



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Profils morpho-biometriques de la poule locale du Burkina Faso

S. PINDE^{1,2,3}, A.S.R. TAPSOBA¹, F. G. TRAORE¹, R. W. OUEDRAOGO¹, S. BA¹,
M. SANOU¹, A. TRAORE^{1*}, H.H. TAMBOURA¹ et J. SIMPORE³

¹Laboratoire de Biologie et Santé animales (LaBioSA), Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

²Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MRAH), 01 BP: 7026 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

³Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Génétique (LABIOGENE), Université Joseph KI-ZERBO (UJKZ), 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : traore_pa@yahoo.fr ; Tél: (00226) 70 42 94 40, (00226) 78 80 84 10

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été réalisé avec le soutien financier du Projet d'Appui au Développement du secteur de l'Élevage au Burkina (PADEL-B).

RESUME

Au Burkina Faso les informations sur la poule locale sont rares entraînant des difficultés objectives de son exploitation rationnelle. Un total de 948 individus (692 femelles et 256 mâles) provenant de 251 élevages réparties dans les 3 zones agro-écologiques du Burkina Faso a été évalué pour 13 traits corporels quantitatifs et 09 qualitatifs dans le but de caractériser la variabilité phénotypique de la poule locale. Il ressort 13 coloris de plumage avec le blanc (19,16%) et l'herminé (16,75%) comme couleurs dominantes. Le site et le sexe ont eu une influence ($p < 0,05$) sur les traits corporels analysés. L'Analyse en Composante Principale révèle l'existence de 2 sous-populations: une souche légère de petit gabarit (0,91 kg) dans les trois zones agro-écologiques et une souche lourde de grand gabarit (1,37 kg) dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne, laissant présager des différences d'adaptation liées aux facteurs environnementaux. Un dimorphisme sexuel en faveur des mâles a été observé au niveau du poids vif moyen (1,64 kg vs 1,14 kg), de la longueur du corps (42,16 cm vs 37,30 cm) et du périmètre thoracique (29,01 cm vs 25,96 cm). Les résultats rapportés dans cette étude serviront de base pour l'élaboration de programmes de développement basés sur une exploitation rationnelle de la poule locale.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Caractérisation phénotypique, poules locales, zones agro-écologiques, Burkina Faso.

ABSTRACT

In Burkina Faso, information on poultry genetic resources is scarce and this scenario does not allow an accurate identification and management strategy for this species. A total of 948 individuals (692 females and 256 males) belonging to 251 different household, accros the 3 agro-ecological zones of Burkina Faso have been assessed for 13 quantitative traits and 9 qualitative traits in order to characterize phenotypic variability of local poultry. The most frequent plumage colors are white (19.16%) and hermine (16.75%) out of 13 different coulors identified. The site and the sex of the individuals had a statistically significant influence ($P < 0.05$) on the 13 body

measurements analyzed. Principal Component Analysis reveals the existence of 2 subpopulations in the 3 agro-ecological zones, a light hen with small size (0.91 kg) and a heavy and large size hen (1.37 kg), almost encountered in Sudan-Sahel and Sudan areas, suggesting differences in adaptation due to environmental factors. A sexual dimorphism was observed in favor of the males considering bodyweight (1,64 kg vs 1,14 kg), body length (42.16 cm vs 37.30 cm) and the Heart girth (29.01 cm vs 25.96 cm for females). The results reported in the current study will be useful for the establishment of breeding programme based on rational management of local poultry in Burkina Faso.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords : Phenotypic characterization, local hens, agro-ecological zones, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Dans les régions d'Afrique Subsahariennes, l'aviculture revêt une importance significative en milieu rural et représente la première source d'approvisionnement des populations en protéines animales (Zaman et al., 2004 ; Abdou et al., 2020). La volaille est généralement perçue comme une épargne et une assurance sûres contre les risques de baisse de production alimentaire et de revenus (MRA, 2010). Selon plusieurs auteurs (Weiman et al., 2016 ; Mebanga et al., 2020), l'aviculture et les produits avicoles locaux se retrouvent au centre de nombreux événements de la vie sociale, culturelle, économique et religieuse des populations (cérémonies de mariages, pharmacopée traditionnelle et maintien de la cohésion sociale au sein des communautés traditionnelles à travers les dons et la réception de visiteurs).

Au Burkina Faso, l'élevage de la volaille est essentiellement de type extensif avec un effectif estimé à 44 millions de têtes (MRAH/DGESS, 2018) dont près de 99% constituées de races locales avec un taux de croît annuel de 3%.

Malgré cette importance numérique, socio-économique et culturelle, la production locale de volaille est en deçà des besoins exprimés par les consommateurs. Ce déficit a entraîné une augmentation des importations ainsi que des programmes d'introduction de races exotiques afin d'améliorer la productivité locale. Ainsi, en raison des avantages comparatifs (croissance rapide, production d'œufs...) des races exotiques fortement spécialisées, des fermiers ont introduit ces

races depuis plusieurs années, avec des esquisses de programmes de croisements sur la race locale. Les résultats de ces croisements semblent assez intéressants en termes de productions de viande et d'œufs. Cependant, les produits de ces croisements se sont révélés peu adaptés au système traditionnel d'aviculture de type extensif et semi-intensif du Burkina Faso (indice de consommation très élevé et apparition de nouvelles maladies autrefois inexistantes sur le territoire national). Aussi, la forte pression des métissages constitue depuis ces dernières décennies une menace réelle sur les populations de poules locales (perte de biodiversité) dont la connaissance sur le plan génétique est encore sommaire. Les informations sur les ressources génétiques de poules locales du Burkina Faso sont rares et disparates au regard du nombre de références y afférentes. Les principales bases de données développées aux niveaux régional et mondial telles que DAGRIS (<http://dagrils.ilri.cgiar.org>) et DAD-IS (FAO ; <http://dad.fao.org/>) pour la surveillance de la diversité génétique dans le monde contiennent des informations très restreintes à leur propos. Les aspects liés à la caractérisation génétique sont peu documentés. De telles insuffisances se répercutent sur la définition même du type génétique existant et la définition d'une population de base pour la sélection. Il en résulte une grave méconnaissance des différents types génétiques de poules locales, de leurs performances zootechniques spécifiques et des contraintes liées à leur production (Mahammi, 2015). La production agricole basée sur les ressources génétiques locales doit être encouragée de sorte à réduire

les importations et limiter la diffusion de nouvelles maladies. Cela passe par une meilleure connaissance des ressources génétiques locales. A cet effet, la connaissance des caractères morpho-biométriques constitue la première étape de la caractérisation des espèces locales (Delgado et al., 2001).

Dans cette étude, 13 mesures corporelles (quantitatives) et 09 traits de type qualitatifs ont été analysés dans les différentes populations de poules locales du Burkina Faso avec les objectifs suivants : (i) caractériser la variation morphologique de l'ensemble de la population de poules du Burkina Faso et (ii) évaluer l'existence de variations morphologiques dues à la géographie.

MATERIEL ET METHODES

Site d'échantillonnage et choix des élevages

L'étude a été menée au Burkina Faso entre juillet 2018 et janvier 2019. Elle a couvert 251 exploitations avicoles dans 06 régions (Centre, Centre-Est, Centre-Nord, Plateau Central, Hauts-Bassins et Sahel). Dans chaque région, une (01) province a été retenue. Sur les 06 provinces, 11 communes regroupant 57 villages ont été concernés par les enquêtes.

