113 ± 21 kg. No significant difference was observed between breeds studied as regards the cervix diameter (3.4 ± 1.1 cm) cervix length 8.1 ± 2.5 cm, horn length 21.6 ± 5.2 cm, horn diameter 1.6 ± 0.5 cm, length and width of the right ovary 19.8 ± 4.4 and 11.2 ± 3.8 mm, of the left ovary 18.8 ± 4.5 and 10.2 ± 3.3 mm, and weight of the right and left ovaries 2.9 ± 1.8 and 2.5 ± 1.6 g, respectively. These data are generally lower than those classically reported for *Bos taurus* cattle. Various pathology of the reproductive organ (cysts, uterine infections, free-martinism, pyometre) were observed on 10.4 % of the genital tracts. This result is bringing to study the effect of hormonal treatments on the follicular growth and ovulation. Indeed, follicular growth up to ovulation after estrus induction by means of a $\text{PGF}_{2\alpha}$ or a procedure involving the administration of progesterone vaginally (PRID® DELTA: progesterone-releasing intravaginal device) was appreciated by echography to 42 lactating Azawak cows (*Bos indicus*). These animals from the Toukounous station were inseminated twice (12 and 24 h) after the onset of estrus in 16 and 11 females treated by $\text{PGF}_{2\alpha}$ and Progesterone respectively. This investigation allowed noting the following facts:

The percentage of estrus induced was not significantly different between the two groups of animals (81 %). The average time delay before the onset of estrus was significantly longer after injection of a $\text{PGF}_{2\alpha}$ (84.8 ± 26.0 h) than after withdrawal of the PRID® (59.2 ± 5.8 h)

The average duration of the estrus was significantly shorter after its induction by $\text{PGF}_{2\alpha}$ (12.6 ± 2.6 h) than after induction by progesterone (22.9 ± 2.7 h).

There was not a significant difference in the interval between the beginning of estrus and ovulation in animals treated by $\text{PGF}_{2\alpha}$ (30.3 h) and progesterone (28.4 h).

Injection of a $\text{PGF}_{2\alpha}$ was accompanied by a significantly lower rate of gestation than that obtained after treatment of animals by progesterone (31.2 vs. 54.5 %)

The intervals observed between treatment and estrus and ovulation have resulted in a recommendation for earlier insemination of animals treated with progestogens than those treated with $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Sommaire

PARTIE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE	21
Chapitre 1 : Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'élevage bovin nigérien.	23
1. Origines des races bovines africaines.....	27
2. Principales races bovines Nigériennes	28
3. Caractéristiques de l'élevage bovin au Niger	33
Chapitre 2 : Caractéristiques et performances de reproduction de <i>Bos indicus</i>	37
Résumé.....	38
Abstract	38
INTRODUCTION	39
1. Caractéristiques anatomiques du tractus génital	40
2. Caractéristiques physiologiques de la reproduction.....	40
3. Gestion hormonale de la reproduction.....	42
4. Cas spécifique du Niger	47
5. Conclusion	50
6. Bibliographie.....	50
Chapitre 3 : Caractéristiques pathologiques du tractus génital de <i>Bos indicus</i>	55
Chapitre 4 : Croissance folliculaire et ovulation : données spécifiques.....	59
1. La croissance folliculaire.....	59
2. Aspects anormaux de la croissance folliculaire et de l'ovulation	62
3. Détection de l'œstrus.....	64
4. Moment de l'ovulation.....	66
5. Traitements de synchronisation de l'œstrus chez les bovins.....	67
Chapitre 5 : Bases physiques et champs d'application de l'échographie en reproduction bovine ..	71
1. Principes de l'échographie	71
2. Champs d'application de l'échographie en reproduction bovine	73
3. Méthode d'examen échographique transrectal des ovaires	74
PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE	77
ARTICLE 2.....	79
Résumé.....	80
Abstract	80
Introduction.....	81
Matériel et Méthodes	82
1. MILIEU D'ÉTUDE	82
2. ANIMAUX ET DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES CHALEURS	83
3. DÉTERMINATION DU MOMENT DE L'OVULATION.....	83

Résultats	84
Discussion.....	86
Conclusion	89
Bibliographie.....	89
ARTICLE 3.....	93
Résumé	94
▪ INTRODUCTION	94
▪ MATÉRIEL ET MÉTHODES	95
▪ RÉSULTATS.....	97
▪ DISCUSSION	101
▪ CONCLUSION	104
ARTICLE 4.....	109
Introduction.....	110
Material and methods.....	111
Results	113
Discussion	115
Conclusion	117
RÉFÉRENCES	118
DISCUSSION GENERALE	121
PARTIE III : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	133
BIBLIOGRAPHIE.....	137

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Carte des zones agro-écologiques du Niger	25
Figure 2 : Population et consommation laitière moyenne/habitant en 2010	25
Figure 3 : illustrations des principales races de vaches nigériennes	31
Figure 4 : Illustrations de pathologies du tractus génital	57
Figure 5 : Illustrations du matériel utilisé lors des examens échographiques	73
Figure 6 : échographie in vivo d'ovaire (contour blanc) de vache cyclée	76
Figure 7 : échographie in vivo d'ovaire (contour blanc) de vache non cyclée	76
Figure 1 : Délai d'apparition des chaleurs après arrêt du traitement	84
Figure 2 : Moment d'apparition des chaleurs dans la journée	85
Figure 3 : Durée des chaleurs induites par un implant chez 12 vaches Azawak	85
Tableau 1: Caractéristiques principales des races bovines du Niger	32
Tableau 2: Aptitudes bouchères et laitières des bovins au Niger	32
Tableau I. Traitements aux progestagènes associés ou non à la PMSG et/ou à la prostaglandine F2alpha chez la femelle <i>Bos indicus</i>	46
Tableau II: Effets de différents facteurs sur la fertilité des zébus après insémination artificielle au Niger	49
Tableau I. Recherche du moment de l'ovulation après retrait de l'implant ou de la spirale	86
Tableau I: Effet de la race sur la note d'état corporel et le poids de la carcasse (moyenne \pm erreur standard)	98
Tableau II: Valeurs moyennes (moyennes \pm erreur standard) des dimensions, du poids des ovaires et du nombre de follicules en fonction des races	98
Tableau III: Effet de l'âge, de la race et de l'interaction âge x race sur les différentes variables étudiées	99
Tableau IV: Valeurs moyennes (moyennes \pm erreur standard) des dimensions et poids des ovaires en fonction de l'âge	100
Tableau V : Pathologies génitales observées sur cinq cent bovins examinés	100
Table 1: General characteristics of females in the experimental groups	113
Table 2: The compared effect of treatments on the parameters studied among the 34 cows that presented with an estrus	113

Liste des abréviations

CIDR: Control Internal Drug Releasing

CJ: Corps Jaune

eCG: equine Chorionic Gonotropin

FSH: Follicle Stimulating Hormone

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone

IA: Insémination artificielle

IGF1: Insulin-like Growth factor 1

ILRI: International Livestock Research Institute

INS: Institut National de la Statistique

J-C: Jésus-Christ

LH: luteinizing hormone

MEL: Ministère de l'élevage

PGF_{2α}: prostaglandine F 2 alpha

PMSG: Pregnant Mare Serum Gonadotropin

PPCB: péripneumonie contagieuse bovine

PRID: Progestérone Intra vaginal Device

RGP/H: Recensement Général de la Population et de l'Habitat

RPCA (réseau de prévention des crises alimentaires

SSET: Station sahélienne expérimentale de Toukounous

UI: Unité international

Composition du Jury:

Annick HAMAIDE (Université de Liège, Belgique).....Présidente du Jury
Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX (Université de Liège, Belgique).....Membre du Jury
Stefan DELEUZE (Université de Liège, Belgique).....Membre du Jury
Jérôme BINDELLE (Université de Liège, Belgique).....Membre du Jury
Nadine ANTOINE (Université de Liège, Belgique).....Membre du Jury
Gaby HIRSBRUNNER (Université de Berne, Suisse).....Membre du Jury
Daniel TAINURIER (Université de Nantes, France).....Membre du Jury
Jean-François BECKERS (Université de Liège, Belgique).....Membre du Comité de Thèse
Pierre-Vincent DRION (Université de Liège, Belgique).....Membre du Comité de Thèse
Hamani MARICHATOU (Université Abdou Moumouni, Niger).....Co-promoteur
Christian HANZEN (Université de Liège, Belgique).....Promoteur

Remerciements

Au terme de ce travail, j'adresse mes sincères remerciements à mes Promoteurs, de même qu'à tous les membres de mon Comité de thèse pour leur accompagnement tout au long de mes recherches.

Au Professeur Christian HANZEN, promoteur de cette thèse pour avoir cru en moi malgré les difficultés inhérentes à ce genre de travail. Professeur, votre rigueur scientifique et votre grande expérience ont permis d'atteindre les objectifs assignés à cette thèse. Votre patience, vos sages conseils et votre attention toute particulière m'ont particulièrement touché, les mots me manquent pour en dire plus, alors simplement merci.

Je tiens à rendre un hommage particulier au Professeur Hamani MARICHATOU pour avoir accepté de Co-encadrer ce travail. Vous m'avez enseigné à l'Université de Niamey et vous avez accepté d'encadrer ma thèse vétérinaire. Votre engagement dans les activités de terrain et vos qualités humaines m'ont particulièrement ému. Veuillez trouver l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mes sincères remerciements vont également à l'endroit du Professeur Moumouni ISSA pour sa pleine implication aussi bien dans les activités de terrain que dans la rédaction des articles. Vous avez toujours répondu avec promptitude à toutes mes sollicitations. Je vous prie d'accepter l'expression de mes sincères remerciements.

J'exprime mes très vifs remerciements à l'endroit du Professeur Jean-François BECKERS et du Professeur Pierre-Vincent DRION, membres de mon comité de thèse pour leurs contributions scientifiques à la réussite de ce travail mais aussi pour leurs sages conseils et leurs encouragements.

Mes remerciements vont à l'endroit du Professeur Annick HAMAIDE (Université de Liège, Belgique), pour avoir accepté de présider le jury, pour votre simplicité et votre aimable coopération.

Je remercie également les membres du jury qui ont bien voulu accepter de juger ce travail malgré leurs occupations multiples. J'exprime ma reconnaissance aux membres externes à la faculté qui ont bien voulu faire le déplacement, Il s'agit de Daniel TAINURIER (Université de Nantes, France) et de Gaby HIRSBRUNNER (Université de Berne, Suisse), puis à l'endroit des membres internes à la faculté Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX, Stefan DELEUZE, Jérôme BINDELLE, Nadine ANTOINE.

Je remercie le Docteur Nassim MOULA pour sa contribution inestimable aux analyses statistiques. Votre disponibilité, votre envie d'aider, vos pertinentes recommandations ont beaucoup contribué à la réussite de travail.

Qu'il me soit permis d'exprimer toute ma gratitude à l'ensemble du personnel du service de Thériogenologie de la faculté vétérinaire de Liège, avec lequel j'ai passé des moments chaleureux.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à tout le personnel de l'abattoir de Niamey, pour m'avoir facilité l'accès permanent au service de même que l'acquisition des tractus génitaux. J'exprime aussi ma gratitude à tout le personnel de la station expérimentale de Toukounous et en particulier au Directeur Chanono MOGUEZA pour sa franche collaboration et pour avoir facilité l'acquisition des animaux pour les échographies.

Ce travail a été rendu possible grâce au financement de la Coopération Technique Belge (CTB) et dont je tiens à remercier particulièrement les différents gestionnaires qui se sont succédé. Mes remerciements sincères aussi à l'endroit de l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (PACODEL-ARES) Belgique pour son soutien financier à la finalisation de cette thèse.

Je remercie les collègues doctorants nigériens et tous mes collègues de la Direction Générale de la Production et des Industries Animales de Niamey pour leurs encouragements et leur marque de considération à l'égard de ma famille pendant mon séjour en Belgique. Leurs qualités humaines m'ont marqué.

Je remercie aussi toute la communauté nigérienne vivant en Belgique, en particulier à mes amis Seydou Chekaraou, Karim Albade, Omar Amouda, Awal, Sani et à tous ceux que je n'ai pas pu citer.

Toute ma reconnaissance à l'égard de ma famille pour le soutien moral et affectif. Je dédie ce travail à la mémoire de mon défunt père, à ma mère qui représente tout pour moi, à ma femme pour sa patience et son soutien inestimable, à mes enfants, neveux, nièces, frères, cousins et amis.

PREAMBULE

En 2050, la population de l'Afrique subsaharienne représentera 25 % de la population mondiale. Cette explosion démographique jointe aux effets climatiques et à la migration des habitants des campagnes vers les villes n'est pas sans conséquences sur la stabilité sociale et économique de ce continent. Il est impératif de tenter d'inverser cette tendance démographique en valorisant le potentiel agricole et de productions animales que détient l'Afrique en général et le Niger en particulier.

La production laitière constitue un élément essentiel de la construction d'une souveraineté alimentaire. Son augmentation implique l'optimisation des ressources alimentaires, l'amélioration de la génétique, de la santé mammaire, de la fécondité et le contrôle sanitaire. Divers pays africains ont mis en place des programmes de croisement avec des races exotiques pour améliorer la production laitière. L'insémination artificielle en constitue l'outil. Cependant de multiples facteurs sont susceptibles d'influencer les résultats potentiels permis par cette biotechnologie de la reproduction. Certains relèvent de facteurs zootechniques comme l'alimentation ou la détection des chaleurs, et d'autres de facteurs plus individuels comme la physiopathologie propre à la reproduction de la vache *Bos indicus*. L'utilisation optimale de l'insémination artificielle implique néanmoins de bien connaître les caractéristiques anatomiques et pathologiques du tractus génital des races concernées. Compte tenu des contraintes zootechniques inhérentes à l'utilisation de l'insémination artificielle bovine et dont la détection des chaleurs constitue le principal exemple, elle ne peut s'envisager qu'au travers d'une gestion hormonale de l'œstrus.

Notre travail s'inscrit dans cette perspective. La population bovine du Niger est estimée à plus de 11 millions d'individus. Ce potentiel de production peut encore être largement amélioré. Cette amélioration passe par celle de ses performances de reproduction. A ce jour, celles-ci n'ont été que peu caractérisées. Cette amélioration implique également une meilleure connaissance de la physiologie de la reproduction de *Bos indicus*. Celle-ci a été précisée grâce à l'échographie qui à nos yeux constitue un outil propédeutique particulièrement adapté.

L'objectif général de notre travail est de contribuer à l'amélioration de la production laitière au Niger par le recours à l'insémination artificielle. Nos hypothèses et objectifs spécifiques liés à cet objectif général sont :

- La fécondité constitue un élément clé d'amélioration de la production laitière et/ou viandeuse. Notre premier objectif spécifique a été de dresser un état des lieux des performances de reproduction des races bovines au Niger.
- La fécondité dépend des caractéristiques physio-anatomiques et pathologiques de la reproduction. Notre second objectif spécifique a été de décrire de manière plus spécifique et comparée entre diverses races nigériennes (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali) de *Bos indicus* les caractéristiques anatomiques et pathologiques du tractus génital et d'analyser l'influence de quelques facteurs zootechniques (race, âge, poids, score corporel) sur ces caractéristiques.
- La gestion hormonale de l'œstrus constitue une alternative à sa détection pour intensifier le recours à l'insémination artificielle. Notre troisième objectif spécifique a été d'étudier l'effet inducteur de la PGF_{2α} et des progestagènes sur la croissance folliculaire et l'ovulation.

Notre travail s'articule autour de trois parties.

La première partie (INTRODUCTION GENERALE) vise à contextualiser les données nécessaires à la compréhension des objectifs poursuivis et des résultats obtenus. Dans un premier temps (CHAPITRE 1) seront présentés les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'élevage bovin nigérien. Les caractéristiques du tractus génital de *Bos indicus* ainsi que leurs performances de reproduction naturelles ou induites par des traitements hormonaux feront l'objet du CHAPITRE 2. L'accent sera particulièrement mis sur les différentes étapes de la croissance folliculaire et de son contrôle hormonal. Ce chapitre a fait l'objet de la publication suivante : ARTICLE 1 : M. MOUSSA GARBA^{1*}, M. ISSA¹, M.W.M. OKOUYI², H. MARICHATOU¹, A.R. KAMGA-WALADJO³ et HANZEN CH². 2014. Caractéristiques et performances de reproduction du Zébu. Le cas du Niger. *RASPA Vol.12 N°3-4*: 135-141.

Les diverses lésions du tractus génital de la bête bovine *Bos indicus* ainsi que les facteurs de risques d'infertilité et d'infécondité ont été traités dans le CHAPITRE 3. Les caractéristiques de la croissance folliculaire, la détermination du moment de l'ovulation et les traitements de synchronisation des chaleurs ont fait l'objet du CHAPITRE 4. Cette introduction se complètera d'un rappel des principes généraux de l'échographie et de ses champs d'application en reproduction bovine (CHAPITRE 5).

La seconde partie (TRAVAIL EXPERIMENTAL) sera composée des trois publications suivantes concrétisant les réponses aux hypothèses de travail :

1. ARTICLE 2 : M. ISSA¹, H. MARICHATOU^{2✉}, T. NERVO³, M. MAHAMADOU², C. SEMITA³, F. CRISTOFORI³, G. TRUCCHI³, A.YENIKOYE² 2010. Caractéristiques des chaleurs et moment de l'ovulation chez la femelle zébu (*Bos indicus*) Azawak. *RASPA Vol.8 N° 3-4*, 145-148.
2. ARTICLE 3 : M. Moussa Garba¹ H. Marichatou¹ M. Issa¹, M.L. Abdoul Aziz ² C. Hanzen^{3✉}. 2013. Tractus génital des vaches zébus (*Bos indicus*) au Niger. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 66 (4) : 137-142.
3. ARTICLE 4 : M. MOUSSA GARBA¹, M. ISSA¹, H. MARICHATOU¹, Ch. HANZEN². An echographic study of follicular growth during induced estrus in female Azawak. Ce travail a été accepté pour publication en 2015 dans la revue *Tropical animal health and production*. 47:1357–1361.

La troisième partie (CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS) présentera les principaux enseignements à tirer des études réalisées et leurs implications pratiques.

PARTIE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE

Chapitre 1 : Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'élevage bovin nigérien.

L'élevage contribue de manière significative au produit intérieur brut (PIB) en Afrique ; il représente en moyenne 30 % du PIB agricole (RPCA, 2010) et contribue pour 5 à 10 % des exportations des pays en Afrique de l'Ouest, notamment les trois pays enclavés du Sahel : le Burkina Faso, le Mali et le Niger qui constituent les trois grands détenteurs de bovins, ovins et caprins (RPCA, 2010). Le bétail assure l'essentiel des moyens de subsistance des populations démunies.

L'élevage nigérien est considéré comme l'un des leviers sur lequel le pays doit s'appuyer pour la relance de son économie. Son rôle est reconnu dans la "Stratégie de Développement Rural" (SDR), adoptée par le gouvernement le 14 novembre 2003. Au Niger, pays sahélien à vocation essentiellement agropastorale, l'élevage occupe 87 % de la population active et participe à hauteur de 15 % au budget des ménages et 25 % à la satisfaction des besoins alimentaires de la population (INS, 2011). Il revêt de ce fait un caractère hautement stratégique par la fourniture de protéines d'origines animales et aussi comme source de revenus monétaire et de prestige social.

Le pays couvre une superficie de 1 267 000 km² et son économie repose sur les potentialités qu'offre le secteur rural. L'élevage se pratique sur plus de 620 000 km² de terres pâturables (Figure 1) réparties dans les zones pastorales (370 000 km²) et les zones agricoles (250 000 km²). Avec un cheptel estimé à un peu plus de 41 millions de têtes toutes espèces confondues (11 377 312 bovins, 11 108 089 ovins, 14 883 559 caprins, 1 720 185 camelins, 243 310 équins et 1 731 451 asins) (MEL, 2012), le secteur de l'élevage contribue à 62 % aux recettes d'exportation du pays (MEL, 2012) et sa contribution est d'environ 12 % au PIB du pays (RGP/H, 2001).

L'élevage extensif, largement répandu en Afrique de l'ouest n'est pas à même de procurer dans des conditions économiques satisfaisantes la viande et le lait nécessaires à l'ensemble des populations concernées. Pourtant, la vente du lait occupe une place centrale parmi les activités génératrices de revenu qui permettent de lutter contre la pauvreté.

Les systèmes d'élevage pastoraux et agro-pastoraux fournissent 85 % de la production laitière. Dans ces systèmes, l'élevage est une des composantes essentielle des moyens d'existence des familles rurales. Il est à la fois une source d'aliments, de revenus, d'énergie, de fumier, une réserve de capital et un symbole social. En raison des rôles multiples que joue

le cheptel, les animaux ne sont pas sélectionnés par les éleveurs pour leurs seules capacités laitières. Ils doivent assurer des fonctions diverses (production de veau, de viande, de lait, de traction) dans un environnement difficile marqué par l'aridité.

Les statistiques récentes indiquent que l'Afrique possède 16,5 % du cheptel mondial, mais n'en assure que 4,6 % de la production laitière (HANZEN et *al.* 2013). La consommation laitière y est également bien moins élevée (36 kg par habitant) que la moyenne mondiale (103 kg par habitant) ou européenne (294 kg par habitant) (HANZEN et *al.* 2013) (figure 2). Cette différence est due aux différentes contraintes politiques, climatiques et économiques que connaissent la plupart des pays africains. Elle est également imputable au faible potentiel laitier des races locales et aux modes extensifs de productions sur des pâturages pauvres dont les disponibilités ne sont souvent que saisonnières. Par ailleurs, les contraintes sanitaires et sociales et le manque d'accompagnement technique des éleveurs constituent également des freins aux innovations technologiques. Ce déficit de production laitière est observé dans la majorité des pays africains. Il est comblé par les importations qui depuis 1990 ont augmenté de 2,1 % par an (NDAMBI et *al.* 2007), ce qui pèse lourd dans la balance économique des pays importateurs. Elles concernent davantage les pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Sénégal et Togo) que de l'Est (Soudan, Egypte, Kenya). Ainsi, en 2010, le montant total des importations de lait était de 79,3 millions d'Euros pour la Côte d'Ivoire et de 123,5 millions d'Euros pour le Sénégal (<http://www.fncl.coop/filiere-laitiere/produits-laitiers-un-marche-mondial-en-croissance#conso>).

Zonage Agropastorale du Niger

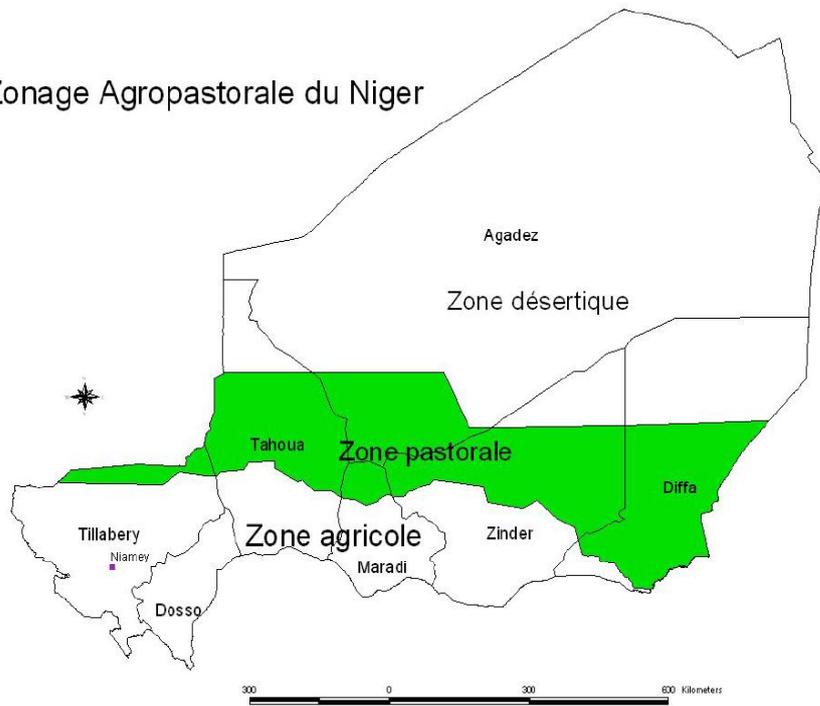


Figure 1: Carte des zones agro-écologiques du Niger (Zakary, 2010)

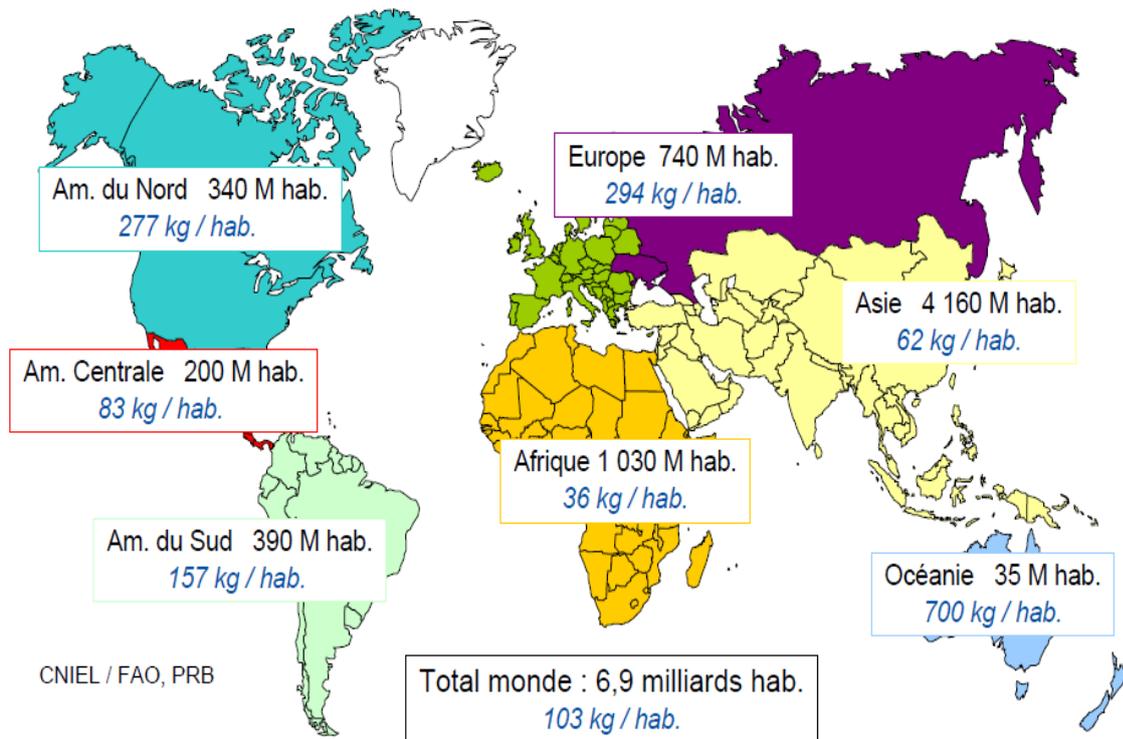


Figure 2: Population et consommation laitière moyenne par habitant en 2010

(<http://www.fncl.coop/filiere-laitiere/produits-laitiers-un-marche-mondial-en-croissance>)

Le Niger est confronté au même problème. Malgré l'importance numérique du cheptel bovin et des ressources naturelles exploitables, la production laitière ne suffit pas à satisfaire les besoins de la population. Pour combler le déficit, le Niger importe chaque année 6000 tonnes de lait pour un montant de 11 millions d'Euros (MARICHATOU *et al.* 2005).

La consommation moyenne par habitant en lait a régulièrement baissé depuis les années 1960 où elle est passée de 140 litres à 30 litres par habitant à l'heure actuelle (MRA 2001). Ce niveau de consommation est très nettement en dessous de la moyenne mondiale (soit 103 Litres/personne/an). Compte tenu de la croissance démographique, la consommation globale a augmenté mais la production nationale ne satisfait plus que 50 % de la demande (MRA 2001). Pour combler le déséquilibre entre l'offre et la demande laitières, le Niger a recours aux importations massives de produits laitiers.

Ces importations de lait et produits laitiers sont dues au niveau interne à une insuffisance de la production locale, à une demande croissante de cette source de protéines et à des changements d'habitudes alimentaires. En effet, des populations surtout en milieu urbain n'ayant pas d'habitudes de consommation de produits laitiers les ont rapidement adoptés (Duteurtre *et al.* 2003 ; Dièye 2006 ; Broutin *et al.* 2002). L'essor des entreprises de transformation du lait en poudre semble aussi avoir joué un rôle dans ces importations.

La structure des importations laitières au Niger montre une forte prédominance de lait en poudre (85 %). La part européenne dans les importations laitières au Niger est de 65 % (Vias *et al.* 2006). Les importations laitières continueront sans nul doute à augmenter à cause de la persistance du déficit laitier et de la pression de la demande due à la très forte croissance démographique. Le faible taux de protection douanière des produits animaux dans l'espace UEMOA (5 % sur la poudre de lait) et l'insuffisance des infrastructures de collecte et de transformation expliquent en partie ce phénomène. Signalons aussi l'irrégularité de la production selon les saisons, liée à la disponibilité elle-même irrégulière du fourrage (en saison sèche) et la faible maîtrise de l'hygiène pour la transformation du lait. Ce déficit est le fait des pratiques d'élevage qui restent encore peu efficaces, la faible productivité des élevages et le faible potentiel laitier des races locales.

1. Origines des races bovines africaines

Les avis divergent quant à l'origine de *Bos indicus* en Afrique. Certaines sources orales pensent que le zébu (*Bos indicus*) serait originaire de l'Inde voire d'Afghanistan où il serait apparu selon des fouilles archéologiques vers 4000 ans avant J-C.

A l'inverse, certaines peintures rupestres datant de 3000 à 4000 ans avant J-C témoigneraient de l'origine saharienne et donc africaine du zébu.

Selon les données archéozoologiques et morphologiques, il semble que le zébu (*Bos indicus*) ait gagné le continent africain par l'Est, soit par le Sinaï, soit par la Corne de l'Afrique, via la péninsule arabe ou directement d'Inde par la voie maritime. Plusieurs études génétiques ont été réalisées ces dernières années pour comprendre quelle est la part du zébu dans les différentes races de bovins africains actuels et qu'elles peuvent en être les implications sur son arrivée et sa diffusion en Afrique (Loftus et Cunningham, 2000 ; Hanotte *et al.* 2002).

Ces études se sont basées sur l'étude du polymorphisme de microsatellites autosomaux d'une cinquantaine de races bovines pour calculer les valeurs en composantes principales des variations génétiques entre ces races. Concernant les zébus, leur conclusion est double. D'une part ils montrent très clairement que l'introduction du zébu s'est faite par la corne de l'Afrique et les côtes orientales plutôt que par le Sinaï et que la part de *Bos indicus* au sein des races diminue lorsque l'on s'éloigne de la Corne. D'autre part, il semble qu'il y ait eu deux modes de diffusion génétique du zébu, comme le montre la comparaison entre le degré de participation génétique du zébu dans les races taurines et la distance à la Corne de l'Afrique. Il semble en effet qu'il y ait eu une première phase d'introgression lente qui à progressivement marqué les races taurines de l'Ouest et du Sud. Par la suite, une seconde vague a permis un développement rapide des races de zébu dans tout le continent et principalement dans l'Ouest et l'Est tropical. Il est possible aussi que l'intensification de l'occupation arabe sur les côtes est-africaines dès le septième siècle après J-C soit à l'origine de la seconde phase d'introduction du zébu.

En conclusion, les analyses génétiques faites sur les bovins africains actuels démontrent que le zébu est arrivé par la corne de l'Afrique. La question de l'origine du bovin africain reste encore ouverte.

2. Principales races bovines Nigériennes

Le Niger dispose de plusieurs races locales bovines *Bos taurus* (Kouri) et *Bos indicus* (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali). Ce cheptel assure une partie de la production laitière. Les zébus ont une bosse au niveau du garrot et sont le plus souvent rencontrés en zone sèche. Ils sont très sensibles aux trypanosomoses. Les taurins ou bovins sans bosse, plus répandus en zone humide paraissent moins sensibles à la trypanosomose animale africaine (contrainte pathologique majeure pour l'élevage de ces régions).

Les principales caractéristiques phénotypiques de ces races bovines sont présentées dans le Tableau I. Ces races se distinguent notamment par la longueur de leurs cornes : courtes chez l'Azawak, le Djelli, le Goudali et longues chez le Bororo et la Kouri. Leurs aptitudes bouchères sont comparables (50 % de rendement de carcasse). Les aptitudes laitières de l'Azawak et de la Goudali sont supérieures à celles des autres races (Tableau II).

La race Azawak tient son nom de la vallée de l'Azawak (nom signifiant pays sablonneux sans relief marqué), dont elle est originaire. Elle est présente sur l'ensemble du territoire nigérien et se retrouve aussi au Nigeria, au Bénin, au Mali, au Burkina Faso, au Tchad et même en République Centrafricaine suite aux déplacements des éleveurs après les périodes de sécheresses qu'a connu le Niger (1972-1973 et 1984-1985). Parmi les races locales, cette race a bénéficié d'une longue sélection phénotypique (depuis 1955) à la Station Expérimentale de Toukounous (Niger) basée sur le progeny-test. C'est une méthode de sélection sur la descendance qui consiste à choisir un reproducteur d'après les performances de ses descendants. Les performances de la progéniture seront alors testées et permettront de donner une estimation de la valeur génétique additive du candidat à la sélection. Cette sélection a permis de fixer les caractéristiques phénotypiques de la race. La capacité de la race à valoriser les pâturages médiocres de la zone est unanimement reconnue. Les agropasteurs l'apprécient pour sa docilité, sa précocité et son aspect esthétique (cornes courtes, robe fauve, lunettes, position de la bosse). C'est un animal apte au portage et à la culture attelée, endurant et qui s'adapte aux rudes conditions du milieu. Cette race est reconnue pour sa rusticité, la qualité de sa production laitière (la meilleure laitière des races locales avec des individus pouvant donner 15 litres/jour en saison des pluies) et sa bonne aptitude bouchère (500-600 kg à 5-6 ans d'embouche, 48-52% de rendement carcasse) et de traction. Les femelles Azawak sont fécondes à deux ans, alors que les premières chaleurs apparaissent vers 18 mois (Achard et Chanono, 2006). A la station de Toukounous, l'âge moyen au

premier vêlage est de $36,5 \pm 4,1$ mois, le taux de fécondité de 65 % et l'intervalle entre vêlages est en moyenne de $424,4 \pm 87,9$ jours, soit environ $14 \pm 2,9$ mois. En règle générale, les génisses sont mises à la reproduction à la station sahélienne expérimentale de Toukounous (SSET) après avoir atteint un poids d'environ 230 kg, c'est-à-dire entre 610 et 670 jours. Le taux de mortalité des jeunes de moins de douze mois est de 8,5 %. L'âge à la puberté varie de 18 à 24 mois. Quant aux mâles, l'activité sexuelle se développe à un an mais les saillies ne sont fécondes que vers 2,5 à 3 ans (François et Mogueza 2006).

La race Djelli ou zébu Peul nigérien est généralement élevée en bordure du fleuve Niger et dans les Dallols (affluents du fleuve Niger). C'est une race traditionnellement élevée par les Peuls. On la rencontre également au nord du Nigéria et du Bénin et au Burkina Faso. Elle est plus petite que les autres races avec une bosse qui tombe de côté. C'est un bon animal de boucherie qui s'engraisse facilement. Le bœuf est utilisé pour la traction animale et la culture attelée. (Marichatou *et al.* 2005).

