



Etat des lieux sur l'insémination artificielle animale dans les pays de l'Afrique de l'Ouest

Ignace Ogoudanan DOTCHE^{1*}, Pascal KIKI¹, Benoît GOVOEYI¹, Mahamadou DAHOUDA², Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX³, Jean-Paul DEHOUX⁴, Guy Apollinaire MENSAH⁵, Souaïbou FAROUGOU⁶, Pierre THILMANT^{3,7}, Issaka YOUSAO ABDOU KARIM¹, Benoît KOUTINHOVIN⁶

1. Laboratoire de Biotechnologie Animales et de Technologie des Viandes, Département de Production et Santé Animales, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

2. Département de Production Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Benin.

3. Département de gestion vétérinaire des Ressources Animales, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Vallée 2, Avenue de Cureghem, B-4000 Liège, Belgique.

4. Unité de Chirurgie Expérimentale, Faculté de Médecine, Université Catholique de Louvain, 55/70, Avenue Hippocrate, 1200, Bruxelles, Belgique.

5. Institut National de Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, Bénin.

6. Département de Production et Santé Animales, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

7. Centre Provincial Liégeois de Productions Animales (CPL Animal), Rue de Saint Remy, 5 B4601 Argenteau, Belgique.

*Auteur de la correspondance : Tel : +22967565220, Email : ogoudanan@yahoo.fr / dotcheign@gmail.com, ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-3420>

Original submitted in on 4th September 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th November 2019 <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v143i1.9>

RÉSUMÉ

L'insémination artificielle est une technique de fécondation sans intervention directe du mâle, par dépôt de sperme dans les voies génitales de la femelle. Elle est utilisée pour la diffusion du progrès génétique et permet à l'éleveur de gagner du temps dans l'exploitation. Elle est également un outil de contrôle des pathologies vénériennes de contact. Cet article fait le point des travaux réalisés en Afrique de l'Ouest sur l'insémination artificielle. Après la présentation des techniques de collecte de sperme par espèce, les caractéristiques macroscopiques et microscopiques du sperme sont abordées. Les dilueurs utilisés pour la cryoconservation et la conservation à l'état frais sont rapportés. Les protocoles et hormones utilisés pour la synchronisation des chaleurs pour faciliter l'insémination artificielle sont ensuite présentés. Enfin, les résultats des inséminations artificielles sont présentés. L'insémination artificielle est plus pratiquée en élevage bovin. Les travaux réalisés sur les autres espèces se sont limités aux caractéristiques du sperme. Pour une meilleure utilisation de cet outil, des efforts doivent être poursuivis pour la production des doses de qualité chez les autres espèces animales notamment les porcs et les volailles.

Mots clés : Insémination artificielle, synchronisation de chaleurs, semence animale, dilueur

ABSTRACT

State of animal artificial insemination in West African countries. A review

Artificial insemination is a fertilization technique without direct male intervention, by depositing semen in the female's genital tract. It is used for the dissemination of genetic material and saves the farmer time on the farm. It is also used to control livestock venereal and contact diseases. After the presentation of semen collection techniques by species, the macroscopic and microscopic characteristics of semen are discussed. Extenders used for cryopreservation and fresh preservation are reported. The protocols and hormones used for estrus synchronization to facilitate artificial insemination are then presented. Finally, the results of artificial insemination are presented. Artificial insemination is more practiced in cattle breeding. Work on other species was limited to sperm characteristics. In order to make better use of this tool, efforts must be continued for the production of quality doses in other animal species including pigs and poultry.

Keywords : artificial insemination, estrus synchronization, animal semen, extender

INTRODUCTION

La biotechnologie animale est l'application des organismes, systèmes ou processus biologiques à la production animale, c'est-à-dire à la production de viande, de lait, de cuir, de laine, ou de crin et de l'énergie pour la traction (Leng, 1996). Parmi les biotechnologies disponibles en production animale, l'insémination artificielle est la plus utilisée au monde. Elle concerne essentiellement les espèces bovine, ovine, caprine, porcine et équine ainsi que le lapin et la volaille (dindes, canards et poules). L'insémination artificielle a plusieurs avantages dont la diffusion facile du progrès génétique, l'introduction de races étrangères à travers la semence dans les régions où les animaux sur pieds ne peuvent pas résister aux climats et aux pathologies, la lutte contre les maladies vénériennes/de contact et la réduction des dépenses liées à l'entretien des mâles dans les exploitations (Knox, 2016). Elle est aussi utilisée comme une méthode de conservation des races puisque la semence animale peut être conservée dans l'azote liquide et utilisée pour inséminer des années plus tard (FAO, 2008). En Afrique, le but visé par les inséminations artificielles est la diffusion du progrès génétique dans les élevages et l'introduction du matériel génétique exotique à travers les programmes d'amélioration génétique (FAO, 2008). Le mode d'utilisation de cet outil fait qu'il est moins utilisé et ne contribue par efficacement au développement de l'élevage. Pour la plupart de temps, l'insémination artificielle concerne surtout les bovins et ne prend pas en compte les autres espèces (FAO, 2008). Dans

l'espèce porcine, la simplicité de la mise en œuvre de l'insémination artificielle surtout à base de la semence fraîche fait qu'elle est devenue l'outil de reproduction dans les élevages de certains pays surtout les pays développés (IFIP, 2013). Le développement de l'insémination artificielle porcine en Afrique est également indispensable puisque les races exotiques sont souvent importées dans ces pays et ces animaux s'adaptent difficilement aux conditions d'élevage mises en place par les producteurs. L'insémination artificielle porcine peut permettre non seulement de mieux utiliser et conserver ces races importées mais aussi faciliter leur diffusion. La diffusion de ces animaux est un aspect capital puisque les porcs importés sont reproduits naturellement et les centres de multiplication n'arrivent pas à satisfaire la demande des éleveurs en reproducteurs. Avec l'insémination artificielle, un verrat peut donner 20 doses par éjaculat (Anne *et al.*, 2014), largement suffisant pour inséminer les truies de deux exploitations puisque le nombre de truies par exploitation dépasse rarement 5 (Djimenou *et al.*, 2017). De plus, elle permet de mieux diffuser les porcs locaux performants dans les élevages. Le but de cette synthèse est de faire un état des lieux des travaux réalisés en insémination artificielle en Afrique de l'Ouest afin de mieux utiliser cette biotechnologie pour le développement de l'élevage porcin. Cet état des lieux permettra aussi de valoriser les acquis et expériences développés en Afrique de l'Ouest pour le développement de l'insémination artificielle porcine.

PRODUCTION DE LA SEMENCE

L'insémination artificielle est une technique comportant une succession d'opérations qui permettent de recueillir le sperme du mâle puis de le déposer dans les voies génitales femelles, sans qu'il y ait accouplement. Les techniques utilisées comportent deux étapes le plus souvent dissociées dans l'espace et dans le temps : la production de la semence et l'insémination (Leborgne *et al.*, 2013). La production de la semence comporte la collecte du sperme, l'analyse ou le contrôle de la qualité du sperme, la dilution du sperme et la conservation de la semence.

Récolte du sperme : Les semences utilisées en insémination artificielle en Afrique de l'Ouest sont importées ou localement produites. La collecte du sperme est une opération très importante en insémination artificielle parce qu'elle permet de disposer de semence pour réaliser les doses d'insémination artificielle. La technique de collecte du sperme varie d'une espèce à une autre (Leborgne *et al.*, 2013). Chez les ruminants, la collecte est faite à l'aide d'un vagin artificiel ou d'un électro-éjaculateur. La technique la plus adoptée en Afrique de l'Ouest est la collecte dans le vagin artificiel à l'aide d'une femelle en chaleur ou non comme boute-en-train (Haye *et al.*, 2004; Marichatou *et al.*, 2004). L'électro-éjaculateur est plutôt utilisé chez les petits ruminants (Oyeyemi *et al.*, 2000; Bitto et Egbunike, 2012). La durée de la récolte du sperme chez les bovins varie de 6 à 12 min et est influencée par la race (Konfe, 2014). Ainsi, la collecte dure beaucoup plus chez les Zébus et les bovins Borgou (12 min) que chez les bovins Lagunaires (6 min) (Konfe, 2014). Le nombre de sauts en 20 min varie de 4 à 5 et le temps de réaction des taureaux (Borgou, Lagunaire, N'Dama et Zébu) dans la salle de prélèvement varie de 20 à 25 secondes (Sekoni *et al.*, 2004). Chez le bélier, ce temps de réaction en présence d'une brebis immobilisée varie de 25 à 30 secondes (Sangare *et al.*, 2010). Il est influencé par l'état de santé de l'animal et peut atteindre 300 secondes chez un taureau atteint de trypanosomose (Sekoni *et al.*, 2004) et 95 secondes chez un bélier atteint de la même pathologie (Ogundele *et al.*, 2016). La technique de la collecte la plus utilisée en insémination porcine en Afrique de l'Ouest, est celle de la main gantée décrite par Leborgne *et al.* (2013). Elle est réalisée sur un mannequin fixe (Machebe *et al.*, 2014). Cependant, dans la plupart des travaux de recherche réalisés, un vagin artificiel était utilisé à la place de la technique de la main (Ugwu & Igboeli, 2009; Elile *et al.*, 2014; Ogbu *et al.*, 2014). L'usage de la

technique de la main gantée est très récent et a été surtout rapporté dans les travaux de recherche en 2018 (Ilori *et al.*, 2018). Dans les pays développés, un système de collecte automatique (Collectis®, France) a été mis en place depuis les années 2000 (Barrabes *et al.*, 2008). Ce système est utilisé dans les centres de production de sperme gérant de grands effectifs de verrats. La technique de collecte du sperme chez les oiseaux est celle du massage dorso-abdominal décrite par Burrows et Quinn (1937) chez le coq. Cette technique provoque l'éjaculation spontanée chez le mâle et la semence est récoltée au niveau du cloaque dans un tube (Leborgne *et al.*, 2013). Cette technique est utilisée en Afrique de l'Ouest pour la récolte du sperme chez les dindons (Zahraddeen *et al.*, 2005; Yahaya *et al.*, 2013; Ngu *et al.*, 2014), les coqs (Bah *et al.*, 2001; Mkpughe & Bratte, 2015) et le canard (Okusanya *et al.*, 2017).