Les sites d'échantillonnage couvrant les 3 zones agro-écologiques du pays sont sur la Figure 1. L'étude a exclusivement porté sur l'aviculture traditionnelle. Le choix des éleveurs pour les enquêtes s'est fait sur la base (i) de l'effectif de leur cheptel qui devrait comporter un minimum de 3 individus en âge de se reproduire et (ii) de l'éloignement suffisant des élevages afin de limiter l'appareillage entre les animaux échantillonnés (au moins 1 km entre les exploitations). L'étude a concerné toutes les catégories d'individus dans les élevages (poules, poulettes, coqs et coquelets). Suivant ces critères, 10 à 15 éleveurs ont été sélectionnés par les chefs de Zone d'Appui Technique en Elevage (ZATE) de chaque commune.

Mensurations

Un total de 948 poules locales (692 femelles et 256 mâles) a été échantillonné pour

13 paramètres quantitatifs (Longueur du tarse, Diamètre du pilon, Longueur des ailes, Périmètre thoracique, Longueur du corps, Hauteur de la crête, Longueur du bec, Longueur de la crête, Longueur du barbillon, Longueur de l'ergot, Nombre de doigts, Envergure des ailes et Poids vif) et 09 paramètres qualitatifs (Couleur du plumage : blanc, cailloux, coucou, doré, fauve, froment, gris, herminé, mille fleurs, noir, perdrix, rouge, saumon ; Type de plumage : lisse, soyeux et frisé ; Répartition du plumage : normal, cou nu, huppé, joues emplumées, queue touffus, tarses emplumés ; Couleur du tarse : blanc, gris, jaune, noir, pigmenté noir ; Couleur de peau : blanche, noire, jaune ; Couleur des oreillons : blanc, gris, pigmenté blanc, pigmenté noir, rose, rouge ; Couleur des yeux : blanc perlé, brun noir, jaune brun, rouge-orangé ; Types de crêtes : simple, en coussin, en pois, double, rose lisse, rose hérissé et Couleur de la crête : grise, noire, pigmentée noire, rose, rouge).

Les mensurations ont été faites selon les recommandations de la FAO (2013) pour la caractérisation phénotypique des ressources zoo génétiques animales.

La détermination de l'âge a été faite sur la base des déclarations des éleveurs et les caractères quantitatifs ont été évalués en cm, tel qu'indiqué dans la Figure 2, sauf pour le poids vif (en kg). Pour ces mensurations, une balance de pesée mécanique de 5 kg avec une précision de 0,1 kg, un mètre ruban gradué en millimètre et un pied à coulisse électronique de précision 1 millimètre ont été utilisés. Chaque individu décrit et mesuré a été photographié pour une seconde vérification des informations recueillies sur le terrain.

Analyse des données

Les données statistiques de base sur les mesures corporelles quantitatives et qualitatives ont été saisies avec le logiciel Excel 2016. Pour ces données, des statistiques descriptives ont été réalisées à l'aide du logiciel R (R core team, 2019, version 3.6.0). Le seuil de significativité utilisé est de 5% pour l'interprétation des tests statistiques.

Les résultats concernant les paramètres qualitatifs ont été exprimés sous forme de fréquence et de proportion. Ces paramètres ont été calculés en fonction de la zone agro-écologique et du sexe. Les moyennes des moindres carrés et leurs écarts types correspondants ont été obtenus pour chaque variable quantitative en fonction de la zone agro-écologique et du sexe.

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les paramètres quantitatifs suivie d'une classification ascendante hiérarchique a été faite à l'aide de la librairie ade4 du logiciel R. Des regroupements d'animaux ont été identifiés en supposant des clusters représentés par le nombre probable de sous-populations k ($k = 2$ à 5). Les individus sont regroupés en fonction de la valeur de k supposée.

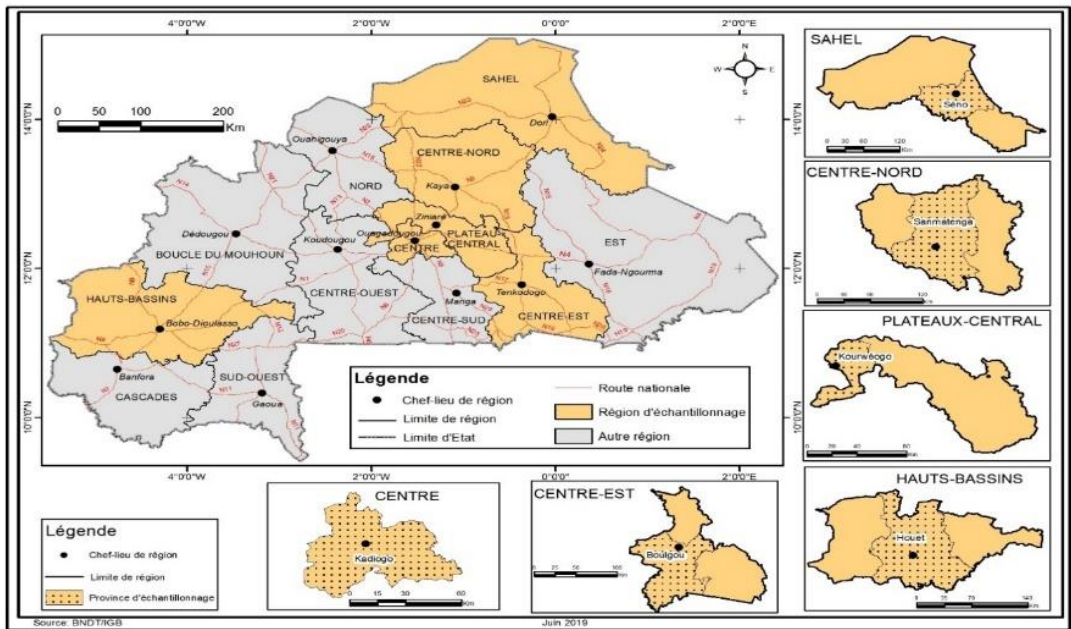


Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude (IGB, 2019).



Figure 2: Photographie illustrée de quelques mensurations (Ouédraogo, 2018).
 (A) Longueur corporelle ; (B) Périmètre thoracique ; (C) Envergure des ailes ; (D) longueur aile.

RESULTATS

Traits qualitatifs visibles

Les populations locales de poules des différentes zones agro-écologiques présentent une grande variété (coloris) de plumage avec un total de 13 coloris notées tel qu'indiqué dans le Tableau 1.

Les couleurs de plumage dominantes (Figure 3) sont le blanc (19,16%), suivi de l'herminé (16,75%).

Dans les zones sahéliennes et soudano-sahélienne, les plumages les plus rencontrés sont l'herminé (18% et 22,08%), le blanc (14% et 19,70%) tandis que dans la zone soudanienne, les couleurs les plus prédominantes sont le blanc (22,16%) et les mille-fleurs (20,45%).

Le Tableau 2 présente quelques paramètres de la poule locale du Burkina Faso permettant sa description à travers les caractères visibles, expression de diversité génétique.

Le plumage lisse (99,24%) est le principal type de plumage rencontré dans l'ensemble de la population. Les plumages frisés (0,63%) et soyeux (0,12%) sont faiblement représentés (Tableau 2 et Figure 4a) et ne se rencontrent que dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne tandis que le plumage soyeux se retrouve seulement dans la zone soudano-sahélienne et est présent uniquement chez les femelles.