La race Goudali se trouve au Bénin, au Cameroun, en République centrafricaine et à l'Est du Nigéria d'où elle est originaire (Marichatou *et al.* 2005). Elle présente des oreilles assez longues et larges. La couleur de la robe est d'un blanc sale avec des renforcements de couleur gris sombre au-dessus de la tête, du cou, des épaules et de la queue. La bosse est développée, arrondie d'avant en arrière et retombe légèrement sur le dos. Elle est encore appelée au Niger 'Goudhalé' ou aussi 'CHANOUN MATA' c'est-à-dire « la vache des femmes » compte tenu de sa docilité. Ce zébu a aussi d'autres appellations comme Sokoto Goudali, Bokolodji ou tout simplement zébu de Sokoto. C'est un animal à triple fin ; bon laitier (7-8 litres de lait par jour), il engraisse bien sur les pâturages (50 à 52 % de rendement) et c'est un animal docile pour la traction. Malheureusement, depuis son introduction au Niger ses potentialités n'ont pas été exploitées. Leurs effectifs ne sont pas connus car assimilés à d'autres races (Marichatou *et al.* 2005).

La race Bororo (zébu à longue corne) peuple tout le Niger jusqu'au Tchad, mais également le Nigeria, le Cameroun et la République Centrafricaine. Quoique peu prolifique et productif (2 litres de lait par jour), il est élevé par les peuls comme signe de prestige social. C'est un animal féroce, très robuste, adapté à la transhumance et capable de se reproduire dans des conditions naturelles médiocres. (Marichatou *et al.* 2005).

La race Kouri est aussi appelée Boudouma du nom de la tribu qui l'élève autour du lac Tchad. C'est une des populations bovines les plus anciennes d'Afrique et est en voie d'extinction du

fait de la dégradation de son biotope original (Bourzat *et al.* 1992), du métissage non contrôlé avec les troupeaux transhumants et de la compétition pour les maigres ressources alimentaires, dans un espace réduit, conséquence de la réduction du lit du Lac Tchad. Pourtant cette race possède des qualités intéressantes de performance laitière (3 à 6 litres/jour) (Pagot 1985) et d'adaptation au milieu. La réduction des effectifs a suscité la création d'une organisation non gouvernementale dénommée « ONG Kouri » afin d'envisager des actions pour sauvegarder cette race dans la région de Diffa. C'est un animal aux cornes volumineuses. Au Niger, l'élevage de la Kouri est cantonné dans la région de Diffa. Le taurin Kouri se rencontre également dans les autres pays membre de la Commission du Bassin du Lac Tchad. La robe est claire uniformément blanche et les muqueuses sont foncées. Les cornes sont de volume considérable, de couleur claire avec des extrémités noires.



Race Azawak (*Bos indicus*)



Race Djelli (*Bos indicus*)



Race Goudali (*Bos indicus*)



Race Bororo (*Bos indicus*)



Race Kouri (*Bos taurus*)

Figure 3 : illustrations des principales races de vaches nigériennes

(Sources diverses)

Tableau 1: Caractéristiques principales des races bovines du Niger

Races	Azawak	M'Bororo	Djelli	Goudali	Kouri
Taille au garrot (cm)	110-140	120-150	115-130	115-140	135-145
Poids (kg)	300-500	350-500	250-350	350-500	400-700
Profil	rectiligne	convexiligne	rectiligne	convexiligne	rectiligne
Proportion	médioligne	longiligne	bréviligne	médioligne	longiligne
Format	eumétrique	hypermétrique	eumétrique	eumétrique	hypermétrique
Cornes	moyenne chez le mâle, courte chez la	Très longues, larges en forme de lyre	Courtes, variables en forme et longueur	Courtes ou moyennes	larges et volumineuses
Fanon	Assez développé	Très développé	Peu développé	Très développé	Peu développé
Robe	Fauve mélange de rouge et blanc, noire et fauve	Acajou, brune ou rouge foncé	Bariolé ou blanche	Blanche, grise ou claire	Blanc sale

Source : Payne et Hodjes, 1997

Remarques

- Le profil est apprécié au niveau de la région frontale. Il est rectiligne (front chanfrein dans le même prolongement), concaviligne (front creux entre les orbites) ou convexiligne (front et chanfrein busqués)
- La proportion détermine l'harmonie qui existe entre la longueur et ou largeur de l'animal. Lorsque les proportions sont harmonieuses, on parle d'animal médioligne ; lorsque la longueur domine, l'animal est rectiligne et inversement avec une largeur dominante, bréviligne.
- Le format précise la taille et le poids des animaux. Il est eumétrique quand le poids est en harmonie avec la taille. Un format hypermétrique indique un poids supérieur à la normale.

Tableau 2: Aptitudes bouchères et laitières des bovins au Niger

Aptitudes	Races					
		Azawak	Bororo	Djelli	Goudali	Kouri
Viande	Rendement carcasse (%)	48-52	40-50	50	50	50
Lait	Production (Kg)	800-1100	180-300	400-450	800-1000	600-700
	Lactation (j)	270-300	180-200	160-200	230	200-250
Travail		Bonne	Moyenne	Moyenne	Bonne	Mauvaise

Source : Payne et Hodjes, 1997

3. Caractéristiques de l'élevage bovin au Niger

Schématiquement, on distingue quatre types de systèmes d'élevage : le système pastoral, le système agropastoral, le système urbain et périurbain et le système de ranching.

Ces systèmes sont rencontrés dans trois zones de végétation retrouvées au Sahel à savoir la zone saharienne, sahélienne et soudanienne. Deux zones de transition peuvent être identifiées entre ces trois zones : la zone saharo-sahélienne et la zone sahélo-soudanienne.

La zone saharienne (74 % du territoire) est caractérisée par un climat aride, des températures élevées et des précipitations rares et irrégulières (moins de 200 mm). La végétation relève du groupe *Acacia-Panicum*, et est dominée par *Panicum turgidum*. Les plantes sont adaptées à l'absence d'eau. Sur les dunes, *Cyperus conglomeratus* abonde dans le couvert herbacé, en association avec divers *Poaceae*, comme *Aristida mutabilis*, *Tragus racemosus*, *Cenchrus biflorus* ou *Lasiurus scindicus*. Sur les plateaux, *Aristida hordacea*, *Aristida funiculata*, *Cenchrus ciliaris*, *Eragrostis pilosa* et *Schoenefeldia gracilis* sont courants. Dans les vallées sèches, *Cymbopogon schoenanthus* domine dans le tapis végétal. Les rares espèces ligneuses comprennent surtout *Acacia raddiana*, mais aussi *Acacia ehrenbergiana*, *Cordia sinensis*, *Maerua crassifolia* et *Grewia tenax*.

La zone saharo-sahélienne (10 % du territoire) est définie par une pluviométrie moyenne annuelle de 200 à 300 mm. Cette zone pastorale à végétation naturelle est composée d'espèces ligneuses principalement des arbres tels que *Faidherbia albida*, *Sclerocarya birrea*, *Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Hyphaene thebaica*, *Acacia raddiana* et des arbustes comme *Salvadora persica*. Le couvert herbacé est composé de *Cenchrus biflorus*, *Cenchrus prieurii*, *Brachiaria xantholeuca*, *Brachiaria villosa*, *Schoenefeldia gracilis*, *Panicum turgidum*, *Aristida mutabilis* et *Eragrostis tremula*.

La zone sahélienne (8 % du territoire) possède une pluviométrie moyenne (300-400 mm/an) avec une végétation caractérisée par une savane arbustive et des savanes arborées moyennement dégradées. L'agriculture y est pratiquée, surtout les céréales pures ou en association avec les légumineuses et aussi les activités de maraichage et d'arboriculture.

La zone sahélo-soudanienne (7 % du territoire) est définie par une pluviométrie annuelle comprise entre 400 et 600 mm. Dans cette zone les arbres sont plus fréquents tels que *Guiera senegalensis*, *Acacia nilotica*, *Combretum micranthum*, *Piliostigma reticulatum*, *Prosopis africana*, *Faidherbia albida*, *Acacia senegal*, *Ziziphus mauritania*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Hyphaene thebaica* et *Boscia senegalensis*. C'est aussi une zone de fortes potentialités agricoles (céréales, cultures de rente et maraichères).

La zone soudanienne (1 % du territoire) est définie par une pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm. Les espèces courantes sur les plateaux latéritiques sont *Loudetia togoensis*, *Brachiaria xantholeuca* ou *Digitaria gayana*; dans les vallées ou sur les pentes douces, on rencontre fréquemment *Andropogon gayanus* et *Pennisetum pedicellatum*. La végétation ligneuse se caractérise par des formations parfois denses de *Combretaceae* (Dieter and Hassane 2001).

Le système pastoral (29 % du cheptel) se caractérise par la mobilité des éleveurs et des troupeaux à la recherche de pâturages et de points d'eau. Il est basé sur l'exploitation de type extensif des ressources avec un faible recours aux intrants zootechniques en dehors des années de déficit fourrager critique. Il est dominant en zone pastorale et comprend deux composantes : le mode transhumant est rencontré dans la zone sahélienne et est pratiqué beaucoup plus par les Peuls woodabés. Il se caractérise par un déplacement saisonnier et cyclique des éleveurs avec une partie des animaux, les femelles en lactation restant près des habitations. Cette transhumance s'observe au début de la saison pluvieuse et se fait du sud vers le nord (zone pastorale) où les animaux restent jusqu'à la fin des récoltes. Le mode nomade est rencontré dans la zone saharo-sahélienne et est pratiqué par les éleveurs qui se déplacent avec leurs troupeaux selon un itinéraire non planifié avec comme objectif l'exploitation des ressources hydriques et fourragères tout au long du trajet (ISSA et al, 2014).

Le système agropastoral (70 % du cheptel) est pratiqué dans le sud de la zone sahélienne et dans la zone soudano-sahélienne. Dans ce système, les animaux appartiennent à des éleveurs sédentaires qui confient leurs animaux majoritairement constitués de petits ruminants à un berger qui fait paître le troupeau. Il n'est pas rare aussi d'observer dans ce système d'élevage, des animaux dans les concessions familiales attachés à des piquets. Les systèmes agropastoraux se caractérisent par une association étroite entre composantes animale et végétale se traduisant par l'utilisation des productions animales (fumure, énergie de traction) à des fins agricoles et la valorisation des sous-produits agricoles par le bétail. Il a la particularité de favoriser une sédentarisation de nombreux pasteurs et la mise en culture progressive des espaces pastoraux.

Le système urbain et périurbain qui est l'œuvre des populations citadines regroupant toutes les couches sociales. On distingue deux types de producteurs : les petits producteurs qui élèvent surtout des petits ruminants le plus souvent attachés dans un enclos de fortune. Ils

vont généralement au pâturage dans la journée sous la conduite d'un berger. Au retour, ces animaux reçoivent une complémentation sous forme de résidus de cuisine.

Les gros producteurs en majorité des fonctionnaires ou des commerçants possèdent généralement des gros ruminants qu'ils élèvent dans des fermes aménagées parfois sous forme d'exploitations modernes. La production est généralement intensive.

L'élevage périurbain est l'œuvre de producteurs laitiers installés et emboucheurs autour de la capitale Niamey (rayon de 15 km).

Le système de ranching au Niger ne concerne que les centres d'élevage étatiques.

L'alimentation constitue la principale contrainte de l'élevage nigérien. La production fourragère est totalement dépendante de la pluviométrie dont la distribution et les quantités connaissent des variations drastiques ces dernières années, en raison notamment de la réduction du couvert végétal. Les quantités de fourrage varient selon les zones et, de manière générale, augmentent du Nord au Sud. Dans la zone saharienne, la végétation est sporadique. Dans le Nord de la zone sahélienne, la productivité des pâturages varie de 400-500kg de matière sèche/ha en fonction des sols (Dieter and Hassane 2001). De plus, l'abreuvement des animaux constitue une contrainte dans la vie des pasteurs transhumants et nomades en raison du nombre très limité des points d'eau. A cela viennent s'ajouter la mauvaise gestion des parcours naturels et l'action des feux de brousse contribuant à dégrader le pâturage. La faible disponibilité d'intrants est également une contrainte importante. L'utilisation des sous-produits agro-industriels dans les élevages est encore à l'état embryonnaire. La qualité du fourrage en saison sèche laisse à désirer, en raison de la réduction de la biodiversité, mais également du phénomène de surpâturage. Durant cette saison, l'alimentation se limite pour l'essentiel à la rare biomasse provenant des pâturages naturels et de la décomposition des tiges. La prolifération d'espèces de plantes envahissantes non appréciées entrave également le potentiel fourrager. Enfin la réduction progressive des aires de production fourragère suite à l'extension des superficies cultivées, constitue également une menace pour l'alimentation des animaux (Issa *et al.* 2014).

Les contraintes sanitaires sont d'une manière générale liées à une insuffisance de la surveillance sanitaire, à l'absence d'un circuit fiable d'approvisionnement en produits pharmaceutiques et zootechniques et à une réticence des éleveurs à l'utilisation de ces produits. Les maladies les plus courantes sont : la pasteurellose et la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) en zone pastorale, les trypanosomoses en zone soudanienne, la

tuberculose, la brucellose, les parasitoses digestives et les mammites dans les élevages bovins laitiers.

Malgré ces difficultés, le Niger dispose d'atouts. Il y a d'abord l'importance des superficies pâturables (620 000 km²) couvrant environ la moitié de la surface du pays. L'importance numérique du cheptel et la diversité des ressources génétiques animales rustiques constituent également des atouts importants. Par ailleurs, l'intérêt grandissant pour le secteur de certains groupes d'intérêt économique, en l'occurrence les femmes, mérite d'être encouragée. Enfin, l'existence d'importants marchés frontaliers comme le Nigéria est un stimulant pour le secteur.

Au regard des différentes contraintes et atouts dont dispose le secteur de l'élevage, plusieurs voies d'amélioration sont possibles pour augmenter les performances des races locales. Sur le plan génétique, le recours à la sélection ou au croisement est un exemple connu de voie d'amélioration pour pallier à la faible productivité des races locales. L'amélioration de l'alimentation des animaux par la vulgarisation des cultures fourragères ou la valorisation des sous-produits agricoles permet de faire face aux contraintes alimentaires en Afrique. Le renforcement des systèmes de santé permet de réduire l'incidence des pathologies souvent responsables d'infécondité. L'organisation de la filière laitière notamment l'amélioration des conditions d'hygiène de la traite, des circuits de collecte et des infrastructures routières pour rapprocher les producteurs des lieux de collecte pourrait améliorer les productions des races locales.

Le chapitre suivant rapporte l'état actuel des connaissances sur les performances de reproduction de *Bos indicus* en général et du Zébu Azawak en particulier d'une part et d'autre part les résultats enregistrés chez l'Azawak suite à des traitements hormonaux.

ARTICLE 1

Caractéristiques et performances de reproduction du zébu : le cas du Niger

M. MOUSSA GARBA¹, M. ISSA¹, M.W.M. OKOUYI², H. MARICHATOU¹, A.R.
KAMGA-WALADJO³ et CH. HANZEN².

¹Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

²Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogenologie des animaux de production, B42 Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique

³Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar. Service de Chirurgie Reproduction. BP : 5077 Dakar, Fann-Sénégal.

✉Correspondance et tirés à part , e-mail : christian.hanzen@ulg.ac.be

Version adaptée d'un article de synthèse bibliographique publiée en 2014 dans la Revue Africaine de Santé et de Productions Animales RASPA, VOL. 12 N°3-4, 135-141.

Cet article de synthèse répond à notre premier objectif spécifique : faire l'état des lieux des performances de reproduction des races bovines au Niger.

Résumé

Cette revue de la littérature dresse un état des lieux des caractéristiques physiologiques et anatomiques mais aussi des performances de reproduction du zébu africain. Elle constitue une première étape de la valorisation du potentiel laitier et viandeux qu'il représente dans le cadre d'une utilisation plus intensive de l'insémination artificielle. Celle-ci ne peut toutefois s'envisager que par l'utilisation de protocoles hormonaux visant à induire et synchroniser les chaleurs. Les taux de gestation obtenus sont compris entre 31,4 et 46,6 % après utilisation respectivement de protocoles à base de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou de progestagènes.

Au Niger le taux moyen de gestation après insémination artificielle est de 29,9 %. Il est plus élevé lors de chaleurs naturelles (43,4 %) qu'induites (25,6 %) ; il est également nettement moins élevé après utilisation de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8,4 %) que de progestagènes (23,4 à 39,5 %). Leur amélioration suppose une meilleure compréhension de l'effet des facteurs alimentaires, zootechniques ou pathologiques responsables de la fertilité et de la fécondité. Il est donc important de poursuivre et d'intensifier les essais de terrain sur des effectifs d'animaux plus conséquents. (RASPA, 12 (3-4) : 135-141).

Mots clés: Niger-Bos indicus-fertilité-fécondité-synchronisation-œstrus

Abstract

Characteristics and performances of reproduction of the zebu: The case of Niger

This review presents an overview of the physiological and anatomical but also reproductive performance of African zebu characteristics. It is a first step to increase his milk and and meat potential by using more intensively artificial insemination (AI). The use of AI depends on the use of hormonal protocols to induce and synchronize estrus. Actually, pregnancy rates obtained are between 31.4 and 46.6% respectively after use of PGF_{α} or progestagens. In Niger, the average pregnancy rates after artificial insemination is 29.9 %. It is higher after in natural heat (43.4 %) than induced heat (25.6 %); it is also considerably lower after use of PGF_{α} (8.4 %) than progestogens (23.4 to 39.5 %). Improvement requires a better understanding of the effect of dietary factors, livestock or pathological responsible for fertility and fecundity. It is therefore important to continue and intensify field trials on more substantial numbers of animals.

Key-words: Niger-Bos indicus-fertility-synchronization-oestrus

INTRODUCTION

L'Afrique possède 16,5 % du cheptel mondial, mais n'en assure que 4,6 % de la production laitière [Hanzen *et al.* 2003]. La consommation laitière y est également bien moins élevée (36 kg par habitant) que la moyenne mondiale (103 kg par habitant) ou européenne (294 kg par habitant) [Fédération des coopératives laitières]. Cette différence est due aux différentes contraintes politiques, climatiques, logistiques et économiques que connaissent la plupart des pays africains. Elle est également imputable au faible potentiel laitier des races locales et aux modes de productions extensives sur des pâturages pauvres dont les disponibilités ne sont souvent que saisonnières. Par ailleurs, les contraintes sanitaires et sociales et le manque d'accompagnement technique des éleveurs constituent également des freins aux innovations technologiques. Ce déficit de production laitière est observé dans la majorité des pays africains. Il est comblé par les importations qui depuis 1990 ont augmenté de 2,1 % par an [NDambi *et al.* 2007]. Elles concernent davantage les pays d'Afrique de l'ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Sénégal et Togo) que de l'Est (Soudan, Egypte, Kenya). Ainsi, en 2010, le montant total des importations de lait était de 79,3 millions d'Euros pour la Côte d'Ivoire et de 123,5 millions d'Euros pour le Sénégal [Duteurtre et Corniaux 2013].

Le Niger est confronté au même problème. Il importe en effet chaque année 6000 tonnes de lait pour un montant de 11 millions d'Euros [Marichatou *et al.* 2005]. Il dispose pourtant d'un important cheptel bovin estimé à 11 millions de têtes [OIE 2010]. Ce cheptel bovin est constitué de plusieurs races locales appartenant au genre *Bos taurus* (Kouri) mais surtout *Bos indicus* (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali). La proportion des différentes races serait la suivante Djelli 63 %, Azawak 22 %, Bororo 6 %, Goudali 3 %, taurins et métis 6 % [Marichatou *et al.* 2005]. Ces races se distinguent notamment par la longueur de leurs cornes : courtes chez l'Azawak, la Djelli, la Goudali, ces trois races constituant 75 % du cheptel national, et longues chez le Bororo et la Kouri. Les aptitudes bouchères (50 % de rendement) sont comparables entre les races. Les aptitudes laitières de l'Azawak et de la Goudali (800-1100 kg/lactation) sont supérieures à celles des autres races (180-700 kg/lactation) [Payne et Hodjes 1997].

La production laitière constitue un élément essentiel de la construction d'une souveraineté alimentaire [Rapport Grain 2011]. Son augmentation implique l'optimisation des ressources alimentaires, l'amélioration de la génétique, de la santé mammaire, de la fécondité et le

contrôle sanitaire [Hanzen 2012]. Divers pays africains ont mis en place des programmes de croisements avec des races exotiques pour améliorer la production laitière. L'insémination artificielle en constitue l'outil. Son utilisation optimale implique néanmoins de bien connaître les caractéristiques anatomiques et pathologiques du tractus génital des races concernées. Compte tenu des contraintes zootechniques inhérentes à son utilisation et dont la détection des chaleurs constitue le principal exemple, elle ne peut s'envisager qu'à travers d'une gestion hormonale de l'œstrus.

Le présent travail a pour objectif de faire le point sur les caractéristiques physiologiques de reproduction de *Bos indicus* et d'en illustrer les performances de reproduction en termes de fertilité et de fécondité en analysant de manière plus spécifique celles observées au Niger.

1. Caractéristiques anatomiques du tractus génital

Les caractéristiques anatomiques du tractus génital des femelles *Bos indicus* ont été précisées par une étude récente [Moussa *et al.* 2013] réalisée *ex vivo* à l'abattoir de Niamey au Niger sur 500 tractus génitaux femelles de 4 races bovines (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali) de type zébu (*Bos indicus*). Aucune différence significative n'a été observée entre les races étudiées en ce qui concerne le diamètre du col ($3,4 \pm 1,1$ cm), la longueur du col ($8,1 \pm 2,5$ cm) et des cornes ($21,6 \pm 5,2$ cm), le diamètre des cornes ($1,6 \pm 0,5$ cm), la longueur et la largeur de l'ovaire droit ($19,8 \pm 4,4$ mm et $11,2 \pm 3,8$ mm) et de l'ovaire gauche ($18,8 \pm 4,5$ mm et $10,2 \pm 3,3$ mm) et le poids des ovaires gauche et droit ($2,5 \pm 1,6$ et $2,9$ g $\pm 1,8$ g respectivement). Ces données sont d'une manière générale inférieures à celles classiquement rapportées pour le genre *Bos taurus* [Moussa *et al.* 2014].

2. Caractéristiques physiologiques de la reproduction

Chez le zébu (*Bos indicus*) la puberté apparaît 16 à 40 mois après la naissance [Kouamo *et al.* 2009].

La durée du cycle est de $22,1 \pm 1,5$ jours chez la femelle zébu [Marichatou *et al.* 2004] de $21 \pm 2,1$ jours chez le taurin baoulé [Chicoteau *et al.* 1990] et de $21,8 \pm 0,5$ jours chez le zébu Goudali au Cameroun [Messine *et al.* 2007].

La dynamique folliculaire chez *Bos indicus* est caractérisée par des vagues de croissance et de régression au cours du cycle œstral comme en témoignent les diverses publications qui

leurs ont été consacrées [Viana *et al.* 2000 ; Wéré *et al.* 2004 ; François *et al.* 2006 ; Akter *et al.* 2010]. Deux vagues de croissance folliculaire sont couramment décrites. Elles apparaissent en moyenne selon les auteurs aux jours $3,3 \pm 1,0$ et $12,3 \pm 1,0$ [Akter *et al.* 2010]; et aux jours $2,1 \pm 0,3$ et $10,5 \pm 0,6$ [Figuereido *et al.* 1997]. Le diamètre du follicule préovulatoire a été de $10,8 \pm 2,5$ mm chez la vache Gir [Viana *et al.* 2000], de $11,8 \pm 0,9$ mm chez la Goudali [Nogueira 2004] et de 10-12 mm chez la vache Néllore [Figuereido *et al.* 1997].

L'intervalle entre le début de l'œstrus et l'ovulation identifiée par échographie est de 22 à 26 heures chez le zébu Goudali [Wéré *et al.* 2012] ; de 25,8 heures chez le zébu éthiopien [Mukasa-Mugerwa et Mattoni 1988] et de $26,6 \pm 0,4$ heures chez le zébu Nellore [Sa'Filho *et al.* 2009].

Le diamètre moyen du corps jaune est respectivement de 18,5 mm [Figuereido *et al.* 1997] et $18,1 \pm 0,4$ mm [Sa'Filho *et al.* 2009] chez la vache et la génisse Nellore.

Les manifestations de l'œstrus sont chez *Bos indicus* semblables à celles de *Bos taurus* (excitation, beuglements, montes passives et actives, écoulement de mucus). Elles sont habituellement de courte durée, souvent discrètes et s'exprimant généralement la nuit [Wéré *et al.* 2012]. Les manifestations de l'œstrus et surtout leur détection sont influencées par des facteurs propres à l'animal (niveau de production laitière) mais surtout par son environnement (saison, température, alimentation, formation des éleveurs...). En zones tropicales et subtropicales, ce facteur alimentaire influence également de manière déterminante l'anoestrus pubertaire et du postpartum. Ainsi, les vaches qui mettent bas durant la saison pluvieuse ont une reprise plus précoce de leur activité [Djabakou *et al.* 1991]. De même, l'allaitement permanent ou la présence permanente des veaux près de leur mère augmente significativement ($P < 0, 001$) la durée de l'anoestrus du postpartum chez les vaches Zébus.

Les intervalles entre le vêlage et les premières chaleurs sont respectivement de 43 ± 10 jours, 72 ± 9 jours et 133 ± 11 jours pour les vaches séparées de leurs veaux, celles dont les veaux n'ont pu avoir accès à la mamelle et celles qui ont allaité leurs veaux [Mukasa-Mugerwa *et al.* 1991]. Un intervalle de 41 jours entre le vêlage et les premières chaleurs a été observé chez les vaches n'dama et Baoulé dont le veau est mort durant les 15 premiers jours [Mukasa-Mugerwa *et al.* 1991].

La durée moyenne de la gestation est de 285 jours chez *Bos indicus* [Messine *et al.* 2007 ; Reynolds *et al.* 1980]. Chez le zébu Goudali, elle est de $293,4 \pm 0,4$ jours et dépend significativement ($P < 0,05$) du sexe du veau, sa durée étant plus élevée chez la femelle portant un veau de sexe mâle ($294,1 \pm 1,2$ vs $291,1 \pm 1,2$ jours) [Messine *et al.* 2007]. Le numéro de lactation et l'âge de la vache n'auraient pas d'effet significatif ($P > 0,05$). Chez le zébu Gobra ($n = 183$) au Sénégal, la durée de la gestation serait de 293 jours \pm 2 jours. Elle ne serait pas influencée par le sexe du fœtus [Denis *et al.* 1973]. Semblable observation a été par ailleurs rapportée chez le zébu et le bovin Sanga au Ghana (*Bos taurus*) [Obese *et al.* 1999]. La saison ne semble pas avoir d'influence sur la durée de la gestation comme rapportée par Osei [41] chez des N'dama au Ghana.

La durée de l'involution utérine est de 29 ± 1 jours chez le zébu Gobra ($n = 83$) et est comparable à celles rapportées pour la femelle de race Baoulé et N'dama [Chicoteau *et al.* 1990 ; Djabakou *et al.* 1991]. Elle augmente avec l'âge et la parité [Djabakou *et al.* 1991].

3. Gestion hormonale de la reproduction

Peu d'études ont été consacrées aux performances de reproduction des zébus africains. L'âge au premier vêlage et l'intervalle de vêlages seraient compris respectivement entre 30 et 60 mois et entre 14 et 16 mois. Ces moyennes dépendent des conditions d'élevage des études réalisées. Selon Sokouri *et al.* [47], l'âge au premier vêlage varie entre 45 et 60 mois et l'intervalle entre deux vêlages serait en moyenne de 474 jours en milieu paysan. Selon Adamou-N'diaye *et al.* [1], l'âge du premier vêlage serait au Bénin de 39,1 mois chez la vache Borgou en système d'élevage extensif et de 30,1 mois en système semi-intensif. En station un âge moyen de $38,6 \pm 1,1$ mois a été observé chez le zébu Goudali. Selon Denis *et al.* [10], l'âge du premier vêlage serait au Sénégal de 45 mois et l'intervalle entre vêlage de 15,5 mois pour le zébu Gobra élevé en station. Au Niger, ces deux paramètres seraient respectivement de 36,5 et 14 mois pour la femelle Azawak élevée en station [François et Chanono 2006].

Compte tenu de ces performances, et pour permettre un recours plus intensif à l'insémination artificielle, divers protocoles hormonaux visant à induire et synchroniser les chaleurs ont été envisagés. Les uns à base de $\text{PGF}_{2\alpha}$ trouvent leur principale application chez les génisses et les vaches manifestant une activité cyclique régulière. Les autres à base de progestagènes sont davantage indiqués en cas d'anoestrus prolongé après la naissance (anoestrus pathologique pubertaire) ou après le vêlage (anoestrus pathologique du

postpartum). Le norgestomet (3 mg) et la progestérone (1,3 à 1,5 g) sont administrés durant 9 à 10 jours, respectivement sous la forme d'implants sous-cutanés (CRESTAR®) ou par voie vaginale (PRID : Progesterone releasing Intra vaginal device ou CIDR® : Control Internal drug releasing [Baruselli *et al.* 2004 ; Bo *et al.* 2003 ; Zecchini et Crimella 2003]). Selon les cas, ces progestagènes peuvent être associés à une injection de PGF_{2α} réalisée le plus souvent deux jours avant le retrait de l'implant ou du dispositif vaginal. Cette injection a pour but d'induire la lutéolyse du corps jaune éventuellement présent. De même une injection d'eCG (350 à 500 UI) est-elle pratiquée à la fin du traitement à base de progestagènes. Ce traitement a pour effet de favoriser la croissance folliculaire et l'ovulation après le retrait du progestagène. Les inséminations sont effectuées sur chaleurs observées ou systématiquement à 48 heures ou à 48 et 72 heures après le retrait de l'implant ou de la spirale.

Une synthèse de 1348 traitements effectués sur des *Bos indicus* majoritairement de race Azawak ou Nelore démontre que (1) l'œstrus apparaît en moyenne 28,3 heures [15 à 35,9 heures] après le retrait du progestagène, (2) le taux moyen de chaleurs observées est de 82,1 % [57,1 à 100 %], (3) la durée moyenne des chaleurs est de 11,8 heures [11,3 à 12,2 heures] et que (4) le taux moyen de gestation est de 46,6 % [22 à 57,6 %] [tableau I].

Le pourcentage de chaleurs induites est comparable à celui observé après une double injection de PGF_{2α} à 11 jours d'intervalle [80,9 %]. Le protocole à base de PGF_{2α} induit par contre un plus faible taux moyen de gestation [31,4 %].

Le pourcentage de chaleurs induites par les progestagènes [57,1 à 100 %] chez *Bos indicus* est comparable voire supérieurs à ceux rapportés pour *Bos taurus*. Ainsi, l'administration de progestérone au moyen d'une spirale vaginale et de norgestomet par voie sous-cutanée s'accompagne endéans les 3 à 5 jours après le traitement de respectivement 88 à 90 % et de 76 à 98 % d'animaux en chaleurs [Hanzen et Laurent 1991]. De même, après une double injection de PGF_{2α}, le pourcentage d'animaux observés en chaleurs est compris entre 76 et 100 %. Chez *Bos taurus*, 85 à 90 % des vaches présentent des chaleurs trois à cinq jours après une double injection de prostaglandine réalisée à quatorze jours d'intervalle, ce pourcentage étant compris entre 55 et 60 % si les injections sont réalisées à onze jours d'intervalle. Le choix de l'intervalle entre les deux injections n'est pas anodin. Il doit être d'une part, suffisamment court pour qu'au moins l'une des deux injections soit réalisée pendant la phase dioestrale du cycle et, d'autre part, suffisamment long pour être supérieur

au temps nécessaire à l'apparition d'un œstrus et au développement d'un nouveau corps jaune sensible à la seconde injection de prostaglandine. Aussi, un intervalle de onze jours est habituellement conseillé chez les génisses et un intervalle de quatorze jours chez les vaches [les génisses récupèrent en effet plus vite que les vaches un corps jaune sensible à la $\text{PGF}_{2\alpha}$] [Hanzen et Laurent 1991]. La durée moyenne des chaleurs (11,8 heures) est comparable à celle de 10 à 13 heures observée après traitement de femelles *Bos taurus* au moyen de CRESTAR® et de PRIDND [Viana *et al.* 2000].

Les pourcentages de gestation obtenus chez *Bos indicus* après induction au moyen d'une spirale [25,8 à 57,6 %] et d'un implant sous cutané [21,6 à 66,6 %] [tableau I] sont comparables à ceux compris entre 37 et 60 % et entre 21 et 68 % après traitement de femelles *Bos taurus* au moyen respectivement d'une spirale vaginale et d'un implant sous-cutané [Hanzen *et al.* 2003]. Les pourcentages de gestation obtenus après injection unique de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (29,2 à 40 %) (Tableau I) est comparable à celui de 28,8 % (n = 350) [Hanzen *et al.* 2003] après insémination réalisée sur chaleurs détectées après injection unique de $\text{PGF}_{2\alpha}$.

La disparité des résultats observés entre les études est imputable à la multiplicité des facteurs hormonaux et zootechniques. Le stade du cycle de l'animal auquel le traitement est effectué présente un effet sur le délai de réponse, le degré de synchronisation et le taux de gestation.

Chez *Bos taurus*, l'œstrus survient plus tardivement après une administration de $\text{PGF}_{2\alpha}$ entre J₁₀ et J₁₅ que si l'injection est réalisée entre J₅ et J₉. Ainsi, l'intervalle moyen entre le traitement et l'apparition de l'œstrus a été respectivement de 70 et 62 heures selon que les animaux ont été traités au milieu (J₈ et J₁₁) ou en fin (J₁₂ et J₁₅) de la phase dioestrale. A la différence des prostaglandines, l'induction des chaleurs au moyen des progestagènes est possible quelque soit le stade du cycle de l'animal. Le pourcentage de chaleurs induites, leur délai d'apparition, leur degré de synchronisation et par conséquent la fertilité apparaissent optimaux lorsque le traitement est mis en place pendant la phase d'activité du corps jaune chez des animaux cyclés [Hanzen et Laurent 1991].

Plusieurs facteurs dont le sevrage, l'alimentation, le stade du postpartum, l'âge des animaux et la politique d'insémination peuvent aussi expliquer les différences entre les résultats sur les taux d'induction et de fertilité. Le sevrage est connu pour induire plus précocement les chaleurs et donc d'exercer un effet bénéfique sur le pourcentage de chaleurs observées ainsi que sur la fertilité de la mère. Le bon état d'embonpoint chez des vaches allaitantes suite à

une complémentation énergétique présente un effet positif sur la fertilité qui apparaît meilleure chez les animaux âgés de 13 mois. Enfin, il semble que le recours à une double insémination systématique après induction aux progestagènes soit à l'origine d'une meilleure fertilité [Hanzen et Laurent 1991].

