



Variation saisonnière de la fertilité du bouc sahélien en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso

HARO Moïse¹, ZONGO Moussa^{1*}

¹Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire de Physiologie Animale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03 – Burkina Faso

Auteur de correspondance : moussa_zongo59@yahoo.fr / moussa_zongo@ujkz.bf

Tel : 0022670259047

Mots clés : Fertilité, Saison, Semence, Boucs du sahel.

Keyword: Fertility, Season, Semen, Sahelian goats.

Submission 06/02/2023, Publication date 31/03/2023, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs>

1 RÉSUMÉ

Les variations saisonnières de la disponibilité alimentaire semblent avoir une influence sur la fertilité du bouc au sahel. La fertilité du bouc sahélien a été appréciée au cours de la saison sèche et de la saison humide dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. L'objectif de ce travail est d'apprecier les variations des taux de妊娠, des dimensions des testicules et des comportements des boucs dans les troupeaux de chèvres des élevages soudano-sahélienne au cours des saisons. L'étude à concerné-vingt-un (21) boucs et trente et huit (38) chèvres du sahel provenant de 25 troupeaux villageois. L'âge et le poids des animaux sont respectivement compris entre [20–48] mois et [25-45] Kg pour le bouc et entre [20 – 48] mois et [20-30] Kg pour la chèvre. Le volume testiculaire a été mesuré par orchidométrie. La longueur et le diamètre, la hauteur des testicules par rapport au sol et l'écartement entre les membres postérieurs ont été mesuré au ruban métrique. Le taux de fertilité a été calculé par le rapport entre le nombre de chèvres gestantes sur le nombre de chèvres saillies selon les saisons. Le volume, la longueur et le diamètre des testicules ont été respectivement de $69,44 \pm 11,58 \text{ cm}^3$, de $16,56 \pm 3,47 \text{ cm}$ et de $10,44 \pm 1,94 \text{ cm}$ en saison sèche. En saison humide les valeurs moyennes ont été $71,67 \pm 10,31 \text{ cm}^3$, de $18,22 \pm 3,31 \text{ cm}$, et de $11,11 \pm 2,03 \text{ cm}$ respectivement. Les taux de fertilité dans les troupeaux ont été respectivement de 36,84% et de 52,63% en saison sèche et en saison humide. Dans les deux cas, les différences de variations des deux paramètres ont été significatives. La reproduction des caprins en zone soudano sahélienne est continue toute l'année.

ABSTRACT

Seasonal variations in food availability seem to have an influence on the fertility of the sahelian billy goat. The fertility of Sahelian billy goats was assessed during the dry and wet seasons in the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso. The objective of this study was to assess the variations in pregnancy rates, testicular dimensions and goat behaviour in goat herds in the Sudano-Sahelian zone over the seasons. The study involved twenty-one (21) billy goats and thirty-eight (38) Sahelian goats from 25 village herds. The age and weight of the animals ranged from [20-48] months and [25-45] Kg for the billy goat and from [20-48] months and [20-30] Kg for the goat respectively. Testicular volume was measured by orchidometry. The length and diameter, the height of the testes from the ground and the distance between the hind legs were measured with a metric tape. The fertility rate was calculated as the ratio of the number of pregnant goats to the number of goats serviced in each season. The volume, length and diameter of the testes were $69.44 \pm 11.58 \text{ cm}^3$, $16.56 \pm 3.47 \text{ cm}$ and $10.44 \pm 1.94 \text{ cm}$



respectively in the dry season. In the wet season, the mean values were 71.67 ± 10.31 cm³, 18.22 ± 3.31 cm, and 11.11 ± 2.03 cm respectively. The fertility rates in the herds were 36.84% and 52.63% in the dry and wet seasons respectively. In both cases, the different variations were significant. Goat reproduction in the Sudano-Sahelian zone is continuous throughout the year.