La répartition régulière (normale) des plumes sur le corps de la poule est la plus représentée avec 96,70% (Tableau 2 et Figure 3). Le huppé (1,65%), les tarsi emplumés (1,14%), les joues emplumées (0,25%), le cou nu (0,13%) sont faiblement représentés. La zone sahélienne ne présente que des individus avec une répartition normale des plumes, tandis que la zone soudanienne présente en plus des joues emplumées, des queues touffues et des tarsi emplumés. Par contre, la zone soudano-sahélienne présente plus de diversité de répartition de plumes à l'exception des queues touffues.

Outre la répartition normale des plumes, les caractères cou nu, huppé et joues emplumées sont notés uniquement chez les femelles, tandis que le caractère tarsi

emplumés est rencontré aussi bien chez les mâles que les femelles.

Les tarsi sont majoritairement de couleur blanche (42,13%) (Figure 3a) et grise (41,24%). Ces 2 couleurs dominantes sont suivies des couleurs noire (12,18%) et jaune (3,43%) (Figure 3b). Les individus de la zone sahélienne présentent uniquement des tarsi de couleur blanche (28%) et grise (72%), tandis que les zones soudanienne et soudano-sahélienne présentent plus de variétés de couleurs avec des tarsi jaunes (9,66% et 2,16%), telles qu'indiqué dans le Tableau 2.

La couleur de peau des poules dans les 3 zones agro-écologiques est principalement blanche (97,59%). Les peaux de couleur jaune (2,03%) et noire (0,38%) sont peu fréquentes dans l'échantillon (Tableau 2).

Les couleurs dominantes des oreillons rencontrés sont : blanc (60,66%), rouge (17,39%) et rose (12,18%). Dans la zone soudanienne, les oreillons de couleur rouge sont dominants (47,16%) tandis que dans les 2 autres zones agro-écologiques, la couleur blanche est la plus représentée avec respectivement 76,67% pour la zone sahélienne et 70,56% pour la zone soudano-sahélienne (Tableau 2). Les oreillons de couleur grise ont été observés uniquement chez les femelles et dans la zone sahélienne (4% de sa population de poules) et ceux de couleur blanche dans la zone soudano-sahélienne (2,16% de ses effectifs).

Les poules présentent majoritairement des yeux de couleur rouge-orange (68,53%). Ces types de coloration d'yeux sont suivis de la couleur brune-noire (28,43%). Les autres couleurs d'yeux rencontrées sont : jaune-brun (2,99%) et blanc-perlé (0,13%). Seule la zone soudanienne présente les 4 couleurs, avec cependant une dominance de la couleur brune-noire (67,61%) comme l'indique le Tableau 2.

Les becs sont majoritairement de forme courbée chez 85,53% des poules contre seulement 14,47% qui ont un bec droit. Seule la zone soudanienne présente une fréquence plus élevée de poules à bec droit (55,68% de ses effectifs).

La crête simple (Figure 5d) est majoritairement rencontrée (78,68%) sur

l'ensemble des populations de poules locales, suivie des formes roses hérissées (19,05%) (Figure 5c). Cette tendance générale est inversée dans la zone soudanienne seulement qui présente majoritairement des sujets à crêtes roses hérissées (71,59% de ses effectifs) telle qu'indiqué dans le Tableau 2. Les crêtes en coussin et en pois n'existent que dans la zone soudano-sahélienne et le premier (crête en coussin) n'a été rencontrée que chez les femelles.

Plus de la moitié (50,38%) des sujets observés ont des crêtes de couleur rose. Cette dominance n'est pas respectée dans la zone soudanienne qui présente majoritairement des poules avec des crêtes ayant une couleur rouge (51,70%). Les autres colorations de crêtes observées sont le pigmenté noir (9,52%), le gris (3,17%) se retrouvant uniquement dans la zone sahélienne et le noir (Figure 6) dans une faible proportion (0,89%), se retrouvant uniquement dans la zone soudano-sahélienne. Il est important de signaler que ces 2 dernières couleurs (grise et noire) de crêtes n'ont pas été observées chez les mâles.

Traits quantitatifs

Le site (zones agro-écologiques) et le sexe des populations de poules locales ont eu une influence statistiquement significative ($p < 0,05$) sur les 13 mesures corporelles analysées telles que présentées dans le Tableau 3.

Le poids des poules locales a révélé un dimorphisme sexuel. Le poids vif moyen d'un mâle est de 1,64 kg alors que la femelle ne pèse que 1,14 kg en moyenne. Les poules locales, tous sexes confondus, les plus lourdes, se retrouvent dans les zones soudanienne et soudano-sahélienne avec respectivement 1,37 kg et 1,36 kg de poids vifs moyens contre 0,91 kg de poids vif moyen pour la zone sahélienne. Les longueurs moyennes de corps et du tarse sont plus importantes chez le mâle (42,16 cm et 6,21 cm) que chez la femelle (37,30 cm et 4,95 cm) et les plus petites longueurs de corps et de tarse (36,40 cm et 4,68 cm) ont été observées dans la zone sahélienne contre des mensurations, dans la zone soudanienne, de 39,12 cm et 7,13 cm. Le périmètre thoracique

moyen des mâles est plus important (29,01 cm) que celui des femelles qui est de 25,96 cm en moyenne. L'envergure moyenne des ailes chez les mâles est plus importante (46,80 cm) que celle de la femelle qui est de 40,41 cm en moyenne. Les poules présentant l'envergure moyenne des ailes la plus importante ont été observées dans la zone soudano-sahélienne (43,55 cm).

L'étude indique l'existence d'une différence statistiquement significative, au seuil de $p < 0,05$, entre la population des poules de la zone sahélienne et celles des zones soudano-sahélienne (pour l'ensemble des 13 paramètres mesurés) et soudanienne (pour l'ensemble des paramètres mesurés à l'exception de 2 : longueur de l'ergot et nombre de doigts) (Tableau 3).

Il est à noter également un faible éloignement entre les populations de poules des zones soudanienne et soudano-sahélienne car il n'a pas été observé de différence statistiquement significative pour 5 paramètres mesurés (diamètre du pilon, longueur du corps, hauteur de la crête, longueur du barbillon et poids vif).

L'Analyse en Composante Principale (ACP) a été faite, en utilisant la méthode des regroupements (analyse cluster), avec un nombre k , probable, de sous-populations (k allant de 2 à 5) (Figure 7). La « méthode silhouette », a permis de déterminer 2 comme étant le nombre optimal de sous-populations (Figure 8). En considérant le nombre optimal (Figure 7a), il ressort que les poules du groupe 1 sont composées des sujets des 3 zones agro-écologiques (sahélienne : 98,66% ; soudano-sahélienne : 73,66% ; soudanienne : 80,74%) ainsi que celles du groupe 2, exceptés les sujets de la zone agro-écologique sahélienne qui y sont très faiblement représentés (seulement 1,34%).

L'étude phylogénique, basée sur les paramètres quantitatifs (Figure 9) et qualitatifs (non montré), indique un flux de gènes important entre les sous-populations des 3 zones agro-écologiques. Cependant, une sous-population homogène formée essentiellement des individus des zones soudano-sahélienne et soudanienne semble nettement se dégager.