La collecte du sperme chez les lapins se fait au moyen de vagin artificiel que l'on place sous le train arrière d'une femelle boute-en-train de telle sorte à faire correspondre l'orifice du vagin artificiel à celui du vagin réel (Ewuola *et al.*, 2016; Akpo *et al.*, 2018a). Le temps de réaction du lapin en présence de la lapine varie de 5,4 à 7,5 secondes (Jimoh & Ewuola, 2019). Chez les aulacodes, la collecte se fait par excitation manuelle du pénis (Soro *et al.*, 2009). Pour exciter l'appétit sexuel du mâle, une femelle boute-en-train est introduite dans l'enclos quelques minutes et ressortie avant l'éjaculation (Soro *et al.*, 2009).

Analyses du sperme : Les analyses réalisées sur la semence sont macroscopiques et microscopiques. L'examen macroscopique permet d'évaluer l'aspect de la semence, sa couleur, le pH, l'odeur et le volume. S'agissant de l'examen microscopique, il permet de déterminer la concentration, la motilité, la mobilité et la morphologie des spermatozoïdes. L'analyse macroscopique est réalisée par les organes de sens pour ce qui concerne la couleur, l'odeur et l'aspect. Le volume de la semence est mesuré par tube gradué et son poids est pris à l'aide d'un peson. Le pH est déterminé par un pH-mètre. L'analyse microscopique se réalise au moyen d'un microscope simple ou assisté par un ordinateur. Des moyens plus avancés et plus fiables sont aussi utilisés pour l'analyse de la semence. Il s'agit du CASA (Computer Assisted Sperm Analysis) pour la détermination de la concentration, de la motilité, de la mobilité et de la morphologie et les cytomètres de flux pour l'évaluation de la qualité du sperme par la détermination du niveau de fragmentation de l'ADN, le

potentiel mitochondrial membranaire, l'intégrité de l'acrosome et la viabilité des spermatozoïdes (IFIP, 2013; Sutovsky, 2015). Il existe plusieurs méthodes de mesure de la concentration du sperme dont les hémocytomètres, les photomètres, les spectrophotomètres et les systèmes CASA. L'examen manuel de la semence par microscope simple permet de réaliser les mêmes analyses que les méthodes avancées (Boukari *et al.*, 2018). Le problème avec cet examen est la fiabilité des résultats parce qu'il y a risque de maximiser les erreurs dues aux manipulateurs (IFIP, 2013). Malheureusement, les méthodes avancées d'analyse de la semence ne sont pas utilisées dans les pays en développement. Cette situation se justifie par le coût élevé des méthodes, la rareté des centres d'insémination artificielle et la taille réduite des exploitations. Ainsi, dans les travaux actuellement réalisés en Afrique de l'Ouest, la semence est observée directement au moyen des microscopes. Cette technique utilisée est beaucoup plus subjective et la fiabilité dépend de l'expérience de l'observateur.

Caractéristiques des semences animales en Afrique de l'Ouest

Chez les ruminants

Caractéristiques macroscopiques : Les travaux réalisés en Afrique de l'Ouest sur les caractéristiques du sperme des bovins ont porté sur les races Borgou, N'Dama, Lagunaire, Baoulé, Zébu Peulh et Azawak. La semence de ces bovins est de couleur blanche et de consistance laiteuse (Konfe, 2014). Les spermatozoïdes de couleur jaune sont parfois observés (3 à 4 % des cas) chez les bovins N'Dama et les zébus (Konfe, 2014). Le volume de sperme produit par le taureau Borgou varie de 3,1 à 3,6 ml (Tableau 1) et celui des taureaux Azawak de 3,6 à 5,5 ml (Cristofori *et al.*, 2005; Akpo *et al.*, 2018b). Ce volume est de 2,2 ml pour la race N'Dama et race Lagunaire, 1,64 ml pour le Zébu Peulh (Konfe, 2014), 2,7 ml pour le bovin Baoulé (Cloe *et al.*, 1989) et 6,5 ml pour les bovins Goudali (Kumi-Diaka *et al.*, 1981). La quantité de sperme produite par les croisés Bunaji (White fulani) et Friesian est de 6,56 ml (Sekoni *et al.*, 2004). La fréquence de collecte n'influence pas le volume du sperme si la collecte est réalisée deux fois par jour avec un intervalle de 4 jours entre deux séances de collecte (Gbangboche *et al.*, 2011). Par contre, la quantité de sperme collecté en saison des pluies chez les Zébus (Bunaji, Sokoto Gudali) et Friesian est plus élevée que celle collectée en saison sèche (3,42 vs 5,8 ml ; Rekwot *et al.*, 1987). Chez les petits ruminants, la semence a une couleur blanche laiteuse ou crémeuse (Oyeyemi *et al.*, 2000;

Haye *et al.*, 2004; Ajala *et al.*, 2012). Le volume obtenu pour les boucs nains de l'Afrique de l'Ouest varie de 0,4 à 0,8 ml (Tableau 1) et celui de la chèvre rousse de Maradi (Red Sokoto) est de 0,4 ml (Akpa *et al.*, 2013). La quantité de sperme produite par la chèvre naine et la chèvre rousse de Maradi est influencée par l'âge. Les adultes produisent plus de sperme que les jeunes boucs pubères (Bitto & Egbunike, 2012; Akpa *et al.*, 2013). Le bouc sahélien donne en moyenne 1,28 ml de sperme (Haro *et al.*, 2019). Le volume de sperme des ovins varie de 0,9 à 1,8 ml pour la race Touareg ; de 0,6 à 0,9 ml pour les béliers Djallonké, 0,9 ml pour les béliers Peuls Blancs, 1,7 ml pour les béliers Peuls bicolores et 1,03 ml pour le bélier Koundoum (Tableau 1). L'influence des facteurs de variation du volume dépend de la race et diffère selon les auteurs. Ainsi, le volume du sperme des ovins Djallonké est plus élevé de juin en décembre que de janvier en mai (Lavry *et al.*, 2016b). Par contre, Haye *et al.* (2004) ne notent aucune différence entre les productions des mois d'avril à septembre tout en soulignant une hausse de production en avril et en mai chez le bélier Djallonké. Chez la même race, les productions des adultes de plus de 12 mois sont plus élevées que celle des jeunes de 8 à 12 mois (Haye *et al.*, 2004). Chez les ovins peuls Bicolore, la production est plus élevée en saison des pluies (juillet-août) qu'en saison sèche (avril, octobre et novembre) (Issa *et al.*, 2001). La quantité de la semence produite par ovins peuls (bicolores et blancs) et Touareg ne varie pas (Hamani *et al.*, 1994; Issa *et al.*, 2001), mais lorsqu'on augmente le rythme de collecte, le volume de l'éjaculat du bélier touareg dépasse celui du bélier peul blanc (Hamani *et al.*, 1994). De même, les ovins Sahéliens produisent plus de sperme que les ovins Djallonké (Sangare *et al.*, 2010).

Caractéristiques microscopiques : La concentration en spermatozoïdes du sperme de taureau Borgou varie de 720 à 1340x10⁶ spz/ml et celle du taureau Azawak de 413 à 766x10⁶ spz/ml (Tableau 1). Le sperme de taureau Borgou présente 80,2 à 89,7% de spermatozoïdes mobiles et une note de motilité, de 2,5 à 4,3 (tableau 1). Chez les autres taurins, la concentration du sperme est de 1050 x 10⁶ spz/ml pour le taureau Baoulé, 919 x 10⁶ spz/ml pour la race Lagunaire et 743 x 10⁶ spz/ml pour la race N'Dama (Tableau 1).

Quant la motilité, elle est de 3,8 pour les taureaux Baoulé, 3,7 pour la race Lagunaire et 2,7 pour la race N'Dama (Tableau 1)

. Le Zébu Peulh produit un sperme plus concentré que les taurins (Borgou, Lagunaire, N'Dama) (Konfe, 2014). La mobilité des spermatozoïdes des zébus varie de 72 à 83% (Cristofori *et al.*, 2005). Cette mobilité chute avec le temps et se situe entre 8 et 20% 48h après la collecte (Cristofori *et al.*, 2005). La concentration en spermatozoïdes de la semence des zébus est plus importante en saison des pluies qu'en saison sèche (Rekwot *et al.*, 1987). Par contre, chez les taurins, la saison n'influence pas la concentration, la motilité et le pourcentage de spermatozoïdes normaux (Cloe *et al.*, 1989). Le taux d'anomalies spermatiques chez les taureaux varie de 3 à 6% (Cloe *et al.*, 1989; Sekoni *et al.*, 2004; Cristofori *et al.*, 2005) et le taux de spermatozoïdes morts de 14 à 26% (Cristofori *et al.*, 2005). Les anomalies spermatiques des bovins sont : tête anormale (0,47%), acrosome anormal (0,06%), gouttelette cytoplasmique proximale (0,84%), gouttelette cytoplasmique distale (1,72%), queue anormale (4,33%) et pièce intermédiaire anormale (0,44%) (Sekoni *et al.*, 2004). La saison et l'état de santé du taureau influencent le taux d'anomalies. Ainsi, sous l'influence de la forte température et du manque de ressource alimentaire, les taux d'anomalies spermatiques et de spermatozoïdes morts sont plus élevés en saison sèche qu'en saison pluvieuse (Rekwot *et al.*, 1987). La trypanosomose entraîne une baisse de la quantité et de la qualité des spermatozoïdes (Sekoni *et al.*, 2004). La concentration en spermatozoïdes de semence des ovins varie selon les races. Cette concentration varie de 1000 à 3520 x10⁶ spz/ml pour les ovins Djallonké et de 3482 à 4953 x 10⁶ spz/ml pour les béliers sahéliens ou Peuls (Tableau 1). Chez les ovins Djallonké et Sahéliens, 75% des spermatozoïdes contenus dans le sperme sont mobiles (Sangare *et al.*, 2010). La motilité des spermatozoïdes des ovins (Djallonké, Koundoum, Peuls et Touareg) en Afrique de l'Ouest varie de 3 à 4 (Tableau 1). La concentration et la motilité sont influencées par la saison et la race. Le sperme des ovins sahéliens (mouton Peuls bicolore et mouton Touareg) a de plus faibles motilités en saison sèche et les plus faibles concentrations en fin saison humide et début saison sèche (Issa *et al.*, 2001). La motilité et la concentration varient mensuellement et annuellement et ne sont pas circanniennes mais la période d'avril à août est plus favorable à