2 INTRODUCTION

La production de semence du bouc sahélien fluctue durant l'année, elle est au maximum en saison sèche froide puis elle est au minimum en saison chaude (Mani *et al.*, 2021). Les variations saisonnières de la reproduction ont souvent un impact négatif sur la production animale (Gebre, 2007 ; Gnanda, 2008 ; Pellicer-Rubio *et al.*, 2019). C'est dire que les plus jeunes caprins naissent à un moment de l'année qui est non propice à leur vente. De plus, la disponibilité du pâturage de bonne valeur nutritive est très importante pour une bonne reproduction des caprins (Belhamiti, 2007 ; Gnanda, 2008). Ainsi, une bonne nutrition favorise une meilleure physiologie de reproduction des boucs. Aussi, l'interaction sociale entre les caprins permet d'exprimer une bonne physiologie et un bon comportement sexuel pendant la saison sexuelle (Farsi *et al.*, 2018). Par rapport aux autres animaux domestiques, la chèvre fait preuve d'une bonne plasticité adaptative, ce qui lui permet d'anticiper les changements climatiques pour adapter sa physiologie, notamment celle de la reproduction (Delgadillo *et al.*, 1997 ; Silanikove, 2000 ; Farsi *et al.*, 2018). La chèvre du

Sahel est donc bien adaptée à l'environnement du sahel et sa reproduction est de manière continue au cours de l'année (Zongo, 2015). Pour la fertilité des mâles, il s'agit de considérer d'une part la capacité de production de semence en quantité suffisante en tant que jeunes et adultes et d'autre part la valeur fécondante de la semence à utiliser (Belhamiti, 2007 ; Mani *et al.*, 2021). Les travaux récents ont montré un taux de fertilité de 70% à 92,5% respectivement chez les chèvres du Maroc, d'Algérie et de 45,45 à 87,5% chez les chèvres du Tchad (Boujenane, 2005 ; Belhamiti, 2007 ; Mbaïndingatoloum, 2011). Les données sur la variation saisonnière de la fertilité du bouc sahélien sont restreintes. Celles disponibles porte sur la caractérisation de son élevage dans les différentes zones agroécologiques du Burkina Faso. La présente étude vise à apprécier la variation saisonnière de la fertilité du bouc sahélien en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Il s'agira d'apprécier les variations des taux de gestations et les dimensions des testicules dans les troupeaux d'élevage de caprins de Gampéla.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Zone d'étude : L'étude a été conduite en saison sèche et en saison pluvieuse entre 2021 et 2022 dans les troupeaux caprins villageois de Gampéla. Cette zone d'étude est située à environ 25 km à l'est de Ouagadougou (12°22' latitude Nord et 1°31' longitude Ouest). Le climat est de type soudano-sahélien. Ce climat se manifeste d'une part avec la saison sèche qui va de novembre à mai et d'autre part avec la saison des pluies qui va de juin à octobre par des précipitations qui sont comprises entre 600 à 800 mm/an (Miaro III, 1996). La température moyenne est de 33° avec des maxima en mars et

avril (34° et 40°) et des minima en décembre et janvier (8° à 20°). La photopériode moyenne dure 1 heure 27 minutes par un maximum de 12 heures 45 minutes d'éclairage le 21 juin et par un minimum de 11 heures 16 minutes d'éclairage le 21 décembre (Boly *et al.*, 1992). Le relief et les sols sont respectivement plat, ferrugineux, riches en calcium et en potassium. La végétation est de type savane arborée et arbustive avec une strate herbacée dominée par les graminées (*Pennisetum* et *Bracharia*) (Miaro III, 1996).

3.2 Animaux : Cette étude a concerné 25 troupeaux villageois regroupant vingt et un (21)



boucs et trente et huit (38) chèvres du sahel dont l'âge et le poids sont compris dans les intervalles [20–48] mois et [25-45] Kg pour les boucs et [20 – 48] mois et [20-30] Kg pour les chèvres respectivement. Ces animaux n'ont pas présenté de signes de pathologies liées à la fonction de reproduction et provenaient de différents troupeaux du village de Gampéla. L'état corporelle des animaux est noté de 2 à 2,5 selon l'échelle de notation de 1 à 5 (Santucci *et al.*, 1991). L'élevage des caprins dans cette zone est de type extensif à semi-extensif avec un parcours quotidien de 8 heures sur du pâturage naturel et complété par du son de maïs, des fanes d'arachides et de haricots au retour du pâturage. L'eau est disponible à volonté. Le mode de reproduction est naturel et les boucs sont en permanence avec les chèvres.

