

Caractérisation phénotypique des populations de poules locales (*Gallus Gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

J.C. Fotsa¹, X. Rognon², M. Tixier-Boichard², G. Coquerelle², D. Poné Kamdem³,
J.D. Ngou Ngoupayou¹, Y. Manjeli⁴ and A. Bordas²

¹*Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 2123 Yaoundé, Cameroun;* ²*UMR INRA/AgroParisTech Génétique et Diversité Animales, Bâtiment 211, 78352 Jouy-en-Josas Cedex France;* ³*Station Spécialisée de Recherche Agricole de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun;* ⁴*Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun*

Résumé

La caractérisation phénotypique des populations de poules locales a été réalisée dans la zone forestière humide. Un sous-ensemble de 48 villages répartis dans 16 départements des Provinces du Centre, Sud et Est a été déterminé avec les Agents Vulgarisateurs de Zones (AVZ), à partir duquel 751 sujets adultes ont été échantillonnés, mesurés et photographiés. Les oiseaux du Sud et de l'Est ont des poids similaires voisins de 1 400 g chez les mâles et de 1 160 g chez les femelles, contre 1 665 g et 1 259 g pour les poids respectifs des coqs et des poules du Centre, par ailleurs plus hauts sur pattes. La ponte annuelle déclarée est de 54 œufs au Sud contre 51 au Centre et 49 à l'Est tandis que le taux d'éclosion est généralement supérieur à 80%.

La diversité morphologique est caractérisée par la présence, à faible fréquence (1 à 10%), d'un assez grand nombre de mutations (tarse emplumé, huppe, cou nu, barbe et favoris, frisé, nanisme). En revanche, la mutation « peau jaune » est présente avec une fréquence importante (50 à 60%). La coloration du plumage est très variable, avec une fréquence plus élevée des couleurs noire étendue (locus *E*) et argentée (locus *S*).

Mots-clés: *Cameroun, poules locales, performances, phanérotique, forêt humide*

Summary

Phenotypic characterisation of local chicken populations was undertaken in the humid forest zone. Out of 48 village's subsets sampled by Zonal Extension Agents (AVZ) in the 16 divisions of the Centre, South and East provinces, 751 adult chickens were examined, measured and individual pictures were taken.

Birds from the South and East provinces were similar in body weight at around 1 400 g for males and 1 160 g for females versus 1 665 g and 1 259 g for male and female birds from the Centre, the latter being heavier and larger in size than their counterparts from South and East. Annual egg production calculated from farmers' declarations was higher for birds in South with 54 eggs versus 51 and 49 in Centre and East provinces respectively, while hatchability was generally above 80%.

Morphological diversity was characterized by a low frequency (1–10%) for a rather large number of mutations (feathered shanks, crest, naked neck, muffs and beard, frizzing, dwarfism). In contrast, the 'yellow skin' mutation was present with a high frequency (50–60%). Feather colour was very variable with a high frequency of widespread black (*E* locus) and silver (*S* locus) colours.

Keywords: *Cameroon, local chicken, performances, phaneroptic, humid forest*

Resumen

La caracterización fenotípica de poblaciones locales de gallinas fue llevada a cabo en una zona de bosque húmedo. Se partió de una muestra de 48 subgrupos existentes en pueblos repartidos en 16 departamentos de las provincias del Centro, Sur y Este, donde 751 gallinas adultas fueron muestreadas, medidas y fotografiadas individualmente. Las aves de las provincias del Sur y del Este fueron similares con respecto al peso corporal, alrededor de 1.400 gr. para los machos y 1.160 gr. para las hembras, frente a 1.665 gr. y 1.259 gr. para los machos y las hembras del Centro, estos últimos siendo mayores y de más peso que sus homólogos del Sur y del Este. La producción anual de huevos se calculó en base a la declaración de los criadores, siendo superior para las aves del Sur con 54 huevos, frente a 51 y 49 en las provincias del Centro y Sur, respectivamente; mientras que la capacidad para incubar fue generalmente superior al 80%. La diversidad morfológica estuvo caracterizada por una frecuencia baja (1–10%) para un alto número de mutaciones (tarse emplumado, cresta, cuello desnudo, mechones, barbilla, encrespamiento, enanismo). Por otro lado, la mutación relativa a

la “piel amarilla” estuvo presente con una mayor frecuencia (50–60%). El color del plumaje fue muy variable con una alta frecuencia para el negro extendido (E locus) y el color plata (S locus).

Palabras clave: Camerún, gallinas locales, rendimientos, faneróptica, bosque húmedo

Soumis: 23 L'avril 2007; admis: 11 Le novembre 2008

Introduction

Les volailles locales représentent une activité primordiale en zone rurale pour l'obtention d'un revenu à travers la vente d'œufs et d'oiseaux. Au Cameroun, les populations de poules locales, de faible productivité, représentent 70% du cheptel avicole. Les souches sélectionnées de poulet constituent 24% du cheptel avicole, alors que les autres espèces de volailles représentent 6% (Fotsa *et al.*, 2007a). L'effectif des populations de poules locales est passé de 13 millions en 1990 à plus de 35 millions en 2001 (Ngou Ngoupayou, 1990; INS-Cameroun, 2001). D'après Ngou Ngoupayou (1990) et Agbédé *et al.* (1995), le cheptel national avicole local est tenu par les petites exploitations rurales ayant chacune un effectif moyen de 10 à 13 poulets. La production de la population de poules locales correspond à environ 50% des produits avicoles du pays (Poné, 1998; Telegu Ngandeu et Ngatchou, 2006), la consommation annuelle totale par habitant représentant 1,8 kg à 3,6 kg de viande et 20 œufs. La poule locale joue un rôle important sur la vie socioculturelle pour des cérémonies de mariage, le rejet de la malédiction, la pharmacopée traditionnelle et le maintien de la cohésion sociale au sein des communautés traditionnelles à travers des dons et la réception des visiteurs de marque (Guèye, 1998; Fotsa *et al.*, 2007c). L'élevage de la poule locale demande très peu d'investissement et est une activité économique pour environ 1,6 millions de familles rurales de huit personnes (Poné, 1998). Malgré son importance numérique, la caractérisation phénotypique et génétique de cette population avicole traditionnelle n'a pas été faite de manière systématique dans les différentes zones agroécologiques. Cette étude a pour objectif d'approfondir la connaissance de la diversité génétique des poules locales dans la zone de forêt dense. A plus long terme, cette connaissance devrait contribuer à la lutte contre la pauvreté grâce à une gestion et une valorisation appropriées des ressources génétiques avicoles présentes (Fotsa *et al.*, 2007b).