l'augmentation de ces paramètres chez les ovins Djallonké (Lavry *et al.*, 2016b). Les ovins Peuls bicolore présentent une motilité plus élevée que celle des Touareg, mais une concentration plus faible (Issa *et al.*, 2001). Dans les mêmes conditions d'élevage, les béliers sahéliens ne donnent pas de sperme plus concentré que celle des béliers Djallonké (Sangare *et al.*, 2010). L'âge n'influence pas la motilité et la concentration (Haye *et al.*, 2004), mais ces paramètres varient d'un bélier à l'autre. La concentration, la motilité et la motilité des béliers Djallonké sont améliorées par l'administration de 0,22 ml de gonadotrophine (Pergonal[®]) sur trois jours (Egu & Ukpabi, 2016). Chez les caprins, la concentration en spermatozoïdes rapportée pour la chèvre naine d'Afrique de l'Ouest varie de 880 à 3300x 10⁶ spz/ml (Tableau 1). Elle est de 701x 10⁶ spz/ml pour la chèvre rousse de Maradi (Red Sokoto) et de 3350x 10⁶ spz/ml pour le bouc sahélien (Tableau 1). Dans les mêmes conditions d'élevage, le bouc roux de Maradi produit de sperme plus concentré que le bouc nain (Akporhwarho *et al.*, 2018). La mobilité des spermatozoïdes contenus dans le sperme varie de 75 à 95% pour la chèvre naine et 80% pour la chèvre rousse de Maradi (Tableau 1). La motilité des spermatozoïdes de ces deux types génétiques est de 4 (Tableau 1). Ces paramètres ne sont pas influencés par la fréquence de collecte (Okere *et al.*, 1986), mais quand le nombre de collectes atteint 2 fois par jour, la concentration baisse (Oyeyemi *et al.*, 2000). Par contre, ils sont influencés par l'âge et les adultes produisent des spermatozoïdes de qualité supérieure à ceux des jeunes pubères (Bitto et Egbunike, 2012; Akpa *et al.*, 2013). Le taux d'anomalies spermatiques varie de 2 à 14% chez les caprins (Okere *et al.*, 1986; Oyeyemi *et al.*, 2000; Bitto & Egbunike, 2012) et celui des ovins de 10 à 26% (Sangare *et al.*, 2010; Ogundele *et al.*, 2016). La trypanosomose entraîne une baisse de la concentration chez le bélier et une augmentation du taux d'anomalies spermatiques (Ogundele *et al.*, 2016). Le taux d'anomalie est plus élevé dans le sperme des jeunes caprins que dans celle des adultes (Bitto et Egbunike, 2012). Ce taux d'anomalie est plus élevé en saison sèche qu'en saison des pluies chez les ovins Djallonké (Lavry *et al.*, 2016b). Cette augmentation du taux d'anomalies en saison sèche est liée à l'influence de la température sur la spermatogénèse.

Tableau 1 : Caractéristiques du sperme des animaux domestiques en Afrique de l'Ouest

Espèces	Pays	Volume (ml)	Concentration (x10 ⁶ /ml)	Mobilité (%)	Motilité	Vivant (%)	Auteur
Porc							
Large White	Nigeria	128,1	187,8	78,6	-	87,4	Elile et al. (2014)
Large White x Landrace	Nigeria	135,4	132-164	80-8	-	80-88	Machebe et al. (2014)
Landrace x Large White	Nigeria	124,1	131,2	82,5	-	86,5	Akandi et al. (2015)
Large White x Porc local (Nigeria)	Nigeria	116,2	176,2	79,3	-	86,4	Elile et al. (2014)
Bovin							
Borgou	Bénin	3,6	1340	80,2	4,5		Akpo et al. (2018b)
Borgou	Bénin	3,1	775,7	-	4,3	90,2	Gbangboche et al. (2011)
Borgou	Bénin	3,4	720	-	2,5	86	Konfe (2014)
Lagunaire	Bénin	2,2	919	-	3,7	73,8	Konfe (2014)
N'Dama	Mali	2,2	743	-	2,7	71,5	Konfe (2014)
Baoulé	Burkina-Faso	2,4	1050	-	3,8	80	Cloe et al. (1989)
Zébu	Burkina-Faso	1,6	1550	-	2,8	75,3	Konfe (2014)
Azawak	Bénin	5,2	740	73,4	4,7		Akpo et al. (2018b)
Azawak	Niger	3,6-5,5	413-766	72-82,5	4-4,2	72,33-86	Cristofori et al. (2005)
Girolando	Bénin	4,2	750	79,7	4,6		Akpo et al. (2018b)
Ovin							
Djallonké	Côte d'Ivoire	0,6- 0,8	2800-3520	-	3,9-4,3	-	Lavry et al. (2016a)
Djallonké	Burkina-Faso	0,95	3293	75,2	-	86,1	Sangare et al. (2010)
Djallonké	Côte d'Ivoire	0,76	1000	-	2,8	71,7	Haye et al. (2004)
Sahéliens	Burkina-Faso	1,31	3482	74,9		87,6	Sangare et al. (2010)
Peul Blanc	Niger	0,9	3771,2	-	3-3,2	67-85,5	Hamani et al. (1994)
Peul Bicolore	Niger	1,7	4265	-	4	88	Issa et al. (2001)
Touareg	Niger	1,8	4953	-	3	81	Issa et al. (2001)
Touareg	Niger	0,9	4156,5	-	3,1-3,4	53,9-78	Hamani et al. (1994)
Caprin							
Bouc nain	Nigeria	0,5-0,8	3000-3300	75-78	3,8-3,9	-	Okere et al. (1986)
Bouc nain	Nigeria	0,36-0,4	2620	89-95	4	96,2-96,6	Oyeyemi et al. (2000)
Bouc nain	Nigeria	0,47	1650	74,7	4,25	88,9	Bitto & Egbunike (2012)
Bouc nain	Nigeria	0,4	880	92,5	-	91,3	Ajala et al. (2012)
Bouc sahélien (30 mois)	Burkina-Faso	1,28	3350	78,8	3,8	94,5	Haro et al. (2019)
Chèvre rousse de Maradi	Nigeria	0,4	701	79,5	-	-	Akpa et al. (2013)
Coq							
Locaux (26 semaines)	Nigeria	0,1	3460	71,6	3,65	77,3	Mkpughe & Bratte (2015)
Locaux (28 à 40 semaines)	Nigeria	0,6	6220	73,3		82,5	Adeoye et al. (2017)
Locaux (50-86 semaines)	Nigeria	0,8	3333	66,7	-	-	Ajayi et al. (2011)

Locaux (70 semaines)	Nigeria	0,3	2260	73,9		86,6	Bah et al. (2001)
Locaux (adultes)	Nigeria	0,6	4050	72,6	-	-	Peters et al. (2008)
Locaux à plumages frisés (adultes)	Nigeria	0,6	3400	73,2	-	-	Peters et al. (2008)
Locaux à plumages frisés (50-86 semaines)	Nigeria	1,1	3260	79	-	-	Ajayi et al. (2011)
Locaux à cou nu (28 à 40 semaines)	Nigeria	0,5	6520	69,3		81,2	Adeoye et al. (2017)
Locaux à cou nu (50-86 semaines)	Nigeria	0,2	4860	70,0	-	-	Ajayi et al. (2011)
Locaux à cou nu (adulte)	Nigeria	0,3	2350	72,6	-	-	Machebe & Ezekwe (2002)
Locaux à cou nu (adulte)	Nigeria	0,4	4210	87,3	-	-	Peters et al. (2008)
Isa White (26 semaines)	Nigeria	0,1	3900	65,1	3,2	77,9	Mkpughe & Bratte (2015)
Hubbad (38-41 semaines)	Nigeria	0,5	3910	83,5	-	-	Orunmuyi et al. (2013)
White Leghorn	Nigeria	0,7	3530	82,5	-	-	Peters et al. (2008)
Rhode Island (Red et White, 12 mois)	Nigeria	0,4	1470	73,5	-	86,4	Kabir et al. (2007)
Giriraja	Nigeria	0,6	3110	62,5	-	-	Peters et al. (2008)
Nera Black	Nigeria	0,5	3890	70,0	-	-	Peters et al. (2008)
Dindon							
Local (9-11 mois)	Nigeria	0,18	173	81,3	-	82,43	Ngu et al. (2014)
Local (12 mois)	Nigeria	0,17	2810	80,2	-	80,67	Zahraddeen et al. (2005)
Local	Nigeria	0,2	6150-6295	-	3	85,2-87,5	Yahaya et al. (2013)
Exotique (Large White, 9-11 mois)	Nigeria	0,35	227	84,6	-	84,9	Ngu et al. (2014)
Large Holland White (12 mois)	Nigeria	0,32	4660	82,5	-	83,8	Zahraddeen et al. (2005)
Canard et Pintade							
Canard local	Nigeria	-	1286	84,4	-	93,88	Okusanya et al. (2017)
Canard exotique (32 semaines)	Nigeria	0,2-0,3	1700-1802	68,6-75,4	-	-	Etuk et al. (2006)
Pintade locale	Nigeria	0,03	2620	37,1	-	91,6	Nwakalor et al. (1988)
Lapin et rongeurs							
Lapin local (10 mois)	Nigeria	0,7	74,5	65,4		73,9	Zahraddeen et al. (2006)
Lapin local (11-13 semaines)	Nigeria	0,5	140,5	62,5	-	72,5	Ogunlade et al. (2019)
Lapin local	Nigeria	0,9	1850	78,3	2,6	94,9	Ewuola et al. (2016)
Hollandais noir (10 mois)	Nigeria	0,8	101	71,8		85,5	Zahraddeen et al. (2006)
Néo-Zélandais Blanc (10 à 14 mois)	Nigeria	0,3	2278	85	-	-	Jimoh et Ewuola (2019)
Fauve de Bourgogne (10 à 14 mois)	Nigeria	0,5	1970	82,6	-	-	Jimoh et Ewuola (2019)
Chinchilla (10 à 14 mois)	Nigeria	0,7	1691	84,6	-	-	Jimoh et Ewuola (2019)
Papillon anglais (10 à 14 mois)	Nigeria	0,4	2368	88,3	-	-	Jimoh et Ewuola (2019)
Aulacode (24 mois)	Côte d'Ivoire	0,9	144	64	-	-	Soro et al. (2009)
Aulacode	Nigeria	0,3	136	73		95	Olukole et al. (2014)