3.3 Méthodes

3.3.1 Biométrie et topographie des testicules des boucs : Un total de 21 boucs a été soumis à cette étude. Chaque paire de testicule est mesurée au moyen d'un orchidomètre pour apprécier le volume de chaque testicule selon la méthodologie décrite par Avdi *et al.* (2004). Le ruban métrique est utilisé pour mesurer la longueur et le diamètre. Calcul du taux de fertilité selon la formule suivante :

$$\text{Taux de fertilité} = \frac{\text{Nombre de chèvres gestantes}}{\text{Nombre de chèvres saillies}} \times 100$$

3.4 Analyses statistiques : Les analyses statistiques sont effectuées au moyen du logiciel GraphPad Prism (version 5.03). Les résultats sont présentés en moyenne \pm écart-type et en pourcentage. Le t test a été utilisé pour comparer en fonction des saisons le volume, la longueur, le diamètre, la hauteur et l'écart des

4 RÉSULTATS

4.1 La topographie des testicules : Les testicules sont au nombre de deux (gauche et droite) et ils sont logés dans un sac appelé

des testicules. La hauteur des testicules par rapport au sol et l'écart entre les jambes postérieures ont également été mesuré au ruban métrique selon la méthodologie de Haro *et al.* (2022). Les saillies des boucs ont été comptés.

3.3.2 Variation de la production spermatique : Les volumes des ejaculats ont été collectés au cours des deux saisons selon la méthode de Baril *et al.* (1994). Les 72 ejaculats ont été collectés deux fois par semaine au vagin artificiel à l'aide d'une chèvre en chaleur immobilisée comme boute-en-train. L'évaluation de la production spermatique a consisté à mesurer le volume de la semence dans le tube collecteur gradué (0,1-15 mL).

3.3.3 Variation des taux de gestation dans les troupeaux : Une campagne de diagnostic de gestation par échographie a été réalisée dans 25 troupeaux caprins des villages. L'indice de développement de la glande mammaire et les non-retours en chaleur après observation des saillies ont en outre été appréciés (Karen *et al.*, 2001). Le taux de fertilité a été déterminé par le rapport entre le nombre de chèvres diagnostiquées gestantes sur le nombre de chèvres saillies au cours de la saison.

pattes postérieures. Le volume de la semence collecté est aussi comparé selon la saison par le t test. La comparaison du taux de fertilité pour les différentes saisons a été réalisée par un test t de Student. Toutes les différences sont significatives au seuil de probabilité $p<0,05$.

scrotum. Les testicules sont positionnés verticalement de manière équilibrée entre les jambes postérieures (figure 1).