Tableau I. Traitements aux progestagènes associés ou non à la PMSG et/ou à la prostaglandine F2alpha chez la femelle *Bos indicus*

références	pays	Race	N	Traitement	PGF2 α	eCG	IA	Délai oestrus (h)	% induction	Durée chaleur	% gestation
Cissé 1993	Mali	Maure	40	PGF2α (J0 et			CO	ND	100,0	ND	40
Vounparet et al.	Tchad	Wadara	170	PGF2α (J0 et			72 et 96h	ND	76,5	ND	29,4
Moyenne			210						80,9		31,4
Issa et al. 2012	Niger	Azawak	205	Crestar (10 J)	J7	350 UI	CO	ND	78,8	ND	22,0
Moussa et al. 2012	Burkina	Goudali	82	Crestar (10 J)	J8	400 UI	48 et 72h	30,4 ± 4,8	95,1	12,1 ± 2,4	42,7
Moussa et al. 2012	Burkina	Azawak	88	Crestar (10 J)	J8	400 UI	48 et 72h	35,9 ± 3,9	90,9	11,3 ± 1,4	21,6
Moussa et al. 2001	Burkina	Azawak	66	Crestar (10 J)	J8	400 UI	24 à 36h	15 ± 2,9	100,0	ND	42,3
Wéré et al. 2012	Burkina	Goudali	20	Crestar (10 J)	J8	400 UI	48h	32,7 ± 4,7	95,0	12,2 ±	45,0
Wéré et al. 2012	Burkina	Azawak	19	Crestar (10 J)	J8	400 UI	48h	30,1 ± 6,2	94,7	12,2 ±	36,8
Mbaye et Ndiaye	Sénégal	Gobra	14	Crestar (10 J)		500 UI	CO	ND	60,0	ND	35,7
Vounparet et al.	Tchad	Wadara	120	Crestar (10 J)	J8	500 UI	48 et 72h	ND	77,8	ND	66,6
Sa Filho et al. 2009	Brésil	Nellore	652	CIDR (J9)	J7	300UI/400	48h	ND	82,1	ND	57,6
Issa et al. 2012	Niger	Azawak	55	PRID (J9)	J7	350 UI	CO	ND	59,7	ND	25,8
Issa et al. 2013	Niger	Azawak	14	PRID (J9)	J7	350	48 et 72h	ND	57,1	ND	28,5
Issa et al. 2013	Niger	Azawak	13	CIDR (J9)	J7	350	48 et 72h	ND	61,5	ND	38,4
Moyenne			1348					28,3	82,1	11,8	46,6

4. Cas spécifique du Niger

Au Niger, les premières inséminations artificielles ont été réalisées en 1999 sur des vaches de race Azawak et Goudali [Zecchini et Crimella 2003]. De 2001 à 2010, plusieurs centaines (775) de femelles de race Azawak mais aussi Djelli, Goudali, Bororo et Kouri, élevées en station (184) ou dans des élevages privés (591) ont été inséminées au moyen de sperme frais ou congelé de taureaux Azawak ou de sperme congelé de taureaux de races européennes (Piémontais, Holstein, Brune des alpes et Valdôtaine) [Issa 2012]. Dans l'un et l'autre cas les constats de gestation ont été réalisés par palpation manuelle deux à trois mois après la dernière insémination.

Les données collectées ont permis de préciser les résultats potentiels et les effets de divers facteurs susceptibles d'influencer la fécondité et la fertilité des animaux inséminés [Issa 2012] [tableau II]. Le recours à l'insémination artificielle permet l'obtention d'un taux moyen de gestation égal à 29,9 %, ce pourcentage étant comparable en station [28,0 %] et en élevage privé [30,7 %].

Plusieurs facteurs ont exercé une influence significative sur le taux de gestation. Le taux de gestation a été plus élevé après insémination sur chaleurs naturelles qu'induites tant en station [43,4 vs 25,6 %] que dans les élevages privés [50,0 vs 30,1 %]. La nature du protocole hormonal d'induction des chaleurs n'a eu un effet significatif que dans les élevages privés. Le taux de gestation obtenu après une double injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ s'y est révélé significativement plus faible [8,4 %] que ceux observés après utilisation de protocoles à base de progestagènes [23,4 à 39,5 %]. Enfin, en station, la fertilité observée après insémination au moyen de semence fraîche a été significativement plus élevée [31,2 %] que celle faite avec la semence congelée [21,7%]. Ce facteur n'a pas eu de différence significative dans les élevages privés [30,2 vs 27,1 %]. La saison et le stade du postpartum ne semblent par contre pas avoir d'effets significatifs sur le taux de gestation.

Ces résultats confirment que l'insémination artificielle constitue un outil d'amélioration génétique possible de l'élevage bovin au Niger. Leur amélioration implique la prise en considération de divers facteurs d'influence possible. Au nombre de ceux-ci, on peut citer l'importance de l'examen clinique des animaux avant la mise en place d'un traitement hormonal d'induction des chaleurs. Cet examen permettrait de mieux sélectionner les

animaux sur base de leur poids, de leur état corporel et de leur cyclicité ou non. Il serait également important d'améliorer les conditions d'utilisation de la semence congelée. En effet, les taux de survie ($46,9 \% \pm 12,0$) obtenus après décongélation de la semence des taureaux sont très variables et compris entre 29 % et 67 % [Issa 2012].

Sur le plan zootechnique, il serait sans doute indispensable d'analyser les pistes d'amélioration possible de la détection des chaleurs et de l'alimentation. Les études relatives à la physiopathologie de la reproduction de *Bos indicus* sont moins nombreuses que celles consacrées à *Bos taurus*. On peut y voir une excellente opportunité de développement des recherches en ce domaine. Leurs résultats permettraient de mieux adapter les protocoles hormonaux d'induction des chaleurs et de recourir de manière plus intensive encore à l'insémination artificielle.

Tableau II : Effets de différents facteurs sur la fertilité des zébus après insémination artificielle au Niger [Issa 2012]

Paramètre	Station		Elevages privés		Total	
	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Total	(%)
Caractéristiques						
Nombre élevages	1		48			
Nombre de femelles	184		591		775	
Nombre d'IA	385		822		1207	
Nombre IA fécondantes	108		253		361	
Nombre IA non fécondantes	277		569		846	
	Station		Elevages privés		Moyenne	
	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Total	(%)
Taux de réussite (%)						
Total	385	28,0 ^a		30,7 ^a		29,9
1 ^{ère} IA	215	24,6 ^a				
en 2 ^{ème} IA	88	36,3 ^a				
en 3 ^{ème} IA	82	28,0 ^a				
Mode d'IA						
Sur chaleurs naturelles	53	43,4 ^a	28	50,0 ^a	81	45,6
Sur chaleurs induites	332	25,6 ^b	794	30,1 ^b	1126	28,7
Protocole au Crestar®	99	21,3 ^a	150	23,4 ^a	249	22,5
Protocole au PRID ND	51	29,5 ^a	511	31,2 ^a	562	31,0
Protocole au CIDR®	18	33,4 ^a	109	39,5 ^a	127	38,5
Protocole de double PGF2α	34	23,6 ^a	24	8,4 ^b	58	17,2
Protocole GPG	7	28,6 ^a			7	28,6
Type de semence						
Semence fraîche	256	31,2 ^a	208		464	30,7
Semence congelée	129	21,7 ^b	206		335	24,9
Période de l'IA						
De mars à juin	76	27,6 ^a				
De juillet à octobre	161	28,5 ^a				
De novembre à février	148	27,7 ^a				
post-partum au moment de la mise à la reproduction						
Post-partum < 45j	20	30,0 ^a				
Post-partum > 45j	269	29,7 ^a				

IA : insémination artificielle ; les chiffres suivis des lettres différentes (a, b) dans la même colonne indiquent une différence significative au seuil de P<0,05.

5. Conclusion

Ce travail de synthèse a dressé un état des lieux des connaissances actuelles dans le domaine de la reproduction de *Bos indicus*. Les caractéristiques générales ont été précisées. Il reste un important travail de recherche à faire pour préciser les effets potentiels de l'âge, de l'alimentation sur la dynamique de la croissance folliculaire et lutéale lors de la puberté et du postpartum. L'échographie constitue en ce domaine un outil indispensable.

Cette synthèse a également actualisé les résultats potentiels offerts par l'insémination artificielle réalisée sur chaleurs naturelles ou induites. Elle démontre la nécessité de poursuivre les essais de terrain sur des effectifs suffisants afin d'analyser les effets de divers facteurs propres à l'animal mais aussi à son environnement. Nous plaidons en ce domaine pour la mise en place d'essais multicentriques au travers d'une base de données commune aux divers intervenants dans divers pays. L'insémination artificielle ne constitue qu'un outil d'amélioration génétique de la production de lait et de viande. Son utilisation doit s'effectuer en concertation avec les généticiens et les nutritionnistes.

6. Bibliographie

1. ADAMOU-N'DIAYE M., GBANGBOCHÉ A.B., DAOUDA I. 2003. Effet du système de production sur l'âge au premier vêlage chez la vache Borgou au Bénin. Etude rétrospective. *Tropicultura*, 21, 2, 51-55.
2. AKTER Z., TALUKDER A. K., AKTER T., KABIR M. S., KAMAL M. M., BARI F. Y. AND SHAMSUDDIN M. 2010. Ultrasonographic Study of Ovarian Cyclicity in Zebu Cows of Bangladesh. Vol. 5 No. 2, Article 65. Department of Surgery and Obstetrics, Bangladesh Agricultural University (BAU), Mymensingh, Bangladesh, 8.
3. BARUSELLI P.S., E.L. REIS, M.O. MARQUES, L.F. NASSER, G.A. BÓA, 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science* 82–83; 479–486.
4. BÓA G.A., P.S. BARUSELLI, M.F. MARTINEZ 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science* 78, 307–326.
5. CHEMINEAU P., COGNIÉ Y. & HEYMAN Y., 1996. Maîtrise de la reproduction des mammifères d'élevage. *Productions Animales*, INRA, (hors série), 5-15.
6. CHICOTEAU P., COULIBALY M.M., BASSINGA A.A., CLOE C.C. 1990. Variations saisonnières de la fonction sexuelle des vaches Baoulé au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3): 387–393.

7. CHICOTEAU P., MAMBOUE E., CLOE C., BASSINGA A 1989. Uterine involution and post-partum resumption of ovarian cyclicity in Baoule (*Bos taurus*) and Zebu (*Bos taurus indicus*) cows in Burkina Faso., Zuchthygiene, 24: 259–264.
8. CISSÉ A.B. 1993. Synchronisation des chaleurs chez des vaches Ndama et Zébu Maure avec la prostaglandine F2 α . In : Maitrise de la reproduction et Amélioration génétique des ruminants. Apport des technologies nouvelles, Actualités Scientifiques AUPELF-UREF, Dakar NEAS, 21-26.
9. DENIS J., THIONGANE A. 1973. Caractéristiques de la reproduction chez le zébu étudié au centre de recherches zootechniques de Dahra. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 26 (4): 49-60.
10. DJABAKOU K., GRUNDLER G., LARE K., KOUGBENA L. 1991. Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes: N'dama et Baoulé. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 44 (3): 319–324.
11. DUTEURTRE G., CORNIAUX C. 2013. Etude relative à la formulation du programme d'actions détaillé de développement de la filière lait en zone UEMOA. CIRAD. Rapport définitif. Ouagadougou: 75.
12. FÉDÉRATION DES COOPÉRATIVES LAITIÈRES : <http://www.fncl.coop/filiere-laitiere/produits-laitiers-un-marche-mondial-en-croissance#conso>
13. FIGUEREIDO R. A., BARROS C.M., PINHEIRO O.L., AND SOLER J.M.P. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nellore breeds (*Bos indicus*) cattle. Theriogenology, 47, 1489-1505.
14. FRANCOIS ACHARD ET MOGUEZA CHANONO. 2006. Exemple d'une gestion pastorale réussie au Sahel : la station d'élevage de Toukounous (Niger). Sécheresse Vol 17, n°1-2 ; 76-82.
15. GRIMARD B., HUMBLLOT P., PONTER A.A., CHASTANT S., CONSTANT F. & MIALOT J.P., 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA Prod. Anim., 16 (3), 211-227.
16. HANZEN Ch. 2012. Propédeutique de l'appareil génital de la vache. (Cours http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R01_Prerequis%20anatomophysio_femelle_2010.pdf.)
17. HANZEN Ch., B. BOUDRY, E. BOUCHARD. 2003. Protocole GPG et succès de reproduction. Le Point Vétérinaire N° 238, 50-54.
18. HANZEN Ch., B. BOUDRY, PV. DRION 2003. Induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF2 α . Le Point Vétérinaire N° 236, 22-23.
19. HANZEN Ch., Y. LAURENT 1991. Application des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. Ann. Méd. Vét. 135, 547-557.
20. HANZEN Ch., L. THERON ET A-S RAO 2013. Gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins Laitiers RASPA Vol.11 N°S, 16.
21. ISSA M., 2012. Mise au point et application de l'insémination Artificielle à l'amélioration des productions en lait et viande du zébu au Niger. Habilitation à diriger des recherches. Université Abdou Moumouni de Niamey, 156.

22. ISSA M., MARICHATOU H., SEMITA C., NERVO T., YÉNIKOYE A., CRISTOFORI F. AND TRUCCHI G. 2013. Comparative Study of Two Methods of Induction of Estrus and Fertility Following Artificial Insemination in Azawak Zebu in Niger. *Journal of Life Sciences* Vol. 7, No. 5, pp. 527-531.
23. KASTELIC JP, OLSON WO, MARTINEZ M, COOK RB, MAPLETOFT RJ. KASTELIC J. P., WALTER O., OLSON, MARCELO M., BYRNE C.R., REUBEN J., MAPLETOFT. 1999. Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Can Vet J.* 40: 173-178.
24. KOUAMO J., A. SOW, A. LEYE, G.J. SAWADOGO ET G. A. OUEDRAOGO 2009. Amélioration des performances de production et de reproduction des bovins par l'utilisation de l'insémination artificielle en Afrique Subsaharienne et au Sénégal en particulier : état des lieux et perspectives, *RASPA* Vol.7 N03-4.
25. MARICHATOU H., HAMIDOU T. ET AMADOU T. 2004. Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle bovine. Fiche technique destinée aux vétérinaires, techniciens, inséminateurs, conseillers et producteurs. Unité de recherche en productions animales (URPAN), CIRDES 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, BURKINA FASO.
26. MARICHATOU H., HAROUNA K., HENRI K.M., GILLES V. 2005. Synthèse bibliographique sur les filières laitières au Niger, document de travail n°4, Coordination ISRA-BAME, 40.
27. MARICHATOU H., M. ISSA, I. HAMADOU, M. ASSANE AND C. SEMITA, 2010. Efficacité de la synchronisation des chaleurs et insémination artificielle chez le bovin Azawak: intérêt du profil de progestérone *Tropicultura*, 28, 3, 161-167.
28. MBAYE M., NDIAYE M. 1993. Etude des chaleurs et de la fertilité après un traitement de maîtrise de la reproduction chez la vache zébu Gobra. Pp : 27-37 ; In : *Actualités Scientifiques. Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles.*
29. MESSINE O., GREYLING J.P.C., SCHWALBACH L.J.M., MBAH D.A. & BAH G.S. 2007. Preliminary findings on the general characteristics of the estrous cycle in postpartum Ngaoundere gudali cows *tropicultura*, 25, 3, 180-183.
30. MESSINE O., GREYLING J.P.C., SCHWALBACH L.J.M., MBAH D.A. & BAH G.S. 2007. Non-genetic factors affecting gestation length and postpartum intervals in gudali zebu cattle of the Adamawa highlands of Cameroon *Tropicultura*, 25, 3, 129-133.
31. MIALOT J.P., PONSART C., GIPOULOU Ch., BIHOREAU J.L., ROUX M.E., DELETANG F., 1998. The fertility of autumn calving suckler beef cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and ECG estrus synchronization treatment. *Theriogenology*, 49, 1353-1363.
32. MITESH GAUR AND GOVIND NARAYAN PUROHIT 2007. Follicular dynamics in Rathi (*Bos indicus*) cattle, 2007. *Vet. Arhiv.* 77, 177-186.
33. MOUSSA GARBA M., MARICHATOU H., ISSA M., ABDOUL AZIZ M. L., HANZEN Ch. 2013. Tractus génital des vaches zébus (*Bos indicus*) au Niger. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 66 (04) : 137-142.

34. MOUSSA Z., B. BAYALA, W. PITALA, C. MEYER, H. BOLY & L. SAWADOGO, 2012. Induction d'œstrus et insémination artificielle chez les zébus Azawak et zébus Goudali au Burkina Faso *Tropicultura*, 32, 1, 54-61.
35. MOUSSA Z., W. PITALA, H. BOLY, P. LEROY, N.M. SOUZA, J.F. BECKERS, L. SAWADOGO, 2001. Profil de la LH à l'œstrus induit des taurins Gourunsi et zébu Azawak. *Annales de l'Université de Ouagadougou, série B, Vol IX*, 17.
36. MUKASA-MUGERWA E, MATTONI M. 1988. Estrous behavior in zebu cattle. IFS/SIPAR Joint Seminar on Animal Reproduction for African Countries Addis Ababa, 56-64.
37. MUKASA-MUGERWA E., A. TEGEGNE, R. FRANCESCHINI 1991. Influence of suckling and continuous cow-calf association on the resumption of post-partum ovarian function in *Bos indicus* cows monitored by plasma progesterone profiles. *Reprod. Nutr. dev.* 71, 241-247.
38. NDAMBI O.A., HEMME T., LATA CZ-LOHMANN U. 2007. Dairying in Africa - Status and recent developments. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (8).
39. NOGUEIRA G.P., 2004. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. *Animal Reproduction Science* 82–83; 361–372.
40. OBESE F.Y., OKANTAH S.A., ODDOYE E.O. & GYAWU P., 1999. Post-partum reproductive performance of Sanga cattle in small-holder peri-urban dairy herds in the Accra plains of Ghana. *Trop. Anim. Hlth Prod.* 31, 181-190.
41. OFFICE INTERNATIONAL DES ÉPIZOOTIES (2010) : Disponible en ligne Adresse URL : http://web.oie.int/wahis/public.php?page=country_population. Consulté le 25/05/2014.
42. OSEI S.A., EFFAT-BAAH K. 1989. Reproductive performances of N'dama and West African Shorthorn cattle in the humid forest zone of Ghana. *Trop. Agr. Trinidad*, 66 (3): 256–258.
43. PAYNE W.J.A. AND HODJES J 1997. African breeds, tropical cattle, Cambridge, UK, Blackwell science, 133-177.
44. RAPPORT GRAIN 2011: La grande arnaque du lait: <http://www.grain.org/fr/article/entries/4435-la-grande-arnaque-du-lait>
45. REYNOLDS W.L., DE ROUEN T.M., MOIN S., & KOONCE K.L., 1980, Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, zebu and zebu cross beef cattle. *J. Anim. Sci.* 51, 860-867.
46. SA´ FILHO O.G., M. MENEGHETTI, R.F.G. PERES, G.C. LAMB, J.L.M. VASCONCELOS, 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility *Thériogenology* 72; 210–218.
47. SOKOURI D.P., YAPI-GNAORE C.V., N´GUETTA A.S.P, LOUKOU N.E., KOUAO B.J., TOURE G., KOUASSI A. et SANGARE A. 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* 36: 2353- 2359.
48. SOLANO J., ORIHUELA A. B, GALINAC C.S., MONTIEL F. GALINDOC C. F. 2005. Relationships between social behaviour and mounting activity of Zebu cattle (*Bos indicus*), J. Solano et al. / *Applied Animal Behaviour Science* 94, 197–203.

49. THIAM MM. 1989. Actualité sur la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle zébu (*Bos indicus*) en Afrique. Th. Méd. Vét. Dakar, p. 14.
50. TREGASKES L.D., BROADBENT P.J., DOLMAN D.F., GRIMMER S.P. & FRANKLIN M.F., 1994. Evaluation of Crestar, a synthetic progestogen regime, for synchronization of estrus in maiden heifers used as recipients of embryo transfer. *Vet. Rec.*, 134, 92–94.
51. VIANA, J. H. M., FERREIRA A. D. M., FERREIRA W., CAMARGO L. S. D. A. 2000. Follicular dynamics in Zebu Cattle. *Pseq. Agropec. Brasilia.* 35, 2501-250.
52. VOUNPARET Z., MOPATE L. Y., NADJILEM D., DJONRET D. 2014. Evaluation of two methods of estrus synchronization of cattle in Chad. *Journal of Animal Science*, 4, 13-17.
53. W.E. BEAL W.E., A. GOOD A., L.A. PETERSON L.A., 1984. Estrus synchronization and pregnancy rate in cyclic and non cyclic beef cows and heifers treated with synchromate B or norgestomet and alfaprostol. *Theriogenology*, 22, 59–66.
54. WERE. PITALA, M. ZONGO, H. BOLY, I. COULIBALY, N.M. SOUSA, L. SAWADOGO, P. LEROY et J.F BECKERS, 2004. Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire à l'œstrus induit chez les femelles zébus 'Goudali', *Tropicultura*, 22, 3, 110-115.
55. WERE PITALA., MOUSSA ZONGO., HAMIDOU BOLY., LAYA SAWADOGO., PASCAL LEROY., JEAN-FRANÇOIS BECKERS. ET MESSANVI GBEASSOR., 2012. Étude de l'œstrus et de la fertilité après un traitement de maîtrise des cycles chez les femelles zébus *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(1): 257-263.
56. ZECCHINI M., CRIMELLA C. 2003. CRIMELLA C. 2003. Contribution au développement de la production laitière en zone péri urbaine de Niamey, *Etudes et recherches Sahélienne* janvier-juin 8-9 ; 155-158.

Chapitre 3 : Caractéristiques pathologiques du tractus génital de *Bos indicus*

La productivité des bovins dépend en grande partie de leurs performances de reproduction. La fécondité est l'un des principaux facteurs qui influence la rentabilité d'un troupeau laitier (Sokouri *et al.* 2010). Les pathologies du tractus reproducteur sont parmi les causes de la baisse de fertilité observée chez les femelles bovines vivant sous les tropiques (Abalti *et al.* 2006, Riasat *et al.* 2006). Cette baisse de fertilité entraîne le plus souvent la vente de ces animaux aux bouchers chevillards qui les acheminent à l'abattoir. La majeure partie des études relatives aux pathologies du tractus reproducteur femelle concernent le bétail *Bos taurus* (Simenew *et al.* 2011) et sont le plus souvent réalisées dans les abattoirs. Les caractéristiques pathologiques de la vache *Bos indicus* ont aussi par le passé fait l'objet de quelques études post-mortem (Assey *et al.* 1998 ; Berihu *et al.* 2009 ; Chaudari *et al.* 2000 ; Kunbhar *et al.* 2003).

Diverses lésions ont été décrites à des degrés divers, probablement dues aux différences entre les races, l'environnement et l'état nutritionnel. Ainsi, il a été rapporté un taux de prévalence des pathologies du tractus génital de 36,8 % (n=74) chez des femelles zébus en Ethiopie (Abalti *et al.* 2006). Les plus fréquentes sont les cas d'endométrites, de kystes ovariens et les adhésions à la bourse ovarienne (Abalti *et al.* 2006 ; Simenew *et al.* 2011). D'autres lésions ont été également rapportées par ces mêmes auteurs notamment les cas d'hypoplasie ovarienne, de vaginites, de mucomètre, de cervicites, de kyste paraovarien et de free martinisme. Des fréquences comparables à celle de Moussa *et al.* 2013 (10,4 % ; n = 52) ont été aussi rapportées ; notamment les travaux de Fathalla *et al.* (2000, 13,5 % n=27) sur 200 tractus *Bos taurus* en Jordanie et par Chaudhari *et al.* 2000 (13,5 %) sur 1002 tractus de *Bos indicus* à l'abattoir de Maiduguri au Nigéria.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de ces lésions (l'âge, l'alimentation, l'état sanitaire). L'alimentation des bovins au Niger dépend généralement de pâturages pauvres et de résidus de culture de qualité médiocre, dont les disponibilités sont saisonnières. La productivité des animaux qui en résulte est donc faible ou modérée. D'autres études (Brahim *et al.* 2010 ; Maina *et al.* 2008) ont confirmé l'état de sous-nutrition des zébus africains. L'état corporel insuffisant des animaux peut être imputé à un manque d'apports alimentaires ou à un apport d'aliments faiblement nutritifs, mais sans doute aussi à un

mauvais état sanitaire lié au développement important des maladies épizootiques répandues (péritneumonie contagieuse bovine), et certaines infections bactériennes, parasitaires ou virales. Alors il convient de bien prendre en compte ces pathologies qui peuvent entraîner une baisse des performances de production et de reproduction et engendrer des pertes économiques importantes dans les élevages bovins. Il serait intéressant d'envisager un examen ante-mortem avant l'abattage des animaux ce qui pourrait contribuer à contrôler l'état sanitaire du bétail et diminuer le pourcentage des lésions.

La détermination des pathologies du tractus génital permet de décrire les facteurs responsables d'infécondité et d'identifier des stratégies hormonales ou zootechniques visant à augmenter la productivité des animaux en fonction des conditions d'élevage.

Les images suivantes illustrent quelques pathologies génitales observées sur des tractus génitaux femelles récoltés à l'abattoir de Niamey (Moussa *et al.* 2013).



Fœtus macéré



Kyste paraovarien



Cervicite



Agénésie partielle du vagin



Pyomètre



Utérus unicorne



Col utérin

Tractus d'une génisse free-martin

Figure 4 : Illustrations de pathologies du tractus génital
(Auteur : Moussa Garba Mahamadou)

C'est au 17^{ème} siècle que pour la première fois l'anatomiste hollandais Reinier de Graaf décrit dans un ouvrage intitulé "*De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus*", les caractéristiques générales du follicule ovarien. Nombreuses furent depuis lors les connaissances nouvelles relatives à la taille, l'atrésie et la vitesse de croissance des follicules grâce et notamment à la mise au point de méthodes d'étude de la folliculogénèse non seulement in vitro par analyse histologique et dissection folliculaire, mais également in vivo par endoscopie, laparoscopie, marquages à l'encre de Chine ou échographie (Saumande 1991).

1. La croissance folliculaire

Le développement des follicules ovariens ou folliculogénèse est la succession des différentes étapes du développement du follicule, évoluant du stade primordial au stade de follicule ovulatoire ou le cas le plus fréquent, jusqu'à l'atrésie. Le développement folliculaire se présente sous la forme de croissances et de régressions synchrones de plusieurs follicules appelées vagues à chaque cycle œstral (Ginther et Pierson 1984). Chaque vague de croissance folliculaire se caractérise par l'émergence d'un groupe de follicules de 3 à 5 mm de diamètre, suivie de la sélection d'un follicule qui devient dominant puis régresse par atrésie ou ovule. La folliculogénèse est un processus continu qui se termine par la dégénérescence (ou atrésie) de plus de 99 % des follicules en croissance.

Chez la vache, une à quatre vagues par cycle ont été décrites, mais généralement un cycle ne comporte que deux ou trois vagues, le follicule ovulatoire étant issu de la dernière (Gaur et Purohit 2007). Chez la femelle *Bos indicus*, 2 vagues de croissance folliculaires sont habituellement décrites (Akter *et al.* 2010 ; Gaur et Purohit 2007).

Le modèle de croissance des follicules dominants chez la vache Azawak est similaire à ceux des taurins européens (Touze *et al.* 2007 ; Wéré *et al.* 2004). Au fur et à mesure que le follicule dominant augmente de taille, le diamètre des autres follicules de la même vague stagne ou diminue. Ces derniers follicules non dominants sont appelés à disparaître.

En général, les caractéristiques de la croissance folliculaire chez *Bos indicus* sont similaires à celles décrites chez *Bos taurus* sauf que chez *Bos indicus* le diamètre du follicule dominant semble être plus petit (10-12 mm) que chez *Bos taurus* (14–20 mm et 20–30 mm, respectivement; Ginther *et al.* 1989 ; Kastelic *et al.* 1990 ; BO *et al.* 1993). Cela est probablement dû à une plus faible capacité de sécrétion de l'hormone lutéinisante LH (BARUSELLI *et al.* 2004).

Trois phases de développement caractérisent la croissance des follicules (Hanzen *et al.* 2000).

La phase de multiplication concerne les cellules germinales souches qui après leur migration vers les ébauches ovariennes entre le 45^{ème} et le 150^{ème} jour de gestation se multiplient formant un stock d'ovogonies qui plus tard se transformeront en ovocyte primaire (P.V. Drion *et al.* 1998). Chez les bovins, les ovaires de la jeune femelle contiennent jusqu'à deux millions d'ovogonies durant la vie fœtale (P.V. Drion *et al.* 1996). Quelques cellules épithéliales pavimenteuses et une membrane basale, future membrane de Slavjanski, viennent entourer l'ovocyte primaire formant ainsi les follicules primordiaux qui représentent la réserve folliculaire. C'est à partir de cette réserve que les follicules se développeront et arriveront, pour certains d'entre eux, à maturité.

Il se forme ainsi pendant la gestation, un stock de 235.000 follicules chez la vache qui décline progressivement au cours de la vie de l'animal (Driancourt *et al.* 1991).

La phase de croissance comprise entre le moment où le follicule quitte la réserve folliculaire et celui de l'ovulation, se caractérise par des étapes du développement du follicule. Ainsi elle comprend les stades de follicule primaire et secondaire, où l'ovocyte est protégé respectivement par une ou plusieurs couches de cellules folliculaires, formant la *granulosa*. Suivent les stades de De Graaf représentant les follicules antraux ou cavitaires. Une accumulation de *liquor folliculi* dans des cavités creusées au sein de la granuleuse provoque une augmentation de la taille folliculaire. Le follicule cavitaire se transforme en follicule mûr ou follicule de De Graaf, d'un diamètre intermédiaire entre 18 et 20mm (P.V. Drion *et al.* 1998). Le follicule mûr ou follicule de De Graaf représente la phase terminale du développement folliculaire. Il faut 42 jours chez la vache pour qu'un follicule primordial atteigne la taille pré-ovulatoire (Lussier *et al.* 1987).

La phase de maturation est induite par le pic ovulatoire de gonadotropines et concerne surtout l'ovocyte. Elle représente l'ensemble des modifications cytologiques et métaboliques permettant l'acquisition par l'ovocyte de l'aptitude à être reconnu et pénétré par le spermatozoïde, à assurer la formation des pronuclei paternel et maternel et à permettre, grâce à ses réserves le début du développement embryonnaire. Lorsque l'ovocyte a atteint 80 % de sa taille finale, il a acquis la compétence ou l'aptitude à sa maturation nucléaire proprement dite, c'est-à-dire la reprise de la méiose.

Trois étapes successives sont responsables de la désignation du follicule dominant parmi les follicules en développement :

Le recrutement est l'entrée en croissance d'une cohorte de follicules de taille comprise entre 3 et 6mm (Driancourt *et al.* 1991) et donc recrutables. Le recrutement d'une cohorte de follicules dure en moyenne 3 jours et est sous le contrôle de la FSH. Les follicules recrutés vont sécréter de l'inhibine et de l'œstradiol qui ont un effet inhibiteur sur la sécrétion de FSH par l'hypophyse.

La sélection fait référence au processus par lequel parmi les follicules recrutés, seuls arriveront au stade préovulatoire des follicules en nombre caractéristique de l'espèce ou de la race. La sélection commence lorsque les concentrations plasmatiques en FSH, sous l'effet du rétrocontrôle négatif, atteignent des valeurs inférieures à celles nécessaires pour induire le recrutement (Carriere 2012).

La dominance est à la fois morphologique et fonctionnelle. Elle est qualifiée de morphologique parce qu'elle est exercée par le plus gros follicule présent sur l'un ou l'autre ovaire. Le follicule dominant a été défini comme une structure folliculaire dont le diamètre est égal ou supérieur à 11 mm, donc est supérieur au diamètre des autres follicules au sein d'une même vague de croissance (Ginther *et al.*, 1989). Elle est également dite fonctionnelle parce que le follicule dominant est le seul qui soit capable de provoquer la régression de follicules en croissance, ou d'inhiber la croissance d'autres follicules (Sirois et Fortune 1990 ; Ko *et al.* 1991).

Le follicule dominant continue de sécréter de l'œstradiol renforçant le rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de FSH. Les follicules non dominants, dont la croissance est dépendante de FSH, vont alors s'atrophier. Quant au follicule dominant, il a acquis des récepteurs à la LH sur les cellules de la granulosa qui vont lui permettre de poursuivre son développement (Monniaux *et al.* 2009). L'augmentation du taux d'œstrogènes circulants entraîne en effet

une augmentation de la fréquence des pulses de GnRH, à l'origine de la réorientation de l'activité de synthèse hypophysaire vers la production de LH. Le follicule dominant poursuit donc sa croissance et maintient sa synthèse d'œstradiol. Son devenir dépend ensuite essentiellement de la phase du cycle dans laquelle il se développe. Durant la phase lutéale, la sécrétion de progestérone par le corps jaune exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. La GnRH n'est donc pas sécrétée en quantité suffisante pour provoquer le pic de LH/FSH nécessaire à l'ovulation. Après une phase de dominance de 4 à 7 jours, le follicule dominant va s'atrophier. En revanche, s'il atteint la dominance après la lutéolyse, en l'absence de progestérone, la stimulation par les oestrogènes de l'axe hypothalamo-hypophysaire peut conduire au pic de LH et ainsi à son ovulation (Carriere 2012).

Outre les gonadotropines, les principaux régulateurs de la croissance folliculaire terminale sont l'IGF1 et l'insuline, qui sensibilisent les follicules à FSH. En particulier, l'action synergique de FSH et d'IGF1 joue un rôle déterminant dans le début de la phase terminale de croissance, permettant l'émergence du futur follicule préovulatoire.

2. Aspects anormaux de la croissance folliculaire et de l'ovulation

La croissance folliculaire est un phénomène complexe qui doit aboutir normalement à l'ovulation, c'est-à-dire à l'expulsion d'un ovocyte fécondable. Dans certains cas, les follicules dominants continuent leur croissance et se transforment en kystes folliculaires qui sont une cause d'infertilité. Les études échographiques relatives à la dynamique folliculaire ont permis de mieux préciser les aspects anormaux de la croissance folliculaire tels le kyste ovarien ou les périodes d'anoestrus du post-partum.

Le kyste ovarien traduit une évolution anormale de la croissance folliculaire. Il ne constitue qu'une manifestation parmi d'autres d'une absence d'ovulation. Cette situation se traduit cliniquement par des ovaires «granuleux» témoignant d'une certaine croissance mais insuffisante pour assurer l'ovulation d'un follicule. Sa présence n'empêche pas l'apparition de vagues de croissance folliculaire. Le diagnostic du kyste ovarien implique le recours à l'échographie pour bien identifier son diamètre ($\geq 24\text{mm}$). La pathogénie du kyste ovarien relève d'une atteinte hormonale du complexe hypothalamo-hypophysaire: l'effet feedback positif exercé par l'œstradiol sur l'hormone lutéotrope (LH) en phase préovulatoire se trouve

altéré par un manque d'imprégnation préalable de l'hypothalamus par la progestérone ou d'un dysfonctionnement de la paroi folliculaire mais également divers facteurs responsables propres à l'animal (âge, production laitière, génétique, pathologies du post-partum...) et à son environnement (nutrition, saison, stress...).