Chez le verrat

Caractéristiques macroscopiques : Chez l'espèce porcine en Afrique de l'Ouest, les études sur les caractéristiques du sperme ont porté sur la race locale, les races exotiques (Large White, Landrace) et les sujets croisés races exotiques et race locale. Le volume de l'éjaculat du verrat local âgé de 280 jours est de 67,6 ml dont 52,5 ml de sperme pur et 15 ml de tapioca (production gélatineuse des glandes de Cowper) (Ugwu et al., 2009). Le volume de l'éjaculat collecté chez le Large White varie de 155 à 165 ml dont 128-132 ml de sperme pur et 24-33 ml de fraction gélatineuse (Elile et al., 2014). Les verrats croisés local-exotique (Large White) produisent 116 à 122 ml de sperme pur (Elile et al., 2014) et les verrats améliorés (croisés Large White-Landrace), 124 à 135 ml (Machebe et al., 2014; Akandi et al., 2015). La quantité de sperme produite par le porc dépend du type génétique. Ainsi, les verrats locaux ont une production inférieure à celle des croisés porc local-exotique qui ont à leur tour une production inférieure à celle des verrats exotiques (Tableau 1). Cet effet type génétique a été rapporté en Europe et le Landrace a donné plus de sperme que les autres races élevées en Europe (Piétrain, Large white, Duroc) chez les verrats âgés de 8 à 17 mois (Schulze et al., 2014). La quantité de sperme produite par le verrat est influencée par l'alimentation (Machebe et al., 2014) et la température (Elile et al., 2014). Ainsi, le volume de sperme augmente avec l'augmentation du taux de protéine brute dans l'alimentation jusqu'à 16% (Machebe et al., 2014) et diminue avec la durée d'exposition du verrat au soleil (Elile et al., 2014). Au-delà de 16% (déjà à 18%), ce volume chute (Machebe et al., 2014). Une carence prolongée de plus de 6 semaines en protéine et en énergie entraîne une baisse de la production de sperme et parfois une perte de libido chez l'animal (Flowers, 2015). Les travaux sur les facteurs de la variation de la quantité de sperme de porc en Afrique de l'Ouest sont actuellement limités aux effets race, alimentation et température (radiation solaire). En plus de ces facteurs, l'influence d'autres facteurs comme le poids à la naissance, la taille de la portée de naissance, le type de logement et la fréquence de collecte a été démontrée dans les pays développés et pourrait être testée sur les races porcines locales de l'Afrique de l'Ouest. Ainsi, la taille des testicules et le nombre de spermatozoïdes sont plus élevés chez les porcelets plus lourds à la naissance et à 8 mois d'âge (Almeida et al., 2013). De la même manière, le poids des testicules et le pourcentage de spermatozoïdes sont plus élevés chez les porcelets plus lourds à la naissance et à 24

mois d'âge (Dysart, 2014). L'intérêt des travaux portant sur ce sujet est de pouvoir sélectionner les sujets destinés à la production de sperme à la naissance et d'en écarter les sujets médiocres (Flowers, 2015). Une approche pour améliorer la production de spermatozoïdes est d'élever les sujets dans des portées faibles. Les sujets élevés dans des portées de 6 à 10 porcelets ont une production spermatique supérieure à ceux élevés dans leurs portées normales de naissance (supérieures à 10 porcelets) (Flowers, 2015). Il a été montré que la durée de collecte, la quantité de sperme et le nombre de spermatozoïdes sont plus élevés chez les animaux élevés en enclos que ceux élevés sur caillebotis (Flowers, 2015).

Caractéristiques microscopiques : La concentration enregistrée pour le sperme de porcs en Afrique de l'Ouest est de 188×10^6 spz/ml pour Large White, $176,2 \times 10^6$ spz/ml pour les croisés Large White-Porc local et $131,2 \times 10^6$ spz/ml pour les croisés Large White-Landrace (Tableau 1). La mobilité des spermatozoïdes des porcs Large White est de 78,6 % et celle des croisés Large White-Porc local de 79,3 % (Elile et al., 2014). La concentration, le nombre total de spermatozoïdes dans l'éjaculat et la mobilité augmente avec le niveau de protéine dans l'alimentation jusqu'à 16 % puis le pourcentage de spermatozoïdes vivants et normaux diminue avec l'augmentation du taux de protéine dans l'aliment (Machebe et al., 2014). Par contre, le niveau de protéine dans l'aliment n'a aucun impact sur la morphologie des spermatozoïdes (Machebe et al., 2014). Une exposition des verrats aux rayons solaires (fortes températures) perturbe la spermatogénèse et réduit par conséquent la concentration en spermatozoïdes et la motilité des spermatozoïdes puis augmente le pourcentage de spermatozoïdes anormaux dans l'éjaculat (Elile et al., 2014). Il est donc important de contrôler la température ambiante des porcheries puisque l'augmentation de spermatozoïdes anormaux et du nombre de spermatozoïdes morts peuvent affecter la fertilité, car les spermatozoïdes moribonds et morphologiquement anormaux font partie des sources de productions des dérivés relatifs de l'oxygène dont une production élevée peut endommager les spermatozoïdes en provoquant une peroxydation lipidique de la membrane des spermatozoïdes et la fragmentation de l'ADN (Moskovtsev et al., 2007). La motilité et la mobilité sont des paramètres importants en insémination artificielle et pour avoir de meilleures fertilités, il est recommandé d'utiliser les semences ayant une mobilité supérieure à

70 % et une motilité supérieure à 2 sur une échelle de 0 à 5 (IFIP, 2013).

Le taux d'anomalies spermatiques varie de 13 à 17 % (Ugwu *et al.*, 2009; Elile *et al.*, 2014). Le type génétique n'a aucune influence sur ce taux d'anomalie (Ugwu *et al.*, 2009). Par contre, l'exposition du verrat au soleil augmente le taux d'anomalies spermatiques jusqu'à environ 50 % lorsque l'exposition dure dans le temps (Ogbu *et al.*, 2014). L'augmentation de niveau de protéine dans l'aliment n'influence pas le taux d'anomalie, mais entraîne une augmentation du taux de spermatozoïdes morts dans l'éjaculat (Machebe *et al.*, 2014). Les anomalies enregistrées sont des anomalies de la tête (5 à 8 %) ; les anomalies de la queue (5 à 8 %), les anomalies de la pièce intermédiaire (2 à 3 %) et les anomalies de l'acrosome (1 à 2 %) (Machebe *et al.*, 2014).

Chez les oiseaux

Caractéristiques macroscopiques : Le volume du sperme des coqs locaux varie de 0,1 à 1,1 ml (Tableau 1). Par type génétique ce volume varie de 0,1 à 0,8 ml pour les coqs locaux à plumage normal, 0,2 à 1,1 ml pour les coqs locaux frisés et de 0,1 à 0,5 ml pour les coqs locaux à cou nu (Tableau 1). Les coqs exotiques (Rhode Island, Isa White, Hubbard, Giriraja, Nera Black et White Leghorn) élevés au Nigeria produisent 0,1 à 0,7 ml de sperme par éjaculation (Tableau 1). Le volume est influencé par le type génétique chez les sujets élevés dans les mêmes conditions (Machebe & Ezekwe, 2002; Peters *et al.*, 2008). Quel que soit le type génétique, le volume est d'environ de 0,1 ml pour les coqs âgés de 26 semaines ; au-delà de cet âge le volume augmente de 0,3 à 1,1 ml par éjaculation (Tableau 1). Le volume de sperme du coqs locaux (Shikabriown, Nigeria) est influencé par la saison et les meilleurs volumes sont obtenus en saison pluvieuse et en période d'harmattan comparativement à la saison sèche chaude (Obidi *et al.*, 2008). Le volume du sperme varie de 0,17 ml à 0,2 ml pour les dindons locaux d'environ douze mois d'âge, de 0,3 à 0,4 ml pour les dindons exotiques Large White et de 0,2 à 0,3 ml pour les canards (Tableau 1). Le volume du sperme des dindons exotiques est significativement plus élevé que celui des dindons locaux (Zahraddeen *et al.*, 2005; Ngu *et al.*, 2014). La fréquence de collecte n'influence pas le volume lorsque la collecte est faite une fois, deux fois et trois fois par semaine (Zahraddeen *et al.*, 2005). Le volume de sperme de la pintade est de 0,03 ml (Nwakalor *et al.*, 1988).