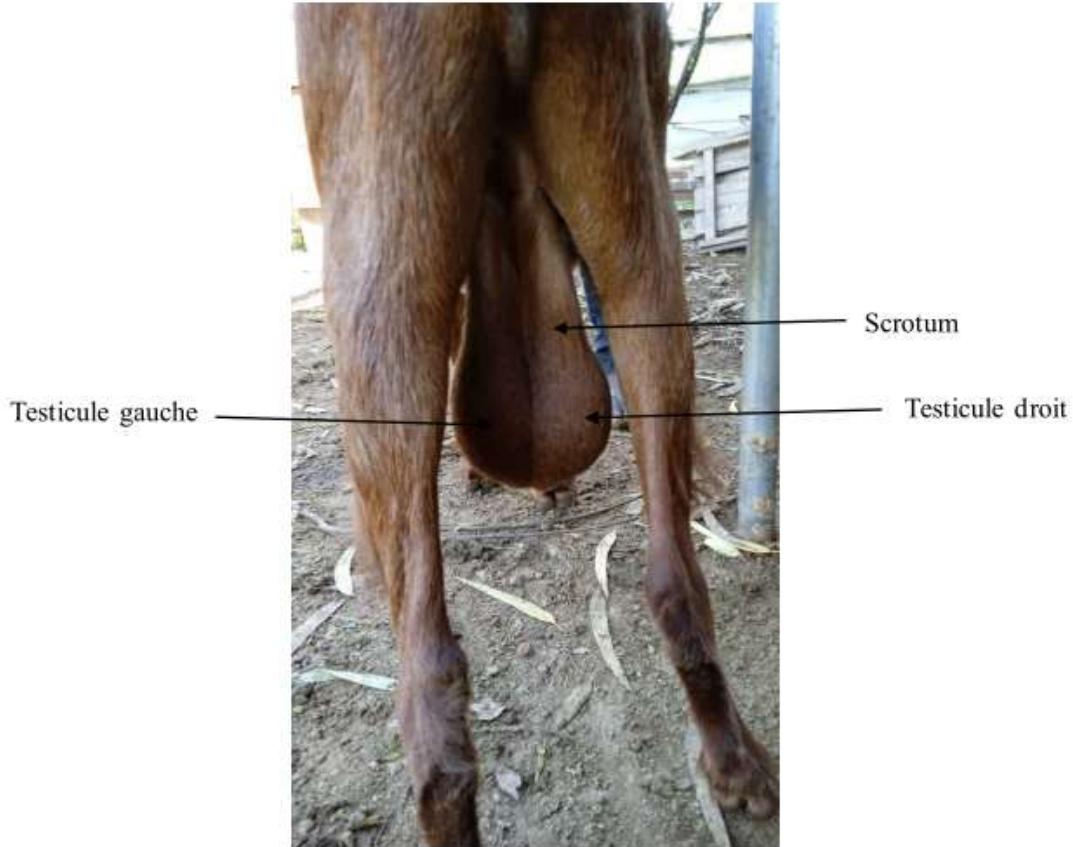


Figure 1 : La position topographique des testicules du bouc sahélien

Les mesures de la longueur, du diamètre, de la hauteur et l'écart des pattes postérieures permettent de mettre en évidence la topographie des testicules par rapport aux membres postérieurs (figure 2). La moyenne de l'écart entre les membres postérieurs ($18,44 \pm 0,53$ cm)

(tableau I) est aussi importante, car il constitue un critère de sélection d'un bon reproducteur. Ainsi, la position topographique des testicules du bouc sahélien montre la localisation de cet organe entre les pattes postérieures (figure 1).

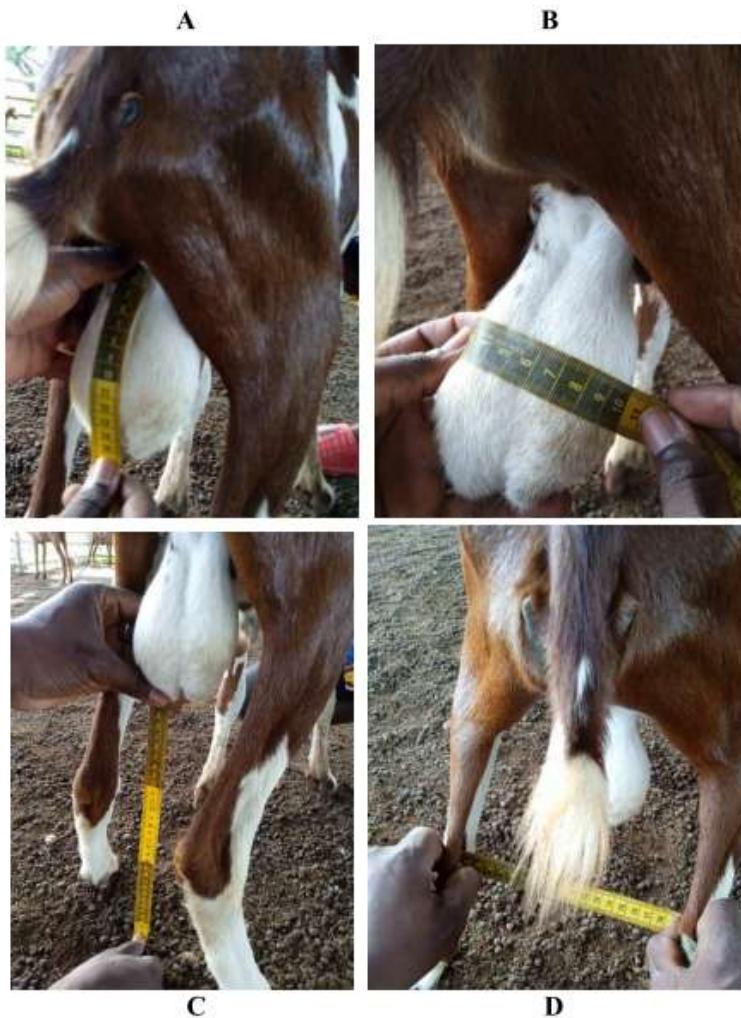


Figure 2 : Méthode de détermination de la topographie des testicules de la longueur (A), largeur (B), la hauteur au sol (C) et l'écartement des pattes postérieures (D).

4.2 Variation des paramètres testiculaires en fonction des saisons : Le volume des deux testicules mesurés par orchidométrie (figure 3) reflète la capacité de

production spermatique des boucs. Ce qui montre un meilleur indicateur de la fertilité chez le bouc.



Figure 3 : Méthode de mesure du testicule gauche (A) et du testicule droit (B).