L'approche thérapeutique du kyste ovarien peut être préventive ou curative. L'adaptation des apports alimentaires aux besoins de production de l'animal et les mesures visant à réduire la fréquence des affections puerpérales constituent des stratégies préventives à l'apparition des kystes. L'éclatement manuel du kyste ou sa ponction par voie vaginale ont été initialement proposés mais abandonnés car pouvant entraîner des lésions ovariennes susceptibles de stérilité. Le traitement du kyste ovarien peut également être de nature hormonale. Les stratégies thérapeutiques hormonales associent généralement le GnRH, le PRID ou le CIDR. La mise en place d'une spirale s'accompagne d'une augmentation de la progestérone. Au bout de trois jours de traitement, la diminution de la concentration de l'œstradiol s'accompagne d'une libération de FSH et de l'émergence d'une nouvelle vague de croissance folliculaire suivie au bout d'une semaine d'une autre vague de croissance (Hanzen *et al.* 2008). Ces effets ne sont cependant observés que si le kyste présente synthétise de l'œstradiol (Todoroki *et al.* 2001). Au bout de 10 jours, on procèdera à l'examen échographique des ovaires pour confirmer la lutéinisation éventuelle du kyste ou sa régression possible.

L'anoestrus constitue un syndrome caractérisé par l'absence de manifestations œstrales. Cliniquement, le post-partum se caractérise par une période d'anoestrus comportemental plus ou moins longue selon les races. L'anoestrus du postpartum est le facteur principal qui affecte négativement les performances de reproduction des animaux élevés sous les tropiques. Le retour à une activité ovarienne est très variable et dépend de différents facteurs propres à l'animal (âge, caractère allaitant ou lactant) et aussi à son environnement (présence d'un mâle qui contribue à réduire la durée de l'anoestrus, la saison et surtout l'alimentation). Dans les régions tropicales, les problèmes alimentaires sur le plan quantitatif et qualitatif sont très aigus, et ont une influence prépondérante sur la reproduction. Les bovins vivant sous les tropiques présentent de long anoestrus, ce qui augmente l'intervalle vêlage-vêlage avec comme conséquence une réduction des performances de reproduction des animaux (Hanzen 2014).

Chez la vache allaitante, l'impact négatif de la sous-nutrition énergétique sur le devenir du follicule en croissance a également été démontré (stagg *et al.* 1995). Comme la succion, elle s'accompagne d'une synthèse insuffisante d'œstradiol et donc d'une réduction de la possibilité d'ovulation du follicule dominant (Acosta *et al.* 1983).

Une étude échographique a démontré que les vaches en lactation témoignant d'une balance énergétique positive présentaient un nombre plus élevé de follicules de diamètre compris entre 10 et 15 mm (Lucy *et al.* 1991). L'effet de l'alimentation sur la croissance folliculaire pourrait s'expliquer par des effets centraux (action sur la sécrétion de LH) mais probablement aussi périphériques (action locale de l'insuline et des IGFs). (Grimard *et al.* 1996).

Une réduction de la période d'anoestrus fonctionnel peut être obtenue en modifiant la méthode d'allaitement. Un sevrage précoce ou un allaitement réduit sont connus pour induire plus précocement la réapparition des chaleurs chez une vache allaitante.

Les traitements recourant aux progestagènes sont plus utilisés pour traiter les anoestrus. L'administration de progestagènes associés à des œstrogènes (benzoate ou valérate) exerce un rétrocontrôle négatif et diminue les concentrations circulantes de FSH (œstrogènes) et LH (progestérone) provoquant l'atrésie du follicule dominant. Il en résulte l'apparition d'une nouvelle vague de croissance folliculaire 4 à 5 jours plus tard (Bó *et al.* 1993, 1995 ; Rhodes *et al.* 2002). A la fin du traitement, les ovulations sont mieux synchronisées et la fertilité est meilleure qu'en l'absence d'œstrogènes.

3. Détection de l'œstrus

La détection des chaleurs (œstrus) représente un des facteurs essentiels d'obtention d'une fécondité et d'une fertilité normale puisqu'elle conditionne le choix du moment de l'insémination, non seulement par rapport au vêlage (durée de la période d'attente), mais également par rapport au début des chaleurs. Elle influence directement la fertilité puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus. L'amélioration de la qualité de la détection représente un enjeu économique majeur pour les exploitations bovines. Elle implique la prise en considération du facteur temps nécessaire à cette activité, de la connaissance des signes majeurs et mineurs, de l'identification correcte du cheptel, de la notation des observations (identité de l'animal,

date et heure de l'observation, signe de détection) et des facteurs susceptibles d'influencer les manifestations œstrales (Hanzen 2005).

La vocation naturelle de l'œstrus est le rapprochement des deux partenaires sexuels. Les chaleurs correspondent à la période d'acceptation de la monte par les femelles. Les méthodes de détection des chaleurs reposent sur plusieurs modifications physiologiques et au niveau du comportement de l'animal au moment de l'œstrus. L'observation visuelle reste la méthode la plus ancienne et la plus fréquemment utilisée. Elle se base sur la recherche des signes de chaleur. Généralement les femelles sont très agitées, beuglent, flairent leurs congénères et répondent aux sollicitations des mâles par une immobilisation avec adoption d'une position de monte. Les lèvres vulvaires sont oedématisées, turgescents, congestionnées et laissent écouler par la commissure vulvaire un liquide filant, visqueux et translucide. Le col est entrouvert ou dilaté et l'utérus contractile.

Les manifestations de l'œstrus et surtout leur détection sont influencées par plusieurs facteurs dont le niveau de production laitière, l'alimentation, la saison, la température, la race...). Les carences alimentaires, l'hyperthermie à plus de 40°C sont responsables des œstrus réduits et discrets. Aussi, les fortes pluviométries, les mouvements des animaux d'une pâture à l'autre tendent à diminuer les manifestations d'œstrus (Bó *et al.* 2003).

La courte durée de l'œstrus et son apparition tôt le matin ou tard le soir (Galina *et al.* 1996; Pinheiro *et al.* 1998) rendent difficile sa détection. Cette durée de l'œstrus est de 10 heures approximativement (Baruselli *et al.* 2004) avec des activités de monte plus intenses la nuit (56,6 %), résultat comparable à ceux de Pinheiro *et al.* 1998 qui ont rapporté 53,8 % d'expression de l'œstrus la nuit avec 30,7 % qui commencent et terminent la nuit. Des durées moyennes d'œstrus de 12,9 heures chez la Nellore et 16,3 heures chez la race Angus ont été rapportés (Landaeta-Hernandez *et al.* 2002).

Dans les élevages de la zone tropicale et subtropicale, la détection de l'œstrus est très difficile pour les bouviers qui n'ont aucune formation dans le domaine d'une part et d'autre part, les races bovines de cette zone présentent des chaleurs naturelles de courte durée et souvent discrètes (Mattoni *et al.* 1988 ; Chicoteau *et al.* 1989). La détection des chaleurs étant discontinue et les observations peu fréquentes, la détermination du début de l'œstrus, événement qui sert de référence pour déterminer le moment de l'insémination, est très approximative.

4. Moment de l'ovulation

Pour obtenir une fertilité élevée après insémination artificielle à un moment prédéterminé par rapport à la fin du traitement induction synchronisation de l'œstrus il est impératif que le moment de l'ovulation soit connu et que sa variabilité soit faible (Baril *et al.* 1998).

Pour tous les mammifères, la maturation folliculaire et l'ovulation sont sous le contrôle direct du complexe hypothalamo-hypophysaire qui intègre les informations de différents facteurs endogènes (signaux hormonaux et nutritionnels) et exogènes (photopériode, température, stress...)

Une cascade d'événements mène à l'ovulation, mais l'initiateur est une augmentation très significative des taux circulants de la LH sécrétée par l'hypophyse. L'augmentation de la LH endogène apparaît le plus souvent sous la forme d'un «pic» de très forte amplitude et de durée variable selon les espèces, qui induit, dans les heures qui le suivent, la rupture du follicule ovulatoire et la libération de l'ovocyte dans l'oviducte. Seuls les follicules qui expriment de nombreux récepteurs de LH à la surface des cellules de la granulosa sont capables d'ovuler en réponse au pic préovulatoire de LH (Monniaux *et al.* 2009).

Connu pour son action déterminante dans le phénomène de l'ovulation (pic de LH ou pic préovulatoire), la LH est considérée comme indispensable pendant la phase de croissance du cycle ovarien afin d'assurer la viabilité de l'ovocyte (P.V. Drion *et al.* 1996). Le taux basal de progestérone associé aux œstrogènes en phase proœstrale entraîne le pic de gonadotrophines nécessaires à déclencher la cascade d'événements menant à l'ovulation. L'inhibine participe aussi à la régulation de l'ovulation en assurant, à l'inverse des œstrogènes du follicule mûr une régulation négative sur l'axe hypothalamo-hypophysaire (P.V. Drion *et al.* 1996).

Immédiatement après l'ovulation débute la phase lutéale. Elle correspond à la transformation morphologique et fonctionnelle des cellules de la thèque interne et des cellules de la granulosa du follicule ovulatoire. Chez toutes les espèces, la lutéolyse est induite par la $PGF_{2\alpha}$ produite par l'endomètre sous l'influence de l'œstradiol.

De nos jours le moment de l'ovulation est déterminé expérimentalement par dosage hormonale ou par échographie. De ce fait, l'intervalle entre le pic préovulatoire de LH et ou l'intervalle œstrus ovulation identifié par échographie ont été précisés. Ainsi, le pic préovulatoire de LH en relation avec l'ovulation chez des vaches *Bos indicus* a été de $24 \pm$

12,4 heures et l'intervalle œstrus pic de LH est de $8,4 \pm 7,7$ heures (Maquivar *et al.* 2007). L'intervalle œstrus ovulation identifié par échographie a été de 22 à 26 heures chez le zébu Goudali (Wéré *et al.* 2012), et $26,6 \pm 0,4$ heures chez les femelles zébus *Nelore* (Pinheiro *et al.* 1998). Par contre, cette valeur est inférieure à celle de 30 heures environ après le début des chaleurs obtenu sur des races taurines européennes (Walker *et al.* 1996 ; Roelofs *et al.* 2004). De même, Walker *et al.* (1996), avaient observé que malgré une durée moyenne de l'intervalle œstrus ovulation d'environ 30 heures, 22 % des vaches n'avaient pas ovulé dans les 40 premières heures. Compte-tenu du laps de temps durant laquelle l'ovocyte peut être fécondé, environ 8 à 12 heures (Bloch *et al.* 2006), il est donc important d'inséminer chaque vache au moment adéquat pour obtenir une gestation.

La maîtrise du moment de l'ovulation chez les mammifères domestiques permet d'une part de bien gérer le troupeau, d'autre part de favoriser le progrès génétique par la mise en place de l'insémination artificielle (Baril *et al.* 1998). Induire l'ovulation pour connaître avec plus de précision le moment de son occurrence, pourrait permettre d'améliorer le taux de réussite à l'insémination artificielle.

5. Traitements de synchronisation de l'œstrus chez les bovins

Les traitements de synchronisation des chaleurs permettent chez les bovins, de rationaliser le travail au moment de la mise à la reproduction. Après un traitement hormonal, les animaux sont inséminés sur chaleurs observées ou en 'aveugle'. Il est donc possible d'inséminer tous les animaux synchronisés le même jour, sans recourir à la détection des chaleurs. Cependant, le taux de fertilité à l'œstrus induit varie grandement entre les élevages, mais aussi au sein d'un même élevage d'un lot à l'autre et d'une année à l'autre (Odde *et al.* 1990 ; Diskin *et al.* 2001 ; Thatcher *et al.* 2001).

Une bonne connaissance des mécanismes physiologiques expliquant la synchronisation et parfois l'induction des ovulations permet de comprendre en partie les limites des traitements disponibles à l'heure actuelle à savoir : Prostaglandine $F_{2\alpha}$ et ses analogues, et les traitements à base de progestagènes (Grimard *et al.* 2003).

La synchronisation des chaleurs permet de maîtriser et d'harmoniser les cycles sexuels des femelles. Elle se pratique essentiellement dans les troupeaux bovins laitiers. Elle facilite

l'insémination artificielle (IA) en se libérant des contraintes liées à la détection des chaleurs et aux déplacements.

La synchronisation des chaleurs présente de nombreux avantages :

- Suppression de la surveillance des chaleurs ;
- Constitution de lots d'animaux homogènes ;
- Réalisation plus facile des inséminations artificielles (un seul déplacement pour plusieurs femelles à une date fixe et prévue) ;
- Groupage des mises-bas pour une surveillance plus facile ;
- Obtention de vêlages précoces.

Les méthodes hormonales permettent de grouper les ovulations et donc les chaleurs, afin de pouvoir inséminer toutes les vaches en une seule fois. Elles reposent sur l'utilisation d'analogues d'hormones de la reproduction.

Deux méthodes sont principalement utilisées :

La $PGF_{2\alpha}$ est responsable de la régression du corps jaune et de l'arrêt de la sécrétion de progestérone. Elle permet de synchroniser les femelles cyclées qui présentent un corps jaune identifié par palpation transrectale ou par échographie. Administrée entre le 5^{ème} et le 17^{ème} jour du cycle (par voie intramusculaire), elle entraîne la lyse du corps jaune et par conséquent la chute du niveau de progestérone et l'apparition des chaleurs dans les deux à cinq jours qui suivent. En revanche, avant le 5^{ème} et après le 17^{ème} jour, la $PGF_{2\alpha}$ ne modifie pas la durée du cycle normal : soit le corps jaune est trop jeune pour être sensible aux prostaglandines, soit il est déjà en train de dégénérer sous l'effet des prostaglandines sécrétées naturellement par l'utérus de la vache en fin de cycle.

Les $PGF_{2\alpha}$ trouvent leur principale application chez les génisses et les vaches manifestant une activité cyclique régulière. L'administration de la prostaglandine durant la phase lutéale du cycle sexuel s'accompagne généralement d'une ovulation 3 à 5 jours après traitement. Cependant, la variabilité de l'intervalle traitement ovulation ne permet pas de prédire le moment de l'insémination artificielle. Le moment de l'ovulation dépend du stade du cycle et du développement folliculaire au moment du traitement. Les protocoles de synchronisation font appel à une injection unique ou double. L'injection unique d'une prostaglandine s'accompagne d'une dispersion de l'apparition de l'œstrus en relation avec le stade du cycle (Hanzen *et al.* 2003). Une double injection à 11-14 jours d'intervalle contribue à réduire la

dispersion des retours en chaleur sans toutefois permettre de synchroniser de manière optimale la croissance folliculaire et l'ovulation (Hanzen *et al.* 2003). La plupart des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96 heures après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminés à l'aveugle à 72 et 96 heures (Çoyan *et al.* 2003 ; Grimard *et al.* 2003 ; Hanzen *et al.* 2003).

La progestérone (ou ses analogues) est sécrétée par le corps jaune durant le cycle puis par le placenta. Elle est administrée pendant 8 à 12 jours chez les femelles non cyclées de façon continue sous forme d'un implant sous-cutané (Crestar® ; Intervet, 3 mg de Norgestomet), d'une spirale vaginale (PRID® Progestérone Intra vaginal Device ; CEVA ; 1,5 g de progestérone) ou d'un CIDR (Control Internal Drug Releasing, 1,3 g à 1,9 g de progestérone). Les traitements à base de progestagènes sont davantage indiqués en cas d'anoestrus prolongé après la naissance (anoestrus pathologique pubertaire) ou après le vêlage (anoestrus pathologique fonctionnel du postpartum). Ils permettent de simuler la phase lutéale, empêchant ainsi l'apparition des chaleurs et de l'ovulation. La fin du traitement entraîne une chute brutale de la progestéronémie responsable de l'apparition d'un pic de LH qui provoque l'ovulation.

On peut associer à la progestérone de la prostaglandine (deux jours avant le retrait de l'implant, pour faire disparaître un éventuel corps jaune) ou de la PMSG [Pregnant Mare Serum Gonadotropin] appelée eCG (au moment du retrait de l'implant, pour stimuler une croissance folliculaire multiple, surtout si les vaches sont en anoestrus avant traitement (400 à 600 UI). Les chaleurs apparaissent 48 à 72 heures après l'arrêt du traitement.

Le résumé des caractéristiques de l'eCG mentionne trois indications majeures : traitement des troubles de la reproduction, notamment lors de cas d'anoestrus, synchronisation de l'œstrus (en association avec des progestagènes et des prostaglandines $F_{2\alpha}$), mais également induction de superovulation.

Après le traitement de synchronisation, 85 % environ des vaches qui expriment des chaleurs le font entre 36 et 60 heures (Diskin *et al.* 2001). Il est alors possible d'inséminer en aveugle une fois à 56 heures après retrait ou deux fois 48 et 72 heures après retrait. Les mécanismes d'action des traitements de maîtrise des cycles peuvent être relativement complexes. Les effets sur la croissance folliculaire et la durée de vie du corps jaune vont, de plus, dépendre de la situation physiologique des animaux quand les hormones sont injectées (anoestrus, stade du cycle, stade de la vague de croissance folliculaire, stade de développement du

corps jaune). Ces variations expliquent plus ou moins la bonne synchronisation des venues en chaleur et, en partie, les écarts de fertilité qui peuvent être observés sur le terrain. Mais des facteurs liés à l'environnement et/ou zootechniques (sevrage, alimentation, stade du postpartum, âge..) peuvent aussi avoir un effet sur la fertilité à l'œstrus induit (Grimard *et al.* 2003 ; Hanzen et Laurent 1991).

Les méthodes de synchronisation des chaleurs par des moyens hormonaux sont désormais connues et développées en Afrique. Cependant le recours à ces technologies reste encore limité et des efforts doivent être déployés pour leur vulgarisation qui sans doute aura un impact positif sur l'amélioration du cheptel.

Chapitre 5 : Bases physiques et champs d'application de l'échographie en reproduction bovine

De nos jours, les enjeux inhérents à l'économie de l'élevage bovin incitent les éleveurs à optimiser le potentiel de production de leur cheptel par une réduction de l'intervalle entre vêlages successifs d'un même animal et l'identification précoce des animaux non gestants. L'échographie constitue dans ce contexte un outil propédeutique important dans le cadre d'une approche préventive de la reproduction bovine (Wéré *et al.* 2012).

L'échographie est un examen complémentaire de la palpation transrectale chez la vache, premier examen durant lequel il est indispensable de bien localiser les différentes structures de manière systématique, avant d'introduire la sonde. Toutefois, à la différence de la palpation transrectale, l'échographie présente l'avantage de permettre avec plus d'exactitude non seulement de visualiser et de caractériser les structures ovariennes qu'elles soient folliculaires ou lutéales, normales ou pathologiques, mais aussi d'évaluer le stade physiologique de l'utérus et d'établir des diagnostics de gestation précoces (Ginther 2014).

La palpation transrectale reste une technique à maîtriser mais la valeur informative de l'échographie est très supérieure à celle de la palpation transrectale à l'exception des informations relatives à la consistance et la sensibilité des organes. En effet, 22 à 28 % des follicules de diamètre de 10 mm peuvent être détectés par palpation contre 76 à 89 % par échographie (Hanzen *et al.* 2000).

1. Principes de l'échographie

L'échographie est une technique d'imagerie médicale basée sur l'utilisation d'ondes ultrasonores. L'image échographique résulte de l'analyse des ondes ultrasonores émises par la sonde et lui revenant. L'élément piézo-électrique, contenu dans la tête de la sonde est excité pendant une courte période généralement de l'ordre de 1 à 2 secondes, ce qui provoque une impulsion ultrasonore de deux ou trois cycles. A la fin de cette excitation, l'élément piézo-électrique se met au repos et le train d'ondes ultrasonores se propage dans l'organisme exploré. Des échos sont produits au cours de son trajet et une partie d'entre eux revient à l'élément piézo-électrique produisant ainsi une vibration de ce dernier, ce qui

induit un courant électrique : le signal échographique (Pierson *et al.* 1984). En médecine on utilise couramment des fréquences comprises entre 2 et 10 MHz. La définition de l'image est meilleure avec une haute fréquence. La fréquence est différente selon la région à examiner. Un gel minéral est utilisé pour éliminer toute poche d'air entre la sonde et la partie de l'animal avec laquelle elle est en contact. La sonde doit être placée à un endroit où ne s'interpose pas d'os entre elle et l'organe étudié. Ainsi, l'échogénicité d'un tissu est son aptitude à renvoyer plus ou moins bien l'écho ultrasonore après en avoir absorbé une partie.

L'échographe représente les échos sur un écran avec une échelle des gris :

- les liquides sont anéchogènes (c'est-à-dire qu'ils ne réfléchissent pas les ondes émises par la sonde) et leur image apparaît en noir sur l'écran ;
- à l'inverse, un tissu très dense comme l'os est hyperéchogène et apparaît en blanc sur l'écran.
- Les tissus souples sont échogènes et ils apparaissent en gris sur l'écran.

L'essentiel de la littérature décrit des échographes équipés de sondes linéaires, mais le choix de l'appareil doit être raisonné en fonction des applications envisagées. Les sondes linéaires présentent plusieurs avantages (Mialot *et al.* 1991):

- L'apprentissage de la manipulation et de la représentation dans l'espace du plan de coupe est rapide ;
- Le plan de coupe étant constitué de lignes d'échos réfléchis toutes parallèles entre elles, la résolution latérale est bonne et constante sur toute la profondeur du champ examiné ;
- Il est possible de visualiser des structures de plusieurs centimètres à proximité immédiate de la surface de la sonde, situation fréquente en gynécologie bovine.

Toute image qui ne correspond pas à une structure réelle est appelée artéfact. Ce dernier résulte d'interférences au niveau des tissus explorés.



Figure 5 : Illustrations du matériel utilisé lors des examens échographiques
(Auteur : Moussa Garba Mahamadou)

2. Champs d'application de l'échographie en reproduction bovine

Utilisée pour la première fois chez la jument en 1980, l'échographie fut appliquée au constat de gestation chez la vache en 1982 (Palmer *et al.* 1980). Depuis, les champs d'applications de l'échographie n'ont cessé de s'élargir. L'échographie a permis de mieux comprendre la physiopathologie de la reproduction et de la gestation chez la plupart des espèces animales (Ginther 2014). Ainsi, de nombreuses recherches ont été consacrées à :

- l'étude de la dynamique lutéale (corps jaune cavitare chez la vache gestante et non gestante) ;
- la ponction des follicules et au prélèvement des ovocytes (Ovum pick up) ;
- l'étude des contractions utérines, de la mortalité embryonnaire ;

- la détermination du sexe fœtal et des mouvements fœtaux ;
- la caractérisation du développement embryonnaire et de ses anomalies ;
- la caractérisation de l'ovulation et de sa durée ;
- l'étude des contractions utérines durant le cycle ;
- l'étude de l'involution utérine ;
- l'étude des testicules, des glandes annexes et du processus de l'éjaculation.

Le développement des techniques liées à l'échographie permet maintenant de réaliser des analyses informatisées des images échographiques, d'étudier le flux du sperme dans l'utérus, de transférer l'ovocyte d'un follicule à l'autre, d'étudier le développement des petits follicules cavitaires (1 à 3 mm), de faire des biopsies ovariennes, d'étudier les battements cardiaques, de transférer des embryons sans passer par le col. L'écho Doppler est connu depuis un certain nombre d'années. Avec l'apparition du Doppler en couleur, il est possible d'étudier l'hémodynamique au niveau des ovaires et l'utérus lors de diverses situations physiologiques ou pathologiques (Ginther 2014).

3. Méthode d'examen échographique transrectal des ovaires

Les reflets de la lumière solaire doivent être évités car ils constituent un frein à la bonne visualisation de l'image apparaissant à l'écran. L'animal sera placé dans un couloir de contention de manière à éviter ses déplacements latéraux et antéropostérieurs. La main et le bras de l'opérateur sont recouverts d'un gant protecteur à usage unique qui doit être lubrifié au moyen d'un gel. Le rectum est d'abord vidé partiellement des fèces qu'il contient. Les différentes parties du tractus génital sont ensuite palpées. Cet examen préliminaire permet d'estimer les différents rapports existants entre ces organes, de repérer leur position dans la filière pelvienne et de noter d'éventuelles modifications anatomiques liées à un processus physiologique ou pathologique. L'examen échographique suppose une connaissance minimale de la topographie du tractus génital et des structures ovariennes normales et pathologiques.

L'examen des ovaires consiste à rechercher par palpation sa taille, sa structure de même que les structures présentes (corps jaune, follicules, kystes ou tumeur). L'examen échographique des ovaires se fait habituellement par voie transrectale. La mobilité de l'ovaire rend l'examen échographique plus difficile que celui de l'utérus. La sonde échographique est habituellement maintenue au moyen du pouce, de l'index et du majeur tandis que la manipulation de l'ovaire et son maintien contre la sonde sont assurées par l'annulaire et le petit doigt (Hanzen *et al.* 1992).

Les follicules sont aisément distingués par échographie (Pierson *et al.* 1984). Ce sont des structures liquidiennes, plus ou moins bien circonscrites, anéchogènes, apparaissant en noir sur l'écran, généralement inférieure à 25 mm de diamètre, limitées par une paroi mince. Par convention, le diamètre d'un follicule se détermine en positionnant les repères échographiques de mesure sur la paroi interne du follicule. Il s'agit donc d'une mesure de la cavité folliculaire et non du follicule lui-même. Les follicules sont en général de section ronde, mais si plusieurs follicules sont présents, leur forme irrégulière est due à une compression par les follicules ou le corps jaune adjacent ou à l'absence de mise en évidence de la paroi folliculaire (Pierson *et al.* 1984). Dans ce dernier cas, un diamètre folliculaire moyen est calculé entre le plus petit et le plus grand diamètre (Pierson *et al.* 1984). Le pouvoir de résolution d'une sonde de 5 MHz permet de visualiser des follicules de taille supérieure à 3 ou 4 mm de diamètre. Cet examen dépend cependant de la qualité de l'image et de l'expérience de l'opérateur.

L'ovulation est indirectement mise en évidence par la disparition du follicule pré-ovulatoire ou la réduction brutale de son diamètre (Pierson *et al.* 1984 ; 1988).

Lors de l'ovulation, le follicule diminue de volume, sa paroi se plisse et sa cavité se remplit d'un exsudat séro-fibrineux qui ne tarde pas à coaguler. Au cours de cette phase de développement (premiers jours du metoestrus), le coagulum initial s'infiltré de sang et justifie l'appellation de corps jaune hémorragique donné à cette structure de couleur rouge sombre voire noirâtre. Le corps jaune en croissance apparaît à l'échographe comme une zone grise plus ou moins échogène, à l'inverse du follicule anéchogène ou du tissu ovarien plus échogène (Boyd et Omran 1991). L'échographie offre la possibilité de pouvoir quantifier par une mesure de surface le développement du tissu lutéal au cours du cycle (Hanzen *et al.* 1992).

Le kyste folliculaire présente les mêmes caractéristiques échographiques que le follicule et ne s'en différencie que par son diamètre et l'épaisseur de sa paroi (respectivement 25mm et 5mm) variables selon les auteurs (Ribadu *et al.* 1994 ; Farin *et al.* 1990). La configuration des kystes folliculaires est variable : sphérique, ovoïde, polygonale et dépend des pressions relatives exercées par la juxtaposition des kystes sur l'ovaire. Les kystes folliculaires sont anéchogènes. Par rapport à la palpation manuelle, l'échographie constitue une méthode de diagnostic plus exacte pour confirmer la présence ou l'absence de structures ovariennes. L'évaluation des organites ovariens par palpation et par échographie dépendent largement de la technicité de l'opérateur et de la qualité de l'échographe. L'établissement d'un diagnostic correct et le choix d'une thérapeutique appropriée dépendent notamment d'une interprétation exacte des structures ovariennes normales ou pathologiques.

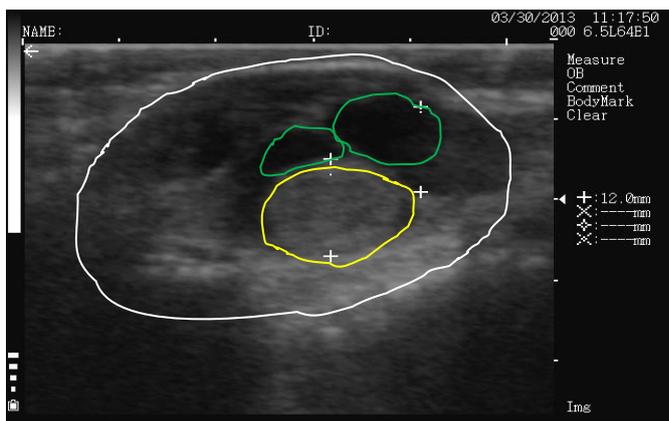


Figure 6 : échographie in vivo d'ovaire (contour blanc) de vache cyclée.
Corps jaune 12mm (contour jaune) ; follicules (contours verts).
(Source : auteur)

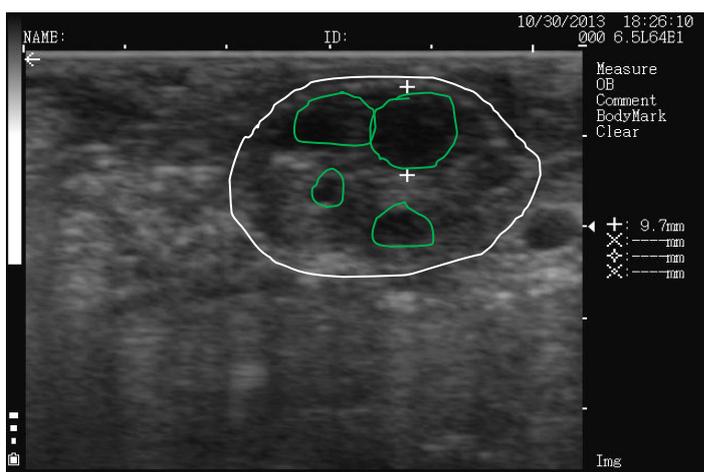


Figure 7 : échographie in vivo d'ovaire (contour blanc) de vache non cyclée.
Follicules (contours verts) dont le plus grand mesure 9,7mm (Source : auteur)

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

Cette partie est consacrée à la présentation des articles originaux de recherche publiés dans le cadre de la thèse. Elle est composée de 3 articles.

ARTICLE 2

Caractéristiques des chaleurs et moment de l'ovulation chez la femelle zébu (*Bos indicus*) Azawak

M. ISSA¹, H. MARICHATOU²✉, T. NERVO³, M. MAHAMADOU², C. SEMITA³, F.
CRISTOFORI³, G. TRUCCHI³, A.YENIKOYE².

¹ Faculté des Sciences, BP 10660, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

² Faculté d'Agronomie, BP 10960, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

³ Dipartimento di Patologia Animale – Università di Torino – Itali

✉ Correspondance et tirés à part, e-mail : marimani_m@yahoo.fr / maricha@refer.ne

**Version adaptée d'un article original publié en 2010 dans la Revue Africaine de Santé et de
Productions Animales (RASPA) Vol. 8 N° 3-4, 145-148.**

Il faut noter que cet article original a été publié avant d'entamer les études relatives à cette thèse et a été ajouté pour des informations complémentaires.

Résumé

Les caractéristiques des chaleurs et le moment de l'ovulation ont été déterminés chez la femelle zébu (*Bos indicus*) Azawak.

Les chaleurs ont été induites avec les implants CRESTARND (avec injection simultanée en IM de valérate d'œstradiol) ou les spirales vaginales PRIDND maintenus en place pendant 9 jours, avec injection de 1 mg de PGF_{2α} le 7^{ème} jour et 350 UI d'eCG le 9^{ème} jour.

Les caractéristiques de l'œstrus ont été appréciées dans un 1^{er} protocole chez 12 vaches synchronisées au CRESTAR, par observation directe. Le moment de l'ovulation a été déterminé dans un 2^{ème} protocole chez 5 vaches sur chaleurs induites (3 aux implants CRESTAR, et 2 aux spirales vaginales) et 3 autres en chaleurs naturelles, par échographie transrectale réalisée toutes les 8 heures, de l'arrêt de traitement à la constatation de l'ovulation. Le taux d'induction de l'œstrus a été de 100 % ; ils sont apparus en moyenne 43 ± 7,8 heures après la fin du traitement et ont duré en moyenne 17,7 ± 4,1 heures.

L'ovulation a été observée 10 heures après le début de l'œstrus chez 4 des 5 animaux synchronisés, tandis que chez le 5^{ème} elle a eu lieu 72 heures après l'arrêt du traitement sans manifestation d'œstrus. Ce résultat suggère que, sur chaleurs observées, il faut faire la première insémination artificielle dès l'apparition des chaleurs, et la 2^{ème} une demi-journée plus tard. (RASPA, 8 (3-4): 145-148).

Mots clés: zébu Azawak-synchronisation des chaleurs-échographie.

Abstract

Heats characteristics and ovulation time of the Azawak zebu (*Bos indicus*) female

The characteristics of heats and the ovulation time were given for the female of Azawak zebu (*Bos indicus*). The heats were induced by implants CRESTARND (with simultaneous injection IM of oestradiol valerate) or vaginal spirals PRIDND maintained in place for 9 days, with injection of 1 mg of PGF_{2α} the 7th day and 350 UI of eCG the 9th day. Estrus Characteristics were appreciated in a 1st protocol with 12 cows synchronized with the CRESTAR, by direct observation. The ovulation time was given in a 2ND protocol with 5 cows on induced heats (3 with implants CRESTAR, and 2 with the vaginal spirals) and 3 others in

natural heats, by transrectal echography carried out each 8 hours, from the end of treatment to the ovulation observation.

The rate of estrus induction was 100 %; they appeared on average $43 \pm 7,8$ hours after the end of the treatment. They duration average was $17,7 \pm 4,1$ hours.

Ovulation was noted during the estrus, in the 10 hours after the beginning, for 4 of the 5 synchronized animals, while for the 5th that was at 72 hours after the end of the treatment without estrus observation. This result suggests that, for insemination after heats observation, it is necessary to make the first artificial insemination as of the appearance of heats, and the 2nd one half-day later.

Keys: Azawak zebu -synchronization of heats-echography

Introduction

La reproduction des animaux domestiques suscite un intérêt grandissant en Afrique subsaharienne [Diop 1996]. De nombreux programmes d'amélioration génétique, basés sur des croisements entre les races locales et exotiques grâce aux biotechnologies de première génération (insémination artificielle) et de deuxième génération (transfert d'embryon), se développent en vue de l'augmentation des performances de reproduction et de production (lait et viande) des races bovines locales [Chicoteau 1989 ; Diop 1996 ; Gouro et Yénikoye 1991].

L'application de ces biotechnologies sur ces animaux exige une connaissance parfaite de la physiologie de la reproduction. Cependant, il existe très peu de données sur celle du zébu. En effet, les hormones de la reproduction commandent un ensemble d'événements comportementaux et organiques, notamment les chaleurs et l'ovulation, qu'il convient de bien cerner pour augmenter le taux de réussite des actes techniques.

La synchronisation des chaleurs, qui permet de maîtriser et d'harmoniser le cycle sexuel des femelles, a l'avantage d'améliorer le taux de succès de l'insémination artificielle, en permettant de mettre un terme aux contraintes liées à la détection des chaleurs. En effet, après un traitement hormonal, les animaux sont inséminés sur chaleurs observées, ou mieux à l'aveugle. Il est donc possible dans certains cas, de s'affranchir de l'observation des chaleurs et d'inséminer tous les animaux préparés le même jour.