Il ressort que seul le nombre de doigts est négativement corrélé avec quelques paramètres (longueur de tarse, diamètre du pilon, périmètre thoracique, longueur du corps et hauteur de la crête). Ce qui veut dire que lorsque le nombre de doigts évolue, ces

paramètres auront tendance à régresser. Tous les autres paramètres sont positivement corrélés les uns aux autres, ce qui signifie que lorsque l'un évolue, l'autre aura tendance à évoluer également, donc l'évolution se fait ensemble.

Tableau 1: Proportion des colorations des plumages en fonction des zones agro-écologiques.

Zones agro-écologiques	Proportions des colorations des plumages (%)												
	Blanc	Caillouté	Coucou	Doré	Fauve	Froment	Gris	Herminé	M.fleurs	Noir	Perdrix	Rouge	Saumon
Sahélienne	14	12	3,33	-	-	6,67	-	18	11,33	13,33	10	10,67	0,67
Soudanienne	22,16	9,66	5,11	1,7	-	9,66	-	1,7	20,45	4,55	5,68	9,66	9,66
Soudano-sahélienne	19,7	12,34	4,76	1,52	0,43	4,11	1,73	22,08	6,28	11,04	10,17	5,84	-
Total	19,16	11,68	4,57	1,27	0,25	5,84	1,02	16,75	10,41	10,03	9,14	7,61	2,28



(a) : Plumage blanc à patte blanche

(b) : Plumage herminé à patte jaune

Figure 3: Couleurs de plumage dominantes (Photo Pindé, 2019).



Figure 4: Répartition et types de plumage sur le corps : (a) phénotype soyeux, (b) : phénotype huppé, (c) tarse emplumé, (d) : phénotype cou nu, (e) : joues emplumées (Photo Pindé, 2019).

Tableau 2: Répartition (%) des phénotypes de structures, coloration, des types de plumes et de quelques parties du corps de la poule locale du Burkina Faso.

Phénotype (%)	Zones agro-écologiques			Total
	Sahélienne	soudanienne	Soudano-sahélienne	
Types de plumage				
Frisé	-	1,7	0,43	0,63
Lisse	100	98,3	99,35	99,24
Soyeux	-	-	0,22	0,13
Répartition des plumes				
Cou nu	-	-	0,13	0,13
Huppé	-	-	1,165	1,65
Joues emplumées	-	0,13	0,13	0,25
Normal	19,04	21,45	56,22	96,70
Queue touffue	-	0,13	-	0,13
Tarses emplumés	-	0,63	0,51	-
Couleurs des tarses				
Blanche	28	49,43	43,94	42,13
Grise	72	-	46,97	41,24
Jaune	-	9,66	2,16	3,43
Noire	-	40,91	5,19	12,18
Pigmentée noire	-	-	1,73	1,02
Couleur de peau				
Blanche	100	93,75	98,27	97,59
Jaune	-	4,55	1,73	2,03
Noire	-	1,70	-	0,38
Couleur des oreillons				
Blanc	76,67	21,02	70,56	60,66
Gris	4	-	-	0,76
Pigmenté blanc	-	-	2,16	1,27
Pigmenté noir	6,67	2,84	9,96	7,74
Rose	10	28,98	6,49	12,18
Rouge	2,67	47,16	10,82	17,39
Couleur des yeux				
Blanche-perlée	-	0,57	-	0,13
Brune-noire	28,67	67,61	13,42	28,43
Jaune-brune	8	6,25	-	2,92
Rouge-orange	63,33	25,57	86,58	68,58
Type de crêtes				
Simple	92	21,02	96,32	78,68
En Coussin	-	-	0,22	0,13
En Pois	-	-	0,65	0,38
Double	-	2,84	0,22	0,76
Rose hérissée	8	71,59	2,6	0,76
Rose lisse	-	1,7	-	19,04
Autres	-	2,84	-	0,63

Couleur des crêtes				
Grise	16,67	-	-	3,17
Noire	-	-	1,52	0,89
Pigmentée noire	-	6,25	13,85	9,52
Rose	63,33	42,05	49,35	50,38
Rouge	20	51,7	35,28	36,04

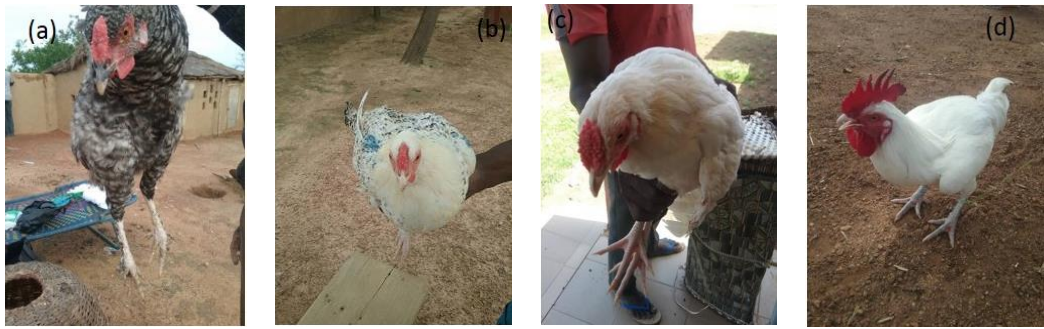


Figure 5 : Type de crête :(a) crête en coussin, (b) : crête en pois, (c) rose hérissée, (d) crête simple (Photo Pindé, 2019).



Figure 6: Crête de couleur noire (Photo Pindé, 2019).

Tableau 3: Moyenne et écart type des paramètres morpho-biométriques par zone agro-écologique et par sexe.

Caractères mesurés (cm)	Zones agro-écologiques			Sexes	
	Sahélienne	Soudanienne	Soudano-sahélienne	Mâle	Femelle
L. Tarse	4,68(0,08) ^a	7,13(0,08) ^b	4,87(0,05) ^c	6,21(0,06) ^a	4,95(0,04) ^b
D. Pilon	2,42(0,04) ^a	2,28(0,04) ^b	2,31(0,02) ^b	2,76(0,03) ^a	2,19(0,02) ^b
L. Aile	17,77(0,18) ^a	16,90(0,19) ^b	19,97(0,11) ^c	21,08(0,20) ^a	18,24(0,11) ^b
P. Thorax	20,84(0,25) ^a	31,45(0,26) ^b	29,01(0,14) ^c	29,01(0,20) ^a	25,96(0,11) ^b

L. Corps	36,40(0,29) ^a	39,12(0,31) ^b	38,99(0,17) ^b	42,16 (0,24) ^a	37,30(0,14) ^b
H. Crête	0,96(0,12) ^a	1,74(0,13) ^b	1,77(0,07) ^b	3,56(0,08) ^a	0,96(0,047) ^b
L. Bec	2,70(0,04) ^a	2,38(0,04) ^b	2,86(0,02) ^c	3,08(0,03) ^a	2,63(0,02) ^b
L. Crête	2,51(0,16) ^a	3,10(0,17) ^b	3,63(0,10) ^c	6,22(0,09) ^a	2,36(0,05) ^b
L. Barb.	0,91(0,11) ^a	1,93(0,12) ^b	1,98(0,07) ^b	3,72(0,07) ^a	1,18(0,04) ^b
L. Ergot	0,29(0,06) ^a	0,34(0,06) ^a	0,64(0,04) ^b	1,27(0,05) ^a	0,27(0,03) ^b
N. Doigts	4,02(0,02) ^a	4,00(0,02) ^a	4,07(0,01) ^b	4,03(0,02) ^a	4,05(0,01) ^a
Poids	0,91(0,03) ^a	1,37(0,03) ^b	1,36(0,02) ^b	1,64(0,02) ^a	1,15(0,01) ^b
Env. Aile	39,05(0,34) ^a	40,06(0,36) ^b	43,55(0,20) ^c	46,80(0,26) ^a	40,41(0,15) ^b