Le volume moyen des testicules en saison humide a été de $71,67 \pm 10,31 \text{ cm}^3$, le volume moyen des testicules en saison sèche a été de $69,44 \pm 11,58 \text{ cm}^3$, et celui de la saison humide semble plus élevé que celui de la saison sèche. Cependant la différence de variation du volume des testicules n'est pas significative. Les longueurs moyennes ont été de $16,56 \pm 3,47 \text{ cm}$ respectivement pour la saison sèche et de $18,22 \pm 3,31 \text{ cm}$ pour la saison humide. Les longueurs des testicules de boucs ont été plus élevées durant la saison humide par rapport à la saison sèche. Leur différence de variation n'est pas significative. Les diamètres moyens des testicules sont de $10,44 \pm 1,94 \text{ cm}$ pour la saison sèche, et de $11,11 \pm 2,03 \text{ cm}$ pour la saison

humide. Ces diamètres testiculaires de boucs sont plus volumineux pendant la saison humide qu'à la saison sèche. Les différences de variation ne sont pas significatives. La hauteur des testicules a été de $32,78 \pm 1,72 \text{ cm}$ en saison sèche et de $33,67 \pm 0,71 \text{ cm}$ en saison humide. Les testicules semblent plus haut du sol en saison humide qu'en saison sèche. Cette variation n'est pas significative. L'écart des jambes postérieures est de $17,89 \pm 1,45 \text{ cm}$ pendant la saison sèche et de $18,44 \pm 0,53 \text{ cm}$ pendant la saison humide l'écartement est plus marqué par une légère baisse pendant la saison sèche par rapport à la saison pluvieuse. La variation n'est pas significative (tableau 1).

Tableau 1 : Les caractéristiques testiculaires moyennes selon les saisons

Paramètres	Saison sèche	Saison humide	P value
Volume (cm^3)	$69,44 \pm 11,58$	$71,67 \pm 10,31$	0,99
Longueur (cm)	$16,56 \pm 3,47$	$18,22 \pm 3,31$	0,92
Diamètre (cm)	$10,44 \pm 1,94$	$11,11 \pm 2,03$	0,80
Hauteur (cm)	$32,78 \pm 1,72$	$33,67 \pm 0,71$	0,96
Écart (cm)	$17,89 \pm 1,45$	$18,44 \pm 0,53$	0,99



4.3 Variations de la production spermatique selon les saisons : Le volume moyen de la semence est plus élevé en saison humide ($0,85 \pm 0,52$ mL) qu'en saison sèche

($0,59 \pm 0,27$ mL) (tableau 2). Toutefois, la différence de volume des éjaculats entre les deux saisons n'a pas été significative ($p > 0,05$).

Tableau 2 : Le volume des éjaculats selon les saisons

Paramètres	Saison sèche	Saison humide	P value
Volume éjaculat (mL)	$0,59 \pm 0,27$	$0,85 \pm 0,52$	0,84

4.4 Les taux de gestations dans les troupeaux : Sur les gestations diagnostiquées, la répartition du taux de gestation a été de 36,84% en saison sèche et de 52,63% en saison humide (figure 4). Le taux de gestation des chèvres dans les troupeaux de l'expérimentation a varié significativement selon les saisons

($p < 0,05$). La saison humide semble compatible avec une bonne fertilité comparativement à la saison sèche ($p < 0,05$). L'âge des gestations a varié entre 1 à 4 mois avec un ratio d'un bouc pour 5 chèvres. Les gestations ont été plus observées chez les chèvres âgées de 25 à 48 mois et de poids entre 25-30 kg.