Si la technique est séduisante, le taux de fertilité à l'œstrus induit varie grandement entre les élevages, mais aussi au sein d'un même élevage d'un lot à l'autre, d'une année sur l'autre [Diskin *et al.* 2001 ; Odde 1990 ; Thatcher *et al.* 2001]. En Afrique, généralement la réalisation de l'insémination artificielle suite à des synchronisations des chaleurs donne un faible taux de gestation. Pour mieux comprendre les causes d'échecs et envisager des solutions, le présent travail a pour but de cerner les caractéristiques des chaleurs et de déterminer le moment de l'ovulation chez la femelle zébu Azawak soumises aux traitements de synchronisation des chaleurs ; l'observation directe des animaux et l'échographie sont utilisés.

Matériel et Méthodes

1. MILIEU D'ÉTUDE

La présente étude s'est déroulée à la station sahélienne expérimentale de Toukounous (SSET) située à 200 km au nord de Niamey (14°31' de latitude nord et 3°18' de longitude Est). Le climat est aride, de type sahélien (en moyenne 300mm de pluie), caractérisé par une saison des pluies s'étendant de juin à octobre et une saison sèche de novembre à mai. La température moyenne est de 34°C.

Les sols sableux portent une végétation herbacée à dominance de graminées annuelles (*Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*), recouverte par une strate arbustive assez dense (210 individus/ha en moyenne) constituée principalement de *Maerua crassifolia* et *Balanites aegyptiaca*.

Le système d'élevage pratiqué à Toukounous est un système extensif, fonctionnant avec un minimum d'intrants. Le terroir pastoral de cette station occupe une surface d'environ 4400ha. Les animaux sont repartis selon l'âge, le sexe, et l'état physiologique (femelles en lactation, femelles gestantes) en 8 à 12 troupeaux qui restent à longueur d'année sur le pâturage naturel.

2. ANIMAUX ET DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES CHALEURS

Douze vaches Azawak de la SSET, âgées de 2 à 9 ans, sont soumises à un traitement d'induction d'œstrus. Un implant de progestagène (CRESTARND, Intervet) est mis en place (à J₀) sous la peau de la face externe de l'oreille, associé à une injection simultanée par la voie IM de 2ml de valérate d'œstradiol. Le 7^{ème} jour, 1mg de prostaglandines F_{2α} est injecté par la voie IM. Le 9^{ème} jour, l'implant est retiré et une dernière injection de 350 UI d'eCG (FolligonND, Intervet) est effectuée par la voie IM.

Les chaleurs sont détectées par observation visuelle des comportements d'œstrus des femelles traitées en absence de tout mâle, toutes les 4 heures, du début du 11^{ème} jour à la fin des chaleurs. Les signes de chaleurs sont la monte passive et l'écoulement de mucus vaginal. Les paramètres étudiés sont le délai d'apparition des chaleurs, le moment d'apparition des chaleurs et la durée des chaleurs.

3. DÉTERMINATION DU MOMENT DE L'OVULATION

Le moment de l'ovulation est recherché dans un deuxième protocole par échographie, d'une part chez 3 femelles en œstrus naturel, d'autre part chez des femelles en œstrus induit (3 animaux synchronisés au CRESTARND et 2 au PRIDND [Progestérone Releasing Intravaginal Device]). Ce dernier est une spirale en élastomère imprégné de 1,5 g de progestérone (avec une capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol qui y est fixée), mise en place profondément dans le vagin pendant 9 jours ; il est associé à une injection en IM de 500 µg de PGF_{2α} (Cloprosténol) le 7^{ème} jour et de 350 UI d'eCG le 9^{ème} jour, au retrait du PRID du vagin.

Des échographies sont faites toutes les 8 heures, du début des chaleurs à l'ovulation. Elles sont réalisées par voie transrectale, sur les femelles en position debout et maintenues dans un couloir de contention, selon la procédure suivante : le rectum est vidé des matières fécales ; après localisation de la position des ovaires par exploration transrectale, la sonde est introduite et maintenue au moyen du pouce, de l'index et du majeur, tandis que la manipulation de l'ovaire et son maintien contre la sonde ont été assurées par l'annulaire et le petit doigt. La sonde est maintenue en contact étroit avec les parois du rectum, et pour

que la surface de l'ovaire soit observée, une ou plusieurs rotations de la sonde de long en large sont nécessaires.

Résultats

1. CARACTÉRISTIQUES DES CHALEURS

1.1. Taux de chaleurs et délais d'apparition

A l'issue de l'expérimentation, toutes les femelles synchronisées (100 %) sont vues en chaleurs (figure 1). Dix femelles sur un effectif de douze (soit 83,33 %) ont manifesté leurs premières chaleurs dans les 44 heures après l'arrêt du traitement. Le délai moyen d'apparition est de $43 \pm 7,8$ heures, avec un minimum de 36 heures et un maximum de 64 heures.

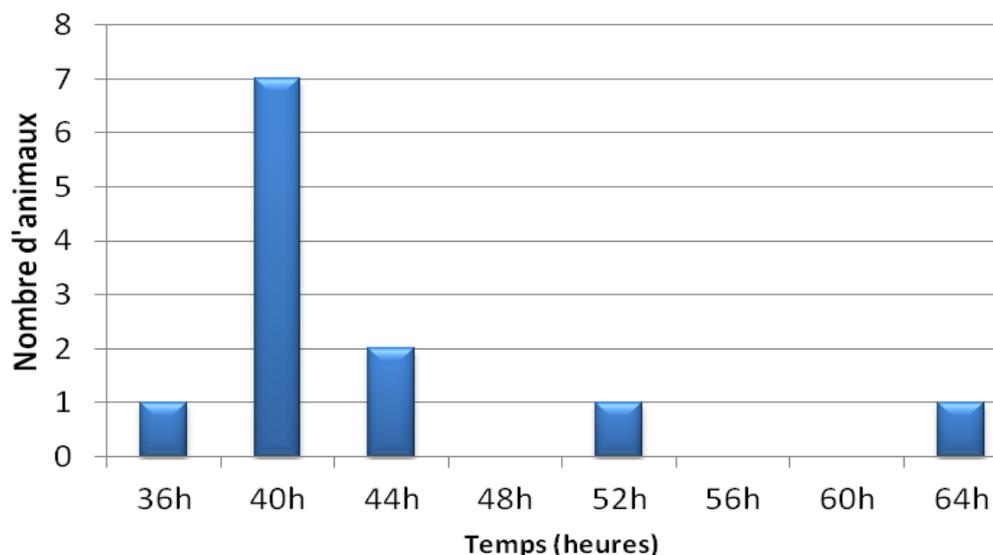


Figure 1 : Délai d'apparition des chaleurs après arrêt du traitement

1.2. Signes de chaleurs et variations nyctémérales de leur apparition

Le comportement sexuel des vaches Azawak au cours de l'œstrus induit par le CRESTAR, a commencé par une agitation des animaux. Le signe présent dans 100 % des cas est le chevauchement par les congénères. L'écoulement de la glaire cervicale est observé chez sept (7) femelles (soit 58,3 %), et ceci dans les 8 heures suivant le début du chevauchement. Il n'a

pas été possible de compter le nombre moyen de chevauchement car l'observation des signes de chaleurs était discontinue. (Figure 2).

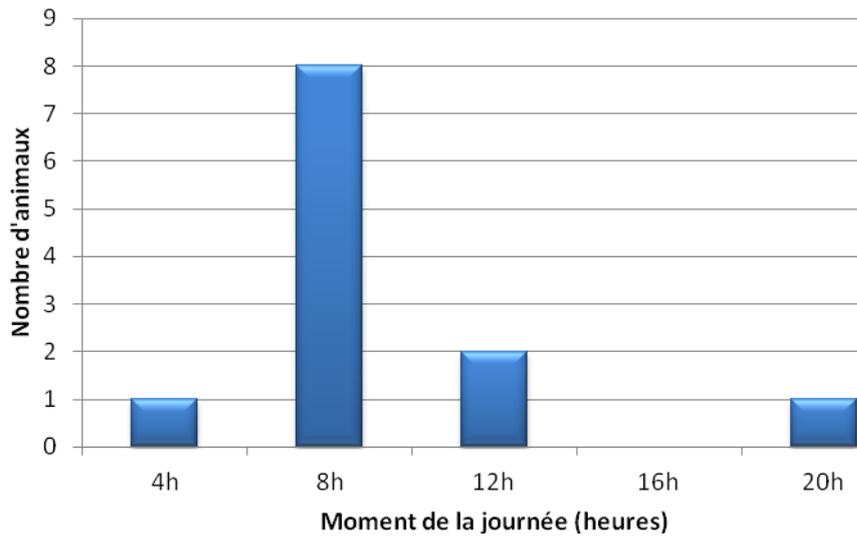


Figure 2 : Distribution nyctémérale des chaleurs détectées

1.3. Durée des chaleurs

Chez l'ensemble des animaux, l'œstrus a duré de 12 à 24 heures avec une moyenne de $17,7 \pm 4,1$ heures. (La durée moyenne de l'œstrus chez les génisses zébus Goudali est de $12,1 \pm 2,4$ heures. La durée de l'œstrus varie de 6 heures à 16 heures).

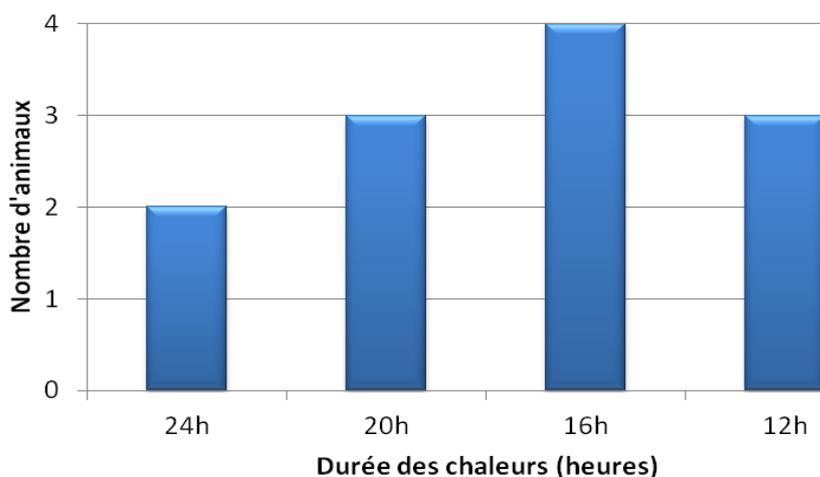


Figure 3 : Durée des chaleurs induites par un implant chez 12 vaches Azawak

2. RÉSULTATS ÉCHOGRAPHIQUES

Le tableau I fait la synthèse des observations échographiques dans le cas d'œstrus induit, en relation avec le moment d'apparition des chaleurs chez chaque femelle synchronisée au CRESTAR ou au PRID. Deux ovulations sont constatées 48 heures après arrêt du traitement (CRESTAR), deux autres (un traité au PRID et l'autre au CRESTAR) 56 heures (soit respectivement 2 heures et 10 heures après le début des chaleurs) et le dernier traité au PRID à 72 heures mais sans chaleurs apparentes. Pour les 3 femelles venues naturellement en chaleurs, l'ovulation est survenue 14 à 16 heures après le début de l'œstrus.

Tableau I. Recherche du moment de l'ovulation après retrait de l'implant ou de la spirale.

Traitement	CRESTAR			PRID	
N° animal	0216	0017	0195	0 317	9710
intervalle arrêt traitement - début chaleurs	46H	46H	46H	46H	Non venue en chaleur
Echographie 2h après le début des chaleurs (48h après arrêt traitement)	ovulée	ovulée	1 follicule de 1cm sur l'ovaire droit	2 follicules sur l'ovaire gauche (+ grand 1,5cm) (=	1 follicule sur l'ovaire gauche
Echographie 10h après le début des chaleurs (56h après arrêt traitement)	/	/	ovulée	Ovulée	1 follicule sur l'ovaire gauche
Echographie 72h après arrêt traitement	/	/	/	/	ovulée

Discussion

Cette étude a permis d'apprécier les caractéristiques des chaleurs et le moment de l'ovulation chez la vache Azawak. La détection des chaleurs est autant un art qu'une science et demande une observation experte des vaches du troupeau. En général, les vaches montrent leurs signes de chaleurs de manière progressive. La connaissance précise de cette gradation permet de déterminer si l'animal est au début, au milieu, ou vers la fin de ses chaleurs.

Au cours de cette étude, les animaux ont manifesté des chaleurs, pour la majorité d'entre eux, dans les 48 heures suivant le retrait de l'implant ou de la spirale. Les œstrus ont débuté pour la plupart tôt le matin (entre 4 et 8 heures). Le taux d'induction d'œstrus obtenus est similaire aux observations d'autres auteurs sur les taurins Baoulé et N'Dama [Ouedraogo *et al.* 1996], le zébu Azawak au Burkina Faso (64-100 %) [Boly *et al.* 2001 ; Zongo *et al.* 2001]. Le taux d'induction d'œstrus élevé traduit l'efficacité des implants Crestar associés à la PGF_{2α} et à l'eCG dans l'induction de l'œstrus et la réactivité de cette race à ces produits de synchronisation.

Cependant, le délai moyen d'apparition des chaleurs ($43 \pm 7,8$ heures) est inférieur aux délais rapportés par [Ouedraogo *et al.* 1996] chez les zébus Azawak après induction des chaleurs par les implants (51 heures 40 mn) et [Ali 1994] chez la femelle Ndama ($47,8 \pm 0,5$ heures). Au contraire, il est plus long que ce qui a été rapporté par [Boly *et al.* 2001] sur les génisses Goudali ($30,4 \pm 4$ heures) ; la seule différence avec cet auteur est la durée du traitement et l'environnement.

La durée moyenne de l'œstrus chez ces femelles zébus Azawak soumises au traitement de synchronisation au CRESTAR ($17,7 \pm 4,1$ heures), se rapproche de celles trouvées par d'autres auteurs : 18 heures pour des races laitières européennes [Lacerte *et al.* 2001], 16-18 heures chez la vache au Maroc [Haskouri 2001], 13-23 heures chez la N'Dama et le zébu Maure [Cissé 1993], 11 ± 3 heures chez le zébu Azawak [Marichatou *et al.* 2004].

C'est légèrement supérieur à la fourchette de 8 à 14 heures par [Gouro et Yénikoye 1991] au niveau de la même station il y a quelques années. Dans tous les cas, les chaleurs se sont situées dans la fourchette de 12 à 24 heures ; il est donc important de maîtriser leur détection.

L'injection de valérate d'œstradiol au moment de la pose de l'implant augmente le pourcentage des chaleurs induites, et réduit la durée ainsi que le délai nécessaire à leur apparition. Aussi, il faut ajouter que l'adjonction de la prostaglandine aux progestagènes semble être le facteur d'induction précoce de l'œstrus. Selon plusieurs auteurs [Heersche 1979; Roche *et al.* 1981 ; Thimonier *et al.* 1975], l'injection de la PGF_{2α} avant le retrait de l'implant entraînerait la lyse du ou des corps jaunes et favoriserait la précision de la synchronisation en diminuant la concentration de progestérone. Cet effet est favorable à l'induction d'un œstrus précoce et d'une ovulation.

Toutes les femelles synchronisées pour le suivi échographique, sont venues en chaleurs dans le même laps de temps (46 heures après arrêt du traitement de synchronisation). Cependant, les images échographiques effectuées 48 heures après arrêt du traitement de synchronisation révèlent une ovulation précoce chez 2 femelles traitées au CRESTAR et un follicule chez trois autres vaches. Au bout de 56 heures, l'ovulation est observée chez deux autres vaches (une traitée au CRESTAR et une au PRID). Pour la femelle qui n'a pas exprimé de chaleurs (traitée au PRID), l'ovulation est survenue 72 heures après l'arrêt du traitement. Globalement 4 des 5 femelles ont ovulé pendant les chaleurs (précisément 10 heures après le début) et la 5^{ème} a ovulé malgré l'absence de manifestation d'œstrus. Donc 4 des 5 animaux ont ovulé pendant les chaleurs. Aussi, chez les femelles qui ont exprimé les chaleurs naturelles, l'ovulation a été constatée 16 heures après le début des chaleurs, donc elle est survenue plus tôt que prévu aussi, et pendant les chaleurs. En nous référant aux travaux de [Sa' Filho *et al.* 2009], les schémas de traitement de synchronisation utilisés, permettent d'obtenir un diamètre suffisant pour le follicule dominant, condition nécessaire pour avoir un bon taux d'ovulation. En effet, suite à un pareil traitement chez des génisses Goudali, il a été obtenu en moyenne $1,8 \pm 0,8$ follicules dominants (≥ 8 mm) par observation échographique [BOLY *et al.* 2003]. Dans notre cas, toutes les femelles Azawak objets de notre étude, sauf une, ont montré un seul follicule à chaque fois avant l'ovulation. On en déduit que la dose d'eCG est convenable pour la maturation terminale et l'ovulation recherchée, contrairement au cas précédant insinuant un surdosage de cette hormone.

Des investigations échographiques de cette étude, il ressort que l'ovulation est survenue pendant les chaleurs chez ces femelles Azawak, précisément entre 2 et 16 heures après le début de l'œstrus. Elle a été plus précoce que ce qui est rapporté par d'autres auteurs : $24,5 \pm 2,8$ heures après le début des chaleurs sur des génisses Goudali [Boly *et al.* 2003], $25,6 \pm 2,8$ heures chez le zébu Gobra [Thiam 1989], 28 heures 37 chez les zébus Azawak au Burkina Faso

[Ouedraogo *et al.* 1996], $32,0 \pm 4,7$ heures sur les croisées (Angus x Hereford) [Wettemann *et al.* 1972]. Selon Musaka-Mugerwa (1989) [5], la sécrétion précoce du pic d'œstrogène serait à l'origine de l'ovulation précoce. C'est à cause des ovulations tardives qu'il est recommandé de faire les premières inséminations artificielles une demi-journée après l'apparition de l'œstrus.

A partir de nos résultats (qui indiquent des ovulations dans les 16 heures qui suivent les chaleurs), en tenant compte du temps nécessaire pour la migration des gamètes mâles et de la durée de vie des gamètes femelles, si les IA sont faites aux temps préconisés pour les races exotiques, on réduit les chances de fécondation. C'est pourquoi, nous suggérons que, quand on insémine sur chaleurs observées, il faut faire le premier dépôt de sperme dans les voies génitales femelles dès l'apparition des chaleurs, et le 2^{ème} une demi-journée plus tard, afin d'augmenter les chances de fécondation.

Conclusion

Les méthodes de synchronisation des chaleurs se prêtent bien à la race bovine Azawak et dans les conditions arides sahéniennes. Cependant, le moment de l'ovulation par rapport aux chaleurs est plus précoce que ce qui est rapporté sur les races européennes et les schémas de synchronisation/insémination. C'est pourquoi, les inséminations sur chaleurs observées sur la vache Azawak, doivent se faire plus précocement ; la première dès l'apparition des chaleurs et la 2^{ème} 12 heures plus tard.

Remerciements

Les auteurs remercient la région Piémont (Italie) qui soutient financièrement et matériellement le projet « insémination artificielle » exécuté au Niger par l'Université de Niamey en collaboration avec la Faculté Vétérinaire de Turin et le Ministère des Ressources Animales du Niger.

Bibliographie

1. Ali A., 1994. Induction de la superovulation chez la femelle bovine Ndama pendant la saison des pluies au Sénégal. Th. Med. Veto Dakar n° 11.
2. Boly H., Coulibaly I., Pitala W., BA Y., et Sawadogo L., 2003. Comportement sexuel et maturation folliculaire chez la femelle zébu Goudali au Burkina Faso. RASPA, 1 (2) : 102 – 107.

3. Chicoteau P. 1989. Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulés en milieu tropicale Sud Soudanien. Thèse de doctorat de l'université Paris XII en science (France) 174p.
4. Cisse AB., (1993), synchronisation des chaleurs chez les vaches N'dama et zébu Maure avec la prostaglandine F2 α . P 21-26. In : « actualité scientifique. Maîtrise de reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apport des technologies nouvelles ».
5. Coulibaly I. 2002. Comportement sexuel et maturation folliculaire chez le zébu Goudali au Burkina Faso. Mémoire de Fin d'études, Diplôme d'ingénieur du développement rural, option élevage, UFR/SVT, UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
6. Diop. P.E.H. 1996. Amélioration de la production laitière au Sénégal par l'utilisation des biotechnologies. Dakar Armée Nation.
7. Diskin M.G. Sreenan J.M. et Roche J.F.2001. Controlled breeding systems for dairy cows. In: M.G. Diskin (ed), Fertility in the high producing dairy cow, Occasional publication n°26, 175-193. British Society of Animal Science, Edinburgh.
8. Gouro A. S. et Yénikoye A., 1991. Etude préliminaire sur le comportement d'oestrus et de la progestéronémie de la femelle zébu "*Bos indicus*" Azawak au Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.* 44, 100-101.
9. Haskouri H., 2001, gestion de la reproduction chez la vache, insémination artificielle et détection des chaleurs. Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, département de la reproduction et de l'insémination artificielle.
10. Heersche G., Kiracofe G.H., Debenedetti R.C., Wen S. et Mckee R.M., 1979. Synchronization of estrus in beef heifers with a norgestomet implant and prostaglandin F2 α *Theriogenology* 11, 197.208.
11. Lacerte G. Bryson A. Loranger Y. et Bousquet D. 2003. La détection des chaleurs et le moment de l'insémination. Symposium sur les bovins laitiers, centre d'insémination artificielle du Québec, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire, 13p.
12. M. Zongo, H. Boly, L. Sawadogo, W. Pitala, J. Sulon, N.M. Sousa, J.F. Beckers et P. Leroy 2001. Fonction sexuelle des femelles zébus Azawak et taurins gourounsi au Burkina Faso. Doctorat de troisième cycle/physiologie animale, Université de Ouagadougou, 121p.
13. Marichatou H., Hamidou T. et Amadou T. 2004. Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle bovine, fiche technique N°9 INERA-CIRDES, 8p.

14. Odde K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, 68, 817-830.
15. Ouedraogo A., Mattoni M et Zecchini M., 1996. Définition d'un moment optimum pour l'insémination artificielle chez les femelles bovines Baoulés, zébu N'Dama en zone subhumide. *Reproduction et production laitière* : 305-310.
16. Roche J.F., Ireland J. et Mawhinney S., 1981. Control and induction of ovulation in cattle. *J. Reprod. Fert.* P 30, 211-222.
17. Sa' Filho O.G., M. Meneghetti, R.F.G. Peres, G.C. Lamb, J.L.M. Vasconcelos, 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility *Theriogenology* 72; 210–218.
18. Thatcher W.W. Patterson D.J. Moreira F. Pancardi M. Jordan E.R. et Risco C.A. 2001. Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. In: *American Association of Bovine Practitioner, AABP Ed, Vancouver*, 95-105.
19. Thiam M.M, 1989. Actualité sur la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle zébu (*Bos indicus*) en Afrique. Thèse médecine vétérinaire, Dakar, P 14.
20. Thimonnier J. Chupin D. et Pelote J., 1975. Synchronization of estrous in heifers and cyclic cows with progestagens and prostaglandins analogues alone or in combination. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15, 437.
21. Wettemann R.P., Hafs H.D., Edgerton L.A., 1972. Estradiol and progesterone in blood serum during the bovine estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 34: 1020-1024.

ARTICLE 3

Tractus génital des vaches zébus (*Bos indicus*) au Niger

M. Moussa Garba¹ H. Marichatou¹ M. Issa¹, M.L. Abdoul Aziz² C. Hanzen^{3*}

¹ Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

² Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal.

³ Université de Liège, faculté de Médecine vétérinaire, service de Thériogénologie des animaux de production, B42 Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.

✉ Auteur pour la correspondance : christian.hanzen@ulg.ac.be

**Version adaptée d'un article original publié dans la Revue d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux, 66 (4) : 137-142.**

Cet article original répond à notre second objectif spécifique : décrire les caractéristiques anatomiques et pathologiques du tractus génital des races bovines nigériennes et analyser l'influence de quelques facteurs zootechniques (race, âge, poids, score corporel) sur ces caractéristiques.

Résumé

Les caractéristiques anatomiques et les structures ovariennes et pathologiques du tractus génital de 500 femelles zébus (*Bos indicus*), appartenant à quatre races bovines (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali), ont été étudiées à l'abattoir de Niamey au Niger du 15 août au 15 décembre 2011. Chaque animal a été examiné avant abattage. Ces vaches et génisses, âgées en moyenne de $8 \pm 2,5$ ans, ont eu une note d'état corporel moyenne de $1,6 \pm 0,6$ et un poids moyen de carcasse de 113 ± 21 kg. Les caractéristiques anatomiques du tractus génital n'ont pas présenté de différences entre les races ($p > 0,05$). Les caractéristiques suivantes ont été observées : diamètre du col $3,4 \pm 1,1$ cm, longueur du col $8,1 \pm 2,5$ cm, longueur des cornes $21,6 \pm 5,2$ cm, diamètre des cornes $1,6 \pm 0,5$ cm, longueur et largeur de l'ovaire droit respectivement $19,8 \pm 4,4$ et $11,2 \pm 3,8$ mm, de l'ovaire gauche $18,8 \pm 4,5$ et $10,2 \pm 3,3$ mm, et poids des ovaires droit et gauche respectivement $2,9 \pm 1,8$ et $2,5 \pm 1,6$ g. Un corps jaune a été identifié dans seulement 14 % des cas et l'absence de follicules visibles à la surface de l'ovaire a été notée dans 32 % des cas. Ces caractéristiques ont été significativement ($p < 0,05$) influencées par l'âge de l'animal. Parmi les femelles examinées, 7,4 % ont été confirmées gravides. Diverses pathologies de l'appareil génital (kystes, infections utérines, free-martinisme, pyomètre.) ont été observées sur 10,4 % des tractus génitaux.

Mots-clés : Bos indicus-Vache-Genitalia-Ovaire-Utérus-Pathologie animale-Niger.

▪ INTRODUCTION

Au Niger, le secteur de l'élevage représente 12 % du produit intérieur brut national (Hamani *et al.* 2005 ; Issa *et al.* 2010). Toutefois, les performances de production laitière des animaux, toutes espèces confondues, sont faibles et insuffisantes pour satisfaire les besoins de la population. Il en résulte une importation massive de produits laitiers pour un montant annuel estimé à 11 millions d'euros (Hamani *et al.* 2005). Cette situation s'explique, d'une part, par des modes de production majoritairement extensifs et semi-extensifs et, d'autre part, par des problèmes d'ordre génétique liés au faible potentiel laitier des races locales. Cependant, la race Azawak, connue pour ses aptitudes bouchères et laitières (50 % de rendement de carcasse et 7-8 litres de lait par jour en élevage extensif) n'a pas encore fait l'objet de programme d'amélioration génétique via l'insémination artificielle. Cela pourrait être dû au manque d'études préliminaires relatives aux caractéristiques physiopathologiques

de la reproduction et aux facteurs de risque d'infertilité et d'infécondité chez cette race. Quelques études ont été conduites sur différentes races de taurins (*Bos taurus*) (Fathalla *et al.* 2000 ; Herenda 1987 ; Simenew *et al.* 2011) et de zébus (*Bos indicus*) (Hatipoglu *et al.* 2000 ; Obwolo et Ogaa 1990). Elles décrivent les principaux facteurs d'infécondité et permettent d'identifier quelques différences majeures de physiologie de la reproduction entre les deux espèces.

Les diamètres du follicule ovulatoire et du corps jaune sont plus petits chez la femelle *Bos indicus* que chez la femelle *Bos taurus* (respectivement 11-13 mm contre 19-22 mm et 13-28 mm contre 17-30 mm).

La puberté apparaît plus tardivement chez *Bos indicus* (16 à 32 mois) que chez *Bos taurus* (10 à 14 mois). Chez *Bos indicus*, les chaleurs sont plus courtes que chez *Bos taurus* (11 h contre 18-24 h). Elles sont souvent silencieuses ou discrètes, ce qui rend la détection de l'œstrus difficile. En zone tropicale, plusieurs facteurs notamment les fortes chaleurs, les vents et pluies violents, les mouvements des animaux d'une pâture à l'autre tendent à diminuer l'intensité et la durée de l'œstrus (Bó *et al.* 2003).

L'ovulation survient plus rapidement après le début des chaleurs chez *Bos indicus* ($25,6 \pm 2,8$ h) chez le zébu Gobra au Tchad (Vounparet *et al.* 2014) ; 22 et 26 h chez des vaches zébus Goudali (Wéré, *et al.* 2012) au Burkina Faso] que chez *Bos taurus* [$27,6 \pm 5,4$ h (Walker, *et al.*, 1996) et $30,0 \pm 5,1$ h (Roelofs *et al.* 2005).

La présente étude a eu pour objectif d'évaluer les caractéristiques physiologiques et pathologiques du tractus génital de la femelle *Bos indicus*. Elle constitue une première étape nécessaire à l'identification de stratégies hormonales ou zootechniques visant à augmenter la productivité de cette espèce dans les conditions d'élevage du Niger.

▪ MATÉRIEL ET MÉTHODES

Recueil des données

Le tractus génital de vaches zébus (*Bos indicus*) Azawak, Bororo, Djelli, Goudali ont été collectés trois jours par semaine à l'abattoir de Niamey du 15 août au 15 décembre 2011. La disponibilité des pièces anatomiques dépendait de l'accord des bouchers. Chaque animal a fait l'objet d'un examen général avant abattage pour relever les principales caractéristiques :

la race, l'âge (déterminé par la dentition ou par les cornes) et la note d'état corporel (déterminée sur une échelle de 1 à 5 par palpation de la région lombaire de l'animal, ainsi que par l'appréciation de son aspect général) (Vall et Bayala 2004). Après abattage, le poids de la carcasse (débarrassé des abats et issues) de chaque vache a été enregistré et le tractus génital complet (de la vulve aux ovaires) prélevé en vue de son examen au laboratoire de l'Université de Niamey. Les différentes parties du tractus génital ont été mesurées sur les animaux vides au moyen d'une règle graduée en centimètres et/ou d'un pied à coulisse. Le poids des ovaires a été obtenu avec une balance de précision (0,01 g). Le nombre de follicules cavitaires ainsi que la présence d'un corps jaune hémorragique ou mature ont été déterminés par examen visuel des ovaires. Le diamètre des corps jaunes a été mesuré au moyen d'un pied à coulisse après incision de l'ovaire. Leur localisation sur l'ovaire droit ou gauche n'a pas été relevée. Le nombre de cornes utérines (une ou deux), leur longueur (de l'extrémité antérieure du col à l'extrémité de la corne) et leur diamètre (au niveau de la partie médiane en avant du point d'insertion du ligament intercornual) ont été déterminés ainsi que la nature physiopathologique de leur contenu après incision (présence ou pas de liquide et éventuellement son aspect : muqueux, mucosanguinolent, flocons de pus, mucopurulent ou purulent). En cas de gravidité, le nombre d'embryons et/ou de fœtus a été noté. La longueur et la perméabilité (injection d'éosine) des trompes utérines ont été déterminées et leur examen visuel a permis d'identifier d'éventuelles lésions.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistical Analysis System, 2001. L'analyse de variance a été menée selon la procédure du modèle linéaire généralisé. Les effets des différents facteurs sur les différentes variables mesurées ont été estimés en utilisant le modèle linéaire fixe suivant : $Y_{ijklm} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_i$ où Y_{ijklm} sont les variables mesurées, μ est la moyenne générale, A_i l'effet fixe de la race, B_j l'effet fixe de l'âge, $(AB)_{ij}$ l'effet de l'interaction de la race et de l'âge, et C_{ij} l'effet résiduel aléatoire.

La méthode de Duncan a ensuite été utilisée pour classer les différences entre les races et classes d'âge. Les différences ont été considérées comme significatives au seuil de 5 p. 100.

▪ RÉSULTATS

Caractéristiques zootechniques

Les 500 animaux de l'échantillon étaient majoritairement de race Djelli (61 %; n = 305), mais également de race Bororo (17,4 %; n = 87), Azawak (15,8 %; n = 79) et Goudali (5,8 %; n = 29). Ils étaient en moyenne âgés de $8 \pm 2,5$ ans et majoritairement âgés de 4 à 8 ans (61,4 %, n = 307). Ils provenaient de 14 marchés différents situés dans un rayon de 200 km autour de la capitale Niamey.

La note d'état corporel moyenne (NEC) des animaux a été de $1,6 \pm 0,6$ sur une échelle de 1 à 5. La NEC maximale enregistrée a été de 3. Les pourcentages d'animaux avec une NEC égale à 1, 2 et 3 ont été respectivement de 46,6 % (n = 233), 43,4 % (n = 217) et 10 % (n = 50).

L'état corporel a été significativement influencé par la race. En effet, la race Djelli a présenté une NEC significativement ($p < 0,05$) inférieure à celles des races Azawak, Bororo et Goudali (tableau I).

Le poids moyen des carcasses des animaux a été de 113 ± 21 kg. Une différence significative a été observée entre les races, la Djelli présentant un poids moyen de carcasse significativement inférieur ($p < 0,05$) à celui des autres races (tableau I). En revanche, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les classes d'âge (< 4 ans, 4-8 ans et > 8 ans, avec respectivement 105,2, 111,8 et 115,2 kg).

Caractéristiques du tractus génital

Une gestation simple a été constatée dans 7,4 % des cas pour l'ensemble des utérus examinés (37/500), et dans 8,9, 11,4, 5,5, et 10,3 % des cas respectivement chez les vaches Azawak, Bororo, Djelli et Goudali. Aucune gestation double n'a été observée.

La corne droite a été plus souvent gravide (57 %; n = 21) que la corne gauche (43 %; n = 16).

Aucun follicule n'a été observé sur les ovaires dans 32 % des cas. Le nombre moyen de follicules cavitaires observé sur les ovaires des vaches non gravides a été de $3,6 \pm 3,4$. Le nombre de follicules a augmenté significativement ($p < 0,05$) en fonction de la NEC ($2,9 \pm 3,0$; $4,1 \pm 3,5$ et $4,7 \pm 3,8$ respectivement pour les NEC de 1, 2 et 3).

La présence d'un corps jaune a été observée sur 14 % des ovaires des vaches non gravides examinées (64/463). Son diamètre moyen a été de $8,4 \pm 4$ mm.

Les dimensions et les poids des différentes parties du tractus génital n'ont en général pas montré de différences significatives entre les races. Seul le poids moyen de l'ovaire droit est apparu significativement ($p < 0,05$) inférieur chez la vache Goudali comparé à celui des vaches des autres races (tableaux II et III).

Tableau I: Effet de la race sur la note d'état corporel et le poids de la carcasse (moyenne \pm erreur standard).

	Azawak N = 79	Bororo N = 87	Djelli N = 305	Goudali N = 29	Total N = 500
NEC	2,0 ^a \pm 0,7	1,7 ^a \pm 0,6	1,4 ^b \pm 0,6	1,6 ^a \pm 0,7	1,6 \pm 0,6
PC (kg)	121,44 ^a \pm 22,3	117,34 ^a \pm 24,1	109,22 ^b \pm 18,4	116,31 ^a \pm 19,8	113 \pm 21

NEC : note d'état corporel ; PC : poids de la carcasse, Les lettres différentes sur une même ligne indiquent une différence significative au seuil de 5 %.

TableauII: Valeurs moyennes (moyennes \pm erreur standard) des dimensions, du poids des ovaires et du nombre de follicules en fonction des races.