Légende : **L. Tarse** : Longueur Tarse ; **D. Pilon** : Diamètre Pilon ; **L. Aile** : Longueur Aile ; **P. Thorax** : Périmètre Thoracique ; **L. Corps** : Longueur corps ; **H. Crête** : Hauteur Crête; **L. Bec** : Longueur Bec ; **L. Crête** : Longueur Crête ; **L. Barb.** : Longueur Barbillon ; **L. Ergot** : Longueur Ergot ; **N. Doigts** : Nombre de Doigts ; **Env. Aile** : Envergure Ailes.
(a,b,c) les moyennes affectées de la même lettre sur la même ligne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%

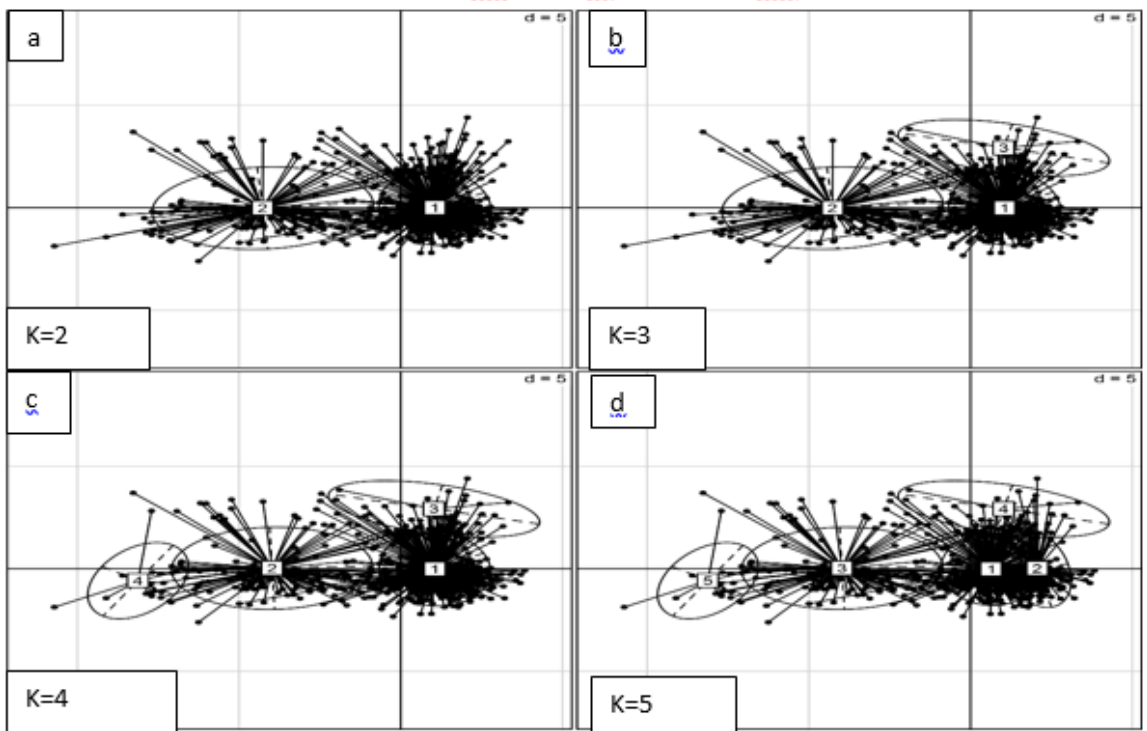


Figure 7: Répartition des sujets en fonction des 13 paramètres quantitatifs.

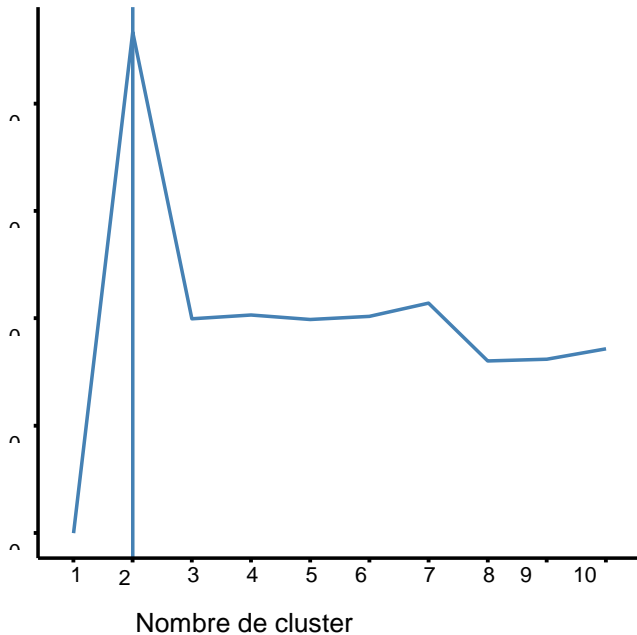


Figure 8: Nombre optimal de groupe.

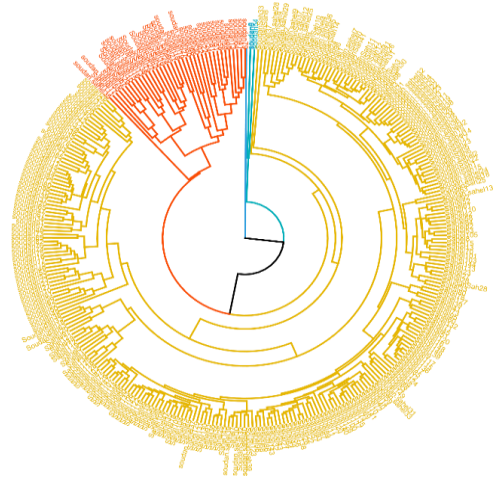


Figure 9: Phylogénie de la population en fonction des 13 paramètres quantitatifs.

DISCUSSION

L'analyse morpho-biométrique des races animales constitue un outil utile pour décrire la variabilité au sein et entre les populations. Par conséquent, elle est utilisée dans la caractérisation de plusieurs populations d'animaux dans le monde (Ndumu et al., 2008; Khan et al., 2013; Traore et al., 2016; Boujenane et Petit, 2016 ; Yahaya et al., 2019).

Sur la base de mesures corporelles et phanéroptiques effectuées au Burkina Faso sur les races de poule locale dans les zones agro-écologiques du pays, il est ressorti une grande variété (coloris) de plumage qui ne semble pas spécifique aux populations de poules locales du Burkina Faso. Notons que d'autres auteurs ont fait la même observation dans des populations de poules locales africaines (Fotsa et Poné, 2001 ; Van marle-Kôster et Casey, 2001; Bessadok et al., 2003) et asiatiques (Qu Lujiang et al., 2004). Cette diversité serait liée aux multiples croisements non contrôlés depuis plusieurs décennies, entre animaux ayant différents coloris de plumage

donnant ainsi, naissance à d'autres combinaisons (Akouango et al., 2004).