Matériels et méthodes

Caractéristiques de la zone d'étude

Le périmètre géographique étudié est une zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale (Ambassa-Kiki, 2000) qui couvre les Provinces du Centre, du Sud et de l'Est et représente 47% du territoire national. Elle s'étend sur la majeure partie du plateau sud camerounais entre 500 et 1 000 m d'altitude (Figure 1). Deux saisons de

pluies intercalent les deux saisons sèches dont la première va de mi-juin à août et la deuxième de mi-novembre à mi-mars. La température moyenne est de 23 °C. En saison des pluies, elle varie de 18 à 28 °C et de 16 à 31 °C en saison sèche. L'humidité relative est comprise entre 80 à 85% d'avril à novembre et de 70 à 80% pour le reste de l'année. Cette forte humidité relative est génératrice de rosée pendant les saisons sèches. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1 600 mm avec les valeurs extrêmes allant de 1 500 à 2 000 mm. Les systèmes d'élevage les plus répandus sont les élevages traditionnels avicoles, ovins, caprins, et porcins. Cependant autour de Yaoundé, la capitale, les élevages semi-intensifs et intensifs se développent.

Dispositions générales

De décembre 2003 à Mars 2004, une enquête a été menée dans 16 départements des Provinces du Centre (sauf le Mfoundi qui est la ville de Yaoundé) du Sud (sauf l'Océan qui est dans la zone monomodale) et de l'Est. A l'intérieur de chaque département, 3 villages ont été choisis par les Agents Vulgarisateurs de Zones (AVZ) sur les critères suivants: éloignement suffisant pour limiter les échanges d'animaux, présence d'élevages familiaux de taille suffisante. Deux éleveurs par village ayant chacun au moment de l'enquête un effectif d'au moins sept sujets adultes en âge de se reproduire ont été choisis par les AVZ et interviewés par le même enquêteur suivant un questionnaire rédigé en français et traduit oralement en langue locale si nécessaire. Les femmes ont été interviewées en présence de leur époux. Les informations recherchées portaient d'une part sur le contexte socioéconomique (Fotsa *et al.*, 2007c) et d'autre part sur l'élevage des poules avec relevé des performances de production et de reproduction. L'entretien se terminait par la visite des abris utilisés (Figure 2), la pesée, la description et la photographie individuelle des oiseaux, qui avaient été rassemblés par l'éleveur en prévision de la visite de l'enquêteur. Sur un effectif total de 751 sujets décrits, 94 coqs et 333 poules provenaient de la Province du Centre, 42 coqs et 92 poules du Sud et 49 mâles et 141 femelles de l'Est. Toutes les mesures descriptives et quantitatives ont été prises par le même enquêteur.

Mesures

Chaque sujet a fait l'objet d'une description directe portant sur les caractères phénotypiques notamment la couleur du barbillon, du lobe auriculaire, de la peau, du tarse et des

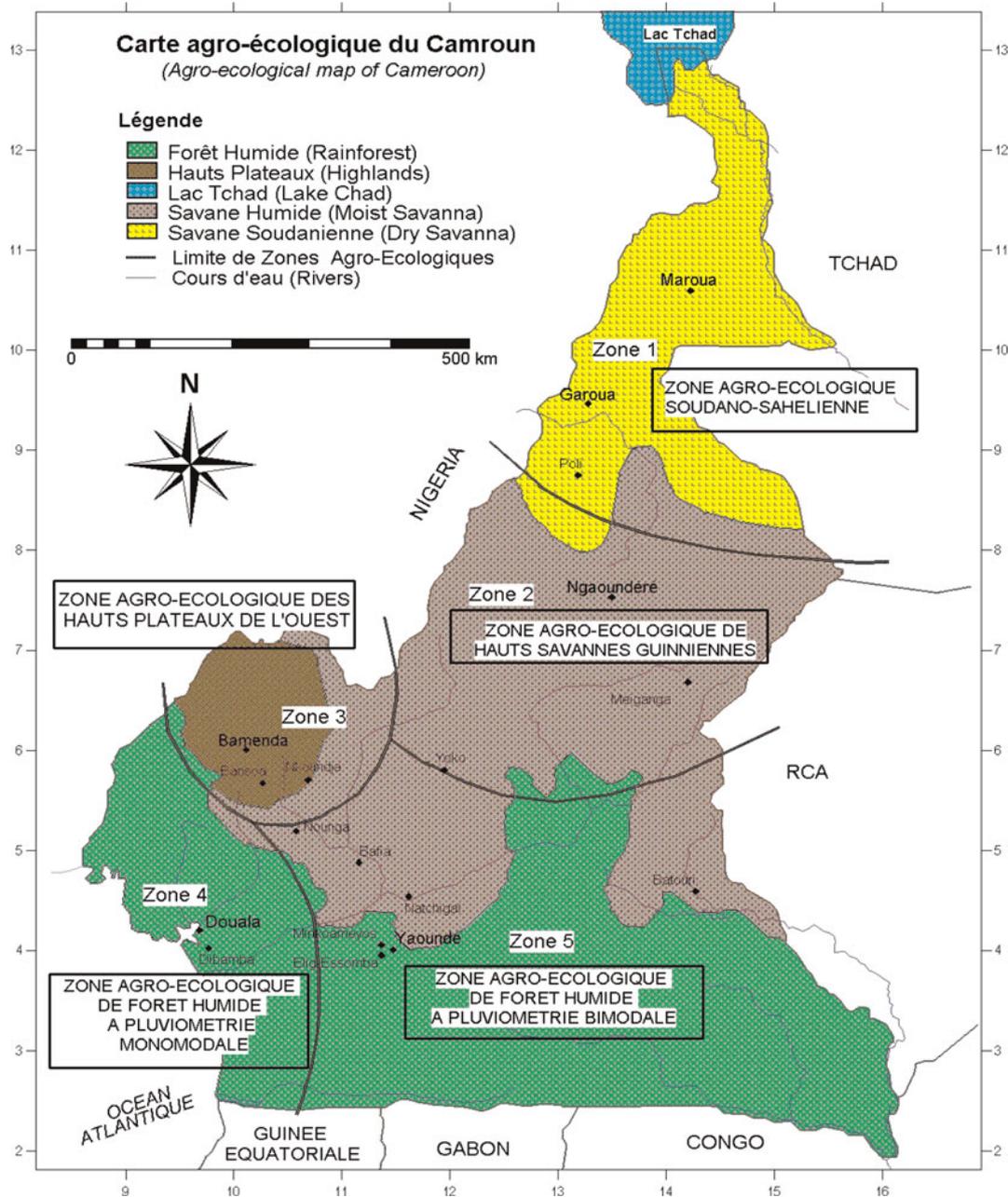


Figure 1. Présentation de la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun (Source: Ambassa-Kiki, 2000).

yeux selon la nomenclature décrite par Coquerelle (2000). Chaque oiseau était photographié afin de réaliser la description précise du plumage en cohérence avec les travaux de Somes (1990), Smyth (1990) et Coquerelle (2000). Sur les 751 animaux observés, 455 ont une photographie interprétable.

Les pesées des œufs par lot de 5 à 10 œufs ainsi que les poids des animaux et les mesures du tarse et des appendices étaient effectuées respectivement avec un peson de 5 kg, un pied à coulisse en fibre de verre à cadran au 1/10 de 15 cm, et une règle graduée. Le nombre d'œufs et les performances de reproduction étaient obtenus à partir des déclarations des éleveurs.

Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques descriptives (fréquence moyenne, écart-type) concernant les données qualitatives, comme la couleur de la coquille, ont été faites avec le logiciel SPSS/PC (1996).

Les coefficients de variation ont été calculés par sexe et par province, par le rapport de l'écart type phénotypique à la moyenne phénotypique.

Les données quantitatives (poids corporel, longueur du tarse, diamètre du tarse et longueur du barbillon) ont été soumises à l'analyse de variance portant sur les facteurs Province et sexe à l'aide de la procédure GLM du logiciel



Figure 2. Poulailleur de poules traditionnelles dans le Mbam et Kim (Province du Centre).

SAS (2001). Le modèle est ci-dessous décrit:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Province}_i + \text{Sexe}_j + (\text{Province} * \text{Sexe})_{ij} + \varepsilon_{ijk}.$$

μ = moyenne générale de la population

P_i = effets dus aux Provinces (Centre, Sud et Est)

S_j = effets dus au sexe (mâle et femelle)

PS_{ij} = effets de l'interaction de premier ordre (Province * Sexe)

ε_{ijk} = erreur résiduelle de variance σ^2 et de moyenne nulle

La comparaison des moyennes a été faite par un test t appliqué à chaque paire de moyennes des moindres carrés selon l'option PDIF de la procédure GLM.

Les données recueillies sur déclaration n'ont pas été soumises à l'analyse de variance, en raison de l'importance des facteurs de variation non identifiables.

Les fréquences alléliques de quelques mutations selon qu'elles étaient autosomales ou liées au sexe ont été calculées d'après les formules décrites par Minvielle (1990) en supposant ces populations en équilibre de Hardy-Weinberg. Pour les gènes de coloration, les fréquences phénotypiques ont été comparées par le test de Khi-deux d'homogénéité entre provinces.

Résultats

Performances zootechniques

Poids et mesures corporelles. Sur l'ensemble des provinces étudiées, le poids moyen des coqs est de 1 535 g avec un écart-type de 403 g et celui des poules est de 1 220 g avec un écart-type de 258 g. Le coefficient de variation du poids adulte est plus élevé chez les mâles des provinces du Centre et de l'Est (26 à 27%), mais il est nettement plus faible (12,5%) chez les mâles de la province du Sud. Chez les femelles, le coefficient de variation du poids varie de 14% dans la province du Sud, à 18% dans la province de l'Est et 22% dans la province du Centre. La longueur du tarse montre un coefficient de variation plus faible, de 6% à 10% selon le sexe et la province, et le diamètre du tarse montre un coefficient de variation assez modéré chez les femelles (9% à 11%) et un peu plus élevé chez les coqs (9,5% à 18%). L'analyse de variance ressort un effet très significatif de la province et du sexe pour tous les caractères étudiés, avec une interaction significative entre sexe et province pour tous les caractères sauf le diamètre du tarse (Tableau 1). Les

Tableau 1. Résultats d'analyse de variance pour les poids corporels et les mesures anatomiques: moyennes des moindres carrés avec leur erreur standard par sexe et par province des poules traditionnelles de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Paramètre	Centre		Sud		Est		Test statistique		
	M ± ES	n	M ± ES	n	M ± ES	n	Province (P)	Sexe (S)	P*S
<i>Poids corporel</i>							***	***	**
Mâle	1665 ± 30 ^a	94	1376 ± 45 ^b	42	1422 ± 42 ^b	49			
Femelle	1259 ± 16 ^a	333	1169 ± 30 ^b	92	1162 ± 25 ^b	141			
Dimorphisme sexuel* (%)	24,4		15,0		18,3				
<i>Longueur de tarse</i>							***	***	***
Mâle	11,35 ± 1,16 ^a	94	10,66 ± 0,11 ^b	42	10,79 ± 0,16 ^b	49			
Femelle	9,21 ± 0,05 ^a	333	9,25 ± 0,09 ^a	92	9,35 ± 0,08 ^a	141			
Dimorphisme sexuel (%)	18,9		13,2		13,3				
<i>Diamètre du tarse</i>							***	***	NS
Mâle	1,31 ± 0,02 ^a	94	1,21 ± 0,02 ^b	42	1,29 ± 0,03 ^a	49			
Femelle	1,12 ± 0,01 ^a	333	1,07 ± 0,01 ^b	92	1,09 ± 0,01 ^b	141			
Dimorphisme sexuel (%)	14,5		11,6		15,5				
<i>Longueur du barbillon</i>							***	***	***
Mâle	3,80 ± 0,10 ^a	94	2,56 ± 0,22 ^c	42	3,36 ± 0,21 ^b	49			
Femelle	1,02 ± 0,03 ^a	333	0,85 ± 0,05 ^a	92	0,95 ± 0,04 ^a	141			
Dimorphisme sexuel (%)	73,2		66,8		71,7				

*** P < 0,001; ** P < 0,01; * P < 0,05; NS P > 0,05; M ± E S: Moyenne ± Erreur Standard.

*: le dimorphisme sexuel est calculé par le rapport de l'écart entre les moyennes par sexe à la moyenne des femelles.

^{a, b}: pour le même paramètre et pour le même sexe, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement (P > 0,05).

résultats montrent que les animaux du Centre sont plus lourds que ceux de l'Est et du Sud qui ne diffèrent pas entre eux, quelque soit le sexe. Les longueurs de tarse ne diffèrent pas significativement entre provinces chez les femelles alors que les mâles de la province du Centre ont des tarses plus longs que ceux des provinces du Sud et de l'Est. En revanche, il y a un effet de la province sur le diamètre du tarse chez les femelles comme chez les mâles. Les longueurs de barbillons chez les femelles sont très faibles et ne diffèrent pas entre Provinces alors que, chez les mâles, il y a des différences hautement significatives entre provinces d'où l'interaction *Province*Sexe* observée. Le dimorphisme sexuel, défini par l'écart entre sexes rapporté à la moyenne des mâles, est plus grand chez les animaux du Centre pour le poids et la longueur du tarse mais pas pour le diamètre du tarse ni pour la longueur des barbillons (Tableau 1).

Ponte et caractéristiques des œufs. Les productions annuelles par femelle annoncées par les éleveurs sont de 51 œufs au Centre, 54 œufs au Sud et 49 œufs à l'Est réparties en moyenne sur 4 couvées soit environ 13 œufs par couvée dans toute la zone forestière (Tableau 2). Les œufs produits sont utilisés pour la reproduction à 79,1%. Le taux moyen d'éclosion à partir des chiffres annoncés est de 79,7% au Centre, 83,3% au Sud et 89,9% à l'Est. Par poule, le nombre moyen de poussins élevés annuellement est de 19. Le poids moyen des œufs mesurés chez 60 éleveurs parmi les 96 visités est d'environ 44 grammes et ne diffère pas en fonction de la Province. Il n'existe que deux modalités pour la couleur de la coquille : elle est le plus souvent blanc crème et plus rarement brune. Le taux d'œufs bruns est plus élevé dans la province Sud.