Caractéristiques microscopiques

La concentration varie de 2260 à 6220 x 10⁶ spz/ml de sperme chez les coqs locaux et de 1470 à 3910 x10⁶ spz/ml de sperme chez les coqs exotiques (Tableau 1). La concentration n'est pas influencée par le type génétique selon certains auteurs (Udeh *et al.*, 2011; Mkpughe & Bratte, 2015) mais influencées par le type génétique pour d'autres (Machebe & Ezekwe, 2002; Peters *et al.*, 2008). La concentration est plus élevée en saison pluvieuse qu'en saison sèche (Obidi *et al.*, 2008). En saison pluvieuse, cette concentration varie selon les mois de collecte (Bah *et al.*, 2001)

. Cette concentration peut être améliorée par une sélection des coqs produisant une quantité importante de sperme puisqu'une corrélation positive a été mise en évidence entre le volume et la concentration (Bah *et al.*, 2001). La mobilité varie de 67 à 87 % chez les coqs locaux et de 62 à 84% chez les coqs exotiques (Tableau 1). La motilité est d'environ 4 chez les coqs locaux et de 3 chez les coqs exotiques (Tableau 1). La mobilité et la motilité sont plus élevées chez les coqs locaux que chez les coqs exotiques âgés de 26 semaines et cette différence est surtout observée lorsque le sperme est collectée une fois par semaine (Mkpughe & Bratte, 2015). Au-delà d'une collecte par semaine, la différence n'est plus significative (Mkpughe & Bratte, 2015). Les pourcentages des spermatozoïdes vivants varient de 77 à 87 chez les coqs locaux et de 84 à 88 chez les coqs exotiques (Tableau 1). Ce pourcentage ne varie pas le plus souvent en fonction du type génétique (Udeh *et al.*, 2011; Mkpughe & Bratte, 2015). La motilité, la mobilité, le pourcentage de spermatozoïdes vivants et le taux d'anomalies ne sont pas influencés par la fréquence de collecte (Mkpughe & Bratte, 2015). Le taux d'anomalie spermatique varie de 12 à 44% chez les coqs locaux et exotiques (Bah *et al.*, 2001; Udeh *et al.*, 2011; Mkpughe & Bratte, 2015). Ce taux d'anomalies diminue lorsque le nombre de spermatozoïdes mobiles augmente (Bah *et al.*, 2001). La concentration le sperme du dindon local varie de 2810 à 6295x10⁶ spz/ml (Zahraddeen *et al.*, 2005; Yahaya *et al.*, 2013) et celle du dindon exotique de souche Holland White de 4660 x10⁶ spz/ml (Zahraddeen *et al.*, 2005). Des concentrations plus basses de 173 x10⁶ spz/ml pour le dindon local et 227x10⁶ spz/ml pour le dindon exotique de souche Large White sont rapportées par Ngu *et al.* (2014) au Nigeria. L'écart entre les concentrations au niveau de chaque souche serait dû aux conditions d'élevage, à l'alimentation et à la saison (Ngu *et al.*, 2014). Le type génétique influence la concentration et les meilleures

concentrations sont obtenues chez les dindons exotiques dans les mêmes conditions d'élevages. Cette concentration varie de 173×10^6 à 227×10^6 spz/ml pour les dindons locaux contre 2810×10^6 à 4660×10^6 spz/ml (Zahraddeen *et al.*, 2005; Ngu *et al.*, 2014). La mobilité varie de 75 à 88% (Tableau 1) et le taux d'anomalie de 12 à 14% (Zahraddeen *et al.*, 2005; Ngu *et al.*, 2014).

La concentration en spermatozoïdes du sperme du canard local est de 1286×10^6 spz/ml (Okusanya *et al.*, 2017) et celle des canards exotiques varie de 1700 à 1802×10^6 spz/ml (Tableau 1). La concentration en spermatozoïdes de la pintade locale est de 2620×10^6 spz/ml (Nwakalor *et al.*, 1988). La mobilité des spermatozoïdes est de 84,38% pour le canard et de 37,1% pour la pintade (Tableau 1). Le taux de spermatozoïdes vivants pour ces deux espèces dépasse 90%. Le taux d'anomalie est de 6,2% pour le canard (Okusanya *et al.*, 2017).

Chez les lagomorphes et rongeurs

Caractéristiques macroscopiques : Le volume du sperme varie de 0,5 à 0,9 ml par éjaculat chez des lapins locaux (lapins communs) et de 0,3 à 0,8 ml chez les lapins exotiques (Tableau 1). Ce volume est amélioré par l'incorporation des feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation (Ogunlade *et al.*, 2019). Dans les mêmes conditions d'élevage, le lapin exotique produit plus de semence que le lapin local (0,80 vs 0,66 ml) (Zahraddeen *et al.*, 2006). Au sein des lapins exotiques, le volume varie d'un type génétique à un autre (Jimoh & Ewuola, 2019). Chez l'aulacode, le volume du sperme varie de 0,3 à 0,9 ml (Tableau 1) et augmente avec l'âge pour atteindre son niveau maximum (0,9 ml) à 24 mois (Soro *et al.*, 2009).

Caractéristiques microscopiques : La concentration en spermatozoïdes du sperme est d'environ 1850×10^6 spz/ml pour les lapins locaux et varie de 1691×10^6 à 2368×10^6 spz/ml pour les lapins exotiques (Tableau 1). Des concentrations plus basses allant de $74,5 \times 10^6$ à $140,5 \times 10^6$ spz/ml ont été rapportées chez les lapins locaux et 101×10^6 spz/ml chez les lapins Hollandais noir (Zahraddeen *et al.*, 2006; Ogunlade *et al.*, 2019). La concentration du sperme de l'aulacode varie de 136 à 144×10^6 spz/ml. Cette concentration augmente avec l'âge de 4 mois à 24 mois (Soro *et al.*, 2009). La mobilité/motilité progressive varie de 68,4 à 78,3% chez les lapins locaux et de 83 à 88 % chez les lapins exotiques (Tableau 1). L'incorporation de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des lapins améliore la concentration, la mobilité et la morphologie (Ogunlade *et al.*, 2019). La mobilité des

spermatozoïdes de l'aulacode varie de 64 à 73% (Tableau 1). La majorité de ces spermatozoïdes est normale (plus de 70%). Les anomalies sont surtout des anomalies de la tête (plus de 20%) chez l'aulacode (Soro *et al.*, 2009).

Dilution du sperme et conservation de la semence :

La dilution du sperme se fait soit à base de dilueurs produits localement ou importés. Cette dilution permet non seulement de prolonger la durée de vie des spermatozoïdes, mais aussi à augmenter le volume pour permettre le fractionnement de l'éjaculat en plusieurs doses. Les dilueurs standards contiennent du sucre, du sel, des antibiotiques et des tampons acide-base (Akpo *et al.*, 2018a; Jimoh, 2019). Chez les ruminants, les inséminations sont surtout réalisées avec de la semence conservée dans l'azote liquide à une température de -196°C sur une longue durée ou de semences fraîches conservées au réfrigérateur (5°C) sur une courte durée (Adamou-N'Diaye *et al.*, 2003; Gbangboche *et al.*, 2011). Avant la congélation, la semence est pré-diluée dans de dilueurs produits à base de jaune d'œuf, de citrate-fructose et de glycérol (Adamou-N'Diaye *et al.*, 2003). L'ajout de 8 mM de mélatonine dans ces dilueurs améliore la viabilité des spermatozoïdes après la conservation (Daramola *et al.*, 2016). Les semences congelées en fine paillette dans l'azote liquide sont décongelées au moment de l'insémination par immersion des paillettes dans l'eau à 38°C pendant 30 secondes (Adamou-N'Diaye *et al.*, 2003; Marichatou, 2004). Les dilueurs de conservation de la semence à l'état frais ont été mis en place et testés en insémination artificielle bovine, ovine et caprine. Les produits utilisés dans ces dilueurs sont le citrate de sodium, le jaune d'œuf, du sucre, du lait de vache, lait de coco et des antibiotiques (Gbangboche *et al.*, 2011; Ajala *et al.*, 2012). À la température ambiante de 28°C , ces dilueurs assurent une conservation de 24 heures avec 75% de spermatozoïdes mobiles et motiles (Ajala *et al.*, 2012). Lorsqu'on ramène la température à $+5^\circ\text{C}$, ces dilueurs assurent une conservation de plus de 48 heures avec une motilité d'au moins 3 et un pourcentage de spermatozoïdes vivants de plus de 60% (Gbangboche *et al.*, 2011; Wachida *et al.*, 2019). Toutefois, le taux d'anomalies spermatiques augmente à cette température et peut passer de 9 % à 32 % en 48 h (Wachida *et al.*, 2019). Les spermatozoïdes du taureau supportent moins bien le milieu de dilution à base de lait de coco que ceux à base de jaune d'œuf et de lait de vache (Gbangboche *et al.*, 2011). L'efficacité de ces dilueurs à base de jaune d'œuf et de citrate est améliorée par l'ajout

d'extrait aqueux d'ails frais ou séché (Balogun & Jimoh, 2017) et les antibiotiques utilisés peuvent être substitués par les extraits des feuilles de *Moringa oleifera* (Sokunbi *et al.*, 2015). Chez les porcs, les dilueurs produits localement sont souvent fabriqués à base de jaune d'œuf, de citrate de sodium, EDTA, mycostatine, lait de coco et de glucose (Ugwu & Igboeli, 2009; Akandi *et al.*, 2015). Les produits locaux tels que le miel, le jus de canne à sucre, le jus de tomate et le jus d'ananas peuvent être utilisés à hauteur de 1 à 2 % dans ces dilueurs (Akandi *et al.*, 2015). Ces produits, surtout le miel et le jus de canne à sucre, conservent la qualité des spermatozoïdes à 25°C pendant 12 heures. Cette courte durée de conservation est due à la température de conservation puisque la semence fraîche de porc est conservée normalement à 16°C. Au-delà de cette température, on observe un développement microbien qui altère vite sa qualité (IFIP, 2013). À cette température, les dilueurs

produits localement à base de la sève de palmier de variété raphia, du citrate de sodium, de sulfanilamide, de pénicilline, streptomycine, catalase, de mycostatine et de jaune d'œuf conservent la qualité de la semence jusqu'à 72 heures (Ugwu & Igboeli, 2009). Les antibiotiques utilisés dans les dilueurs peuvent être substitués par les feuilles et les écorces du neem (Ilori *et al.*, 2018). Le taux de dilution dépend de la concentration en spermatozoïdes du sperme et du nombre de spermatozoïdes dans une dose d'insémination. Les doses d'insémination de la semence des porcs élevés en Afrique de l'Ouest ne sont pas connues parce que les inséminations sont souvent réalisées avec des semences importées. Chez les lapins en Afrique de l'Ouest, le sperme se dilue avec les dilueurs localement produits à base de jaune d'œuf, lait de coco, eau de coco, citrate de sodium, glucose, fructose et des antibiotiques (Akpo *et al.*, 2018a; Jimoh, 2019).