	Azawak N = 79	Bororo N = 87	Djelli n = 305	Goudali N = 29	Total N = 500
Longueur commissure (cm)	5,7 \pm 1,1	5,8 \pm 1,4	5,8 \pm 1,3	6,2 \pm 1,5	5,9 \pm 1,3
Longueur du vagin (cm)	19,5 \pm 3,4	19,2 \pm 3,7	18,5 \pm 3,0	18,4 \pm 3	18,9 \pm 3,3
Longueur du col utérin (cm)	8,4 \pm 2,2	8,3 \pm 2,3	8,1 \pm 2,6	7,3 \pm 2,3	8,1 \pm 2,5
Diamètre du col utérin (cm)	3,2 \pm 1	3,3 \pm 1,1	3,6 \pm 1,1	3,8 \pm 1,3	3,4 \pm 1,1
Longueur de la corne (cm)	23,1 \pm 6,2	21,1 \pm 4,6	21,4 \pm 4,9	21,6 \pm 6,5	21,6 \pm 5,2
Diamètre de la corne (cm)	1,5 \pm 0,5	1,4 \pm 0,4	1,6 \pm 0,4	1,7 \pm 0,9	1,6 \pm 0,5
Longueur oviductes (cm)	19,8 \pm 4	19,6 \pm 3,8	19,2 \pm 3,7	18,6 \pm 4,3	19,1 \pm 3,8
Longueur ovaire droit (mm)	20,2 \pm 4,4	20,3 \pm 4,6	19,6 \pm 4,3	19,1 \pm 4,3	19,8 \pm 4,4
Longueur ovaire gauche (mm)	18,3 \pm 4,3	19,0 \pm 4,8	18,5 \pm 4,4	17,9 \pm 4,8	18,6 \pm 4,5
Largeur ovaire droit (mm)	11,5 \pm 3,7	11,5 \pm 4,1	11,1 \pm 3,8	10,7 \pm 3,9	11,2 \pm 3,8
Largeur ovaire gauche (mm)	10,5 \pm 3,5	10,3 \pm 3,3	10,1 \pm 3,3	9,8 \pm 3,5	10,2 \pm 3,3
Poids ovaire droit (g)	3,2 ^a \pm 2,1	3,1 ^a \pm 2,5	2,8 ^a \pm 1,5	2,3 ^b \pm 1,1	2,9 \pm 1,8
Poids ovaire gauche (g)	2,6 \pm 1,4	2,8 \pm 2,3	2,4 \pm 1,4	2,2 \pm 1,6	2,5 \pm 1,6
Nombre de follicules	5,3 \pm 3,6	5,3 \pm 3,5	5,2 \pm 3,3	4,4 \pm 4,1	3,8 \pm 3,6

Les lettres différentes sur une même ligne indiquent une différence significative au seuil de 5 %.

Tableau III: Effet de l'âge, de la race et de l'interaction âge x race sur les différentes variables étudiées

variables	Race	Age	Race x Age	R ²
Longueur commissure (cm)	NS	***	*	0,11
Longueur du vagin (cm)	NS	NS	NS	0,13
Longueur du col utérin (cm)	NS	***	NS	0,09
Diamètre du col utérin (cm)	NS	NS	NS	0,94
Longueur de la corne (cm)	NS	***	NS	0,14
Diamètre de la corne (cm)	NS	***	NS	0,55
Longueur des oviductes (cm)	NS	***	NS	0,07
Longueur ovaire droit (mm)	NS	NS	NS	0,13
Longueur ovaire gauche (mm)	NS	**	NS	0,16
Largeur ovaire droit (mm)	NS	NS	NS	0,09
Largeur ovaire gauche (mm)	NS	NS	NS	0,11
Poids ovaire droit (g)	*	NS	NS	0,22
Poids ovaire gauche (g)	NS	NS	NS	0,36
Nombre de follicules	NS	NS	NS	0,07

NS : $p > 0,05$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$, R² : coefficient de détermination

L'âge a exercé une influence significative sur les dimensions et le poids des différentes parties du tractus génital. Ainsi, la longueur de la commissure vulvaire, du col utérin, de la corne utérine, des oviductes et de l'ovaire gauche, et le diamètre de la corne utérine sont apparus significativement inférieurs ($p < 0,05$) chez les animaux âgés de moins de quatre ans (tableau IV).

Les effets observés ont été spécifiques à la race et à l'âge, comme le montre le manque d'interaction entre ces deux facteurs, à l'exception toutefois d'un effet possible sur la longueur de la commissure vulvaire (tableau III).

Caractéristiques pathologiques

La fréquence des pathologies génitales a été de 10,4 % (n = 52). Les pathologies rencontrées sont listées dans le tableau V.

Tableau IV: Valeurs moyennes (moyennes \pm erreur standard) des dimensions et poids des ovaires en fonction de l'âge.

	< 4 ans N = 9	4 à 8 ans N = 307	> 8 ans N = 184	Moyennes N = 500
Lg commissure (cm)	4,0 ^b \pm 0,8	5,7 ^a \pm 1,2	6,1 ^a \pm 1,2	5,9 \pm 1,3
Lg du vagin (cm)	18,7 ^a \pm 3,2	18,7 ^a \pm 3,1	18,9 ^a \pm 3,2	18,9 \pm 3,3
Lg du col utérin (cm)	5,4 ^b \pm 2,5	8,0 ^a \pm 2,3	8,6 ^a \pm 2,3	8,2 \pm 2,5
D du col utérin (cm)	3,0 ^a \pm 1,1	3,7 ^a \pm 1,0	3,3 ^a \pm 1,1	3,4 \pm 1,1
Lg de la corne (cm)	13,6 ^b \pm 3,9	21,5 ^a \pm 5,0	22,2 ^a \pm 5,3	21,6 \pm 5,2
D de la corne (cm)	0,8 ^b \pm 0,2	1,5 ^a \pm 0,4	1,6 ^a \pm 0,5	1,6 \pm 0,5
Lg des oviductes (cm)	16,5 ^b \pm 3	19,0 ^a \pm 3,6	20,0 ^a \pm 3,9	19,1 \pm 3,8
Lg ovaire droit (mm)	19,5 ^a \pm 4,6	19,3 ^a \pm 4	20,5 ^a \pm 4,8	19,8 \pm 4,4
Lg ovaire gauche	16,2 ^b \pm 2,7	18,3 ^a \pm 4,1	19,1 ^a \pm 4,9	18,6 \pm 4,5
lg ovaire droit (mm)	11,0 ^a \pm 3,7	10,8 ^a \pm 3,5	11,8 ^a \pm 4,2	11,2 \pm 3,8
lg ovaire gauche	9,5 ^a \pm 2,1	10,1 ^a \pm 3,1	10,4 ^a \pm 3,6	10,2 \pm 3,3
Pds ovaire droit (g)	3,1 ^a \pm 2,2	2,7 ^a \pm 1,5	3,2 ^a \pm 2,2	2,9 \pm 1,8
Pds ovaire gauche (g)	2,0 ^a \pm 0,6	2,3 ^a \pm 1,2	2,8 ^a \pm 2,0	2,5 \pm 1,6

Les lettres différentes sur une même ligne indiquent une différence significative au seuil de $p < 0,05$.

Tableau V : Pathologies génitales observées sur cinq cent tractus examinés appartenant à quatre races de zébu

Pathologies	Nombre	Fréquence des lésions (%)
Fœtus macérés	2	0,4
Kystes ovariens	18	3,6
Kystes paraovariens	2	0,4
Lésions du col	5	1
Lésions des oviductes	3	0,6
Lésions du vagin	2	0,4
Pus dans la corne	6	1,2
Pus et mucus dans la corne	5	1
Utérus unicorne	1	0,2
Free-martinisme	8	1,6
endométrites	11	2,2
Total des lésions	52	10,4

▪ DISCUSSION

La présente étude n'a concerné que des animaux abattus. Ces résultats ne peuvent donc être extrapolés à l'ensemble de la population des zébus des différentes races étudiées. La majorité (90 %) des animaux de l'échantillon ont présenté une note d'état corporel inférieure à 2,5. Cette observation était inattendue dans la mesure où l'étude a commencé au mois d'août, c'est-à-dire en saison des pluies pendant laquelle les disponibilités alimentaires ne font pas défaut. Une situation similaire a été signalée par Vall et Bayala (20) chez des animaux laitiers de la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Une note d'état corporel insuffisante en août et en septembre peut résulter de la réduction du temps de pâturage imposée par la fréquence et l'intensité des pluies. Les animaux restent confinés dans les parcs durant les averses. Par ailleurs, l'alimentation des bovins au Niger dépend généralement de pâturages pauvres et de résidus de culture de qualité médiocre dont les disponibilités sont saisonnières. La productivité des animaux qui en résulte est donc faible ou modérée. Les éleveurs n'ont pas souvent les moyens de donner une complémentation aux animaux. Il en résulte une baisse des performances entraînant la vente d'animaux en mauvais état corporel aux bouchers chevillards ou abattants qui les acheminent à l'abattoir.

D'autres études (Brahim *et al.* 2010 ; Maina *et al.* 2008) ont confirmé l'état de sous-nutrition des zébus africains. L'état corporel insuffisant des animaux peut être imputé à un manque d'apports alimentaires ou à un apport d'aliments faiblement nutritifs, mais sans doute aussi à un mauvais état sanitaire lié au développement important des maladies épizootiques répandues (péripleurite contagieuse bovine) et à certaines infections bactériennes, parasitaires ou virales.

Le poids moyen des carcasses des animaux de l'échantillon a varié selon la race, en fonction des différences de format : plus petit chez la race Djelli que chez les autres races.

Le nombre moyen de follicules ($3,6 \pm 3,4$) a augmenté significativement en fonction de la note d'état corporel. Cela confirme l'impact majeur reconnu des apports énergétiques sur la dynamique de la croissance folliculaire (Maina *et al.* 2008 ; Schillo *et al.* 1992). Cet effet a semblé indépendant de la race de zébu de la présente étude. Les éleveurs se doivent d'assurer une alimentation constante à leurs troupeaux. Il paraît essentiel qu'une alimentation adaptée de l'animal, et une prophylaxie efficace contre les principales

pathologies permettront d'améliorer l'état corporel des animaux et donc rétablir une activité ovarienne normale.

Le pourcentage d'animaux gravides observés (7,4 % ; n = 37) est comparable à celui rapporté par Simenew *et al.* (7,5 % ; n = 32) (19), mais inférieur à ceux rapportés par Assey *et al.* (54 % ; n = 217) (2), et Fathalla *et al.* (13,5 % ; n = 27) (7).

La taille supérieure de l'ovaire droit laisse supposer sa plus grande activité folliculaire. Cette observation est semblable à celles rapportées par Abalti *et al.* (56,9 % contre 36,2 % ; n = 33) (1), et Simenew *et al.* (76,8 % contre 23,2 % ; n = 185) (19). Chez les bovins, la majorité des ovulations s'observent sur l'ovaire droit (Rajakoski 1959, Perkins *et al.* 1954). Ces résultats sont cohérents avec le pourcentage de gestations plus élevé dans la corne droite que dans la corne gauche comme rapportés par Giraldo *et al.* 2010 (54,7 % vs 45,3 % ; n=64) ; Hylan *et al.* 2009 (53,2 % vs 46,8 % ; n = 2904). Le pourcentage élevé d'animaux gravides renforce l'intérêt de procéder à un examen transrectal de l'animal avant son abattage. Il est possible cependant que ces abattages constituent des cas de force majeure dictés par des raisons économiques ou un problème de production des animaux.

Cette étude confirme que l'absence de cyclicité constitue le problème majeur des races zébus (*Bos indicus*) au Niger. En effet un corps jaune n'a été observé que chez 14 % des vaches non confirmées gravides et 32 % des animaux n'ont pas présenté de follicule cavitaire sur les ovaires. Ce pourcentage de corps jaune a été inférieur à celui rapporté par Abalti *et al.* (46 %) (1).

Les dimensions des diverses parties du tractus génital observées dans la présente étude ont été inférieures à celles décrites pour *Bos taurus*. La longueur moyenne de la cavité vaginale a été de 18,9 cm contre 30 cm chez *Bos taurus*. La longueur et le diamètre moyens du col ont été respectivement en moyenne de 8,2 et 3,4 cm, contre 10 et moins de 5 cm chez *Bos taurus*. Cette différence rend sans doute plus difficile le recours à l'insémination artificielle et à la récolte ou au transfert d'embryons. La longueur et le diamètre moyens de la corne utérine ont été respectivement de 21,6 et 1,6 cm, contre 35-45 cm et 2,5-3,5 cm chez *Bos taurus*. La longueur de l'oviducte a été de 19,1 cm contre 30 cm chez *Bos taurus* (9).

Les valeurs moyennes des longueurs et des poids des ovaires obtenues chez *Bos indicus* ont été inférieures à celles décrites chez *Bos taurus* avec respectivement 1-2 cm et 3 g, contre 2-

3 cm et 10-20 g (Hanzen 2012). Ces valeurs, associées au diamètre moyen des corps jaunes examinés (8,4 mm), contribuent sans doute à rendre plus difficile l'examen manuel par palpation des ovaires.

Les différentes pathologies génitales observées ont été peu nombreuses (10,4 %). Cette fréquence est comparable à celle de 13,5 % rapportée par Chaudhari et Paul-Bokko (5), et Fathalla *et al.* (7), mais inférieure à celles observées par Abalti *et al.* (36,9 %) (1), Berihu *et al.* (39,1 %) (3), et Simenew *et al.* (22,3 %) (19). Ces différences résultent vraisemblablement de contextes d'études différents liés à la race et au nombre d'animaux étudiés, mais également à leur origine géographique ou à leur état sanitaire. Les cas de fœtus macérés (0,4 %; n = 2) corroborent les travaux de Berihu *et al.* (0,4 % ; n = 1) (3), Fathalla *et al.* (1,5 %; n = 3) (7), Simenew *et al.* (0,2 %; n = 1) (19).

La fréquence des kystes ovariens (3,6 % ; n = 19) a été comparable aux travaux d'Abalti *et al.* (3,5 %; n = 7) (1), de Chaudhari *et al.* (3,3 % ; n = 247) (5), et de Simenew *et al.* (3,3 % ; n = 21) (19). En revanche, Fathalla *et al.* (7) trouvent une fréquence plus élevée (7 % ; n = 14). Les cas de kystes paraovariens dans cette étude (0,4 % ; n = 2) sont comparables à ceux trouvés par Chaudhari *et al.* (0,26 %; n = 20) (5), et Hatipoglu *et al.* (0,72 %; n = 8) (10). En revanche, des fréquences plus élevées ont été rapportées par Abalti *et al.* (1,5 %; n = 3) (1), Kunbhar *et al.* (15,4 %; n = 6) (14), et Riasat *et al.* (1,81 %; n = 2) (17). La fréquence du free-martinisme (1,8 % ; n = 8) a été supérieure à celles rapportées par Abalti *et al.* (0,5 %; n = 1) (1), Herenda (0,06 % ; n = 3) (11), et Simenew *et al.* (0,8 % ; n = 5) (19). 90 à 95 % des veaux femelles cojumelles d'un veau mâle présentent une masculinisation de leur tractus génital et sont stériles. Cette pathologie est pratiquement spécifique de l'espèce bovine. Son appellation dériverait du dialecte écossais. Le terme « free » signifie stérile et le terme « martin » se rapporte sans doute au fait que les animaux stériles étaient le plus souvent abattus à la fête de la Saint Martin (11 novembre). L'apparition du free-martinisme résulte de la formation d'anastomoses vasculaires entre les placentas des deux fœtus. Il en résulte des échanges cellulaires et hormonaux entre le fœtus mâle et femelle. Le free-martin présente deux populations cellulaires distinctes l'une de type XX et l'autre de type XY en provenance du cojumelleau mâle. Cette présence serait davantage le témoin de l'anomalie que son facteur étiologique. En fait, il semble bien que le free-martinisme soit induit par le passage chez le fœtus femelle du facteur MIS (régression des canaux de Muller pendant la

phase d'inhibition qui débute vers le 50^{ème} jour de gestation) et de la DHT (hormone responsable de la phase de masculinisation qui débute vers le 75^{ème} jour de gestation).

Toutes les lésions observées au cours de cette étude ont concerné les femelles âgées d'au moins 7 ans.

▪ CONCLUSION

Cette étude a permis la caractérisation anatomique du tractus génital de quatre races de zébus au Niger. Les dimensions du tractus reproducteur sont, chez les zébus, significativement inférieures à celles observées chez les taurins. L'étude a permis de quantifier l'incidence des pathologies génitales (10,4 %). La fréquence observée des gestations (7,4 %) montre l'intérêt de l'examen *ante mortem*. La faible note d'état corporel (1,6), le faible pourcentage de corps jaune (14 %) et l'absence de follicules visibles sur l'ovaire (32 %) montrent l'importance de l'anoestrus pathologique fonctionnel dans le bétail nigérien, sans doute lié à l'ampleur des carences alimentaires dues aux ressources de faible qualité nutritionnelle et souvent limitées.

REMERCIEMENTS

Nous remercions chaleureusement la Coopération technique belge pour son soutien financier, le Centre de multiplication du bétail (Niger) et le directeur de l'Abattoir frigorifique de Niamey pour avoir facilité la collecte des organes, le laboratoire d'alimentation et de reproduction de la faculté d'Agronomie de Niamey pour l'examen des tractus reproducteurs des vaches zébus ainsi que le docteur Nassim Moula du département des productions animales de la faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège pour l'aide apportée à l'analyse statistique des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABALTI A., BEKANA M., WOLDEMESKEL M., LOBAGO F., 2006. Female genital tract abnormalities of zebu cattle slaughtered at Bahir-Dar Town, North-West Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 38: 505-510.
2. ASSEY R., KESSY B., MATOVELO J., MINGA U., 1998. Incidence of gross reproductive abnormalities in small East African zebu cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 30: 361-368.
3. BERIHU G., TEFERA Y., SOLMON, 2009. Major causes of slaughtering of female cattle in Addis Abeba abattoir enterprise, Ethiopia. *Indian J. Anim. Res.*, 43: 271-274.
4. BRAHIM BECHIR A., GRIMAUD P., KABORE ZOUNGRANA C., 2010. Facteurs de variation du poids vif et de l'état corporel du zébu Arabe en zone soudanienne du Tchad. *Sci. Nat.*, 7 : 153-153.
5. CHAUDHARI S.U.R., PAUL-BOKKO B., 2000. Reproductive status, pregnancy wastage and incidence of gross genital abnormalities in cows slaughtered at Maiduguri Abattoir, Nigeria. *Pak. Vét. J.*, 20: 203-205.
6. DARIN HYLAN, ANGELICA M. GIRALDO, JOEL. A. CARTER, GLEN T. GENTRY Jr., KENNETH. R. BONDIOLI and ROBERT A. GODKE 2009. Sex ratio of bovine embryos and calves originating from the left and right ovaries. *Biology of Reproduction* 81. 933-938.
7. FATHALLA M., HAILAT N., LAFI S., ABU BASHA E., AL-SAHLI A., 2000. An abattoir survey of gross reproductive abnormalities in the bovine genital tract in Northern Jordan. *Isr. J. Vet. Med.*, 55: 83-87.
8. GIRALDO A.M., HYLAN D., BONDIOLI K.R., GODKE R.A. 2010. Distribution of sexes within the left and right uterine horns of cattle. *Theriogenology* 73; 496-500.
9. HAMANI M., KORE H., KOKOU MOTCHO H., VIAS G., 2005. Synthèse bibliographique sur les filières laitières au Niger. Doc. Travail n° 4, Coordination ISRA-BAME, REPOL. Niamey, Niger, Université de Niamey, 40 p.
10. HANZEN C., 2012. Propédeutique de l'appareil génital de la vache. www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R01_Prerequis%20anatomo-physio_femelle_2010.pdf
11. HATIPOGLU F., ORTATILI M., KIRAN M., ERER H., CIFICI M., 2000. An abattoir study of genital pathology in cows. I: Ovary and oviduct. *Rev. Med. Vet.*, 153: 29-33.
12. D. HERENDA, 1987. An abattoir survey of reproductive organ abnormalities in beef heifers. *Can. Vet. J.*, 28: 33-37.
13. ISSA M., MARICHATOU H., SEMITA C., BOUREIMA M., KEITA M., NERVO T., YENIKOYE A., CRISTOFORI F., TRUCCHI G., QUARANTA G., 2010. Preliminary trials of artificial insemination in Azawak zebu females in station in Niger. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 63: 41-46.
14. KOUAMO J., SOW A., LEYE A., SAWADOGO G., OUEDRAOGO G., 2009. Amélioration des performances de production et de reproduction des bovins par l'utilisation de l'insémination artificielle en Afrique subsaharienne et au Sénégal en particulier : état des lieux et perspectives. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 7: 139-148.

15. KUNBHAR H., SAMO M., RIND R., KAKA I., CHANNA A., 2003. Gross pathological studies on female reproductive organs of Thari cows (*Bos indicus*). *J. Anim. Vet. Adv.*, 2: 58-63.
16. MAINA V., MUKTAR A., SABO Y., 2008. Effects of body conditions score on ovarian activity of *Bos indicus* (zebu) cows. *Asian J. Sci. Res.*, 1: 421-428.
17. OBWOLO M., OGAA J., 1990. An abattoir survey of reproductive organ abnormalities in cows in Zimbabwe. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 38: 173-176.
18. P.V. DRION, J.F. BECKERS, F. DERKENNE, Ch. HANZEN, 2000. Le développement folliculaire chez la vache. Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du postpartum. *Ann. Méd. Vét.*, 144 : 385-404.
19. PERKINS J.R., OLDS D., SEATH M.D. 1954. A study of 1000 bovine genitalia. *J Dairy Sci.*, 37: 1158-63
20. RAJAKOSKI E. 1959. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical, and left-right variations. *Acta Endocrinol.* 34: 1-68
21. RIASAT A., MUHAMMAD A., ABDUL J., MUHAMMAD H., 2006. Pathological studies on reproductive organs of zebu cow. *J. Agric. Soc.Sci.*, 2: 91-95.
22. SCHILLO K., HALL J., HILEMAN S., 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim. Sci.*, 70: 3994-4005.
23. SIMENEW K., BEKANA M., FIKRE L., TILAHUN Z., WONDU M., 2011. Major gross reproductive tract abnormalities in female cattle slaughtered at Sululta slaughtering house in Ethiopia. *Glob. Vet.*, 6: 506-513.
24. VALL E., BAYALA I., 2004. Note d'état corporel des zébus soudaniens. Production animale en Afrique de l'Ouest. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cirades, 8 p. (Fiche n°12).

Accepté le 06.06.2014

Summary

Moussa Garba M., Marichatou H., Issa M., Abdoul Aziz M.L., Hanzen C. Genital tract of zebu (*Bos indicus*) cows in Niger

The anatomical characteristics, and the ovarian and pathological structures of the genital tract of 500 zebu (*Bos indicus*) females belonging to four breeds (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali) were studied at Niamey's slaughterhouse in Niger from August 15 to December 15, 2011. Each animal was examined before slaughter. The cows and heifers were on average 8 ± 2.5 years old. Their mean body condition score was 1.6 ± 0.6 and mean carcass weight 113 ± 21 kg. The anatomical characteristics of the genital tract did not show differences between breeds ($p > 0.05$). The following characteristics were observed: cervix diameter 3.4 ± 1.1 cm, cervix length 8.1 ± 2.5 cm, horn length 21.6 ± 5.2 cm, horn diameter 1.6 ± 0.5 cm, length and

width of the right ovary 19.8 ± 4.4 and 11.2 ± 3.8 mm, of the left ovary 18.8 ± 4.5 and 10.2 ± 3.3 mm, and weight of the right and left ovaries 2.9 ± 1.8 and 2.5 ± 1.6 g, respectively. A corpus luteum was identified in only 14% cases and no visible follicles were found on the surface of the ovaries in 32% cases. These characteristics were significantly ($p < 0.05$) influenced by the age of the animal. Among the examined females, 7.4 % were confirmed pregnant. Various genital tract diseases (cysts, uterine infection, free martinism, pyometra...) were observed in 10.4 % of the genital tracts.

Keywords: Bos indicus-Cow-Genitalia-Ovary-Uterus-Animal pathology-Niger

Resumen

Moussa Garba M., Marichatou H., Issa M., Abdoul Aziz M.L., Hanzen C. Tractos genitales de las vacas cebúes (*Bos indicus*) en Níger

Se estudiaron las características anatómicas y las estructuras ováricas y patológicas de tractos genitales de 500 hembras de cuatro razas bovinas (Azawak, Bororo, Djelli, Goudali) cebú (*Bos indicus*) en el matadero de Niamey en Níger entre el 15 de agosto al 15 de diciembre 2011. Cada animal fue examinado antes del sacrificio. Estas vacas y novillas, con edades promedio de $8 \pm 2,5$ años, tuvieron una nota de estado corporal promedio de $1,6 \pm 0,6$ y un peso medio de carcasa de 113 ± 21 kg. Las características anatómicas del tracto genital no presentaron diferencias entre las razas ($p > 0,05$). Se observaron las siguientes características: diámetro del cuello $3,4 \pm 1,1$ cm, largo del cuello $8,1 \pm 2,5$ cm, largo de los cuernos $21,6 \pm 5,2$ cm, diámetro de los cuernos $1,6 \pm 0,5$ cm, largo y ancho del ovario derecho $19,8 \pm 4,4$ y $11,2 \pm 3,8$ mm respectivamente, y el ovario izquierdo $18,8 \pm 4,5$ y $10,2 \pm 3,3$ mm, y el peso de los ovarios derecho e izquierdo $2,9 \pm 1,8$ y $2,5 \pm 1,6$ g respectivamente. Un cuerpo amarillo se identificó únicamente en 14% de los casos y la ausencia de folículos visibles en la superficie del ovario se notó en 32% de los casos. Estas características fueron significativamente ($p < 0,05$) influenciadas por la edad del animal. Entre las hembras examinadas, 7,4% se confirmaron preñadas. Diversas patologías del aparato genital (quistes, infecciones uterinas, freemartinismo, piómetra...) fueron observadas en 10,4% de los tractos genitales.

Palabras clave: Bos indicus – Vaca – Genitalia – Ovario – Utero – patología animal – Níger.

ARTICLE 4

An echographic study of follicular growth during induced estrus in female
Azawak zebu in Niger

Mahamadou Moussa Garba¹. Moumouni Issa¹. Hamani Marichatou¹. Christian
Hanzen² 2015.

✉ Mahamadou Moussa Garba: moussagarba2@yahoo.fr

¹Faculty of Agronomy, University Abdou Moumouni, Niamey, Niger

²Faculty of Veterinary Medicine, Theriogenology Department of Animal Production,
University of Liege, B42 Sart Tilman, 4000 Liege, Belgium

**Version adaptée d'un article original publié en 2015 dans la Revue Tropical Animal Health
and Productions, 47 : 1357–1361.**

Cet article original répond à notre troisième objectif spécifique : étudier l'effet inducteur de la PGF_{2α} et des progestagènes sur la croissance folliculaire et l'ovulation.

Abstract

An echographic study of follicular growth up to ovulation was carried out on 42 lactating Azawak cows (*Bos indicus*) after estrus induction by means of a PGF_{2α} or a procedure involving the administration of progesterone vaginally (PRID® DELTA: progesterone-releasing intravaginal device) 16 for a 10-day period and the injection of a PGF_{2α} and an eCG (400 and 800 IU) on withdrawal. All the animals were inseminated 12 and 24 h after the onset of estrus. The percentage of estrus induced was not significantly different between the two groups of animals (81 %). The average time delay before the onset of estrus was significantly longer after injection of a 22 PGF_{2α} (84.8 ± 26.0 h) than after withdrawal of the PRID® (59.2 ± 5.8 h). The average duration of the estrus was significantly shorter after its induction by PGF_{2α} (12.6 ± 2.6 h) than after induction by progesterone (22.9 ± 2.7 h). There was not a significant difference in the interval between the beginning of estrus and ovulation in animals treated by PGF_{2α} (30.3 h) and progesterone (28.4 h). Injection of a PGF_{2α} was accompanied by a significantly lower rate of gestation than that obtained after treatment of animals by progesterone (31.2 vs 54.5 %). These results confirm the necessity to adapt an insemination policy to hormonal treatment for estrus induction in *B. indicus*.

Keywords: *Bos indicus*, Echography, Estrus, Ovulation, PGF_{2α}, Progesterone, eCG.

Introduction

Reduced reproductive performance is one of the characteristics of cattle-breeding in Africa. This is illustrated by an high age of the first calving (45 to 60 months) and the interval between calvings which is often longer than 15 months (Denis and Thiongane 1973; Sokouri *et al.* 2010). The long interval between calving and first insemination (voluntary waiting period) is the main contributing factor in both cases. Such situation limits the genetic progress and profitability of *Bos indicus* breeding in particular. In addition, given the breeding conditions and heat detection in the cows, the extensive use of artificial insemination can only be achieved through hormonal programs aimed at inducing and synchronizing heat.

Various procedures for heat induction were used in *B. indicus*. They consist of the individual or associated use of PGF_{2α}, progestogens (progesterone or norgestomet), and equine chorionic gonadotropin (eCG) (Baruselli *et al.* 2004; Voh *et al.* 2004; Wéré *et al.*

2012a, b). According to studies carried out, the gestation rates are 35.7 % in the Gobra cow (Mbaye and Ndiaye 1993), 57.6 % in the Nelore cow (Sa' Filho *et al.* 2009), 66.6 % in the Wadara cow (Vounparet *et al.* 2014), between 21 and 42 % in the Azawak cow (Zongo *et al.* 2001, 2012), and between 42 and 45 % in the Goudali cow (Wéré *et al.* 2012a, b; Zongo *et al.* 2012). Different echographic studies have made it possible to identify the interval between the beginning of heat and ovulation in *B. indicus* which is 25.6 ± 2.8 h in the Gobra zebu in Chad (Vounparet *et al.* 2014), 25.8 h in the Ethiopian zebu (Mukasa-Mugerwa and Mattoni 1988), 26.6 ± 0.4 h in Nelore female zebras after natural or induced estrus, and between 24 and 26 h in Goudali zebu cows (Wéré *et al.* 2012a, b).

The aims of the study were to (1) describe, by means of echography, the characteristics of follicular growth and ovulation in Azawak cows after estrus induction by $\text{PGF}_{2\alpha}$, or progestogens; (2) compare the pregnancy rate after insemination of treated animals; and (3) specify the optimum time for insemination.

Material and methods

The study was carried out at the Toukounous station, located 200 km to the North of Niamey (Niger) in February 2014 with an average temperature of 20 °C. It is a dairy station where the main system of breeding is natural mating and artificial insemination. Animals are split into herds based on age, sex, and physiological condition. They live on the natural pasture land of the station. Only lactating cows receive supplementary cotton seed meal. It involved 42 lactating cows of the Azawak indigenous breed. After a clinical examination carried out by manual palpation and echography (echography model KX5200V, a linear transrectal probe of 6.5 MHz), these cows were divided into three experimental groups. The cows of group 1 (n=20) presenting with a corpus luteum during the examination were treated by means of a 25mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ injection (Dinoprost®). This injection was carried out 12.0 ± 3.3 days after the previous heat. Group 2 and 3 are different population of cows. The cows of group 2 (n=13) and group 3 (n=9) which did not have a corpus luteum were treated by means of an intravaginal coil (PRID® DELTA progesterone releasing intravaginal device) containing 1.5 g of progesterone. On the 8th day of treatment, an injection of 25 mg of $\text{PGF}_{2\alpha}$ was administered to make certain of the luteolysis of the corpus luteum that was not identified or that was insufficiently developed during the first examination. At the end of the treatment, the cows of groups 2 and 3 were treated by IM injection, with doses of 400 and 800 IU of eCG (equine

chorionic gonadotropin Folligon®), respectively. The body condition score (BCS) of the cows was determined on a scale of 1 to 5, on the one hand, by palpation of the lumbar region of the animal and, on the other hand, by observation of the general appearance of the animal (Vounparet *et al.* 2014) during the application of the treatments.

An echographic examination of the ovaries was carried out twice a day on all the cows up to confirmation of ovulation. During each examination, the diameter of the largest follicle identified as an anechogenic area was measured and follicles with a diameter higher than 4 mm present on the two ovaries were counted. The Highly-rated left or right of the ovarian structures was not unfortunately specified. Ovulation was indirectly confirmed by the disappearance of the largest follicle or by the sudden reduction in the size of its diameter during examination. The signs of heat (passive covering, mucous secretion) were identified by twice-daily visual observation (8 and 18 h) carried out during the 7 days following the treatment. Two artificial inseminations by means of frozen sperm were carried out 12 and 14 h after the detection of the estrus in 16 and 11 of the females of groups 1 and 2 coming in heat respectively. Females in group 3 were not inseminated. A gestation observation was carried out by manual palpation of the cows 60 days later.

The treatments were compared by means of the following parameters: interval (h) between the treatment (injection of PGF_{2α} or removal of the coil) and the beginning of estrus (TE), and ovulation (TO), duration of estrus (h) (DE), number of follicles with a diameter higher than 4 mm determined every 12 h during the 6 days following termination of the treatment (NF), and the diameter of the ovulatory follicle (mm) (DF). The number of follicles with a diameter higher than 4 mm (NF) was determined for the 42 cows by means of echographic examination carried out every 12 h during the 6 days following termination of the treatment. The diameter of the ovulatory follicle (mm) refers to the largest diameter identified by echography before its disappearance. This diameter has been calculated for the 34 cows for which an estrus was detected after treatment.

Statistical analyses were carried out using Statistical Analysis 95 System (SAS, 2001). The data measured was first subjected to a normality test. A variance analysis was carried out in accordance with the GLM (general linear models procedure), which is a procedure to determine the effect of the treatment on the diameter of the follicle. The time delay for the estrus, the duration of the estrus, the time delay for the ovulation, data whose distribution

does not follow a normal law were submitted to the “Kruskal-Wallis” non-parametric test. The differences were considered as significant when they reached a threshold of $P < 0.05$.

Results

The average of age, number of calvings, body condition score, and number of postpartum days, respectively, were equal to 9.5 ± 4 years, 4.9 ± 3.2 , 3.6 ± 0.4 , and 299 ± 190.0 days. There was no significant difference ($P = 0.05$) observed between the three experimental groups (Table 1).

Table 1: General characteristics of females in the experimental groups

	n	Treatment	Age	NC	BCS	DPP
Group 1	20	PGF _{2α}	10.2 ± 3.8	5.8 ± 3.1	3.5 ± 0.4	276.6 ± 155.0
Group 2	13	P-PGF _{2α} -ECG	8.5 ± 4.7	4.1 ± 3,8	3.5 ± 0.5	325.2 ± 221.7
Group 3	9	P-PGF _{2α} -ECG	9.6 ± 3.6	4.2 ± 2.5	3.8 ± 0.2	312.4 ± 230.7
P			0.40	0.20	0.09	0.60

P: PRID[®]; *NC*: number of calvings; *BCS*: Body Condition Score; *DPP*: days postpartum

The average for induced estrus was from 81 % (34/42). No significant difference was observed between hormonal treatments.

The average diameter of the corpus luteum of the cows whose estrus was induced by PGF_{2α} determined by ultrasound was 20.0 ± 2.7 , 15.7 ± 2.2 , 13.5 ± 2.8 , 10.5 ± 5.3 , and 10.4 ± 2.3 after 0, 12, 24, 36, and 48 h, respectively, following injection.