Tableau 2. Performances de ponte et de reproduction des poules locales de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale.

Paramètre	Provinces		
	Centre	Sud	Est
<i>Données mesurées</i>			
Poids moyen des œufs (g)	44,0 ± 0,9 ^a	43,5 ± 0,5 ^a	43,2 ± 1,4 ^a
Couleur blanc crème de l'œuf (%)	97,9 ^a	89,5 ^b	100 ^a
Texture mate de la coquille (%)	95,5 ^b	100 ^a	100 ^a
<i>Données déclarées</i>			
Nombre d'œufs / femelle / an	50,9 ± 2,3	54,0 ± 3,9	49,3 ± 2,3
Nombre d'éclosions / femelle / an	3,87 ± 0,17	4	4
Nombre d'œufs incubés par femelle par an	38,4 ± 2,4	44,0 ± 2,6	39,5 ± 1,1
Nombre de poussins éclos / femelle / an	30,6 ± 1,8	36,7 ± 2,3	35,5 ± 0,8
Nombre de poussins élevés / femelle / an	18,2 ± 2,4	19,0 ± 2,1	20,0 ± 1,0
Taux d'éclosion (%)	80	83	90

* ^{a,b}: Pour la même variable, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$).

La texture des œufs est mate à 100% au Sud et à l'Est tandis qu'au Centre, certains œufs ont une texture brillante (4,6%).

Description phénotypique

La description phénotypique ainsi que l'interprétation génétique des caractères de coloration et de morphologie observés chez les poules locales sont consignées dans les tableaux 3 et 4. Pour chaque caractère observé, on indique d'abord la fréquence du phénotype sauvage, puis les variations observées sont présentées avec le nom du locus contrôlant cette variation. On observe ainsi des couleurs variées pour le tarse. Les sujets ayant de la mélanine dans le derme (locus *ID*) représentent 12,3% de la population totale. Il peut s'agir d'animaux à patte grise représentant le type sauvage (1,2%) ou à patte verte (10,8%), dans ce cas le locus *W* 'peau jaune' est également impliqué. Les pourcentages d'animaux à patte blanche (37,4%) ou jaune (33,8%) sont assez importants et la couleur noire du tarse est observée pour 17% de la population. La fréquence des animaux à tarse jaune apparaît plus faible que celle des animaux à peau jaune car il est possible que la présence de la mutation 'peau jaune' (locus *W*) soit mal détectée chez les animaux ayant des tarses noirs et porteurs de mutations eumélaniques aux locus *E* (extension du noir) et *ML* (mélanotique). L'examen visuel de la peau du corps a permis d'identifier des animaux à peau blanche ou à peau jaune en proportions égales dans la Province du Centre, mais les Provinces du Sud et de l'Est montrent une plus forte proportion d'oiseaux à peau jaune respectivement dans 66,4% et 69% de cas. Dans l'ensemble des provinces, la couleur rouge orangé des yeux est prédominante à 93% contre des proportions identiques de 3,5% pour les couleurs brun noir ou jaune. Les crêtes observées sont de type simple à 98%, le restant se partage entre les crêtes de type rosacé (locus *R*) et pois (locus *P*). Il est observé toutefois chez certaines poules, l'absence de crêtes avec quelques protubérances et la présence de la crête double (locus *D*) chez un certain nombre de coqs.

Par ailleurs, on trouve des phénotypes (Figures 3 à 5) 'tarses emplumés' (locus *PTI*), 'huppé' (locus *CR*) et 'cou nu' (locus *NA*) dans la province du Centre avec des fréquences de l'ordre de 9 à 12% pour l'ensemble des deux sexes (Tableau 4). Le phénotype 'huppé' est également présent dans la province de l'Est mais il est rare dans la province du Sud. Les phénotypes 'tarses emplumés' et 'cou nu' sont bien plus rares dans les provinces du Sud et de l'Est que dans celle du Centre et correspondent à des fréquences alléliques très faibles.

D'autres phénotypes tels que 'barbe et favoris' (locus *MB*) 'nanisme' (locus *DW*) et 'frisé' (locus *F*) sont observés à l'Est avec des fréquences phénotypiques faibles (Figures 4 et 7), le phénotype frisé a été trouvé à une très faible fréquence dans la Province du Centre. Les fréquences

Tableau 3. Examen des poules locales par phénotypes impliquant plusieurs locus dans la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Caractères	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)	Principaux locus impliqués dans la différence par rapport au type sauvage
<i>Couleur du tarse</i>				
Grise	0,7	2,24	1,58	Type sauvage
Blanche	44,73	30,60	25,80	ID
Jaune	31,38	35,82	37,89	ID W
Noire	18,27	14,18	15,26	MI E
Verte	04,92	17,16	19,47	W
<i>Couleur de la peau</i>				
Jaune	49,18	66,42	68,95	ID W
Blanche	50,82	33,58	31,05	ID
<i>Couleur des yeux</i>				
Rouge orange	96,96	88,81	87,37	Type sauvage
Brun noir	2,34	5,22	4,74	BR
Jaune	0,708	5,97	7,89	Non défini
<i>Type de crête</i>				
Simple	98,14	97,01	98,42	Type sauvage
Rosacée	0,70	1,49	0,53	R
Rosacée hérissée	0,70			R HE
Noix	0,23	0,75		R P
Pois	-	0,75		P
Crête double	0,23		1,05	D

Tableau 4. Fréquences phénotypiques et alléliques¹ des gènes à effets visibles examinés lors de l'enquête dans la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Phénotype	Centre		Sud		Est	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Effectif	94	333	42	92	49	141
Emplumement du tarse 'PTI'	11,70 (5,85)	8,11 (4,05)		1,09 (0,55)	4,08 (2,04)	2,13 (1,06)
Huppe 'CR'	3,19 (1,6)	15,02 (7,5)	-	1,09 (0,54)	8,16 (4,08)	11,35 (5,67)
Hétérozygote Cou nu 'NA'	15,96 (7,98)	8,71 (4,36)	-	3,26 (1,64)	2,04 (1,02)	2,84 (1,42)
Barbe et favori 'MB'	-	-	-	-	-	1,42 (0,71)
Frisé 'F'	-	0,30 (0,15)	-	-	2,04 (1,02)	2,84 (1,4)
Nanisme 'DW'	-	-	-	-	2,04 (14,29)	2,13 (2,13)

¹: les valeurs entre les parenthèses représentent les fréquences alléliques alors que les valeurs en gras représentent les fréquences phénotypiques.

alléliques correspondantes pour ce gène 'frisé' (*F*) sont de 0,15% dans le Centre et de 1,4% à l'Est. Par ailleurs on trouve une proportion assez importante de poules ergotées (16,31%) dans la population de poules de la Province de l'Est comparée à celle des autres provinces.