INSEMINATION

Chez les ruminants : L'insémination artificielle des ruminants en Afrique de l'Ouest est surtout développée dans l'espèce bovine. Elle est utilisée dans plusieurs programmes d'amélioration de production de viande et surtout de la production du lait (Boukari *et al.*, 2018). Elle est réalisée sur chaleurs naturelles, mais beaucoup plus sur chaleurs synchronisées à l'aide des hormones de synthèse. Cette technique permet de maîtriser et d'harmoniser le cycle sexuel des femelles et a l'avantage d'améliorer le taux de succès de l'IA par la levée des contraintes liées à la détection des chaleurs et aux moyens de déplacement (Marichatou *et al.*, 2004). Les produits classiquement utilisés chez les bovins sont des progestagènes de synthèse et des prostaglandines (Marichatou *et al.*, 2004). Les protocoles les plus utilisés sont le CRESTARND et PRIDND (Tableau 2). Les taux de synchronisation avec ces hormones varient de 43 à 100% (Tableau 2). Ces taux varient en fonction du type d'hormone ou de dispositif de synchronisation et CRESTARND donne les meilleurs taux de synchronisation (66,66 à 100%). Les taux de gestation enregistrés en Afrique de l'Ouest après insémination artificielle chez la vache varient de 10 à 80% (Tableau 2). Ce taux de gestation est influencé par l'état corporel des vaches, l'état de santé utérine au moment de l'insémination, le type de chaleurs et la technicité de l'inséminateur (Blagna *et al.*, 2017; Boukari *et al.*, 2018). Les meilleurs taux de gestation sont obtenus pour les vaches ayant une note d'état corporelle supérieure à 3 (Blagna *et al.*, 2017).

Dans les mêmes conditions d'élevage, le taux de gestation en monte naturelle est supérieur à celui obtenu avec insémination artificielle (N'Goran *et al.*, 2016). Le taux de gestation est amélioré par un sevrage précoce suivi d'un traitement hormonal de synchronisation des chaleurs (Charbonnier *et al.*, 2006). Le taux de gestation après insémination artificielle est meilleur sur chaleurs naturelles que sur chaleurs synchronisées ou induites (Boukari *et al.*, 2018). La synchronisation ou l'induction de chaleurs chez les petits ruminants est réalisée à l'aide de prostaglandines (Estrumate®, PGF2 α , Lutalyse®) (Karikari *et al.*, 2009; Leigh et Ajibade, 2010; Oyeyemi *et al.*, 2012; Umaru *et al.*, 2013; Kouamo *et al.*, 2015) et de progestérone (Depo-provera®, Sil-Oestrus®) (Oyeyemi *et al.*, 2012; Omontese *et al.*, 2014). Le taux de synchronisation ou d'induction de chaleurs varie de 67 à 100% (Karikari *et al.*, 2009; Leigh et Ajibade, 2010; Umaru *et al.*, 2013). Le taux de gestation après insémination est de 65,2% chez la chèvre sahélienne (Kouamo *et al.*, 2015), 67% chez la chèvre naine (Leigh & Ajibade, 2010) et 100% chez les ovins Ouda (Omontese *et al.*, 2014). Ce taux est influencé par l'intervalle mise bas pose de l'éponge vaginale, le poids de la femelle à inséminer, l'intervalle retrait éponge-insémination artificielle et le moment de l'insémination artificielle dans la journée. Ainsi, le taux de gestation augmente avec l'intervalle mise bas –pose de l'éponge et atteint 100% à partir de 7 mois d'intervalle mise bas-pose d'éponge vaginale. Le taux de gestation

après insémination artificielle est meilleur chez les femelles sahéliennes les plus lourdes (au moins 24 kg). Les inséminations réalisées dans l'après-midi chez

cette espèce réussissent mieux que celles réalisées dans la matinée (Kouamo et al., 2015).

Tableau 2 : Taux d'induction de chaleurs et gestation après insémination artificielle des vaches en Afrique de l'Ouest

Traitements	PGF2 α (Jour)	eCG (UI)	N	Pays	Race	Taux d'induction	Taux de gestation	Auteurs
CRESTAR ND	10	-	70	Bénin	Borgou	100	30	Boukari et al. (2018)
PRID ND	7	500	8	Togo	N'Dama	100	62,5	Seme et al. (2017)
PRID ND	7	500	96	Togo	Goudali	100	56,2	Seme et al. (2017)
PRID ND	7	500	34	Togo	Zébu Peul	100	50	Seme et al. (2017)
CRESTAR ND	8	500	641	Burkina-Faso	N'Dama	98,1	50,4	Blagna et al. (2017)
				Burkina-Faso	Goudali		65	Blagna et al. (2017)
				Burkina-Faso	Zébu Peul		47,7	Blagna et al. (2017)
PRID ND	10	500	237	Sénégal	Gobra	100	44,3	Kouamo et al. (2014)
PRID ND	7	350-400	14	Niger	Azawak	57,1	28,6	Issa et al. (2013)
CIDR-B ND	7	350-400	13	Niger	Azawak	61,5	38,5	Issa et al. (2013)
CRESTAR ND	-	400	20	Niger	Goudali	95	45	Pitala et al. (2012)
CRESTAR ND	-	400	19	Niger	Azawak	94,7	36,8	Pitala et al. (2012)
CRESTAR ND	8	400	82	Burkina-Faso	Goudali	95,1	42,7	Zongo et al. (2012)
CRESTAR ND	8	400	88	Burkina-Faso	Azawak	90,9	21,6	Zongo et al. (2012)
CRESTAR ND	7	350	205	Niger	Azawak	78,8	22	Issa et al. (2010)
PRID ND	7	350	55	Niger	Azawak	59,8	25,80	Issa et al. (2010)
PRID ND	-	-	27	Nigeria	N'Dama	92,6	68	Voh et al. (2004)
PRID ND	-	-	29	Nigeria	Bunaji	79,3	56,5	Voh et al. (2004)
PGF _{2α}	-	-	31	Nigeria	N'Dama	96,8	80	Voh et al. (2004)
PGF _{2α}	-	-	39	Nigeria	Bunaji	86,2	68	Voh et al. (2004)
CRESTAR ND	8	400	3	Burkina-Faso	Azawak	100	24,2	Zongo et al. (2001)
CRESTAR ND	8	400	2	Burkina-Faso	Gourunsi	75	10	Zongo et al. (2001)

Chez le porc : L'insémination artificielle porcine n'est pas très développée en Afrique de l'Ouest et les travaux réalisés ne sont pas documentés. Comme dans les autres espèces, l'insémination artificielle porcine se fait sur chaleurs naturelles ou sur chaleurs synchronisées. Les travaux réalisés et documentés en insémination artificielle porcine ont été réalisés en Côte d'Ivoire au moyen de semences fraîches de Large White, Landrace et Piétrain sur chaleurs groupées (Bitty, 2014). Le produit utilisé pour la synchronisation des chaleurs est l'Altrenogest (Rugmate®) administré par voie orale pendant 18 jours. Les truies sont inséminées 5 jours après arrêt de l'administration du

produit. Les doubles inséminations sont souvent réalisées. Les inséminations sont réalisées 12 à 24 heures avant l'ovulation et l'ovulation chez l'espèce porcine a lieu 30 à 40 heures après le début des chaleurs (IFIP, 2013). Les inséminations réalisées trop tôt avant l'ovulation ou très tard après l'ovulation donnent de faibles taux de fertilité et de prolificité. Le taux de gestation obtenu pour les inséminations réalisées en Côte d'Ivoire chez les truies Large White, Piétrain et Landrace est de 69,44% et la taille de la portée à la mise bas, de 11,44 \pm 3,95 porcelets (Bitty, 2014). Ce taux est inférieur au taux de réussite en

insémination artificielle porcine dans les pays développés qui est supérieur à 90% (IFIP, 2013).

Chez les lapins : La synchronisation des chaleurs chez les lapines se fait avec les produits analogues de GnRH (Buserelin acetate, GonaserND) (Ewuola et al., 2016; Akpo et al., 2018a). Le taux de gestation après insémination artificielle des lapines varie 55 à 87%

CONCLUSION

Les travaux sur l'insémination artificielle en Afrique de l'Ouest ont été réalisés sur les bovins, les ovins, les caprins, les porcins, les volailles, les lapins et les aulacodes. L'insémination artificielle dans les pays de cette région est plus développée chez les bovins. Les travaux réalisés dans les autres espèces en général et le porc en particulier portent essentiellement sur les caractéristiques de la semence. La quantité et la qualité de la semence des animaux sont influencées par le type génétique, l'alimentation, la fréquence de collecte et la saison. De travaux importants sont réalisés pour la

(Ewuola et al., 2016; Akpo et al., 2018a). Le taux de dilution influence ce taux de gestation et ce taux est plus élevé quand la semence est moins diluée (Ewuola et al., 2016). Aucun travail n'est réalisé actuellement sur l'insémination chez les aulacodes en Afrique de l'Ouest.

mise en place des dilueurs locaux. Les inséminations artificielles réalisées ont donné des résultats importants chez les ruminants. Chez les autres espèces et en particulier chez l'espèce porcine, l'insémination n'est pas développée en Afrique de l'Ouest et des travaux sont indispensables pour le développement de ce secteur. Ces travaux doivent porter notamment sur les caractéristiques du sperme des porcs locaux et améliorés utilisés par les éleveurs, les facteurs de variation de ces caractéristiques et la détermination des doses d'insémination.