La multiplicité de coloris de plumage est sous la dépendance de gènes majeurs décrits par Coquerelle (2000). En effet, selon cet auteur, la couleur de plumage la plus observée dans la zone d'étude qui est le blanc pourrait être sous le contrôle de l'allèle *c* (blanc récessif) ou *I* (inhibiteur du noir) avec pour génotype (C^*C/C^*C ou I^*I/I^*I). Les couleurs dominantes observées dans la présente étude (le blanc et l'herminé) font parties de celles répertoriées en Algérie au Bénin et au Cameroun avec des fréquences différentes (Youssao et al., 2010; Fotsa et al., 2010; Moula et al., 2009). Par contre, il a été observé une rareté (faible fréquence) des poules de plumage blanc au Congo Brazzaville (Akouango et al., 2004) pour cause de pratiques rituelles (fétichisme et guérison).

Cette variation de coloris pourrait avoir un certain avantage pour les éleveurs, car ne possédant pas des moyens d'étiquetage, les éleveurs utilisent certains traits, comme la

couleur et les structures des plumes pour distinguer les individus.

Les 3 principaux types de plumage (lisse, frisé et soyeux) observés dans la zone d'étude sont conformes aux descriptions effectuées sur les poules locales du Bénin (Youssao et al., 2010) et de la Côte d'Ivoire (Yapi-Gnaoré et al., 2010). Cependant, Missohou et al., (2002) n'ont pu observer que 2 types de plumage dans les hautes terres de l'Ouest-Cameroun (lisse et soyeux) et au Sénégal (lisse et frisé), tandis que Ouédraogo (2018) n'a observé qu'un seul type de plumage (lisse) au Burkina Faso. Le plumage dominant (lisse) des poules de notre zone d'étude serait sous le contrôle de l'allèle f^+ (f^+*f^+/f^+*f^+ : type sauvage).

La faible fréquence du type de plumage frisé (0,63% des effectifs) observée dans notre étude est en contradiction avec les résultats de Keambou et al. (2007) qui affirme que ce type de plumage a, généralement, une fréquence plus ou moins importante dans certains pays tropicaux. Ces auteurs signalent, en outre, qu'un tel phénotype permettait une meilleure adaptation aux conditions environnementales locales.

La répartition régulière « normale » des plumes dominante dans notre zone d'étude, ainsi que la faible proportion (moins de 1%) des types « huppé », les tarsi emplumés », les « joues emplumés » et le « cou nu » sont conformes aux résultats rapportés par Dao (2015) au Togo et Fotsa et al. (2007) au Cameroun, avec cependant des fréquences différentes tout en gardant la prédominance de la répartition régulière des plumes dans chacun de ces pays. Les poules de phénotype « huppé » seraient préférées au Cameroun pour leur grande performance reproductive (Keambou et al., 2007). Le gène cou nu (Na) a été décrit comme l'un des principaux gènes chez les poules qui a un effet sur la tolérance à la chaleur. En conditions chaudes, le phénotype « cou nu » est meilleur en production de viande et d'œufs que le phénotype normal (Coquerelle, 2000).

Des 5 couleurs de tarsi (blanche, grise, noire, jaune et noire-pigmentée) observées, les

tarsi de couleur blanche sont les plus dominants, rapprochant ainsi nos observations de celles de Keambou et al. (2007) et Youssao et al. (2010). Les tarsi de couleur jaune, observés en faible proportion, proviendraient de l'introduction des lignées commerciales dans les élevages traditionnels selon Loukou (2013). La couleur blanche des tarsi serait sous la dépendance de l'allèle W^*N ou W^+ (white : type sauvage) (Coquerelle, 2000). Les sujets de la zone agro-écologique sahélienne présentent uniquement des tarsi de couleur blanche et grise, toute chose qui soutient une faible introduction de lignées commerciales dans cette partie du Burkina.

La couleur de peaux des poules est majoritairement blanche (97,59%), suivi du jaune (2,03%). Ce résultat confirme ceux de la littérature (Keambou et al., 2007; Loukou, 2013; Dao, 2015 et Ouédraogo, 2018). Notons cependant que Mahammi et al. (2014) ont rapporté, dans leur article, la prédominance de la peau jaune en Algérie. La couleur noire de la peau, obtenue en faible proportion (0,38%) dans notre étude, a été rapportée par des auteurs européens tels que Coquerelle (2000). Cependant cette coloration n'a pas été signalée dans la littérature africaine (Keambou et al., 2007; Loukou, 2013; Dao, 2015 et Ouédraogo, 2018). Les 3 colorations de peau (blanche, jaune et noire) observées dans notre étude sont pilotées selon Coquerelle (2000) par l'allèle Id (inhibiteur des pigments du derme) pour la couleur blanche.

Les couleurs des oreillons rencontrées dans la zone d'étude sont de dominance blanche et rouge. Ce résultat confirme les observations rapportées par Coquerelle (2000) en France, Loukou (2013) en Côte d'Ivoire et Ouédraogo (2018) au Burkina Faso. Ces 2 colorations sont dues, selon Coquerelle (2000), essentiellement à la présence de bases puriques masquant la coloration rouge d'origine des oreillons et influencé par l'allèle w pour ce qui est de la coloration blanche. La couleur rouge s'exprimant, sans doute, lorsqu'il y a une faible présence de ces bases puriques. Les autres couleurs observées sont le rose gris, pigmenté blanc et pigmenté noir. Ces mêmes couleurs

sont observées par Mahammi (2015) en Algérie mais à des fréquences différentes.

La couleur rouge-orangé des yeux des poules, la plus fréquemment observée dans notre étude, suivie du brun-noir, correspondrait au type sauvage. Ces résultats confirment et complètent ceux rapportés par Loukou (2013), Mahammi (2015) et Ouédraogo (2018). De la description faite par Coquerelle (2000), les yeux de couleur rouge-orangé seraient sous le contrôle de l'allèle id^M en présence de l'allèle e^+ ou MI et br.

Les becs des poules observés sont majoritairement de forme courbée, suivis de ceux de forme droite dans la zone d'étude. Des observations similaires ont été faites par Mahammi (2015) en Algérie et par Ouédraogo (2018) dans 3 régions du Burkina Faso.

Les observations relatives au types et couleurs des crêtes dans la présente étude sont en accord avec les résultats rapportés, sur les poules locales, dans le Nord-est d'Algérie (Moula *et al.*, 2009) et dans d'autres pays africains (Benabdeljelil et Bordas, 2005 ; Keambou *et al.*, 2007). Ces auteurs rapportent, en effet, que la crête simple a tendance à être plus fréquente chez les poules locales de leurs zones d'études respectives.

Les poids adultes moyens des poules mâles (1,64 kg) et femelles (1,14 kg), enregistrés dans la zone d'étude, sont supérieurs à ceux des poules locales du Togo (1,54 kg et 1,09 kg), rapportés par Dao (2015). Les sujets mâles du Burkina Faso restent, néanmoins, plus légers que ceux de la Côte d'Ivoire (1,79 kg) (Loukou, 2013). Toute chose pouvant être expliquée par une introduction plus accentuée de races commerciales dans les élevages traditionnels en Côte d'Ivoire (Loukou, 2013). Les résultats de notre étude se rapprochent, par contre, de ceux enregistrés par Fosta *et al.* (2010) au Cameroun.

Les moyennes des mensurations sont plus faibles dans la zone agro-écologique sahéenne comparativement à celles enregistrées dans les 2 autres zones. Cet état de fait pourrait s'expliquer par une faible introduction de races commerciales dans cette partie du pays. Cela vient à juste titre justifier

la quasi-inexistence de poules à tarse jaunes (caractéristique de la présence de sang exotique) dans la zone sahéenne.