The parameters studied on the cows whose estrus was observed presented significant differences between the treatments carried out (Table 2).

Table 2: The compared effect of treatments on the parameters studied among the 34 cows that presented with an estrus.

Factors	N	ƆEstrus (%)	TE (h)	DE (h)	TO (h)	NF	DF
Group 1	2	81	84.8 ^b ± 26.0	12.6 ^b ± 2.6	112.9 ^b ± 22,6	4.2 ± 1,7	10.7 ± 2.6
Group 2	1	84	60.3 ^a ± 20.7	22.6 ^a ± 2.8	88.5 ^a ± 19.2	3.2 ± 1.2	9,5 ± 2.3
Group 3	9	78	56.2 ^a ± 10,5	23.7 ^a ± 2.5	85.5 ^a ± 13,7	4.7 ± 1.5	9.0 ± 2.2
P			0.01	< 0.0001	0.003	> 0.05	> 0.05

N: number of cows; *TE*: interval (hrs) between the injection of PGF_{2α} or removal of the coil and the beginning of estrus; *TO*: interval (hrs) between the injection of PGF_{2α} or removal of the coil and ovulation; *DE*: duration of the estrus (hrs), *NF*: number of follicles with a diameter larger than 4 mm, *DF*: diameter of the ovulatory follicle (mm). The figures followed by different letters (a, b) in the same column indicate a significant difference in the range of $P < 0.05$.

The average time between the injection of PGF_{2α} or PRID® removal and the detection of the estrus (TE) appeared to be significantly longer (P=0.01) among the females of group 1 (84.8 ± 26.0 h) than in those of groups 2 (60.3 ± 20.7 h) and 3 (56.2 ± 10.5 h). Conversely, the average duration of the estrus (DE) was significantly shorter (P 0.0001) among the females of group 1 (12.6 ± 2.6 h) than among those of groups 2 (22.6 ± 2.8 h) or 3 (23.7 ± 2.5 h). In the same way, it was significantly shorter in cows treated by means of PGF_{2α}, (group 1, 12.6 ± 2.6 h) than among those treated by means of progesterone (groups 2 and 3, 22.8 ± 2.7 h). After injection of PGF_{2α}, the percentage of cows observed to be in heat after 3, 4, 5, 6, and 7 days were 38, 75, 88, 94, and 100 %, respectively. These percentages were 86 and 100 %, respectively, 2 and 3 days after removal of the PRID®.

The interval between treatment and ovulation (TO) was significantly longer (P=0,006) for the animals of group 1 (112.8 ± 4.9 h) than for those of groups 2 (88.4 ± 9.5 h) and 3 (85.5 ± 13.7 h). By comparison, the interval between the beginning of estrus and the moment of ovulation was not significantly different (P = 0.25) in animals treated with PGF_{2α} (30.3 ± 9.3 h) in relation to those treated by 400 IU (28.0 ± 4.9 h) and 800 IU (29.2 ± 6.9 h) ECG. In addition, this number was not significantly different in animals treated with PGF_{2α} (30.3 ± 9.3 h) compared to those treated by means of progesterone (28.4 ± 5.3 h). For the 8 animals not presenting with estrus, 4 of the groups 2 (n=2), and 3 (n=2) ovulated 102 ± 8.4 h after treatment.

The average number of follicles with a diameter higher than 4 mm (NF) observed by ultrasound during the 144 h following the treatment was not significantly different among the animals treated with PGF_{2α}, (4.2) in relation to those treated with 400 IU (3.4) and 800 IU (4.7) eCG. In the same way, this number was not significantly different in animals treated with PGF_{2α} (4.2) compared with those treated by means of progesterone (4.0).

The diameter of the ovulatory follicle observed by ultrasound during the 108 h following the treatment of the animals treated with PGF_{2α} (10.7) was not significantly different from that observed during the 84 h following treatment of the animals treated with 400 IU (9.5) and 800 IU (9.0) eCG. In the same way, this diameter was not significantly different in the animals treated with PGF_{2α}, (10.7) in relation to those treated by means of progesterone (9.3). The average daily growth of the ovulatory follicle was 1.4 ± 0.7 and 1.6 ± 0.8 mm; 1.3 ± 0.7 and 1.3 ± 0.5 mm, respectively, in groups 1 to 3.

The average percentage for gestation of the 27 cows that were inseminated (groups 1 and 2) was 40.7. It was higher in cows treated with a PRID[®] (54.5%) than with a PGF_{2α} (31.2 %).

Discussion

Used animals are relatively old (9.5 ± 4.0 years on average). The experiment was done at the Sahelian Experimental Station of Toukounous that is the only station which has pure selected Azawak cattle; animals have index cards of follow up. The use of cows 8 to 10 years old is guided by the fact that they are animals available and intended for the experiments at the time of the study.

Whether induced by a PGF_{2α} injection associated or not with progestogen, heat was observed in 81 % of cases. This percentage is comparable to those observed (66.6 to 90.5 %) in zebus treated by means of a single injection (Rekwot *et al.* 1999) or repeated at 11-day intervals with a PGF_{2α} injection (76.5 to 100 %) (Cissé 1993; Vounparet *et al.* 2014) or by means of a progestogen (57.1 to 100 %) (Issa *et al.* 2013; Sa' Filho *et al.* 2009 ; Vounparet *et al.* 2014 ; Wéré *et al.* 2012a, b ; Zongo *et al.* 2012). Similar values were observed among *Bos taurus* females treated with a progestogen (Hanzen and Laurent 1991) or a PGF_{2α} injection (Hanzen *et al.* 2003).

The average interval between treatment and the appearance of estrus appeared to be significantly longer after a PGF_{2α} injection (84.8 ± 26.0 h) than after the removal of the PRID[®] (59.2 ± 5.8 h). They seem to be significantly longer than those observed after treatment of *B. indicus* cows by means of a norgestomet implant. Intervals between 32.0 ± 1.1 h (Tegegne *et al.* 1989), 32.7 ± 4.7 h (Wéré *et al.* 2012a, b), and 33.1 ± 4.3 h (Zongo *et al.* 2012) have been observed. Several factors can affect the appearance on the estrus, in particular, the method of induction, the age of the corpus luteum at the moment of treating the animal by means of a PGF_{2α}, the postpartum, and the age of animals.

The average duration of estrus was shorter after its induction by means of a PGF_{2α} injection (12.6 ± 2.6 h) than by a progestogen (22.9 ± 2.7 h). A similar duration of estrus induced by a progestogen was also observed (Marichatou *et al.* 2010). The duration of estrus observed after a PGF_{2α} injection is comparable to those observed in *B. taurus* and recorded as being between 11.8 ± 4.4 h (Voh *et al.* 2004) and 13.6 ± 2 h (Wéré *et al.* 2012a, b).

The distribution of the intervals between treatment and the appearance of estrus was also higher. The follicular status at the moment of treating the animal by means of a PGF_{2α}

injection or a progestogen explains the differences observed. In *B. taurus*, estrus occurs later after administering a PGF_{2α} injection between days 10 and 15 of the cycle than if the injection is administered between days 5 and 9 (Hanzen *et al.* 2003). This effect of the stage of the cycle is due to a different follicular population at the moment of injection. The interval between the PGF_{2α} injection and estrus will be shorter if it coincides with the presence of a dominant follicle. It will be longer when the dominant follicle is in a regression phase because, in this case, the time delay for obtaining a new preovulatory follicle and therefore an estrus is prolonged (Lane *et al.* 2008). Thus, in the case of *B. taurus*, the estrus occurs later after administration of the PGF_{2α} injection between days 10 and 15 of the cycle than if the injection is carried out between the 5th and 9th days of the cycle (Beal 1996).

The distribution of returns to heat is comparable to that observed in *B. taurus* (86 % after the 5 first days following the injection) (Hanzen *et al.* 2003). A treatment based on progestogens contributes to reducing the timescale and the distribution of returns to estrus especially if it is accompanied by a PGF_{2α} injection before the end of the treatment. The progestogen induces atresia of the eventual dominant follicle present because it causes a reduction in the synthesis of luteinizing hormone. The result is the appearance of a new wave of follicular growth 4 to 5 days later (Bo *et al.* 1995; Rhodes *et al.* 2002). Moreover, if at the moment of progestogen treatment the animal was in metestrus, a PGF_{2α} injection 1 to 2 days before stopping treatment is advised especially if the progestogens have been administered vaginally. This treatment has the effect of removing the inhibiting effect of endogenous progesterone and ensuring an optimal release of hypophyseal hormones (Mialot *et al.* 1998).

This observation takes on a practical importance because it conditions the optimal moment for insemination in *B. indicus* after detection of an estrus or systematically 48 h (Sa' Filho *et al.* 2009; Wéré *et al.* 2012a, b) or 48 and 72 h (Vounparet *et al.* 2014 ; Zongo *et al.* 2012) after the removal of the implant or an intravaginal device. In case of induction of the estrus by means of a PGF_{2α} injection, it would appear preferable to carry out a double insemination at 72 and 96 h, these two inseminations having been carried out some 12 h earlier in heifers (Lucy *et al.* 2004; Stevenson *et al.* 1996).

The ovulation was indirectly confirmed by the disappearance of the preovulatory follicle between two successive ultrasound examinations or by the sudden reduction in the size of its diameter. The interval between estrus and ovulation was not significantly different in

animals treated by means of PGF_{2α} injection (30.3 h) and progestogens (28.4 h). These values are comparable to those observed in *B. taurus* and known to be between 27.6 ± 5.4 h (Walker *et al.* 1996) and 30.0 ± 5.1 h (Roelofs *et al.* 2005).

The treatment of animals by means of a PGF_{2α} injection is accompanied by a significantly lower gestation rate (31.2 %) to that obtained after use of a procedure based on progestogens associated with a PGF_{2α} injection and eCG (54.5 %). Such differences have also been observed by other authors. Therefore, pregnancy rates were 29.4 and 40.0 %, respectively, after treatment of Wadara zebus (Vounparet *et al.* 2014) and Maure zébus (Cissé 1993) by double injection of PGF_{2α}, at 11-day intervals. A recent study (Moussa *et al.* 2014) observed that there were pregnancy rates of between 21.6 and 66.6 % (average value: 46.6 %) after treatment of the different breeds of *B. indicus* by means of progesterone.

Conclusion

The use of hormonal protocols (PGF_{2α} injection and/or progestogens associated with eCG) in the Azawak cow (*B. indicus*) for estrus synchronization can improve reproductive performance. We recommend that, in Niger, animals treated with progestogens be inseminated earlier than those treated with PGF_{2α}.

Acknowledgments: We would like to thank the Belgian Technical Cooperation for its financial support and the Director of the Toukounous Sahelian Experimental Station for making animals available for experimental purposes. We would also like to thank Doctor Nassim Moula of the Department of Animal Production of the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Liege for his help with the statistical analysis of the results.

Conflict of interest: The authors declare that they have no competing

RÉFÉRENCES

- Beal WE. 1996. Application of knowledge about corpus luteum function in control of estrus and ovulation in cattle. *Theriogenology*, 45 :45: 1399-1411.
- Bo G.A., Adams G.P., Gaccia M., Martinez M., Pierson R.A., Mapletoft R.J. 1995. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 39, 193-204.
- Cissé A.B., 1993. Synchronisation des chaleurs chez des vaches Ndama et zébu Maure Avec La Prostaglandine F2 α . In : Maitrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apport Des Technologies Nouvelles, Actualités Scientifiques AUPELF-UREF, Dakar NEAS 21-26.
- Denis J., Thiongane A. 1973. Caractéristiques de la reproduction chez le zébu étudié au centre de recherches zootechniques de Dahra Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 26, 4: 49-60.
- E.A. Lane E.A., E.J. Austin E.J., M.A. Crowe M.A. 2008. Estrous synchronization in cattle current options following the EU regulations restricting use of estrogenic compounds in food-producing animals: A review *Animal Reproduction Science* 109 (2008) 1–16.
- H. Marichatou H., M. Issa M., I. Hamadou I., M. Assane M. Aand C. Semita C., 2010. Efficacité de la synchronisation des chaleurs et insémination artificielle chez le bovin Azawak: intérêt du profil de progestérone *Tropicultura*, 28, 3, 161-167.
- Hanzen Ch., Boudry B., Drion PV. 2003. Induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF $_{2\alpha}$. *Le Point Vétérinaire / N° 236 / Juin 2003*, 22-23.
- Hanzen Ch., Laurent Y. 1991. Application des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. *Ann. Méd. Vét.* 135, 547-557.
- Issa M., Marichatou H., Semita C., Nervo T., Yénikoye A., Cristofori F. and Trucchi Gabriella 2013. Comparative study of two methods of induction of estrus and fertility following artificial insemination in Azawak Zebu in Niger. *Journal of life sciences* Vol. 7, No. 5, Pp. 527-531.
- M. Moussa Garba, M. issa, M.W.M. Okouyi., H. Marichatou, A.R. Kamga-Waladjo et Ch. Hanzen. 2014. Caractéristiques et performances de reproduction du Zébu. Le cas du Niger. *RASPA Vol.12 N°3-4*: 135-141.
- M. Zongo, B. Bayala, W. Pitala, C. Meyer, H. Boly & L. Sawadogo, 2012. Induction d'œstrus et insémination artificielle chez les zébus azawak et zébus Goudali Au Burkina Faso *Tropicultura*, 32, 1, 54-61.
- M. Zongo, W. Pitala, H. Boly, P. Leroy, N.M. Souza, J.F. Beckers, L. Sawadogo, 2001. Insémination artificielle des vaches zebus 'azawak' et taurins 'grurunsi' au burkina faso. *Tropicultura*, 19, 2, 75-78.

M.C. Lucy, S. McDougall, D.P. Nation 2004. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems *Animal Reproduction Science* 82–83, 495–512.

Mbaye M., Ndiaye M., 1993. Etude des chaleurs et de la fertilité après un Traitement de maîtrise de la reproduction chez la vache zébu Gobra. *Actualité Scientifique*, 27-37.

Mialot J.P., Ponsart C., Gipoulou C., Bihoreau J.L., Roux M.E., Deletang F., 1998. The fertility of autumn calving suckler beef cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and ECG estrus synchronization treatment. *Theriogenology*, 49, 1353-1363.

Mukasa-Mugerwa E., Mattoni M. 1988. Estrous behavior in zebu cattle. IFS/SIPAR Joint seminar on animal reproduction for African countries Addis Ababa, 56-64.

P.S. Baruselli, E.L. Reis, M.O. Marques, L.F. Nasser, G.A. Bóia, 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science* 82–83; 479–486.

Rekwot, P.I., Oyedipe, E.O., Mukasa Mugerwa, E., Sekoni, V.O., Akinpelumi, O.P., Anyam, A.A., 1999. Fertility in zebu cattle *Bos indicus* after prostaglandin administration and artificial insemination. *Veterinary Journal* 158 (1): 53-58.

Rhodes F.M., Burke C.R., Clarck B.A., Day M.L., MacMillan K.L., 2002. Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anestrus cows and cows which have resumed oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.*, 69, 139-150.

Roelofs JB., Van Eerdenburg FJ., Soede CM., Kemp B NM. 2005. Pedometer readings for estrus detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*; 64: 1690–703.

Sa' Filho O.G., M. Meneghetti, R.F.G. Peres, G.C. Lamb, J.L.M. Vasconcelos, 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and Progesterone for *Bos Indicus* Cows II: Strategies and factors affecting fertility *Thériogenology* 72; 210–218.

Sokouri D.P., Yapi-Gnaore C.V., N'guetta A.S.P, Loukou N.E., Kouao B.J., Toure G., Kouassi A. et Sangare A., 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* 36: 2353- 2359.

Stevenson J.S., Yasuhiro Kobayashi, Shipka M.P., Rauchholtz K.C. 1996. Altering conception of dairy cattle by gonadotropin-releasing hormone preceding luteolysis induced by prostaglandin F 2a. *J. Dairy SCI.*, 79, 402-410.

Tegegne A., Warnick A.C., Musaka-Mugerwa E., Ketema H. 1989. Fertility of *Bos indicus* and *bos indicus* x *bos taurus* crossbreeds cattle after estrus synchronization. *Theriogenology*, 31:361-370.

Voh Jr AA., Larbi A., Olorunju S.A.S., Agyemang K., Abiola B.D. et Williams T.O. 2004. Fertility of N'dama and Bunaji cattle to artificial insemination following estrus synchronization with PRID and PGF2 α in the hot humid zone of Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, 36(5): 499-511.

Vounparet Z., Mopate L.Y., Nadjilem D., Djonret D., 2014. Evaluation of two methods of estrus synchronization of cattle in Chad. *Journal of Animal Science*, 4; 13-17.

W. L. Walker, R. L. Nebel, and M. L. Mcgilliard 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci* 79:1555-1561.

Wéré P., Moussa Z., Hamidou B., Laya S., Pascal L., Beckers JF. et Messanvi G. 2012. Étude de l'estrus et de la fertilité après un traitement de maîtrise des cycles chez les femelles zébus *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6 : 257-263.

Wéré P., Moussa Z., Hamidou B., Noelita M., Laya S., P. Leroy., Jean-François Beckers et Messanvi G., 2012. Application de l'échographie en reproduction chez le zébu goudali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5): 2055-2065.

DISCUSSION GENERALE

L'exploitation du zébu, bien que dominée par un système traditionnel et très peu dépendant des intrants importés, se présente comme une source de revenu et aussi de protéines animales pour les populations nigériennes. Bien adapté à leur habitat naturel des tropiques, ces ruminants présentent de faibles potentialités de production et n'arrivent pas à couvrir les besoins des populations sans cesse croissantes.

Le lait représente une source de revenus stratégiques pour les éleveurs des zones pastorales ou agropastorales. Prélevé matin et soir lors de la traite par un membre de la famille ou par le berger en charge du troupeau, il est autoconsommé, utilisé dans les échanges au sein de la famille, donné, troqué ou vendu sur les marchés locaux.

A côté de ces filières traditionnelles, on assiste progressivement à l'émergence dans certaines zones agro-pastorales, de véritables bassins laitiers fonctionnant à partir du ramassage journalier du lait frais. Ce nouveau type de débouché repose sur la mise en place de systèmes de collecte gérés par des entreprises de transformation modernes ou artisanales qui répondent aux attentes des consommateurs urbains (Duteurtre 2004).

La capitale (Niamey) est le plus gros marché laitier du pays. Bien qu'elle soit entourée par une zone agro-pastorale, la production locale est loin de couvrir les besoins des citoyens. En effet, le bilan laitier fait apparaître un important déficit qui s'accroît d'année en année : - 58 121,2 tonnes en 2000, -78 586,2 tonnes en 2006 (Vias *et al.* 2006). La consommation moyenne par habitant en lait a baissé passant de 140 litres à 30 litres en moyenne actuellement. Ce niveau de consommation est très nettement en dessous de la moyenne mondiale (103 kg/an).

L'analyse de l'évolution des styles alimentaires montre une tendance à l'accroissement de la consommation des produits laitiers en Afrique de l'Ouest, notamment en milieu urbain, où des populations n'ayant pas d'habitudes de consommation de produits laitiers les ont rapidement adoptés (Broutin *et al.* 2002). La production ne couvrant qu'une faible part de cette demande, des importations massives de lait en poudre sont réalisées (79,3 millions d'Euros pour la Côte d'Ivoire et de 123,5 millions d'Euros pour le Sénégal en 2010, 25 millions d'Euros au Niger). Le niveau de ces importations devrait se maintenir dans la prochaine décennie en Afrique de l'Ouest. Le lait en poudre, qui représente plus de 90 % des produits laitiers importés, est la matière première de base de l'industrie laitière.

Les politiques de développement laitier en Afrique de l'Ouest ont été marquées depuis les indépendances par la succession de 3 grandes périodes, qui ont correspondu aux orientations économiques (Corniaux *et al.* 2014):

Au début des années 1960 jusqu'au milieu des années 1980, l'Etat s'est directement impliqué dans la mise en place de grandes laiteries gouvernementales et a tenté de développer la collecte industrielle du lait. La création de ces outils industriels a engendré de nouveaux besoins en poudre de lait importée, en raison des difficultés rencontrées dans la collecte du lait local pour approvisionner ces usines.

Les réformes entamées au milieu des années 1980 dans le cadre des Plans d'ajustements structurels ont conduit à la libéralisation des filières agricoles. Les laiteries gouvernementales ont été privatisées et le marché du lait et des produits laitiers a été ouvert à la concurrence. Les politiques menées à cette époque ont favorisé le recours croissant aux importations laitières et elles ont laissé les acteurs locaux des filières laitières face à des grandes incertitudes.

La troisième période a démarré au début des années 2000. Elle correspond au retour du secteur public dans la gestion du secteur mais dans le cadre d'une régulation concertée. Plusieurs projets et programmes d'appui à la filière furent mis en place dans ce contexte, à la fois au niveau local et à un niveau national. La hausse du cours du lait en poudre ces dernières années a suscité un regain d'intérêt pour le lait local.

Au cours de cette dernière décennie, plusieurs stratégies et programmes de développement ont été élaborés et mis en œuvre en vue de valoriser les productions animales. Cependant, la mise en œuvre de ces stratégies et programmes de développement n'a pas permis d'améliorer la performance du secteur de l'élevage.

L'élevage bovin laitier en milieu tropical s'est depuis toujours confronté à de nombreuses contraintes (Lentes *et al.* 2010). L'alimentation constitue la principale contrainte de l'élevage nigérien. Les faibles quantités de précipitations enregistrées ces dernières années rendent aléatoire la production fourragère au niveau des parcours naturels ; ce qui n'est pas sans conséquence sur les performances de production laitière des animaux.

Le potentiel génétique des races bovines au Niger en matière de production laitière est faible (2-3 litres/jour) comparée à celles que l'on rencontre en milieux tempérés. Cette

situation a amené le pays à effectuer des croisements avec les races étrangères pour améliorer les performances des races locales.

Les fortes chaleurs associées parfois à des taux d'humidité élevés exposent souvent les animaux à des stress thermiques. Cette situation peut entraîner une diminution de l'ingéré alimentaire (O'Brien *et al.* 2010), l'augmentation des besoins d'entretien (Collier *et al.* 2005), et l'altération du tissu mammaire (Silanikove *et al.* 2009) résultant de la réduction des nutriments énergétiques pour la production laitière. Les températures élevées affectent aussi négativement la qualité des spermatozoïdes ainsi que la durée et l'intensité des chaleurs chez les femelles (Moudi 2004).

Les pathologies dominantes au Niger sont la péripneumonie contagieuse des bovins (PPCB), la pasteurellose, la tuberculose, la brucellose, les parasitoses digestives et les mammites dans les élevages laitiers.

Compte tenu de ces contraintes, diverses stratégies d'amélioration de la production laitière sont envisageables.

L'amélioration de l'alimentation des animaux porte sur la vulgarisation des cultures fourragères, sur la conservation et l'amélioration de ces fourrages, sur l'exploitation des résidus de cultures et sur les compléments alimentaires. Les méthodes de conservation des fourrages portent sur le fanage et l'ensilage. Ces techniques ont été peu diffusées en milieu tropical car exigeantes en main d'œuvre et infrastructures. Les méthodes d'amélioration relevant des traitements chimiques (soude, ammoniac, urée) ou mécaniques (broyage) des fourrages de mauvaise qualité permettent aussi d'améliorer l'ingestion des fourrages de faibles qualités (Selim *et al.* 2004). L'exploitation des résidus de culture s'avère intéressante s'ils sont de bonne qualité. L'apport des suppléments (sel, pierres à lécher..) est d'autant plus justifié que les ressources alimentaires des régions tropicales sont pauvres de même que les sols.

La diffusion de la race bovine Azawak pour améliorer les performances des autres races locales peut contribuer aussi à améliorer la production laitière. De même, le recours à la sélection génétique ou au croisement constitue un exemple de voie d'amélioration. Cependant, elle nécessite de disposer d'un effectif conséquent d'animaux et du temps (plus de dix ans) pour que les effets soient significatifs (Payne and Hodge 1997). Aussi, elle requiert des infrastructures coûteuses et des moyens techniques importants (Moula *et al.*

2012) tout en considérant les contraintes de l'environnement dans lequel l'animal produit (Michel 1995). Le caractère à améliorer doit être défini au départ, il doit pouvoir être mesuré et présenter assez de variations génétiques pour que l'on puisse envisager des changements notables au niveau des performances (Francis 1990).

La sélection et le croisement constituent les deux voies d'amélioration génétiques.

La sélection génétique repose sur le repérage d'un caractère intéressant chez une espèce, suivi de la transmission de ce caractère à la descendance par les techniques classiques de reproduction (Houdebine 1991).

L'intérêt du croisement entre races est double. Il permet d'une part de réunir en une seule génération les qualités acquises chez un même animal, au cours de nombreuses années de sélection (complémentarité). Il produit d'autre part, chez l'animal croisé, une amélioration supplémentaire qui varie en importance selon la distance génétique entre les populations parentales et selon le caractère considéré (hétérosis) (Francis 1990 ; Cunningham, 1999).

Au Niger la sélection du bovin Azawak constitue un exemple connu de la première voie d'amélioration (Issa *et al.* 2010). Le croisement avec les races étrangères hautes productrices est une méthode de plus en plus courante en milieu tropicaux pour bénéficier de l'effet d'hétérosis. Afin d'éviter l'érosion des races locales, le croisement devrait se limiter à la première génération et dans un milieu contrôlé.

Le renforcement des systèmes de santé animale pour diminuer l'incidence de certaines maladies (PPCB, pasteurellose, tuberculose, parasitoses, mammites..) constitue une autre voie d'amélioration. Chez la vache laitière, les kystes ovariens et les infections du tractus génital sont parmi les pathologies du post-partum qui ont des effets négatifs sur la fertilité compromettant ainsi toute tentative d'amélioration génétique bovine. Ces infections permettent de comprendre en partie les facteurs d'échecs lors des opérations d'inséminations artificielles. Pour comprendre d'avantage les facteurs d'échecs lors des inséminations artificielles, une étude a été conduite pour évaluer les caractéristiques physiologiques et pathologiques du tractus génital de la femelle *Bos indicus* au Niger (Moussa *et al.* 2013). Ainsi, l'examen *in vitro* de 500 tractus génitaux de femelles bovines nigériennes (*Bos indicus*) a permis de noter que les dimensions des diverses parties du tractus génital de même que les poids des ovaires ont été inférieures à celles décrites pour *Bos taurus*. Cette différence rend sans doute plus difficile le recours à l'insémination artificielle et à la récolte ou au transfert d'embryons. De plus, la petite taille de l'ovaire chez

Bos indicus contribue à rendre plus difficile son examen manuel par palpation. Diverses lésions ont été décrites (10,4 % ; n = 52) sur les 500 organes examinés et à des degrés divers. Il est possible cependant que ces abattages constituent des cas de force majeure dictés par des raisons économiques. Les différentes variations observées par certains auteurs (Abalti *et al.* 2006 ; Riasat *et al.* 2006) sur la fréquence des pathologies du tractus génital pourraient être probablement liées à plusieurs facteurs notamment les différences entre les races, la taille de l'échantillon, l'origine géographique, l'état sanitaire des troupeaux ou la disponibilité du fourrage.

Cette étude a permis de décrire et de quantifier plusieurs pathologies génitales dont certaines peuvent être détectées à l'échographie mais qui n'ont pas été rapportées dans la littérature sur le bétail nigérien. La fréquence observée des pathologies donne à penser qu'elles ne constituent pas un facteur de risque majeur de l'infécondité.

L'adoption de politiques de soutien (financier, technique) au secteur constitue aussi une voie d'amélioration. Le financement public consacré au sous-secteur de l'élevage au cours de la période 2001-2010 au Niger ne dépasse guère 2 %. Les autorités nigériennes sont conscientes du contraste entre le faible investissement public dans l'élevage, la contribution majeure au produit intérieur brut de ce secteur et son fort potentiel de développement aussi bien sur le marché national que sous régional. Aussi, les retombées financières des ressources minières constituent autant d'opportunités pour un meilleur soutien au secteur de l'élevage.

La réduction de la concurrence des produits importés par la valorisation du lait local pourrait améliorer la production. La levée des subventions dans les pays européens et la hausse des droits de douane dans les pays africains peuvent aussi constituer des facteurs pouvant freiner les importations laitières.

D'autres facteurs relatifs à l'organisation de la filière lait pourraient aussi permettre d'améliorer la production laitière. Il s'agit notamment (i) de l'amélioration des circuits de collecte et des infrastructures routières pour rapprocher les producteurs des lieux de collecte (ii) de l'appui et l'organisation des structures de transformation (iii) du développement des circuits de distribution (iv) de l'amélioration des conditions d'hygiène dans la traite, dans la manipulation et dans le traitement du lait.

Parmi ces divers moyens d'amélioration, le croisement par insémination artificielle avec les races amélioratrices pour augmenter la production laitière constitue de nos jours une pratique courante dans les élevages bovins en Afrique. La pratique de l'insémination artificielle présente plusieurs avantages notamment (i) la diffusion rapide du progrès génétique, (ii) l'identification rapide de géniteurs ayant de très hautes performances génétiques (iii) la grande possibilité pour l'éleveur du choix des caractéristiques du taureau qu'il désire utiliser en fonction du type de son élevage et de son option de production animale (Chupin 1994 ; Mallard et Mocquot 1998).

Les enjeux inhérents à l'économie de l'élevage bovin incitent les éleveurs à optimiser le potentiel de production de leur cheptel par une réduction de l'intervalle entre vêlages successifs d'un même animal et l'identification précoce des animaux non gravides. C'est pourquoi, l'échographie appliquée aux diagnostics ovariens et de gestation s'avère essentielle dans une approche préventive du suivi de reproduction (Wéré 2012).

La détermination du moment de l'ovulation est l'un des grands défis à la réussite des inséminations artificielles. C'est dans ce cadre que cette étude s'est intéressée aussi au suivi de la croissance folliculaire par échographie jusqu'à l'ovulation après œstrus induit au moyen de PGF_{2α} et de progestagènes chez 42 vaches en lactation de race Azawak.

L'étude a concerné des vaches relativement vieilles ($9,5 \pm 4$ ans en moyenne). Cela peut s'expliquer par le fait que d'une part c'est la seule station qui possède des vaches Azawak de race pure, d'autre part par le fait que ce sont les seules vaches disponibles et destinées aux expériences au moment de l'étude.

Les résultats de cette investigation ont permis de noter que le délai moyen d'apparition de l'œstrus est apparu significativement plus long après l'injection d'une PGF_{2α} ($84,8 \pm 26,0$ heures) qu'après le retrait du PRID ($59,2 \pm 5,8$ heures). En effet, selon Moussa *et al.* 2001, chez des femelles Azawak traitées aux progestagènes, l'injection de PGF_{2α} avant le retrait entraînerait la lyse des corps jaunes et favoriserait la précision de la synchronisation en diminuant la concentration de progestérone. Cet effet semble être le facteur d'induction plus rapide de l'œstrus.

Un traitement à base de progestagènes contribue à réduire le délai et la dispersion du retour en œstrus surtout s'il s'accompagne de l'injection d'une PGF_{2α} avant la fin du traitement. Par ailleurs, il se peut que lors de la mise en place d'un traitement à base de progestagènes,

l'animal soit en phase metoetrale. Aussi, et pour profiter pleinement de l'effet de l'arrêt du traitement sur la libération des hormones hypophysaires, une injection de PGF_{2α} 1 à 2 jours avant l'arrêt du traitement a-t-elle été conseillée. Ce traitement a pour effet de supprimer l'effet inhibiteur de la progestérone endogène et d'assurer une libération optimale des hormones hypophysaires (Mialot *et al.* 1998). Cette observation revêt une importance pratique puisqu'elle conditionne le moment optimal de l'insémination qui sera réalisée chez *Bos indicus* après détection de l'œstrus ou de manière systématique 48 heures (Sa' Filho *et al.* 2009 ; Wéré *et al.* 2012) ou 48 et 72 heures (Vounparet *et al.* 2014 ; Moussa *et al.* 2012) après le retrait de l'implant ou de la spirale. En cas d'induction de l'œstrus au moyen d'une PGF_{2α}, il semble préférable de recourir à une double insémination à 72 et 96 heures, ces deux inséminations étant réalisées une douzaine d'heures plus tôt chez les génisses (Lucy *et al.* 2004, Stevenson *et al.* 1996).

La taille maximale atteinte par les follicules préovulatoires chez les femelles Azawak ($12,4 \pm 0,6$ mm) est comparable à la valeur de $11,8 \pm 0,96$ mm enregistrée sur les zébus Goudali (Wéré *et al.* 2004). Toute fois la valeur moyenne estimée est inférieure à la valeur de la taille des follicules préovulatoires chez *Bos taurus* laquelle varie entre 15 et 20 mm (Pierson et Ginther 1988).

Grâce à l'échographie, on a pu observer que ce sont les follicules de plus de 10 mm de diamètre qui s'impliquent dans le processus de l'ovulation. Les différences de taille des follicules préovulatoires observées chez les zébus et les races taurines européennes semblent être liées à différents facteurs tels que l'état nutritionnel, la taille des ovaires plus petite chez la femelle zébu (Wéré *et al.* 2004).

Les différentes publications sur l'eCG montrent que selon les pays et les systèmes d'élevage, cette molécule est utilisée de manière différente dans les protocoles de synchronisation des chaleurs. Le moment d'injection par rapport au retrait du dispositif progestatif est variable ainsi que la dose utilisée. La dose d'eCG doit être adaptée à l'utilisation souhaitée, la race de la vache, et son stade physiologique. Des doses de 300 UI à 600 UI sont indiquées pour l'induction et la synchronisation de l'ovulation. Des doses supérieures sont recommandées pour les protocoles d'induction de superovulation. La dose de 400 UI a été le plus souvent utilisée dans les schémas de synchronisation chez *Bos indicus*. C'est pourquoi le choix a été

fait de comparer la dose de 400 UI à celle de 800 UI pour mieux apprécier l'effet du traitement.

La dose de 800 UI d'eCG a affecté négativement le taux de synchronisation (84 % vs 78 %). Une observation semblable a été rapportée par Kenyon *et al.* (2012).