BIBLIOGRAPHIE

- Adamou-N'Diaye M, Gbangboche AB, Adjovi A, Jondet R, 2003. Cryopreservation de la semence de taureau de race Borgou au Bénin. Revue de médecine vétérinaire 154: 3-8.
- Adeoye GO, Oleforuh-Okoleh VU, Chukwuemeka UM, 2017. Influence of breed type and age on spermatological traits of Nigerian local chickens. Agro-Science 16: 11-16.
- Ajala OO, Oloye AA, Adebola OA 2012. Study of Effective Artificial Insemination in West African Dwarf (WAD) Does Using 10% Coconut Milk-egg Yolk Citrate Extended Semen. Nigerian Veterinary Journal 33: 395-402.
- Ajayi FO, Agaviezor BO, Ajuogu PK, 2011. Semen Characteristics of Three Strains of Local Cocks in the Humid Tropical Environment of Nigeria. International Journal of Animal and Veterinary Advances 3: 125-127.
- Akandi A, Ugwu S, Machebe N, 2015. Survivability of boar sperm stored under room temperature in extenders containing some natural products. Open Access Animal Physiology 7: 57-64.
- Akpa GN, Ambali AL, Suleiman IO, 2013. Body conformation, testicular and semen characteristics as influenced by age, hair type and body condition of Red Sokoto goat. New York Science Journal 6: 44-58.
- Akpo Y, Dotché IO, Tobada P, Djago Y, Youssao Abdou Karim I, Kpodékon MT, 2018a. (Ewuola et al., 2016; Akpo et al., 2018a). Le taux de dilution influence ce taux de gestation et ce taux est plus élevé quand la semence est moins diluée (Ewuola et al., 2016). Aucun travail n'est réalisé actuellement sur l'insémination chez les aulacodes en Afrique de l'Ouest.
- Insémination artificielle des lapins de race commune au Bénin: dilueurs à base de produits locaux. Livestock Research for Rural Development 30.
- Akpo Y, Mehounou CGL, Yessinou RE, Alkoiret Traore I, Kpodékon MT, 2018b. Évaluation de la qualité des semences issues des taureaux de races Borgou, Azawak et Girolando utilisés au Centre National d'Insémination Artificielle Bovine au Bénin. Annales de l'Université de Parakou 8: 13-21.
- Akporhuarho PO, Udeh I, Etaredafe G, 2018. Semen Characteristics of West African Dwarf and Red Sokoto Bucks in a Tropical Environment. Journal of Agriculture and Food Environment 5: 11-15.
- Almeida FRCL, Auler PA, Moreira GHFA, Jardim RBC, Bortolozzo FP et Chiarini-Garcia H 2013. Birth weight and its impacts on testicular development in boars. Rodriguez-Martinez, H., Soede, HM, and Flowers, WL, Context Products Ltd, editors, Control of Pig Reproduction IX., Leics, UK, 113-114.
- Anne C, Cartault V, Hennebelle A, Verdon L, Zanchi E, Sick I, Dubray S et Azan D 2014. Biologie de la reproduction des mammifères d'élevage. Cible (Editeur), édition actualisée, Paris, 123pp.

- Bah GS, Chaudhari SUR, Al-Amin JD, 2001. Semen characteristics of local breeder cocks in the Sahel region of Nigeria. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 54: 153-158.
- Balogun AS et Jimoh OA, 2017. Efficacy of egg-yolk citrate extender fortified with aqueous garlic extract on rooster semen for artificial insemination. *Nigerian Journal of Animal Science* 19: 62-70.
- Barrabes Aneas S, Gary BG, Bouvier BP, 2008. Collectis® automated boar collection technology. *Theriogenology* 70: 1368-1373.
- Bitto II et Egbunike GN, 2012. The semen characteristics of pubertal West African Dwarf bucks. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 35: 191-197.
- Bitty ZBA, 2014. Evaluation de l'efficacité de l'insémination artificielle dans l'amélioration génétique porcine en Côte d'Ivoire. *Memoire de Master en Production Animale et Développement Durable, EISMV, Dakar*, 43pp.
- Blagna S, Tellah M, Mbaindingatoloum FM, Logtene YM, Boly H, 2017. Insémination artificielle bovine par synchronisation des chaleurs au CRESTAR ND en milieu éleveur dans les cascades au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 110: 10819-10830.
- Boukari FZA, Alkoiret IT, Toléba SS, Ahissou A, Touré FZ, Yacoubou AM, Bonou GA, Dotché IO, Akpaki V, Youssao Abdou Karim I, 2018. Reproductive performances of the Borgou cow inseminated on natural or induced estrus with semen from Gir and Girolando at the Okpara Breeding Farm. *Veterinary World* 11: 693-699.
- Charbonnier G, Dieng C, Cissé A, Balde M, Paliargues T, Freret S, 2006. Optimisation du taux de gestation après insémination artificielle de vaches N'Dama, en conditions villageoises sénégalaises, par l'association du sevrage et d'un traitement de maîtrise des cycles. *Rencontre Recherches Ruminants* 13: 294.
- Cloe L, Chicoteau P, Coulibaly M, Bassinga A, 1989. Caractéristiques spermatisques du taureau Baoulé (*Bos taurus*) au Burkina Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 42: 457-462.
- Cristofori F, Issa M, Yenikoye A, Trucchi G, Quaranta G, Chanono M, Semita C, Marichatou H, Mattoni M, 2005. Artificial insemination using local cattle breeds in Niger. *Tropical animal health and production* 37: 167-172.
- Daramola JO, Adekunle EO, Oke OE, Sorongbe TA, Iyanda OA, Onanuga OD, 2016. Cryosurvival of goat spermatozoa in tris-egg yolk extender supplemented with melatonin. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa* 64: 281-288.
- Djimenou D, Adoukonou-Sagbadja H, Koudande DO, Chrysostome CAAM, Hounzangbe-Adote SM, Agbangla C, 2017. Caractéristiques sociodémographiques des éleveurs de porcs (*Sus Scrofa domesticus*) et structure du cheptel porcin au Sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 11: 2177-2193.
- Dysart NE, 2014. Effect of Birth Weight and Human Socialization on Reproductive Performance of Adult AI Boars. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, 153pp
- Egu UN et Ukpabi UH, 2016. Effect of Gonadotrophin (Pergonal®) on Semen Characteristics, Hormonal Profile and Biochemical Constituents of the Seminal Plasma of Mature Ouda Rams. *International Research journal of Agriculture and Food Sciences* 1: 99-107.
- Elile FC, Ogbu CC, Ugwu SOC, Machebe NS, 2014. Libido and ejaculate characteristics of boars exposed to direct solar radiation. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 24: 43-49.
- Etuk IF, Ojewola GS, Nwachukwu, EN 2006. Effect of management systems on semen quality of Muscovy Drakes. *International Journal of Poultry Science* 5: 482-484.
- Ewuola EO, Amao TM, Jones BO, Oni AA, Adeyemi AA, Lawanson AA, 2016. Influence of human chorionic gonadotropin on the fertility rate in artificially inseminated rabbit does. *Nigerian Journal of Animal Science* 18: 322-328.
- FAO, 2008. Biotechnologie reproductive et moléculaire. In *L'état des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* (éd. P.D. Rischkowsky B.), ROME, 287-297pp.
- Flowers WL, 2015. Factors affecting the efficient production of boar sperm. *Reproduction in domestic animals* 50: 25-30.

- Gbangboche AB, Alkoiret TI, Chrysostome CAAM, Dossou-Bodjrenou J, Aissi E, Adjovi A, Adamou-N'diaye MS, Bister JL, 2011. Effet de la fréquence de récolte et des milieux de dilution sur la qualité du sperme de taureau de race Borgou. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5: 1871-1882.
- Hamani M, Yenikoye A, Banoin M, 1994. Quelques données sur le sperme de béliers peul blancs et touareg du Niger. *Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network UICC, Kampala, Uganda*:
[http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5473B/x5473b5472j.htm#quelques données sur le sperme de béliers peul blancs et touareg d.](http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5473B/x5473b5472j.htm#quelques%20donn%C3%A9es%20sur%20le%20sperme%20de%20b%C3%A9liers%20peul%20blancs%20et%20touareg%20d)
- Haro M, Zongo M, Soudre A, Pitala W, Sanou DS, 2019. Caractéristiques du sperme du bouc sahélien au Burkina Faso. *Tropicicultura* 37, DOI: 10.25518/2295-8010.557.
- Haye A, M'betieque C, Nazair LG, Tanon B, 2004. Evaluation de la qualité du sperme du belier de race Djallonké en région de savane humide de Côte d'Ivoire. *Agronomie africaine* 16: 37-46.
- IFIP, 2013. *Mémento de l'éleveur du porc*. IFIP (Editeur), 7ème édition, Paris, 364pp.
- Ilori OD, Shokunbi OA, Alaba F, Ajani S, Omobayo D, 2018. Antibacterial Potential of Aqueous Neem Leaf Extract (*Azadirachta indica* A. Juss) on Spermatozoa Quality in Extended Porcine Semen. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences* 2: 1-8.
- Issa M, Marichatou H, Semita C, Bouréima M, Keita M, Nervo T, Yénikoye A, Cristofori F, Trucchi G, Quaranta G, 2010. Essais préliminaires d'inséminations artificielles en station chez les femelles zébus Azaouak au Niger. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 63: 41-46.
- Issa M, Yenikoye A, Marichatou H, Banoin M, 2001. Spermogramme de béliers Peuls bicolores et Touaregs: influence du type génétique et de la saison. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 54: 269-275.
- Jimoh OA, 2019. Potential of coconut water to enhance fresh semen quality and fertility in rabbits. *Tropical animal health and production*, 1-7.
- Jimoh OA et Ewuola EO, 2019. Semen characteristics and seminal oxidative status of four breeds of rabbit in South west, Nigeria. *The Journal of Basic and Applied Zoology* 80: 1-9.
- Kabir M, Oni OO et Akpa GN, 2007. Osborne selection index and semen traits interrelationships in Rhode Island Red and White Breeder Cocks. *International Journal of Poultry Science* 6: 999-1002.
- Karikari PK, Blas EY, Osafo ELK, 2009. Reproductive response of West African dwarf does to prostaglandin administration. *World Applied Sciences Journal* 6: 542-545.
- Knox R V, 2016. Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology* 85: 83-93.
- Konfe H, 2014. Etude spermologique des bovins de races locales de l'Afrique de l'Ouest: cas du Borgou, du taurin Lagunaire, du taurin N'Dama et du Zébu Peulh. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, Mémoire de Master en Production et Industrie Animales, 69pp.
- Kouamo J, Alloya S, Habumuremyi S, Ouedraogo GA, Sawadogo GJ, 2014. Evaluation des performances de reproduction des femelles zébus Gobra et des croisés F1 après insémination artificielle en milieu traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Tropicicultura*, 32: 80-89.
- Kouamo J, Mpatswenumugabo JP, Sow A, Kalandi M, 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.
- Kumi-Diaka J, Nagaratnam V, Rwuaan JS, 1981. Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. *The Veterinary record* 108: 13-15.
- Lavry GN, Coulibaly M, Traore F, Offoumou AM, 2016a. Trois années de variations saisonnières du spermocytogramme chez le bélier Djallonké en région forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue Internationale des Sciences et Technologie* 28: 230-242.
- Lavry GN, Offoumou AM, Datté JY, 2016b. Variations mensuelles sur trois années du spermogramme de béliers de race Djallonké en région forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 69: 111-116.