L'analyse des photographies prises sur 455 poulets locaux a permis d'identifier les principaux gènes de coloration du plumage (Figure 6) tels que décrits et présentés dans le Tableau 5. Il ressort qu'il n'existe pas de différences significatives pour les locus identifiés entre les provinces chez les femelles. Chez les mâles par contre, les oiseaux des provinces de l'Est et du Sud se distinguent aux locus *E* et *S* avec des fréquences plus élevées des phénotypes foncés ou argentés par rapport à ceux du Centre (Figure 6).

Choix des reproducteurs dans les élevages

Les éleveurs déclarent ne pas introduire d'animaux commerciaux dans leurs élevages. Lorsque l'éleveur souhaite

renouveler ses reproducteurs, il le fait le plus souvent en utilisant des animaux provenant d'un autre village. A l'Est et au



Figure 3. Coq à tarse emplumé (gène PTI) crête en rose hérissée (gènes R et HE) et botte de vautour (gène *vh*) dans le Nyong et Kellé (Province du Centre).



Figure 4. Une poule huppée (gène CR) naine (gène DW) avec barbe et favori (gène MB) dans la Province de l'Est.



Figure 5. Coq hétérozygote pour la mutation 'cou nu' au locus NA, ayant un plumage doré (allèle sauvage au locus S) et une poule au plumage tout noir (allèle noir étendu au locus E) en divagation dans la Province du Sud.

Sud, 88% et 79% des éleveurs introduisent des animaux venant de villages voisins tandis que dans le Centre l'introduction d'animaux et l'utilisation à l'intérieur d'un même village sont des pratiques d'importance équivalente (56% et 44% respectivement). Les éleveurs déclarent tenir compte des caractères des parents pour choisir, dans leur troupeau, les poussins qu'ils vont garder comme futur reproducteur. Parmi les éleveurs interrogés, plus de 90% des éleveurs du Centre



Figure 6. Coq au plumage noir cuivré (locus E allèle ER) et une poule au plumage blanc récessif (locus C) dans la Province de l'Est.



Figure 7. Poule homozygote frisée (locus F) au plumage tout noir (locus E) dans la Province de l'Est.

et du Sud préfèrent les caractères '*ponte et poids corporel*' et le restant se répartissant entre '*poids corporel*' et '*phénotype*'. A l'Est, les critères portent beaucoup plus sur le '*phénotype*', par rapport aux caractères '*ponte et le poids*' et le '*poids corporel*' respectivement dans 60%, 25% et 15% des cas.

Discussion

Analyse zootechnique comparative

Les comparaisons sont faites avec des études publiées sur des populations locales dans d'autres pays africains ou voisins de l'Afrique. Même si ces études peuvent différer par les effectifs mesurés, la stratégie d'échantillonnage et les conditions de milieu, elles constituent un référentiel pour l'analyse des présents résultats.

Poids et mesures corporelles. Les poids adultes des coqs et poules observés dans la zone d'étude ont des valeurs un peu plus faibles par rapport à celles observées chez la poule (1,3 – 1,8 kg) et jusqu'à 2,5 kg chez le coq dans une étude antérieure réalisée au Cameroun (Ngou Ngoupayou, 1990). La supériorité des poids et de l'épaisseur du tarse des oiseaux de la province du Centre par rapport à ceux des autres provinces peut être due à l'amélioration de la technique d'élevage, avec notamment l'utilisation de compléments alimentaires. De plus, cette province est plus exposée que les autres aux introductions de diverses souches améliorées venant des élevages industriels (INS-Cameroun, 2001). La possibilité de croisements non contrôlés entre les deux populations (locale et sélectionnée) ne peut être totalement exclue, et une étude moléculaire pourrait aider à mettre en évidence ce type d'introgessions. Une étude comparable réalisée chez 65 éleveurs des hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun donne des valeurs de poids corporels très similaires à celles trouvées dans la province du Centre (Keambou, 2006). Les provinces du Centre et de l'Ouest sont limitrophes, la Province de l'Ouest comporte une forte

Tableau 5. Fréquences phénotypiques (%) pour les principaux gènes du plumage observés sur les photos de 455 poules locales (*Gallus gallus*) des forêts humides à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Gènes de plumage	Centre		Sud		Est		Khi-deux ¹	
	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Mâle	Femelle
(E*E + E*R) ²	32,15	24,28	36,99	60,72	38,75	58,82	**	NS
B*B	8,57	19,00	12,33	25,00	16,25	17,65	NS	NS
PG*PG	7,14	0,00	8,22	0,00	11,25	0,00	NS	NS
S*S	5,00	16,00	12,33	25,00	16,25	55,88	**	NS
MO*PI	5,71	4,00	1,37	0,00	5,00	5,88	NS	NS
I*I	10,00	12,00	9,59	7,14	10,00	20,59	NS	NS
C*N/C*N	0,00	1,00	1,37	0,00	0,00	2,94	NS	NS

¹ : ddl = 2; ** p < 0,01; NS P > 0,05; ² Phénotypes eumélaniques.

implantation d'élevages commerciaux, et la possibilité de croisements non contrôlés ne peut être exclue. Cependant, les mesures corporelles réalisées sur les animaux de l'Ouest par Keambou (2006) montrent que les tarsi sont plus courts (6,4 cm chez les poules et 7,8 cm chez les coqs) mais plus épais (1,27 cm chez les poules et 1,55 cm chez les coqs) que chez les animaux de la zone forestière humide. Une étude antérieure réalisée dans les hauts plateaux de l'Ouest avait déjà révélé que les poules locales avaient des tarsi courts dans cette région, de l'ordre de 9,2 cm pour les mâles et de 7,6 cm pour les poules (Fotsa et Poné, 2001). Même si la technique de mesure peut varier entre les différentes études, il semble bien que les poules locales des hauts plateaux de l'Ouest soient plus trapues. L'éventualité d'une introduction de la mutation 'nanisme' (*DW*N*) en provenance d'animaux commerciaux ne peut être totalement écartée dans cette région ; un test moléculaire permettrait de diagnostiquer la présence de cette mutation.

Le dimorphisme sexuel pour le poids corporel et la longueur du tarse est relativement plus important chez les animaux de la province du Centre que chez ceux du Sud et de l'Est, ce qui explique probablement l'interaction Sexe * Province observée.

Les poids adultes des coqs et poules observés dans la zone d'étude sont supérieurs à ceux qui sont observés, dans des conditions d'élevage en divagation, au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998). D'une manière générale, les coefficients de variation du poids corporel trouvés dans cette étude sont importantes et sont de 17,19% (Centre); de 21,19 (Sud) et de 20,68% (Est) chez les mâles et de 23,19% (Centre), de 24,62% (Sud) et de 25,55% (Est) chez les femelles mais elles sont comparables à ce qui a pu être trouvé dans d'autres études (Al-Rawi et Al-Athari, 2002). Il est par ailleurs observé que les performances pondérales des animaux de cette zone d'étude sont supérieures à celles des poulets rapportées en Afrique du Sud (van Marle-Köster et Casey, 2001) et inférieures à celles du poulet « Black Maltese » à Malte (Mallia, 1998).