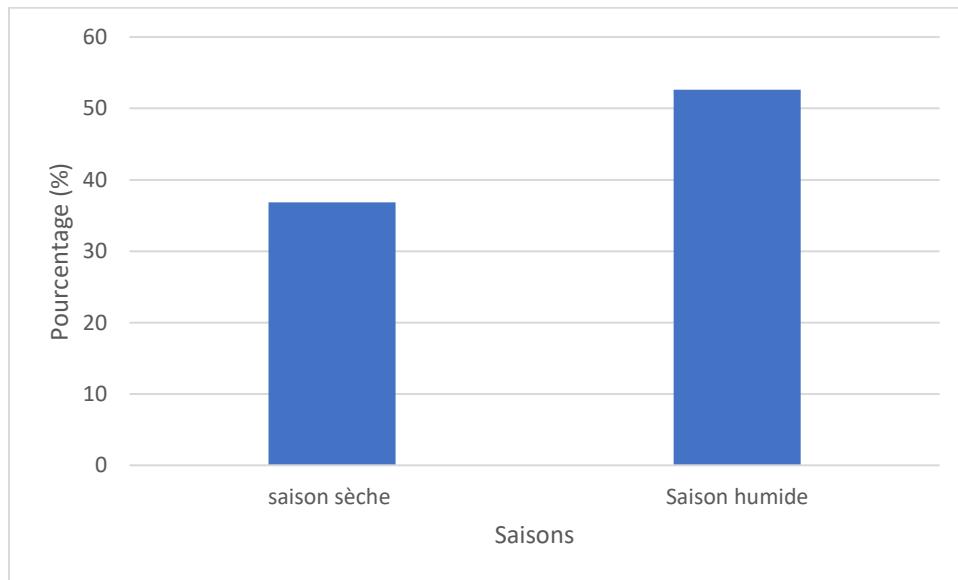


Figure 4 : Variations du taux de gestation des chèvres dans les troupeaux

5 DISCUSSION

L'étude a révélé que la position topographique des testicules du bouc sahélien est inguinale entre les membres postérieurs. Cette position permet d'apprécier la qualité de la spermatogénèse et d'orienter la sélection des boucs dans le troupeau au cours de l'année. Cette position topographique est similaire à celle des ovins et des bovins (Coursin, 2012 ; Tibary *et al.*, 2018). Les résultats obtenus ont montré des

valeurs moyennes pour le volume, la longueur, le diamètre, la hauteur des testicules et l'écartement des pattes postérieures respectivement de $69,44 \pm 11,58$ cm³, de $16,56 \pm 3,47$ cm, de $10,44 \pm 1,94$ cm, de $32,78 \pm 1,72$ cm et de $17,89 \pm 1,45$ cm pendant la saison sèche. Comparativement à la saison humide, des valeurs moyennes de $71,67 \pm 10,31$ cm³, de $18,22 \pm 3,31$ cm, de $11,11 \pm 2,03$ cm, de



33,67 \pm 0,71 cm et de 18,44 \pm 0,53 cm ont été obtenu respectivement pour le volume, la longueur, le diamètre, la hauteur et l'écartement des jambes postérieures. La diminution des paramètres mesurés (volume, hauteur, longueur, diamètre) dans notre étude durant la saison sèche serait la conséquence d'une chute de poids corporel, qui serait due surtout à la restriction alimentaire des pâturages et aux mauvaises conditions d'élevage durant cette saison. Ce qui montre que la saison a un effet mineur sur la production de la semence (volume, concentration et nombre de spermatozoïdes) chez le bouc sahélien en zone soudano-sahélienne. Des résultats identiques ont été trouvés chez le bouc au Nigéria (Bitto et Egbunike, 2006). La production spermatique a montré un volume moyen de la semence de 0,85 \pm 0,52 mL en saison humide tandis qu'en saison sèche, il a été de 0,59 \pm 0,27 mL. Cette différence pourrait s'expliquer par les volumes testiculaires plus élevés en saison humide qu'en saison sèche. Ce qui est confirmé par d'autres auteurs qui attestent que la masse testiculaire étant lié à la production spermatique et que le volume scrotale est utilisé pour évaluer la fertilité du bétail (Salhab *et al.*, 2001 ; Ghorbankhani *et al.*, 2015 ; Maksimovic *et al.*, 2016). Ghorbankhani *et al.* (2015) ont aussi montré qu'il existe de nombreux facteurs qui affectent la taille testiculaire (la nutrition, et le gain de poids quotidien) où l'augmentation du volume scrotale est due à l'augmentation du poids des boucs. L'étude a montré un taux de gestation de 36,84% en saison sèche et de 52,63% en saison humide. Le taux de fertilité obtenu en saison humide est plus élevé que le taux de la saison sèche. Le taux de fertilité qui est obtenu en saison sèche, coïncide avec un déficit alimentaire, une température élevée et des conditions environnementales difficiles dû à la saison. Ce qui pourrait influencer négativement la qualité de la semence et diminuer la fertilité du bouc et de