- Leborgne M-C, Tanguy J-M, Foisseau J-M, Selin I, Vergonzanne G, Wimmer E 2013. *Reproduction des animaux d'élevage*. Edicagri (Editeur), 3ème édition, Paris, 466pp.
- Leigh OO et Ajibade ZO, 2010. Conception following transcervical insemination with predetermined ejaculate concentration in synchronized West African dwarf does. *Global Veterinaria* 5: 239-242.
- Leng R, 1996. *L'application de la biotechnologie a l'alimentation animale dans les pays en développement*. FAO (éditeur), Rome, 132pp
- Machebe NS et Ezekwe AG, 2002. Ejaculate characteristics of three genotypes of local cocks in the humid tropics. *Journal of Tropical Agriculture Food, Environment and Extension* 3:33-36.
- Machebe NS, Ugwu SOC, Udeh FU, Oyibe BO, 2014. Impact of dietary protein on semen characteristics of boars reared under derived Savannah Condition. *Journal of Animal Production Advances* 4: 546-570.
- Marichatou H, 2004. L'insémination artificielle: conditions pour une bonne réussite. Fiche technique, CIRDES, Burkina Faso 10: 1-4.
- Marichatou H, Tamboura H, Traoré A, 2004. Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle bovine. Fiche technique N 9 CIRDES, 1-7.
- Mkpughe JI et Bratte L, 2015. Effects of Breed and Frequency of Ejaculation on Semen Characteristics of Chickens. *International Journal of Livestock Research* 5: 42-50.
- Moskovtsev SI, Willis J, White J, Mullen JBM, 2007. Leukocytospermia: relationship to sperm deoxyribonucleic acid integrity in patients evaluated for male factor infertility. *Fertility and Sterility* 88: 737-740.
- N'Goran KE, Zakpa LG, Dago DN, Lallié HDMN, Sokouri DP, Doumbia L, 2016. Production and reproduction parameters analysis of N'Dama cattle breed in the Dairy Station of Yamoussoukro (SLY), in the Savannah Zone, in Côte d'Ivoire. *World Journal of Research and Review* 3: 15-20.
- Ngu GT, Etchu KA, Butswat ISR, Woogeng IN, 2014. Semen and microbial characteristics of two breeds of turkeys in an arid tropical environment of Bauchi State, Nigeria. *African Journal of Microbiology Research* 8: 2174-2182.
- Nwakalor LN, Okeke GC, Njoku DC, 1988. Semen characteristics of the guinea fowl *Numida meleagris*. *Theriogenology* 29: 545-554.
- Obidi JA, Onyeanus BI, Rekwot PI, Ayo JO, Dzenda T, 2008. Seasonal Variations in Seminal Characteristics of Shikabrown Breeder Cocks. *International Journal of Poultry Science* 7: 1219-1223.
- Ogbu CC, Elile FC, Ugwu SO 2014. Acclimation in Semen Traits and Reaction Time in Large White and Crossbred Boars Exposed to Direct Solar Heat Stress. *Journal of Animal Production Advances* 4: 534-546.
- Ogundele FA, Okubanjo OO, Ajanusi OJ, Fadason ST, 2016. Semen characteristics and reaction time of Yankasa rams experimentally infected with *Trypanosoma evansi* infection. *Theriogenology* 86: 667-673.
- Ogunlade JT, Adeusi AS, Ogunleye OE, Olatunji MA, Busari KF, Arobadi JO, Ojo JO, Alamuoye OF, Akinsola KL, 2019. Effects of Graded levels of *Moringa oleifera* leaf meal on Growth performance, Semen Quality Indices, Blood Profile and Carcass characteristics of Rabbit Bucks. *International Journal of Life Sciences* 8: 63-71.
- Okere C, Chiboka O, Montsma G, 1986. Effect of frequent ejaculation of West African dwarf goat on semen characteristics. *Animal Reproduction Science* 11: 249-258.
- Okusanya BO, Esan OO, Oyeyemi MO, 2017. Haematology, testosterone profile and spermogram of Nigerian indigenous domestic mallard drakes (*Anas platyrhynchos*) raised in Ibadan. *Tropical Veterinary* 35: 72-83.
- Olukole SG, Oyeyemi MO, Oke BO, 2014. Semen characteristics and spermogram of the african greater cane rat (*Thryonomys swinderianus*, Temminck). *Slovak Journal of Animal Science* 47: 125-131.
- Omontese BO, Rekwot PI, Rwuuan JS, Ate IU, Makun HJ, 2014. Induction of Oestrus in Nigerian Ouda ewes with different oestrus synchrony protocols. *Revue de médecine vétérinaire* 165: 240-244.
- Orunmuyi M, Akanwa CL, Ifeanyi NB, 2013. Semen quality characteristics and effect of mating ratio on reproductive performance of Hubbard broiler breeders. *Journal of Agricultural Science* 5: 154-159.

- Oyeyemi MO, Akusu MO, Adeniji DA, 2012. Comparative responses of West African dwarf goats to three estrus synchronizing agents. *Israel Journal of Veterinary Medicine* 67: 48-54.
- Oyeyemi MO, Akusu MO, Ola-Davies OE, 2000. Effect of successive ejaculations on the spermogram of West African dwarf goats (*Capra hircus*, L.). *Veterinarski Arhiv* 70: 215-221.
- Peters SO, Shoyebo OD, Ilori BM, Ozoje MO, Ikeobi CON, Adebambo OA, 2008. Semen Quality Traits of Seven Strain of Chickens Raised in the Humid Tropics. *International Journal of Poultry Science* 7: 949-953.
- Pitala W, Zongo M, Boly H, Sawadogo L, Leroy P, Beckers JF, GBeassor M, 2012. Etude de l'oestrus et de la fertilité après un traitement de maîtrise des cycles chez les femelles zébus. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6: 257-263.
- Rekwot PI, Voh AA, Oyedipe EO, Opaluwa GI, Sekoni VO, Dawuda PM, 1987. Influence of season on characteristics of the ejaculate from bulls in an artificial insemination centre in Nigeria. *Animal Reproduction Science* 14: 187-194.
- Sangare M, Bengaly Z, Marichatou H, Toguyeni A, Tamboura HH, 2010. Influence d'une infection expérimentale à *Trypanosoma congolense* sur la fonction sexuelle des béliers Djallonké et Sahéliens en zone subhumide. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 14: 409-416.
- Schulze M, Buder S, Rüdiger K, Beyerbach M, Waberski D, 2014. Influences on semen traits used for selection of young AI boars. *Animal reproduction science* 148: 164-170.
- Sekoni VO, Rekwot PI, Bawa EK, 2004. Effects of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections on the reaction time and semen characteristics of Zebu (Bunaji) × Friesian crossbred bulls. *Theriogenology* 61: 55-62.
- Seme K, Pitala W, Kulo AE, Assih E, Alawi KP, Kotoe MD, Gbeassor M, 2017. Etude de la fertilité et de la fécondité des femelles bovines inséminées sur chaleurs induites au sud-Togo. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* 19: 29-39.
- Sokunbi OA, Ajani OS, Lawanson AA, Amao EA, 2015. Antibiotic potential of Moringa leaf (*Moringa oleifera* Lam.) crude extract in bull semen extender. *European Journal of Medicinal Plants* 9: 1-8.
- Soro D, Fantodji A, Tre Yavo M, 2009. Caractéristiques spermatiques et maturité des gonades des aulacodes mâles d'élevage en Côte d'Ivoire. *Revue de médecine vétérinaire* 160: 44-53.
- Sutovsky P, 2015. New Approaches to Boar Semen Evaluation, Processing and Improvement. *Reproduction in domestic animals* 50: 11-19.
- Udeh I, Ugwu SOC, Ogagifo NL, 2011. Predicting semen traits of local and exotic cocks using linear body measurements. *Asian Journal of Animal Science* 5: 268-276.
- Ugwu SOC et Igboeli G, 2009. Motility and fertilizing capacity of boar semen stored in raffia palm (*Raffia hookeri*) sap extender at 15 C. *African Journal of Biotechnology* 8: 1984-1987.
- Ugwu SOC, Onyimonyi AE, Foleng H, 2009. Testicular development and relationship between body weight, testis size and sperm output in tropical boars. *African Journal of Biotechnology* 8: 1165-1169.
- Umaru MA, Garba HS, Adeyanju JB, Bello A, Oyedipe EO, Buhari S, 2013. Oestrus synchronization and superovulation in the red Sokoto doe (RSD) in Sokoto, Nigeria. *Scientific Journal of Zoology* 2: 6-11.
- Voh AA, Larbi A, Olorunju SAS, Agyemang K, Abiola BD, Williams TO, 2004. Fertility of N'dama and Bunaji cattle to artificial insemination following oestrus synchronization with PRID and PGF 2 α in the hot humid zone of Nigeria. *Tropical animal health and production* 36: 499-511.
- Wachida N, Emekopobong Bassey U, Dawuda PM, 2019. Effect of storage time on the quality of cauda epididymal spermatozoa of West African dwarf (WAD) rams. *Animal Reproduction Science* 205: 144-149.
- Yahaya MS, Umaru MA, Aliyu A, 2013. A preliminary study on semen collection, evaluation and insemination in Nigerian local turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Sokoto Journal of Veterinary Sciences* 11: 67-70.
- Zahraddeen D, Butswat ISR, Kalla DJU, Sir SM, Bukar MT, 2005. Effect of frequency of ejaculation on semen characteristics in two breeds of turkeys (*Meleagris gallopavo*) raised in a tropical environment. *International Journal of Poultry Science* 4: 217-221.
- Zahraddeen D, Butswat ISR, Mbap ST, 2006. Ejaculate characteristics and artificial insemination in

- rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) following ovulation induction using teaser bucks. *Journal of Raw Materials Research* 3: 12-20.
- Zongo M, Pitala W, Boly H, Sulon J, Noelita MS, Leroy PL, Beckers JF, Sawadogo L, 2001: Profils de la progestérone des vaches zébus 'azawak' et taurin 'gourounsi' après induction de l'oestrus aux progestagènes combinés à la prostaglandine. *Tropicultura* 19: 131-134.
- Zongo M, Pitala W, Sawadogo L, Boly H, Beckers JF 2012. Efficacité d'un traitement de maîtrise des cycles chez les zébus: œstrus induit et fertilité. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* 14: 29-33.