En ce qui concerne la longueur du tarse, les valeurs observées dans la présente étude sont supérieures à celles

obtenues, d'une part, chez la poule locale au Sénégal par Missohou (1998) et d'autre part, inférieures aux valeurs obtenues chez les poules locales de Tanzanie par Msoffe *et al.* (2001) à l'exception de l'écotype *Ching'Wekwe*. Le développement des barbillons chez le coq est toujours prononcé alors que chez la poule ils sont peu ou pas développés, ce qui différencie ces populations d'une race locale de type méditerranéen comme la *Black Maltese*, où les barbillons sont beaucoup plus développés pour chaque sexe (Mallia, 1998). 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.

Ponte et reproduction. Les valeurs moyennes du nombre d'œufs par couvée et le nombre de couvées annuelles observées dans la zone de forêt permettent une production moyenne annuelle d'œufs comparable à celle rapportée dans la Province de l'Ouest au Cameroun (Tchoumboué *et al.*, 2000), mais légèrement supérieure à celle rapportée au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998). Une étude réalisée au Maroc indique une production totale annuelle de 78 œufs, légèrement supérieure à ce qui est observé ici (Benabdeljelil et Arfaoui, 2001). De manière générale, la production annuelle rapportée dans la littérature pour les poules locales varie entre 25 et 150 œufs; le résultat obtenu dans cette enquête se situe plutôt parmi les valeurs faibles de cette gamme de variation. Le poids des œufs trouvé au cours de notre étude est comparable à celui signalé par Tchoumboué *et al.* (2000) dans les hauts plateaux de l'Ouest et par Shanawany et Banerjee (1991) pour certains génotypes *Tikur et Gebsuma* éthiopiens. Cette valeur est intermédiaire entre celles des poids des œufs de la poule Fayoumi et de la Dandarawi d'Égypte qui sont respectivement de 42 et de 48 g (Guèye, 1998). Certains poids (31,7 g) inférieurs à ceux de cette étude ont été trouvés au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998) alors que chez la poule locale iraquienne les valeurs variaient entre 52,5 à 54,9 g (Al-Rawi et Al-Athari, 2002). Les différences de performances relevées par de nombreux auteurs peuvent être dues soit à l'âge des oiseaux, soit à la variabilité génétique de poules locales soumises longtemps à la sélection naturelle, soit au système d'élevage

notamment à l'alimentation, et à la gestion quotidienne des élevages, soit à l'effet combiné de tous ces facteurs (Fotsa et Poné, 2001; Sarkar et Bell, 2006; Fotsa *et al.*, 2007a).

La couleur de la coquille majoritairement observée est le blanc crème, de même qu'au Sénégal (Missohou *et al.*, 1998), en Afrique du Sud (van Marle-Köster et Casey, 2001) et en Tanzanie (Msoffe *et al.*, 2001). Cette couleur est caractéristique des œufs des poules locales et, associée à sa texture à prédominance mate, marque une différence nette avec les œufs des souches exotiques et des autres espèces. Le déterminisme génétique de ce type de coloration de la coquille n'est pas encore élucidé.

En ce qui concerne les Provinces du Centre et du Sud, le taux d'éclosion est similaire à ce qui a été rapporté par Tchoumboué *et al.* (2000) pour l'Ouest du Cameroun, mais la Province de l'Est présente un taux d'éclosion supérieur. La comparaison avec les résultats publiés pour d'autres pays est difficile en raison du nombre important de facteurs de variation de ce caractère (le taux de fertilisation, les conditions de stockage des œufs, le poids des œufs et l'aptitude de la poule à couver). Les valeurs moyennes publiées varient le plus souvent entre 60 et 90% pour les populations de poules locales en Afrique (Guèye, 1998).

Analyse de la variabilité phanéroptique

Les caractéristiques physiques et qualitatives observées révèlent une multiplicité de coloration du tarse, de la peau et du plumage. Ces résultats concordent avec ceux antérieurement obtenus dans le Nord-ouest Camerounais (Fotsa et Poné, 2001) et dans d'autres pays africains et du Moyen Orient (Kabatange et Katule, 1989; Sonaiya, 1990; Missohou *et al.*, 1998; Msoffe *et al.*, 2001; SAS Institute, 2001; Al-Rawi et Al-Thari, 2002; Bessadok *et al.*, 2003). La variabilité observée est souvent contrôlée par des gènes majeurs (Coquerelle, 2000). L'identification de mutations à effets visibles traduit l'effet de la domestication et l'absence de fixation de ces mutations montre que la population n'est pas standardisée sur le phénotype (Lauvergne *et al.*, 1993). Ainsi, l'Indice de primarité (rapport du nombre de locus polymorphes au nombre total de locus connus pour contrôler les caractères visibles) dans le cas des poules locales du Cameroun est voisin de 1, car pratiquement tous les locus connus ont été trouvés polymorphes, mais avec souvent une fréquence faible de l'allèle muté. La présence de mutations à effets visibles peut aussi apporter des informations spécifiques sur certains caractères adaptatifs à travers le degré d'introgession desdites mutations ou sur l'histoire de la population donnant sa phylogénie à partir de l'analyse moléculaire de son génome.

Caractères relatifs à la coloration. Les différentes couleurs observées sur les tarses sont déterminées par des effets combinés des séries alléliques au locus lié au sexe *ID* ('inhibitor of dermal melanin', 3 mutations récessives

connues, *ID*ID*, *ID*M*, *ID*C*) et au locus autosomal *W* ('wheaten' une mutation récessive connue, *W*W*) qui contrôlent respectivement la présence de mélanines dans le derme du tarse et la présence de pigments xanthophylles dans l'épiderme (Bateson, 1902; McGibbon, 1974). La présence de mutations à ces deux locus, seules ou combinées, expliquent la présence de tarses gris, jaunes ou verts, en proportions variables entre les différentes provinces; en fonction des accouplements réalisés entre les animaux des mêmes villages ou avec des coqs améliorateurs provenant d'autres régions. La présence du phénotype 'peau jaune' avec une fréquence très importante (50 à 69%) pourrait résulter de l'introduction d'animaux importés, à un stade plus ou moins ancien dans l'histoire des populations de la zone forestière du Cameroun. Le caractère 'peau jaune' a également été trouvé avec une fréquence notable (38%) dans la Province de l'Ouest (Keambou, 2006). Cette mutation 'peau jaune' a été introduite en Europe avec les races asiatiques au 19^{ème} siècle, elle est présente chez certains poulets de chair et chez les poules pondeuses Leghorn et Rhode Island Red. Elle est également très fréquente (80 à 90%) dans des lignées de poules locales développées en Irak (Al-Rawi et Al-Athari, 2002).

La couleur des yeux est génétiquement peu étudiée. Elle résulterait des interactions entre des allèles au locus *E* 'extension', *B* 'barring', *ID* 'inhibitor of dermal melanin' et *BR* 'brown-eye' (Mac Arthur, 1933). La couleur rouge orangé des yeux de nos poules, la plus fréquemment observée dans notre étude, correspond au type sauvage.