la chèvre. Les températures plus élevées ont un effet négatif sur la qualité de la semence par une augmentation des anomalies des spermatozoïdes (Baril *et al.*, 1993). D'autres auteurs ont montré que la saison pourrait avoir influencé la spermatogenèse, car une thermorégulation testiculaire défectueuse diminue la qualité de la semence chez les taureaux (Brito *et al.*, 2004) et chez les chèvres (Florentino *et al.*, 2003). Une nutrition inadéquate est également un facteur délétère possible, particulièrement pour les défauts de maturation des spermatozoïdes (Dana *et al.*, 2000). Le taux de gestation élevé en saison humide pourrait s'expliquer par la disponibilité alimentaire et aux bonnes conditions climatiques. Ce qui joue fortement sur l'expression de meilleures caractéristiques de la semence du bouc sahélien et augmente la fertilité. Une meilleure nutrition maintient et augmente la sécrétion de gonadotrophines puis augmente ainsi les proportions de spermatozoïdes morphologiquement normaux et la capacité de fertilisation (Rodriguez-Martinez et Barth, 2007). D'autres auteurs ont confirmé cette variation saisonnière de la fertilité dans la partie soudano-sahélienne du Cameroun (Meyer et Djoko, 2009). La connaissance de ces différents taux de fertilité en fonction des saisons est très importante pour conduire une reproduction par saillie naturelle ou par insémination artificielle au cours de l'année (Lassoued et Rekik, 2005). Les paramètres étudiés chez le bouc du sahel, tels que la production spermatique, les dimensions du testicule et le taux de gestation ont révélé l'existence de variations saisonnières. Ces résultats montrent que la reproduction de la chèvre du sahel est continue toute l'année en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Ceci montre les capacités de cet animal à s'adapter aux différentes conditions climatiques en dehors de son biotope. La reproduction de cette race pourrait être optimiser à deux vêlages par an.



6 REMERCIEMENTS

Nous remercions l'équipe de l'unité Biotechnologie Animale du Laboratoire de

Physiologie Animale pour leur franche collaboration pour ce travail.

7 RÉFÉRENCES

- Belhamiti TB : 2007. Variations de la production spermatique, insémination artificielle et diagnostic de la gestation par échographie chez les caprins de la race locale dans la région de tiaret, Magister, Université IBN-KHALDOUN- Institut des Sciences Vétérinaires, 153p.
- Ballery R : 2005. Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins. Thèse. 136p.
- Baril P, Chemineau Y, Cognie Y, Guérin B, Leboeuf P, Orgeur P, et Vallet JC : 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. FAO, ISBN 92-5-174 202808-0, 125p.
- Boukhliq R, El Allali K, et Tibary A : 2018. Anatomie et examen échographique des organes génitaux chez le bœuf et le bouc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 6, 2 : 226-240.
- Bitto II, et Egbunike G N : 2006. Seasonal variations in the morphometric characteristics of the pubertal West African dwarf in its native tropical environment. *Int. J. Morphol.*, 24, 4:637-642.
- Boly H, Koubate A, Viguier-Matinez MC, et Yenikoye A : 1992. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après la parturition chez la brebis Djallonké, mossi. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 45 : 631-636.
- Chemineau P, Guillaume D, Migaud M, Thierry JC, Pellicer-Rubio MT, et Malpaux B : 2008. Seasonality of reproduction in mammals : intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Anim. Domest. Reprod.*, 43, 2 : 40-7.
- Coursin : 2012. Prédiction du potentiel reproducteur de jeunes taureaux par échographie testiculaire et mesure de la circonférence scrotale. Thèse médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, p. 74.
- Chukukwa OK, Opara MN, Herbert U, Ogbuewu IP, et Ekenyem BU : 2010. Reproductive Potentials of West African Dwarf Sheep and Goat : A Review. *Res. J. Vet. Sci.*, 3, 86-100.
- Dana N, Shenkoru T, et Tegegne A : 2000. Growth rates and testicular characteristics of Ethiopian highland sheep offered chickpea haulm supplemented with incremental levels of *Leucaena leucocephala* leaf hay. *Livestock Production Science*, 65 : 209-217.
- Degaldillo JA, Malpaux B, et Chemineau P : 1997. La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. *INRA Prod. Anim.*, 10, 33-41.
- Djakba A : 2007. Evaluation des paramètres de reproduction chez la chèvre du sahel inseminée artificiellement dans la région de fatick. Thèse de doctorat, École Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.), Dakar, 109p.
- Farsi H, Mhani M, Achaâban MR, Boukhliq R, Tibary A, et El Allali K : 2018. Environmental cues and seasonal patterns of reproduction in goats. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 6, 2 : 158-167.
- Gebre YM : 2007. Reproductive traits in Ethiopian male goats With special reference to breed and nutrition Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, 56p.
- Gnanda I. B : 2008. Importance socio-économique de la chèvre du Sahel burkinabè et amélioration de sa productivité par l'alimentation. Thèse Doctorat, Univ. Polytech. Bobo-Dioulasso, 198p.
- Ghorbankhani F, Souri M, Moeinin MM, et Mirmahmoudi R : 2015. Effect of nutritional state on semen characteristics, testicular size and serum testosterone concentration in Sinjabi