L'intervalle entre l'œstrus et l'ovulation n'a pas été significativement différent chez les animaux traités à la PGF_{2α} (30,3 ± 9,3 heures) et aux progestagènes (28,4 ± 5,3 heures). Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles rapportées chez *Bos indicus* qui sont de 25,6 ± 2,8 heures après le début des chaleurs chez le zébu Gobra au Tchad (Thiam 1989) ; par Mukasa-Mugerwa et Mattoni (1988) chez le zébu éthiopien (25,8 heures après le début des chaleurs). Ces données sont également semblables à celles de Pinheiro *et al.* (1998) qui ont obtenu une moyenne de 26,6 ± 0,4 heures chez des femelles zébus Nelore sur œstrus induit ou naturel ou encore de Wéré *et al.* (2012) chez des vaches zébus Goudali qui ont observé un intervalle compris entre 22 et 26 heures. Elles restent également comparables à celles rapportées chez *Bos taurus* comprises selon les auteurs entre 27,6 ± 5,4 heures (Walker *et al.* 1996) et 30,0 ± 5,1 heures (Roelofs *et al.* 2004). Des variabilités interindividuelles de la répartition des ovulations dans le temps ont été rapportées par Bloch *et al.* (2006). De même, Walker *et al.* (1996) avaient observé que malgré une durée moyenne de l'intervalle œstrus-ovulation d'environ 30 heures, 22 % des vaches n'avaient pas ovulé dans les 40 premières heures. Compte-tenu du temps très court durant lequel l'ovocyte peut être fécondé, environ 8 à 12 heures (Bloch *et al.* 2006), il est donc important d'inséminer chaque vache au moment adéquat pour obtenir une gestation. Compte tenu de la variabilité du moment de l'ovulation par rapport au début des chaleurs, Il serait intéressant d'envisager un suivi échographique de chaque vache pour pouvoir l'inséminer en fonction du degré de développement de son follicule dominant et donc du moment probable de son ovulation. En revanche, induire l'ovulation pour connaître avec plus de précision le moment de son occurrence, pourrait permettre d'améliorer le taux de réussite à l'insémination artificielle. La variabilité de l'intervalle traitement-chaleur et chaleur-ovulation constitue un handicap dans les programmes d'insémination d'où la nécessité d'une bonne détection des chaleurs pour mieux cibler le moment de l'insémination. Cette deuxième investigation a permis d'adapter le moment de l'insémination chez la vache Azawak. Auparavant, la première insémination artificielle des vaches intervenait au début des chaleurs et la deuxième 18-20 heures plus tard.

Le traitement des animaux au moyen d'une injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ s'accompagne d'un taux de gestation inférieur (31,2 %) à celui obtenu après utilisation d'un protocole à base de progestagènes associé à une injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ et d'eCG (54,5 %). Les intervalles observés entre les traitements et l'œstrus et l'ovulation permettent de recommander une insémination plus précoce des animaux traités au moyen de progestagènes qu'avec une $\text{PGF}_{2\alpha}$.

De telles différences ont également été rapportées par d'autres auteurs. Ainsi les taux de gestation ont été respectivement de 29,4 et de 40,0 % après traitement de zébus Wadara (Vounparet *et al.* 2014) et de zébus Maure (Cissé 1993) par une double injection de $\text{PGF}_{2\alpha}$ à 11 jours d'intervalle. Une synthèse récente (Moussa *et al.* 2014) rapporte des taux de gestation compris entre 21,6 % et 66,6 % (valeur moyenne : 46,6 %) après traitement de différentes races de *Bos indicus* au moyen de norgestomet et de progestérone. Plusieurs facteurs interviennent dans la variation du taux de gestation dont l'état de l'animal avant traitement, la saison d'expérience, l'état de la semence, la parité (Bouyer *et al.* 2006).

Cette étude confirme l'utilisation possible chez la vache Azawak (*Bos indicus*) de protocoles hormonaux de synchronisation des chaleurs à base de $\text{PGF}_{2\alpha}$ et/ou de progestagènes associés à une injection d'eCG. Les intervalles observés entre les traitements et l'œstrus et l'ovulation permettent de recommander une insémination plus précoce des animaux traités au moyen de progestagènes qu'avec une $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Cependant, l'adoption de l'insémination artificielle en Afrique est confronté à plusieurs contraintes notamment zootechniques, techniques et celles liées à la structure de l'élevage. Dans les fermes institutionnelles ou privées, le suivi zootechnique est assuré. Mais en milieu villageois ou le système d'élevage est majoritairement traditionnel, la pratique de l'insémination artificielle est difficile du fait de la présence permanente des mâles dans les troupeaux et une absence de suivi zootechnique (Lukuyu *et al.* 2011, Shelke *et al.* 2012).

L'alimentation suffisante en quantité et en qualité est un préalable pour toute tentative d'insémination artificielle, faute de quoi les résultats de fertilité seront particulièrement décevants. Si dans certains pays le pâturage n'est pas source de problème, en Afrique Subsaharienne, ces conditions alimentaires sont difficilement réunies pour une pratique idéale de l'insémination artificielle (Lukuyu *et al.* 2011, Shelke *et al.* 2012).

Pour motiver les éleveurs à adopter l'insémination artificielle, il faut que les doses de semence qui leur sont proposées soient d'un niveau génétique supérieur à celui de leur taureau. La valeur génétique du produit croisé doit apporter à l'éleveur un bénéfice immédiatement perceptible. Le faible taux de réussite de l'insémination artificielle est souvent un motif de rejet de la technologie.

L'approvisionnement en azote liquide en Afrique est assez difficile. Les techniques de production et de stockage de la semence peuvent être maîtrisées, mais la conservation régulière dans l'azote liquide est généralement une contrainte. Dans de nombreux pays d'Afrique, il n'existe pas un générateur d'azote liquide et là où il en existe il coûte très cher. L'insuffisance d'infrastructures adaptées constitue également un handicap qui mérite d'être souligné dans les programmes d'insémination artificielle en Afrique.

PARTIE III :

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'objectif général de cette étude était de contribuer à augmenter la production laitière bovine par le recours à l'insémination artificielle. Malgré l'importance numérique du cheptel bovin, la production laitière n'arrive pas à couvrir les besoins de la population et le déficit est comblé par des importations qui augmentent chaque année. Plusieurs facteurs peuvent être incriminés dans les faibles performances de production laitière notamment les difficultés d'alimentation du bétail durant la saison sèche, le faible potentiel laitier des races locales, la persistance de certaines maladies et le système d'élevage encore traditionnel. L'amélioration des performances de production nécessite donc de surmonter ces contraintes. Il s'agissait de manière plus spécifique dans le cadre ce travail, dans un premier temps de dresser un état des lieux des caractéristiques physiologiques et anatomiques mais aussi des performances de reproduction du zébu africain. La précision de ces caractéristiques a constitué une première étape de la valorisation du potentiel laitier qu'il représente dans le cadre d'une utilisation de l'insémination artificielle. Cette étude a actualisé les résultats potentiels offerts par l'insémination artificielle réalisée sur chaleurs naturelles ou induites.

L'évaluation des caractéristiques physiologiques et pathologiques du tractus génital de la femelle *Bos indicus* a constitué une seconde étape nécessaire afin d'identifier les stratégies hormonales ou zootechniques visant à augmenter la productivité de cette espèce dans les conditions d'élevage du Niger. L'étude a permis la caractérisation anatomique du tractus génital de quatre races de zébu au Niger. Elle a également permis de quantifier l'incidence des pathologies génitales. Le pourcentage de pathologies observées dans cette seconde investigation a montré qu'elles ne constituaient pas un facteur majeur de risque d'infertilité et d'infécondité.

Compte tenu des conditions d'élevage et de celles de la détection des chaleurs en particulier, l'intensification du recours à l'insémination artificielle ne pourra s'envisager qu'au travers d'une gestion hormonale de l'œstrus afin de réduire la période d'attente et augmenter la fertilité.

La détermination du moment de l'insémination artificielle a conduit dans une troisième étude à suivre par échographie la croissance folliculaire après œstrus induit jusqu'à l'ovulation chez des vaches de race Azawak afin d'améliorer les taux de réussite. L'étude a permis de préciser après traitement à la $PGF_{2\alpha}$ ou aux progestagènes : le taux moyen d'induction, la durée moyenne de l'œstrus, le délai d'ovulation à partir des chaleurs, le taux moyen de gestation. Les intervalles observés entre les traitements et l'œstrus et l'ovulation

ont permis d'adapter le moment de l'insémination artificielle chez la vache Azawak. Cette étude a enfin permis de comprendre en partie les échecs lors des inséminations artificielles au Niger. Auparavant, à la station de Toukounous, la première insémination artificielle intervenait dès l'apparition des chaleurs, et la 2^{ème} 18 à 20 heures plus tard.

A la lumière des résultats obtenus nous formulons les recommandations suivantes :

- Poursuivre les recherches sur les facteurs de risque de l'anoestrus du postpartum et notamment les effets directs ou indirects de la saison sur cette pathologie. L'outil échographique s'avère être en ce domaine incontournable ;
- Poursuivre l'évaluation des stratégies hormonales d'induction des chaleurs et des facteurs d'influence possible (saison, manifestations œstrales, croissance folliculaire ...) des résultats ;
- Initier des enquêtes pour étudier les perceptions des éleveurs et acteurs concernés sur les facteurs d'amélioration possible des performances de reproduction et de production et sur les aspects économiques du recours à l'insémination artificielle.

BIBLIOGRAPHIE

Cette bibliographie ne concerne que les références citées dans l'introduction générale (à l'exception toutefois de celles figurant dans l'article de synthèse) et celles mentionnées dans la discussion générale.

- ABALTI A., M. BEKANA, M. WOLDEMESKEL, F. LOBAGO, 2006. Female genital tract abnormalities of Zebu cattle slaughtered at Bahir-Dar Town, North-West Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 38: 505-10.
- ACOSTA B., TARNAVSKY G.K., PLATT, T.E. HAMERNIK, D.L. BROWN, J.L. SCHOENEMANN, H.M. REEVES J.J. 1983. Nursing enhances the negative effect of estrogen on LH release in the cow. *J. Anim. Sci.* 57: 1530.
- AKTER Z., TALUKDER A. K., AKTER T., KABIR M. S., KAMAL M. M., BARI F. Y. AND SHAMSUDDIN M. 2010. Ultrasonographic Study of Ovarian Cyclicity in Zebu Cows of Bangladesh. Vol. 5 No. 2, Article 65. Department of Surgery and Obstetrics, Bangladesh Agricultural University (BAU), Mymensingh, Bangladesh.
- ASSEY R.J., KESSY B.M., MATOVELO J.A., MINGA U. 1998. Incidence of gross reproductive abnormalities in small east African zebu cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 30 (6): 361-368.
- BARIL G., COGNIE Y., FREITAS V.J.F., MAUREL M.C., MERMILLOD P., 1998. Maitrise du moment de l'ovulation et aptitude au développement. N.R.A. - P.R.M.D. 37380. Nouzilly Renc. Rech. Ruminants, 1998, 5.
- BARUSELLI P.S., E.L. REIS, M.O. MARQUES, L.F. NASSER, G.A. BÓA, 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science* 82–83; 479–486.
- BERIHU GEBREKIDAN, TEFERA YILMA and SOLMON. 2009. Major causes of slaughtering of female cattle in Addis Abeba abattoir enterprise, *Ethiopia. Indian J. Anim. Res.*, 43 (4): 271-274.
- BLOCH A. FOLMAN Y. KAIM M. ROTH Z. BRAW-TAL R. WOLFENSON D. 2006. Endocrine alterations associated with extended time interval between estrus and ovulation in high-yield dairy cows. *J Dairy Sci* ; 89:4694-702.
- BÓ G.A., ADAMS G.P., GACCIA M., MARTINEZ M., PIERSON R.A., MAPLETOFT R.J. 1995. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 39, 193-204.
- BÓ, G.A., BARUSELLI, P.S., MARTINEZ, M.F., 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 307–326.
- BÓ G.A., MARTINEZ M., NASSER L.F., CACCIA M., TRIBULO H., MAPLETOFT R.J., 1993. Follicular dynamics in *Bos indicus* and *Bos taurus* beef cattle under pasture conditions in Argentina. In: Proceedings of the 10th Congresso Brasileiro de Reproducao Animal, vol. 2. Campo Grande, p. 221 (abstract).
- BOURZAT D., IDRIS A. and ZEUH V. 1992. La race Kouri: une population en danger d'absorption. *Bulletin d'information sur les ressources génétiques animales.* 9, 15-26, FAO, Rôme.

- BOUYER B. 2006. Bilan et analyse de l'utilisation de l'insémination artificielle dans les programmes d'amélioration génétique des races laitières en Afrique soudano-sahélienne. Thèse de Doctorat de Médecine Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 108.
- BOYD J.S. et OMRAN S.N. 1991. Diagnostic Ultrasonography of the bovine female reproductive tract. *In-Practice*, 13, (3), 109-118.
- BRAHIM BECHIR A., GRIMAUD P., KABORE ZOUNGRANA C., 2010. Facteurs de variation du poids vif et de l'état corporel du zébu Arabe en zone soudanienne du Tchad. *Sci. Nat.*, 7 : 153-153.
- BROUTIN C., SOKHNA K., TANDIA A. 2003. Analyse de la consommation du lait et produits laitiers à Dakar. Synthèse des résultats, document de travail, 27p.
- CARRIERE P. 2012. Le cycle œstral. In : *Gestion de la reproduction chez les bovins laitiers* (Eds Med'Com, Paris, France) pp. 13-18.
- CHAUDHARI S., PAUL-BOKKO. 2000. Reproductive status, pregnancy wastage and incidence of gross genital abnormalities in cows slaughtered at Maiduguri Abattoir, Nigeria. *Pakistan Vét. J.*, 20: 203-205.
- CHICOTEAU, E., MAMBOUE, E., CLOE, C., BASSINGA, A., 1989. Estrous behavior of Baoulé cows (*Bos taurus*) in Burkina Faso. *Anim. Reprod. Sci.* 21, 153±159.
- CHUPIN D. 1994. Le rôle des biotechnologies de la reproduction pour la conservation des ressources génétiques animales. In FAO N° 14. Bulletin d'information sur les ressources génétiques animales.
- CISSE A.B. 1993. Synchronisation des chaleurs chez des vaches Ndama et zébu Maure Avec La Prostaglandine F2 α . In : *Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apport Des Technologies Nouvelles, Actualités Scientifiques AUPELFUREF, Dakar NEAS 21-26.*
- COLLIER R.J., BAUMGARD L.H., LOCK A.L., BAUMAN D.E. 1992. Physiological limitations: nutrient partitioning. Chapter 16. In: *Yields of farmed Species: constraints and opportunities in the 21st Century. Proceedings: 61st Easter School. Nottingham, England. J. Wiseman and R. Bradley, eds. Nottingham University Press, Nottingham: U.K, 2005, 351-377. Comparative study. Trop. Anim. Health Prod.*, 24 (1), 2-8.
- CORNIAUX C., DUTEURTRE G., BROUTIN C. 2014. *Filières laitières et développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest - L'essor des minilaiteries*. Karthala, 252 p.
- ÇOYAN K., M.B. ATAMAN, H. ERDEM, A. KAYA et G. KASIKCI. 2003. Synchronization of estrus in cows using double PGF2 α , GnRH-PGF2 α and hCG-PGF2 α combination. *Revue Méd. Vét.*, 154, 2, 91-96.
- CUNNINGHAM E P. 1999. The application of biotechnologies to enhance animal. Production in different farming systems. *Livestock production Science* 58, 1-24
- DIETER GEESING and HASSANE DJIBO 2001. Profil fourrager Niger. FAO.

DIEYE P.N. 2006. Arrangement contractuels et performances des marchés du lait au sud du Sénégal. Les petites entreprises de transformations face aux incertitudes de l'approvisionnement. Thèse de doct. Ecole Nat. Sup. Agro. Montpellier. 175p.

DISKIN M.G., SREENAN J.M., ROCHE J.F. 2001. Controlled breeding systems for dairy cows. In: M.G. Diskin (ed), Fertility in the high producing dairy cow, Occasional publication n°26, 175-193. British Society of Animal Science, Edinburgh.

DRIANCOURT M.A., W.W. THATCHER, M. TERQUI and A. ADRIEU 1991. Dynamics of ovarian follicular development in cattle during the estrous cycle, early pregnancy and in response to PMSG. *Domest. Anim. Endocrinol.* 8: 209.

DUTEUTRE G. 2004. Normes exogènes et traditions locales : la problématique de la qualité dans les filières laitières africaines. *Cahiers de l'Agriculture*, 2004 ; 13 (1). p. 7

DUTEUTRE G.; CORNIAUX C., BOUTONNET J.P. 2003. Baisse de la consommation des produits laitiers en Afrique subsaharienne : mythe ou réalité ?, in *Rencontres. Rech. Ruminants*, (10), INRA, pp. 323-326.

FARIN P.W., YOUNGQUIST R.S, PARFET J.R., GARVERICK H.A. 1990. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology*, 34, 633-642.

FATHALLA M., HAILAT N., LAFI S., ABU BASHA E., AL-SAHLI A., 2000. An abattoir survey of gross reproductive abnormalities in the bovine genital tract in Northern Jordan. *Isr. J. Vet. Med.*, 55: 83-87.

FÉDÉRATION DES COOPÉRATIVES LAITIÈRES : <http://www.fncl.coop/filiere-laitiere/produits-laitiers-un-marche-mondial-en-croissance#conso>

FRANCIS M. 1990. Principes d'amélioration génétique des animaux domestiques. INRA. Les presses de l'Université LAVAL ; 211p.

FRANCOIS ACHARD ET MOGUEZA CHANONO. 2006. Exemple d'une gestion pastorale réussie au Sahel : la station d'élevage de Toukounous (Niger). *Sécheresse* Vol. 17, n°1-2; 76-82.

GALINA, G.S., ORIHUELA, A., BUBIO, I., 1996. Behavioral trends affecting estrous detection in Zebu cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 465-470.

GAUR M., G. N. PUROHIT 2007. Follicular dynamics in Rathi (*Bos indicus*) cattle, *Vet. Arhiv.* 77, 177-186.

GINTHER O.J. 2014. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology*, 81, 112-125.

GINTHER O.J., KASTELIC J.P. and KNOPF L. 1989. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Animal Reproduction Science* 20: 187-200.

GINTHER O.J. et PIERSON R.A. 1984. Ultrasonic anatomy of equine ovaries. *Theriogenology* 21, 471-483.

- GRIMARD B., HUMBLLOT P., PONTER A.A., SAWANT D., MZALOT J.P. 1996. Relations nutrition-reproduction chez la vache allaitante : effet du niveau d'apport énergétique sur la reprise de la croissance des gros follicules ovariens après vêlage. *Renc. Rech. Ruminants*, 3, 179 – 182.
- GRIMARD B., HUMBLLOT P., PONTERA A.A., CHASTANT S., CONSTANT F., MIALOT J.P. 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *INRA Prod. Anim.*, 16, 211-227.
- HANOTTE O., BRADLEY D.G., OCHIENG J.W., VERJEE Y., HILL E.W., REGE J.E.O. 2002. African Pastoralism: Genetic Imprints of Origins and migrations. *Science*, 296, 336-339.
- HANZEN CH., F. BASCON, L. THERON, F. LOPEZ-GATIUS 2008. Les kystes ovariens dans l'espèce bovine. Aspects thérapeutiques. *Ann. Méd. Vét.*, 152, 103-115. <http://hdl.handle.net/2268/12794>.
- HANZEN CH. 2005. L'infertilité bovine : approche individuelle ou de troupeau. *Le Point Vétérinaire. Point Vétérinaire*, 36, 84-89. <http://hdl.handle.net/2268/8968>.
- HANZEN CH. 2014. L'anoestrus pubertaire et du post-partum dans l'espèce bovine. Notes de cours <http://hdl.handle.net/2268/70545>
- HANZEN CH., B. BOUDRY, PV. DRION 2003. Induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF2 α . *Le Point Vétérinaire / N° 236 / Juin 2003*, 22-23. <http://hdl.handle.net/2268/8971>.
- HANZEN CH., Y. LAURENT 1991. Application des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. *Ann. Méd. Vét.* 135, 547-557. <http://hdl.handle.net/2268/13916>.
- HANZEN CH., YVES LAURENT, SAMY JAKOVLJEVIC 1992. Application de l'échographie en reproduction bovine. L'examen des ovaires. *Ann. Méd. Vét.*, 137, 13-18. <http://hdl.handle.net/2268/13915>
- HANZEN CH., O. LOURTIE, P.V. DRION 2000. Le développement folliculaire chez la vache Aspects morphologiques et cinétiques, *Annales de Médecine Vétérinaire*, 144, 223-235. <http://hdl.handle.net/2268/9206>.
- HANZEN CH., M. PIETERSE, O. SZENCI, AND M. DROST 2000. Relative Accuracy of the Identification of Ovarian Structures in the Cow by Ultrasonography and Palpation Per Rectum. *Veterinary Journal*, 159(2), 161-170. <http://hdl.handle.net/2268/8976>
- HANZEN CH., L. THERON ET A-S RAO 2013. Gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins Laitiers RASPA Vol.11 N 91 O S. <http://hdl.handle.net/2268/152344>
- HOUDEBINE L.M. 1991. Les biotechnologies animales. *INRA Prod. Anim.*, 4 (1), 81-88.
- INS (Institut National de la Statistique) 2011. Enquête sur la sécurité alimentaire des ménages au Niger. Résumé exécutif, Février, 11 pp.

ISSA IBRAHIM A., BADA ALAMBEDJI R., ET J.G. MAINIL 2014. Le zébu Azawak dans l'élevage bovin au sahel. RASPA Vol 12 N°2, 7p.

ISSA M. 2012. Mise au point et application de l'insémination Artificielle à l'amélioration des productions en lait et viande du zébu au Niger. Habilitation à diriger des recherches. Université Abdou Moumouni de Niamey, 156 p.

ISSA M., MARICHATOU H., SEMITA C., BOURÉIMA M., KEITA M., NERVO T., QUARANTA G. 2010. Essais préliminaires d'inséminations artificielles en station chez les femelles zébus Azaouak au Niger. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 63(1-2), 41-46.

KASTELIC, J.P., BERGFELT, D.R., GINTHER, O.J., 1990. Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology* 33, 1269–1278.

KENYON ALISTAIR G., GLÁUCIO LOPES JR., LUÍS G.D. MENDONÇA, JOÃO R. LIMA, RALPH G.S. BRUNO, ANNA C. DENICOL, AND RICARDO C. CHEBEL. 2012. Ovarian responses and embryo survival in recipient lactating Holstein cows treated with equine chorionic gonadotropin. *Theriogenology*, 77, 400–411.

KO J.C.H., KASTELIC J.P., DEL CAMPO M.R 1991. Effects of a dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers. *J. Reprod. Fert.* 91:511-519

KUNBHAR H.K., SAMO M.U., RIND R., KAKA I., CHANNA A. D. 2003. Gross Pathological Studies on Female reproductive Organs of Thari Cows (*Bos indicus*). *Journal of animal and veterinary Advances*, 2 (2): 58-63.
<http://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2003.58.63>.

LANDAETA-HERNANDEZ, A.J., YELICH, J.V., LEMASTER, J.W., TRAN, T., FIELDS, M.J., CHASE JR., C.C., RAE, D.O., CHEMNOWETH, P.J., 2002. Environmental, genetic and social factors affecting the expression of estrus in beef cows. *Theriogenology*. 57, 1357–1370.

LENTES P., FEDERICO HOLMANN F., PETERS M., WHITE D. 2010. Constraints, feeding strategies and opportunities to improve productivity and income in milk production systems in Olancho, Honduras. *Trop. Grasslands*, 44, 33-46.

LOFTUS R. et CUNNINGHAM P. 2000. Molecular genetic analysis of African zeboid populations. London, UCL Press, p. 251-258.

LUCY M.C., MCDUGALL S., NATION D.P. 2004. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems *Animal Reproduction Science* 82–83, 495–512.

LUKUYU B., FRANZEL S., ONGADI P.M., DUNCAN A.J. 2011. Livestock feed resources: Current production and management practices in Central and Northern Rift Valley Provinces of Kenya. *Livest. Res. Rural Dev.*, 23 (5), 112. <http://www.lrrd.org/lrrd23/5/luku23112.htm>

LUSSIER J., MATTON P., DUFOUR J.J. 1987. Growth rates of follicles in the ovary of the cow. *J. Reprod. Fert.* 81: 301-307.

MAINA V.A., MUKTAR A. and Y.G. SABO. 2008. Effects of Body conditions Score on Ovarian Activity of *Bos indicus* (ZEBU) Cows. Asian Journal of Scientific research, 1 (4): 421-428.

MALLARD J., MOCQUOT J-C. 1998. Insémination artificielle et production laitière bovine: répercussion d'une biotechnologie sur une filière de production. INRA prod. Anim., 11, 33-39.

MAQUIVAR M., VERDUZCO A., GALINA CS., PULIDO A., ROJAS S., FORSTER K., VAN DER LAAN G., AND ARNONI R. 2007. Relationship Among Follicular Growth Time of Ovulation, Endogenous Estradiol 17 β and Luteinizing Hormone in *Bos Indicus* Cows After a Synchronization Program Reprod. Dom. Anim. 42, 571–576.

MARICHATOU H., HAROUNA K., HENRI K.M., GILLES V. 2005. Synthèse bibliographique sur les filières laitières au Niger, document de travail n°4, Coordination ISRA-BAME.

MATTONI M., MUKASA-MUGERWA G., CECCHINI G., SOVANI S., 1988. The reproductive performance of East African (*Bos indicus*) Zebu cattle in Ethiopia. I. Estrous cycle length, duration, behavior and ovulation time. Theriogenology 30, 961-971.

MEL (Ministère de l'Élevage). 2012. Stratégie de Développement Durable de l'Élevage. Niamey, Niger, Ministère de l'Élevage, 83p.

MIALOT J.P., LEVY I. et GRIMARD B. 1991. L'échographie dans la gestion de la reproduction chez les bovins. Rec. Méd. Vét., 167, (1), 21-31.

MIALOT J.P., PONSART C., GIPOULOU C., BIHOREAU J.L., ROUX M.E., DELETANG F., 1998. The fertility of autumn calving suckler beef cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and ECG estrus synchronization treatment. Theriogenology, 49, 1353-1363.

MOUSSA GARBA M., H. MARICHATOU, M. ISSA, M.L. ABDOUL AZIZ et C. HANZEN. 2013. Tractus génital des vaches zébus (*Bos indicus*) au Niger. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 66 (4) : 137-142.

MOUSSA GARBA M., M. ISSA, M.W.M. OKOUYI, H. MARICHATOU, A.R. KAMGA-WALADJO et HANZEN CH. 2014. Caractéristiques et performances de reproduction du Zébu. Le cas du Niger. RASPA Vol.12 N°3-4: 135-141.

MOUSSA ZONGO, B. BAYALA, W. PITALA, C. MEYER, H. BOLY AND L. SAWADOGO 2012. Induction de l'œstrus et insémination artificielle chez les zébus Azawak et zébus Goudali Au Burkina Faso Tropicultura, 32, 1, 54-61.

MICHEL A. WATTIAUX. 1995. Reproduction et sélection génétique. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier. Publication TDG-RG-092995-F.

MONNIAUX D., CARATY A., CLÉMENT F., DALBIÈS-TRAN R., DUPONT J. FABRE S., GÉRARD N., MERMILLOD P., MONGET P., UZBEKOVA S. 2009. Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. Inra Prod. Anim., 2009. 22 (2), 59-76.

- MOUDI B.M., 2004. Contribution à la connaissance de la fertilité des vaches Holstein et métisses au Sénégal: Cas de la ferme de Niacoulrab. Thèse: Méd. Vét.: Dakar, 15.
- MOULA N., HUART A., LEROY E., CASSART R., RUPPOL P., LEVRARD O., EL FADILI M., VU BINH D., VAN THANG N., DO DUC L., FUNDIKO D., NIENHAUS B., MOUSSIAUX N.A., FARNIR F., LEROY P.L. 2012. Amélioration des performances génétiques des races tropicales par les races wallonnes. 15ème journée Outre-mer, 25 août, Espace Senghor, Gembloux Agro-Bio Tech: Gembloux.
- MRA, 2001, Document Cadre pour la Relance du secteur de l'élevage au Niger, 107.
- MUKASA-MUGERWA E, MATTONI M. 1988. Estrous behavior in zebu cattle. IFS/SIPAR Joint seminar on animal reproduction for African countries Addis Ababa, 56-64.
- NDAMBI O.A., HEMME T., LATA CZ-LOHMANN U. 2007. Dairying in Africa Status and recent developments. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (8).
- O'BRIEN M.D., RHOADS R.P., SANDERS S.R., DUFF G.C., BAUMGARD L.H. Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. *Domestic Anim. Endocrinol.*, 2010, **38**, 86-94.
- ODDE K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, 68, 817-830.
- PAGOT J., 1985. L'élevage en pays tropicaux. Paris IEMVT- 562p.
- PALMER E., DRIANCOURT MA. 1980. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. *Theriogenology*. 13:206–216.
- PAYNE W.J.A. and HODJES J. 1997. African breeds, tropical cattle, Cambridge, UK, Blackwell science, 133-177.
- PIERSON R.A. ET GINTHER O.J. 1984. Ultrasonography of bovine ovary. *Theriogenology* 28: 929-936.
- PIERSON R.A. ET GINTHER O.J. 1988. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, 29, 21-37.
- PINHEIRO OL., BARROS CM., FIGUEIREDO RA., VALLE ER., ENCARNÇA RO., PADOVANI CR. 1998. Estrous behavior and the estrus-to ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F_{2a} or norgestomet and estradiol valerate *Theriogenology*, 49: 667-681.
- P.V. DRION, F. ECTORS, Ch. HANZEN, J.Y. HOUTAIN, P. LONERGAN, J.F. BECKERS 1996. Régulation de la croissance folliculaire et lutéale. *Le point vétérinaire*, vol 28, numéro spécial « Reproduction des ruminants ».
- P.V. DRION, JY. HOUTAIN, F. ECTORS, J.F BECKERS, C. HANZEN 1998. Connaissances actualisées des régulations de la croissance folliculaire chez les bovines. GTV. La Reproduction.

RGP/H (Recensement Général de la Population et de l'Habitat). 2001. Rapport provisoire de l'exécution du 3ème RGP/H. Cabinet du Premier Ministre. République du Niger.

RHODES F.M., BURKE C.R., CLARCK B.A., DAY M.L., MACMILLAN K.L., 2002. Effect of treatment with progesterone and estradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrous cows and cows which have resumed oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.*, 69, 139-150.

RIASAT ALI, MUHAMMAD ALI RAZA, ABDUL JABBAR AND MUHAMMAD HIDAYAT RASOOL. 2006. Pathological Studies on Reproductive Organs of Zebu Cow. *Journal of Agriculture and Social Sciences, Pakistan*, 2 (2) 91-95.

RIBADU A.Y., WARD W.R., DOBSON H. 1994. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, Ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.*, 135, 452-457.

ROELOFS JUDITH B., BOUWMAN EMMY G., DIELEMAN STEPH J., VAN EERDENBURG FRANK J.C.M., KAAL-LANSBERGEN LUCIA M.T.E., NICOLINE M. SOEDE, BAS KEMP 2004. Influence of repeated rectal ultrasound examinations on hormone profiles and behavior around estrus and ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 62. 1337-1352.

RPCA (réseau de prévention des crises alimentaires) 2010. Document technique, 26^{ème} réunion annuelle Accra (Ghana). http://www.cilss.bf/IMG/pdf/role_elevagecs5.pdf

SA' FILHO O.G., M. MENEGHETTI, R.F.G. PERES, G.C. LAMB, J.L.M. VASCONCELOS, 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and Progesterone for *Bos Indicus* Cows II: Strategies and factors affecting fertility *Theriogenology* 72; 210–218.

SAUMANDE J. 1991. La folliculogénèse chez les ruminants. *Rev. Méd. Vét.* 167, 205-218.

SELIM A.S.M., PAN J., TAKANO T., SUZUKI T., KOIKE S., KOBAYASHI Y., TANAKA K. 2004. Effect of ammonia treatment on physical strength of rice straw, distribution of straw particles and particle-associated bacteria in sheep rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 115 (1), 117-128.

SHELKE S.K., THAKUR S.S., SHETE S.M. 2012. Protected nutrients technology and the impact of feeding protected nutrients to dairy animals: A review. *Int. J. Dairy Sci.*, 2012, 7(3), 51-62. DOI: 10.3923/ijds. 51.62

SILANIKOVE N., SHAPIRO F., SHINDER D. 2009. Acute heat stress brings down milk secretion in dairy cows by up-regulating the activity of the milk-borne negative feedback regulatory system. *BMC Physiol.*, 9, 13-18.

SIMENEW K., BEKANA M., FIKRE L., TILAHUN Z. and WONDU M. 2011. Major Gross Reproductive Tract Abnormalities in female cattle slaughtered at Sululta Slaughtered house in Ethiopia. *Global Veterinaria*, 6 (6): 506-513).

SIROIS J. and J.E. FORTUNE. 1990. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of progesterone: A model for studying follicular dominance. *Endocrinology* 127:916

SOKOURI D.P., YAPI-GNAORE C.V., N'GUETTA A.S.P, LOUKOU N.E., KOUAO B.J., TOURE G., KOUASSI A. ET SANGARE A. 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Bio-sci.* 36: 2353- 2359.

STAGG, K., DISKIN, M.G., SREENAN, J.M., ROCHE, J.F., 1995. Follicular development in long-term anestrous suckled beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38, 49–61.

STEVENSON J.S., YASUHIRO KOBAYASHI, SHIPKA M.P., RAUCHHOLTZ K.C. 1996. Altering conception of dairy cattle by gonadotropin-releasing hormone preceding luteolysis induced by prostaglandin F 2a. *J. Dairy Sci.*, 79, 402-410.

THATCHER W.W., PATTERSON D.J., MOREIRA F., PANCARDI M., JORDAN E.R., RISCO C.A. 2001. Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. In: American Association of Bovine Practitioner, AABP Ed, Vancouver, 95-105.

THIAM M.M. 1989. Actualité sur la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle zébu (*Bos indicus*) en Afrique. Thèse médecine Vétérinaire Dakar, 14.

TODOROKI J., YAMAKUCHI H., MIZOSHITA K., KUBOTA N., TABARA N., NOGUCHI J., KIKUCHI K., WATANABE G., TAYA K., KANEKO H. 2001. Restoring ovulation in beef donor cows with ovarian cysts by progesterone-releasing intravaginal silastic devices. *Theriogenology*, 55, 1919-1932.

TOUZE J.L., FABRE S., BELVILLE C., BONTOUX M., DI CLEMENTE N., MONNIAUX D. 2007 : Développement folliculaire terminal et kystes folliculaires chez la vache. *Rech. Ruminants*. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2007_09_reproduction_09_Touze.pdf

VIAS FRANCK S.G., M. GARBA, S. YEROU 2006. Analyse de la consommation du lait et des produits laitiers dans la ville de Niamey au Niger. Communication à l'atelier régional « *Vers de nouvelles politiques laitières en Afrique de l'Ouest* ». Bamako (Mali), 29 mai-02 juin.

VOUNPARET Z., MOPATE L.Y., NADJILEM D., DJONRET D., 2014. Evaluation of two methods of estrus synchronization of cattle in Chad. *Journal of Animal Science*, 4; 13-17.

WALKER WL., NEBEL RL., MCGILLIARD ML. 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 79(9):1555-61.

WERE PITALA, M. ZONGO, H. BOLY, I. COULIBALY, NOELITA M. SOUSA, L. SAWADOGO, P. LEROY et J.F. BECKERS 2004. Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire à l'œstrus induit chez les femelles zébus 'Goudali', *Tropicultura*, 22, 3, 110-115.

WERE PITALA., MOUSSA ZONGO., HAMIDOU BOLY., NOELITA MELO DE SOUZA., LAYA SAWADOGO., PASCAL LEROY., JEAN-FRANÇOIS BECKERS et MESSANVI GBEASSOR., 2012. Application de l'échographie en reproduction chez le zébu Goudali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5): 2055-2065.

ZAKARY RHISSA. 2010. Revue du secteur de l'élevage, Niger, rapport FAO/SFW, 115p. Adresse URL : http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/Niger_Revue_national.pdf

Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège

4000 Liège (Belgique)

D/2016/0480/7

ISBN 978-2-87543-080-9



9 782875 430809