La couleur du plumage est très variable, mais on observe quelques différences entre provinces. En particulier, les coqs à plumage foncé (allèles *E*E* et *E*ER* au locus 'extension') sont plus fréquents dans les Provinces de l'Est et du Sud, et les animaux porteurs de la mutation 'argenté' au locus *S* sont aussi plus fréquents dans l'Est, et, dans une moindre mesure, dans le Sud. Sur le plan des performances de ponte, la mutation 'argenté' est connue pour améliorer l'efficacité alimentaire en comparaison au type sauvage 'doré' (Mérat *et al.*, 1979), mais les phénotypes foncés (allèles *E*E* ou *E*ER*) sont en général associés à une moins bonne efficacité alimentaire par kg d'œufs. Il est donc possible que les différences de fréquence observée indiquent les préférences des éleveurs quant à l'aspect des animaux plutôt qu'un avantage particulier sur les performances. Ainsi, les animaux argentés sont beaucoup plus rares dans la Province de l'Ouest (Keambou, 2006).

Caractères relatifs à la structure du plumage et aux appendices non emplumés. Certains gènes majeurs jouant sur l'emplumement, le format ou la crête améliorent l'adaptation à la chaleur. Ainsi, les mutations *NA* 'cou nu' et *F* 'frisé' ont, à l'état homozygote, des effets importants sur l'adaptation à la chaleur, en améliorant notamment l'efficacité alimentaire, le poids corporel, la ponte, la masse d'œufs (Mérat, 1986; Haaren-Kiso *et al.*, 1988). Cependant, ces mutations apparaissent peu fréquentes chez les poules locales de la forêt

dense, où la température ambiante n'atteint pas de valeurs extrêmement élevées. Les crêtes simples majoritairement rencontrées dans les tropiques comme dans le cas de la forêt dense humide du Cameroun, non seulement jouent un rôle thermorégulateur pour la déperdition de la chaleur (Van Kampen, 1974) mais favoriseraient un meilleur poids corporel et la ponte des œufs plus gros (Ikeobi *et al.*, 2000).

La présence d'autres mutations peut indiquer un choix préférentiel des éleveurs en l'absence de valeur adaptative démontrée, c'est le cas des phénotypes 'tarse emplumé' (locus *PTI*) 'huppé' (locus *CR*) ou encore 'barbe et favoris' (locus *MB*) (Davenport, 1906; Serebrovsky et Petrov, 1930; cités par Somes, 1990) pour lesquels aucun effet majeur n'a été décrit sur le plan zootechnique, mais qui contribuent à différencier les animaux les uns des autres et peuvent avoir une valeur culturelle. Le phénotype tarse emplumé est assez fréquent (22%) dans la Provinces de l'Ouest (Keambou, 2006), et il apparaît un gradient Est-Ouest pour la présence de ce phénotype (moins de 5% à l'Est, environ 10% au Centre, plus de 20% à l'Ouest). Ce caractère est absent des lignées commerciales, et son origine chez les poules du Cameroun reste à déterminer.

La présence de l'ergot chez la poule est un défaut qui augmente la fréquence d'œufs cassés et occasionne de graves blessures en cas de conflits entre poules (Coquerelle, 2000). Bien que n'influençant pas la ponte ovulaire, ce défaut s'accroît dans les croisements entre poules ergotées et coqs de races légères, et sa fréquence est plus élevée chez les poules méditerranéennes que chez leurs homologues asiatiques ou américaines (Bauer, 1931; Somes, 1990).

Il apparaît donc que les éleveurs souhaitent améliorer les caractères d'intérêt économique tels que le poids et la ponte mais qu'ils tiennent compte aussi du phénotype à cause des considérations socioculturelles et rituelles. Le manque de suivi scientifique de ces choix de reproduction et la coexistence de plusieurs critères de sélection se traduisent pas des fluctuations parfois importantes des fréquences phénotypiques. En effet, les rites et traditions ne tiennent pas compte des caractères adaptatifs et zootechniques associés à ces mutations à l'exemple des gènes *F* et *CR* considérés à tort comme étant des tares, anomalies ou pathologies qui rendent ces animaux désagréables à la vue. Ainsi, certaines mutations peuvent être rares à l'état adulte car les animaux mâles aux phénotypes non désirables seraient, soit abattus pour la consommation, soit utilisés pour des sacrifices rituels. Cela pourrait expliquer la plus grande fréquence de la mutation *CR* (huppe) chez les femelles par rapport aux mâles dans la Provinces du Centre, comme dans la Provinces de l'Ouest (Keambou, 2006). Cette situation d'élimination préférentielle d'un phénotype dans un sexe, pourrait également expliquer la présence plus importante des allèles eumélaniques *E*E* et *E*ER* et de la mutation argentée *S*S* chez les coqs des Provinces du Sud et de l'Est.

Conclusion et perspectives

Les poules locales de la zone de forêt dense humide présentent une diversité phénotypique. La description phanéroptique identifie des gènes à effets visibles dont les interactions donnent un chromatisme plumeux très variable, ce qui confère à cette population de poules une place socioculturelle et rituelle importante. Les gènes à effets visibles ne représentent qu'une faible partie du génome et sont soumis à sélection directe de la part de l'éleveur. Une analyse moléculaire à travers l'usage des marqueurs microsatellites permettra de mieux évaluer la diversité au niveau du génome de la population de poules locales, et de la comparer avec les résultats obtenus dans d'autres populations avec les mêmes marqueurs.

Remerciements

Les auteurs remercient Mr Mbilli Oloumé Jean Pierre, Coordonnateur National du Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricoles (PNVRA), pour avoir contribué ardemment à la réalisation de ce travail dans la zone de forêt dense humide. Notre profonde gratitude va à l'endroit des Délégués provinciaux du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et des Chefs des Services Provinciaux du PNVRA, à des Groupes d'Initiatives Communes d'Akam Messi, FETCHA de Tchamongo et FAT 1 de Biakoa pour avoir rendu possible ce travail respectivement dans les départements de la Vallée de Ntem (Sud) et du Mbam et Kim (Centre). Nous remercions sincèrement Madame Talla Marcelline pour son soutien en télécommunication, la famille Fotsa pour son appui permanent. Nous remercions l'INRA et AgroParisTech pour le soutien financier et matériel.