- ram lambs during the natural breeding season. *Anim.Reprod. Sci.*, 153 : 22-28.
- Haro M, Zongo M. et Bayala B : 2022. Caractérisation morpho-biométrique du testicule du bouc sahélien. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 16, 2 : 713-720.
- Karen A, M., Kovac P. Beckers JF. et Scenci O : 2001. Review article. Pregnancy diagnosis in sheep : review of the most practical methods. *Acta Vet. BRNO* 70, 115-126.
- Khaldi G, et Lassoued N : 1991. Interaction nutrition-reproduction chez les petits ruminants en milieu méditerranéen. In : *Proceedings of an international symposium on nuclear and related techniques in animal production and health*, organisé conjointement par l'Agence internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'Alimentation (FAO), 15-19 avril 1991, Vienne, Autriche, p. 378-389.
- Kouamo J, Mpatswenumugabo JP. Sow A. Kalandi M. et Sawadogo GJ : 2015. Efficacité d'un traitement combiné à base d'acétate de fluorogestone-cloprosténol-eCG sur l'induction de l'œstrus et la fertilité des chèvres sahéliennes. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 166, 163 -169.
- Koanda S : 2005. Possibilités d'amélioration de la production laitière caprine dans le Nord du Burkina-Faso. Mémoire de DES. Gembloux, 92p.
- Lassoued N, et Rekik M : 2005. Variations saisonnières de l'œstrus et de l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 2005, 58 (1-2) : 69-73
- Mbaïndingatoloum FM : 2011. Paramètres de reproduction et application de l'insémination artificielle pour l'amélioration de la productivité chez la chèvre sahélienne au Tchad. Thèse de Doctorat Unique, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 146p.
- Maksimovic N, Hristov S. Stankovic B. Petrovic MP. Mekic C. Ruzic-Music D. et Cardo-Petrovic M : 2016. Investigation of serum testosterone level, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.*, 40 : 53-59. doi : 10.3906/vet-1505-61. <http://www.journals.tubitak.gov.tr/vet/erinary/Research Article>.
- Meyer C, et Djoko TD : 2009. L'effet mâle chez les petits ruminants Synthèse. *Cirad*, 24p.
- Nardone A, Ronchi B. Lacereta N. et Bernabuci U : 2006. Climatic effects on productive traits in Livestock. *Veterinary Research Communications*, 30,1, 75-81. DOI : 10.1007/s11259-006-0016-x C
- Senoussi A : 2004. L'insémination artificielle : Outil d'amélioration des performances de reproduction chez les caprins en Algérie. *Ann. de l'INRAT*, 77.
- Tourrand JF, et Landais E : 1996. Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal. *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 49,2, 168-173.
- Mani M, Moussa Garba M. Hamadou I. Marichatou H. et Sawadogo G : 2021. Spermogramme du bouc du sahel au Niger. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*. 7(1), 25-31.
- Miaro III L : 1996. Méthodes de la maîtrise de la reproduction de la brebis Djallonké variété « mossi » : comparaison des méthodes de synchronisation hormonale (FGA +PMSG) et zootechnique (l'effet bétier). Mémoire de fin d'études DEA. Institut de Développement Rural. 87p.
- Naba AM : 2001. Contribution à l'évaluation technique du projet d'appui à la sélection, la promotion et la diffusion de la chèvre rousse de Maradi, Niger. *Thèse. Med. Vét.*, Dakar. 83 p.
- Salhab SA, Zarkawi M. Wardeh MF. Al-Masri MR. et Kassem R : 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and



- parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Rum. Res.*, 40 : 187-191.
- Silanikove N : 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*. 35 : 181-193.
- Pellicer-Rubio MT, Boissard K, Grizelj J, Vince S, Freret S, Fatet A, et López-Sébastien A : 2019. Vers une maîtrise de la reproduction sans hormones chez les petits ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 32,1, 51-66. 10.20870/productions-animales.2019.32.1.2436. hal-02626004
- Rodriguez-Martinez H, et Barth AD : 2007. *In vitro* evaluation of sperm quality related to in vivo function and fertility, 16p.
- Zongo M : 2015. Application de l'échographie à la reproduction de la chèvre du Sahel. Thèse Doct., Université Ouaga I, Professeur Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso, 163 p.