La possibilité de croisements non contrôlés entre les 2 populations (locale et exotique) ne peut être totalement exclue dans les zones agro-écologiques soudanienne et soudano-sahéenne au vu de l'existence de poules à tarse jaunes et de la prédominance de fermes avicoles modernes dans ces 2 zones. Des résultats similaires ont été rapportés par Youssao *et al.* (2010) au Bénin et Dao (2015) au Togo, avec les mêmes explications. Une étude moléculaire sur le niveau d'introgession pourrait mieux expliquer cette situation.

Le poids vif et les paramètres quantitatifs mesurés en fonction du sexe montrent que les mâles sont significativement plus lourds que les femelles. De même que les autres mensurations considérées confirment le dimorphisme sexuel avec des valeurs plus élevées chez le mâle que chez la femelle. Ce dimorphisme sexuel, qui est aussi observé dans les travaux de Benabdeljelil et Bordas (2005), Keambou *et al.* (2007), Loukou (2013) ainsi que Dao (2015), est dû à une croissance plus rapide chez les mâles par rapport aux femelles chez les volailles. Ceci suggère qu'un programme de sélection sur les caractères de croissance serait plus avantageux avec les mâles qu'avec les femelles (Keambou *et al.* 2007).

La longueur du tarse chez les poules mâles (6,21 cm) enregistrée dans cette étude est similaire à celle rapportée par Loukou (2013) en Côte d'Ivoire qui est de 6,29 cm. Par contre, les mensurations de ce paramètre indiquent que les poules locales du Burkina Faso sont courtes sur pattes comparativement à celles de la zone de l'Atakora, au Togo (Dao, 2015) et de la zone forestière du Cameroun (Fotsa, 2007) qui sont respectivement de 9,88 cm et 9,1 cm.

La longueur moyenne des barbillons chez les poules mâles (3,72 cm) est significativement supérieure à celle des femelles (1,18 cm). Ce résultat se rapproche de ceux rapportés par Loukou (2013) et permet de différencier la population des poules locales du Burkina Faso d'une race locale de type

méditerranéen comme la Black Maltese, où les barbillons sont beaucoup plus développés pour chaque sexe. Les différences de longueur de barbillons sont susceptibles de refléter l'adaptation climatique, car le barbillon est une zone d'échanges de chaleur importante qui joue un rôle dans la thermorégulation.

En se basant sur l'ACP intégrant les paramètres quantitatifs et qualitatifs dans la présente étude l'on pourrait conclure que les poules locales de la zone d'étude appartiennent à 2 sous-populations qui s'entrecroisent dans les 3 zones agro-écologiques pour l'une d'entre elle (poule légère et de petit gabarit). Par contre, la 2^{ème} sous-population (poule lourde et de grand gabarit) n'est quasiment rencontrée que dans les zones agro-écologiques soudano-sahélienne et soudanienne. De telles observations ont été faites par Mahammi (2015) sur les poules locales en Algérie et Traoré (2018) sur les pintades locales au Burkina Faso. En effet, ces auteurs expliqueraient ces résultats par des facteurs autres que la géographie. Mahammi (2015) a fait référence à des facteurs tels que des flux migratoires et l'absence de notion de race chez l'éleveur de ces régions, pouvant influencer la structure de la population des poules locales.

En effet, comme observé chez les zébus peulhs du Burkina Faso dont le flux migratoire s'est fait de la zone agro-écologique sahéenne vers celle soudanienne, en passant par la zone soudano-sahélienne (FAO, 2012), ce même phénomène semblerait se produire au niveau de la volaille locale et cela suivant, sans doute, le mouvement saisonnier des pasteurs à la recherche de meilleurs pâturages (descente des pasteurs vers les terres cultivables). Depuis, un certain nombre d'année, il est rapporté par la FAO (2012) que les activités de transhumance se feraient de plus en plus sans retour (tendance à la sédentarisation des pasteurs et à la diversification de leur économie domestique). Même si ces analyses devront être approfondies avec l'apport d'informations supplémentaires par le biais de la caractérisation moléculaire, notons néanmoins que ce résultat diffère de celui rapporté par Dao

(2015) au Togo qui a conclu à la possible existence de 3 sous-populations dans son pays.

Conclusion

La caractérisation morpho-biométrique faite dans cette étude a montré qu'il y a une grande variabilité phénotypique attribuable à des gènes visibles. Cette diversité est observable dans la coloration du plumage, des tarsi, de la peau, des oreillons et des yeux des poules, avec néanmoins le blanc et l'herminé qui sont dominants pour ce qui est du plumage ; le blanc et le gris pour ce qui est des tarsi, ainsi que le rouge-orangé pour les yeux. Cette diversité génétique est également marquée par la présence, même à faible proportion, de certaines mutations (Cou nu, plumage huppe, plumage frisé, plumage soyeux, tarsi emplumés...). Un dimorphisme sexuel a été observé, notamment pour le poids et les mesures effectuées ; et cela pourrait être mis à profit par les éleveurs pour la sélection précoce des mâles dans la production de viande. Les résultats obtenus, à travers l'analyse des paramètres quantitatifs, montrent que les poules locales de la zone d'étude appartiennent à 2 sous-populations qui s'entrecroisent dans les 3 zones agro-écologiques pour l'une d'entre elle (poule légère et de petit gabarit). Par contre, la 2^{ème} sous-population (poule lourde et de grand gabarit) n'est quasiment rencontrée que dans les zones agro-écologiques soudano-sahélienne et soudanienne.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts concernant le présent article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

La phase de conception et de formulation du thème de recherche a été faite par SP, JS et AT. La phase de collecte des données a été assurée par SP, RWO et SB. La phase d'analyse des données a été assurée par SP, ASRT, FGT, MS et AT. La phase de rédaction a été assurée par SP et AT. La phase de correction a été assurée par AT, HHT et JS.

REMERCIEMENTS

Les travaux ont été menés avec le soutien technique du Laboratoire de Biologie et de Santé Animale (LaBioSA) de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso et du Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Génétique (LABIOGENE) de l'Université Joseph KIZERBO (UJKZ) de Ouagadougou. Les auteurs remercient l'ensemble des services techniques des sites de collecte et les éleveurs impliqués dans ce travail.