Références

- Agbédé, G.B., Téguia, A. & Manjeli, Y. 1995. Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. *Tropicicultura*, 13(1): 22–24.
- Al-Rawi, A.A. & et-Athari, A.K. 2002. Characteristics of indigenous chickens in Iraq. *Animal Genetic Resources Information*, 32: 87–93.
- Ambassa-Kiki, L.R. 2000. Caractérisation biophysique succincte des différentes zones agroécologiques du Cameroun, Yaoundé, 1–6.
- Bateson, W. 1902. Experiments with poultry. *Poultry Reproduction Evolution Cons. R. Society*, 1: 87–124.
- Bauer, H. 1931. Untersuchungen an sporentragenden hennen. *Arch. Geflügelkd.*, pp. 341–363.
- Bessadok, A., Khochlef, I. & El-Gazzah, M. 2003. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicicultura*, 21(4): 167–172.
- Benabdeljelil, K. & Arfaoui, T. 2001. Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flocks of Morocco. Current statement and future outlook. *Animal Genetic Resources Information*, 31: 87–95.
- Coquerelle, G. 2000. Les poules: diversité génétique visible. *INRA*, pp. 181.

- Fotsa, J.C. & Poné, D.K.** 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. *International Network for Family Poultry Development*, 11(2): 13–19.
- Fotsa, J.-C., Bordas, A., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Poné Kamdem, D. & Manjeli, Y.** 2007a. Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances à celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun. *Journées de la Recherche Avicole. (Tours)*, pp. 414–417.
- Fotsa, J.C., Pone, K.D., Manjeli, Y. & Ngou Ngoupayou, J.D.** 2007b. The state of Cameroon rural chickens: production and development perspectives for poverty alleviation. *Ghanaian Journal of Animal Science*, vol. 2 & 3: 175–180.
- Fotsa, J.C., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Ngou Ngoupayou, J.D., Poné Kamdem, D., Manjeli, Y. & Bordas, A.** 2007c. Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, 55: 59–73.
- Guèye, E.F.** 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*, 54: 73–86.
- Haaren-Kiso, A.V., Horst, P. & Valle-Zarate, A.** 1988. The effect of the frizzle gene (F) for the productive adaptability of laying hens under warm and temperate environmental conditions, In: *Proceedings of the 18th world's Poultry Congress* (Nagoya), 4–9 September 1988, 381–388.
- Ikeobi, C.O.N., Ozoje, M.O., Adebambo, O.A. & Adenowo, J.A.** 2000. Frequencies of feet feathering and comb type genes in the Nigerian local chicken. In Sonaiya, E.B., ed. *Issues in Family poultry Research and Development*, pp. 220–224. Proceedings of an international workshop, December 9–13, 1997. M'Bour. Senegal.
- INS-Cameroun.** 2001. Institut National des Statistiques: *Note annuelle sur le secteur primaire. Agriculture, élevage, pêche*, pp. 30. Cameroun.
- Kabatange, M.A. & Katule, A.M.** 1989. Rural poultry production system in Tanzania. In Sonaiya, E.B., ed. *Rural poultry in Africa*, pp. 171–176. Proceedings of an international workshop, 13–16 November, Ile-Ife. Nigeria.
- Keambou, T.C.** 2006. *Caractères morphologiques, mensurations corporelles et diversité phylogénétique de la poule locale (Gallus gallus) des hautes terres de l'Ouest Cameroun*. Université de Dschang-Cameroun, pp. 69. (Thèse de Master of Science)
- Lauvergne, J.J., Zafindrajaona, P.S., Bourzat, D., Zeuh, V. & Ngo Tama, A.C.** 1993. Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue, Elev. Méd. Vét., Pays Trop.*, 46(4): 651–665.
- MacArthur, J.W.** 1933. Sex-linked genes in the fowl. *Genetics*, 18: 210–22.
- Mallia, J.G.** 1998. The black Maltese: a Mediterranean, light breed of poultry. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 41–48.
- McGibbon, W.H.** 1974. A shank color mutation in Comell randombred S.C. White Leghorns. *Poultry Science*, 53: 1251–1253.
- Mérat, P., Bordas, A. & Coquerelle, G.** 1979. The relationship of several genes suppressing plumage colour with body weight, food intake and feather loss of laying hens. *British Poultry Science*, 20: 587–594.
- Mérat, P.** 1986. Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's poultry Science Journal*, 42: 124–142.
- Minvielle, F.** 1990. Principes de l'amélioration génétique des animaux domestiques. Paris. *INRA*, p. 213.
- Missohou, A., Sow & Ngwe-Assoumou C.** 1998. Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 63–69.
- Msoffe, P.L.M., Minga, U.M., Olsen, J.E., Yongolo, M.G.S., Juul-Madsen, H.R., Gwakisa, P.S. & Mtambo, M.M.A.** 2001. Phenotypes including immunocompetence in scavenging local chicken ecotypes in Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, 33: 341–354.
- Ngou Ngoupayou, J.D.** 1990. Country report on small holder rural poultry production in Cameroon. In *CTA Seminar proceedings on small-holder rural poultry production*, 2: 39–4. 9–13 October 1990. Thessaloniki. Greece.
- Poné, D.K.** 1998. *Poultry management and marketing of its products*, pp. 12. A joint CPDM Sessions Conference. 13–14 August. Bamenda Congress Hall, Cameroon.
- Sarkar, K. & Bell, J.G.** 2006. Potentiel du poulet indigène et son rôle dans la lutte contre la pauvreté et dans la sécurité alimentaire pour les ménages ruraux. *Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale*, 16(2): 16–28.
- SAS Institute.** 2001. Proprietary Software Release, Version 8.02 (Cary, NC, SAS Institute Inc.)
- Shanawany, M.M. & Banerjee, A.K.** 1991. Indigenous chicken genotype of Ethiopia. *Ar Genetic resource Information*, 8: 84–88.
- Smyth, J.R. Jr.** 1990. Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens. In Crawford, R.D., ed. *Poultry breeding and Genetics*, pp. 109–168. Elsevier. Amsterdam.
- Somes, G.R. Jr.** 1990. Mutations and major variants of plumage and skin in chickens. In Crawford, R.D., ed. *Poultry breeding and Genetics*, pp. 169–208. Elsevier. Amsterdam.
- Sonaiya, E.B.** 1990. *The context and prospects for development of small-holder rural poultry production in Africa. Proceedings of a seminar on smallholder rural poultry production*, 1: 35–52. Thessaloniki, 9–13 October.
- SPSS.** 1996. Statistical Package for Social Sciences. *SPSS users' guide 10.0*. SAS Institute inc., Cary, NC.
- Tchoumboué, J., Manjeli, Y., Téguia, A. & Ewane, N.J.** 2000. Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'ouest Cameroun. *Science Agronomique et Développement*, 2: 6–14.
- Teleu Ngandeu, E. & Ngatchou, A.** 2006. Première évaluation du secteur avicole au Cameroun: Structure et importance du secteur avicole commercial et familiale pour une meilleure compréhension de l'enjeu de l'influenza aviaire. Projet OSR/GLO/MUL, *Emergency assistance for the control and prevention of avian influenza*, pp. 48. FAO.
- Van Kampen, M.** 1974. Physical factors affecting energy expenditure. In T.R. Morris and B.M. Freeman, eds. *Energy Requirements of Poultry*. British Poultry Science Ltd, Edinburgh.
- Van Marle-Köster, E. & Casey, N.H.** 2001. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Animal Genetic Resources Information*, 29: 71–78.