REFERENCES

- Abdou H, Laouali A, Assoumane BR. 2020. Conduite de l'élevage au sol des poules pondeuses : cas des fermes avicoles de Niamey et Tillabéri en République du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(3): 848-858. DOI: 10.4314/ijbcs.v14i3.16
- Akounago F, Mouangou F, Ganongo G. 2004. Phénotypes et performances d'élevage chez des populations locales de volailles du genre *Gallus gallus domesticus* au Congo Brazzaville. *Cahiers d'Etudes et de Recherche Francophones/Agricultures*, **13**(3): 257-262. DOI: <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30444>.
- Benabdeljelil K, Bordas A. 2005. Prise en compte des préférences des éleveurs pour la caractérisation des populations locales de poulets au Maroc. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo 30, 559p.
- Bessadok A, Khochlf I, El Gazzah M. 2003. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicultura*, **21**(4): 167-172. DOI: <http://www.tropicultura.org/text/v21n4/167.pdf>.
- Boujenane I, Petit D. 2016. Between- and within-breed morphological variability in Moroccan sheep breeds. *Animal Genetic Resources*, **58**: 91-100. DOI: <https://doi.org/10.1017/S2078633616000059>
- Coquerelle G. 2000. *Les Poules : Diversités Génétiques Visibles*. Edited by INERA : Nancy, France.
- Dao B. 2015. Caractérisation phénotypique et moléculaire des populations des poules du Togo. Rapport technique, ITRA/MAEH. Togo, 73p.
- Delgado JV, Barba C, Camacho ME, Sereno FTPS, Martinez A, Vega-Pla JL. 2001. Livestock characterisation in Spain. *AGRI*, **29**: 7-18. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1014233900005162>.
- FAO 2012. La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest : Proposition de plan d'action. Rapport d'étude. 146p.
- FAO. 2013. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales, Directives FAO sur la production et la sante animales. Rome, Italie. 153p.
- Fotsa JC, Poné KD. 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon, Cameroon. 590p.
- Fotsa JC, Rognon X, Tixier-Boichard M, Ngou Ngoupayou JD, Poné KD, Manjeli Y, Bordas A. 2007. Exploitation de la poule locale en zone de forêt humide du Cameroun. *Bulletin de Santé et Production Animale en Afrique*, **55**: 59-73. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/bahpa/article/view/32790>.
- Fotsa JC, Rognon X, Tixier-Boichard M, Coquerelle G, Poné KD, Ngou Ngoupayou JD, Manjeli Y, Bordas A. 2010. Caractérisation phénotypique des populations de poules locales (*Gallus Gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Animal Genetic Resources*, **46**: 49-59. DOI: 10.1017/S207863361000069X.
- Keambou TC, Manjeli Y, Tchoumboué J, Téguia A, Iroumé RN. 2007. Caractérisation morphobiométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'Ouest Cameroun. *Livestock Research for Rural Development*, **19**(8). DOI :

- <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/keam19107.htm>.
- Khan JA, Akhtar S, Al-Zaidi AM, Singh AK, Briddon RW. 2013. Genetic diversity and distribution of a distinct strain of *Chili leaf curl virus* and associated betasatellite infecting tomato and pepper in Oman. *Virus research*, **177** (1) : 87-89. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.08.015>.
- Loukou NE. 2013. Caractérisation phénotypique et moléculaire des poulets locaux (*Gallus gallus domesticus* Linné, 1758) de deux zones agro-écologiques de la Côte-d'Ivoire. Thèse, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte-d'Ivoire, 205p. DOI: 10.13140/2.1.1686.5281.
- Mahammi FZ, Gaouar SBS, Tabet-Aoul NT, Tixier-Boichard M, Saïdi Mehtar N. 2014. Caractéristiques morpho-biométriques et systèmes d'élevage des poules locales en Algérie occidentale (Oranie). *Cahier Agriculture*, **23**(6) : 382-392. DOI : 10.1684/agr.2014.0722.
- Mahammi FZ. 2015. Caractérisation phénotypique et moléculaire des populations de poule locale (*Gallus gallus-domesticus*). Thesis, USTO, Oran, Algérie. 180p.
- Mebanga SA, Gapelbe SA, Mingoas JP. 2020. Effets du chaponnage sur les performances zootechniques du poulet local dans la ville de Ngaoundéré au Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(3): 788-799. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.12>
- Missohou A, Ndeledeje PN, Talaki E. 2002. Rural poultry production and productivity in Southern Senegal. *Livest. Res. Rural Dev.*, **14**. URL : <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/2/mis142.htm>.
- Moula N, Antoine-Moussiaux N, Farnir F, Detilleux J, Leroy P. 2009. Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction: la poule Kabyle (*Thayazit lekvayel*). *Annales de Médecine Vétérinaire*, **153** : 178-186. DOI : <http://hdl.handle.net/2268/94266>.
- MRA (Ministère Des Ressources Animales). 2010. Tableau de bord du secteur de l'élevage au Burkina Faso, Direction des Statistiques Animales, Burkina Faso.151p.
- MRAH/DGESS 2018. Annuaire statistique 2016 du Ministère des Ressources Animales et Halieutiques 31_02_2019', Burkina Faso. 175p.
- Ndumu DB, Baumung R, Wurzinger M, Drucker AG, Okeyo AM, Semambo D, So Ikner J. 2008. Performance and fitness traits versus phenotypic appearance in the African Ankole Longhorn cattle: a novel approach to identify selection criteria for indigenous breeds. *J. Livest. Sci.*, **113** : 234-242. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.04.004.
- Ouédraogo WR. 2018. Caractérisation socio-économique, phénotypique et zootechnique de la poule locale du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR / IFRA) de Katibougou. 57p.
- Qu L, Ning Y, Xianyao L, Guigang X, Juanwei C, Hongjie Y, Longchao S, Guiquin W, Zhuocheng H, Guiyun X. 2004. Genetic diversity of 78 chinese chicken breeds bases on microsatellite analys. 22e Congrès mondial d'aviculture. Du 8 au 13 juin 2004. Istanbul, Turquie. Session G7 « Evaluation and conservation of poultry genetic resources ».
- Traoré A, Koudandé DO, Fernández I, Soudré A, Álvarez I, Diarra S, Diarra F, Kaboré, A, Sanou M, Tamboura HH, Goyache F. 2016. Multivariate characterization of morphological traits in West African cattle sires. *Archives of Animal Breeding*, **59** : 337-344. DOI:10.5194/aab-59-337-2016.
- Traoré GF. 2018. Caractérisations socio-économique et génétique des populations de pintades (*Numida meleagris*) locales du Burkina Faso. Thèse en physiologie animale et génétique animale. Université de Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO. Burkina Faso, 102p.

- Van Marle-Köster E, Hefer CA, Nel LH. 2001. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Animal Genetic Resource Information*, **29**: 71-78.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1014233900001425>.
- Weimann C, El Tayeb N, Brandt IA, Yousif S, Abdel Hamid MM, Erhardt G. 2016. Genetic diversity of domesticated and wild Sudanese Guinea fowl (*Numida melangris*) based on microsatellite markers. *Archiv. Anim. Breed.*, **59**: 59-64.
DOI:10.5194/aab-59-59-2016.
- Yapi-Gnaore CV, Loukou NE, N'Guetta ASP, Kayang B, Rognon X, Tixier-Boichard M, Coulibaly Y, Youssao I. 2010. Diversité et morpho-biométrie des poulets locaux (*Gallus gallus*) de deux zones agro écologiques de Côte d'Ivoire. *Cahiers d'Agriculture*, **19**(6): 439-445.
DOI: 10.1684/agr.2010.0436.
- Yahaya ZI, Dayo GK, Maman M, Issa M, Marichatou H. 2019. Caractérisation morphobiométrique du zébu Djelli du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(2): 727-744.
DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.13>
- Youssao I, Tobada P, Koutinhouin B, Dahouda M, Idrissou N, Bonou G, Tougan U, Ahounou S, Yapi-Gnaoré CV, Kayang B. 2010. Phenotypic characterisation and molecular polymorphism of indigenous poultry populations of the species *Gallus gallus* of Savannah and Forest ecotypes of Benin. *African Journal of Biotechnology*, **9**(3): 369-381. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB09.1220>.
- Zaman MA, Sørensen P, Howlinder MAR. 2004. Egg production performances of a breed and three crossbreeds under semi-scavenging system of management. *Livestock Research for Rural Development*, **16**(8). DOI: <http://www.lrrd.org/lrrd16/8/zama16060.htm>.