

Caractérisations phénotypiques des populations de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin

Venant Pascal HOUNDONUGBO

Essai présenté en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique



Promoteurs : **Prof. Nicolas GENGLER**
Prof. Jérôme BINDELLE

2017

Caractérisations phénotypiques des populations de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin

Venant Pascal HOUNDONUGBO

Essai présenté en vue de l'obtention du grade de
docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique

Promoteurs : **Prof. Nicolas GENGLER**
Prof. Jérôme BINDELLE

2017

Copyright.

Aux termes de la loi belge du 30 juin 1994, sur le droit d'auteur et les droits voisins, seul l'auteur a le droit de reproduire partiellement ou complètement cet ouvrage de quelque façon et forme que ce soit ou d'en autoriser la reproduction partielle ou complète de quelque manière et sous quelque forme que ce soit. Outre photocopie ou reproduction sous autre forme est donc faite en violation de ladite loi et des modifications ultérieures

HONDONOUGBO Pascal Venant (2017): Caractérisations phénotypiques des populations de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin. Thèse de doctorat (PhD). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 130p.

Résumé

La pintade (*Numida meleagris*) est une volaille d'origine africaine. Son élevage est répandu en Afrique subsaharienne dans un système traditionnel où plusieurs variétés sont élevées en liberté. Ces variétés qui diffèrent par le coloris de leur plumage sont très peu caractérisées. Au nord Bénin, l'élevage avicole moderne est peu rencontré et la pintade constitue la pondeuse d'œufs de table dans cette région. Mais, la mortalité élevée, la faible productivité de la pintade locale limitent fortement le développement de son élevage. Il est alors nécessaire de caractériser les variétés de pintades élevées pour mieux les valoriser dans un système amélioré. L'objectif de cette thèse est de caractériser phénotypiquement la population de pintade locale élevée au Bénin afin de mieux valoriser l'espèce dans des programmes d'amélioration et de développement du secteur avicole national. Une revue bibliographique (Article de synthèse) a permis de réaliser l'état des lieux de l'élevage de pintade au Bénin et de mieux orienter nos travaux pour une bonne caractérisation des variétés élevées. L'existence de plusieurs variétés dans les élevages a été soulignée dans la revue bibliographique et nous a amené à des enquêtes et un suivi des élevages de pintades en milieu villageois. Ces enquêtes et suivi nous ont permis de caractériser les pintades locales dans leur milieu d'élevage selon les dire des éleveurs. Ils nous ont aussi permis de dégager selon les éleveurs, les objectifs de production, l'importance socio-économique et culturelle des variétés élevées. L'influence de l'alimentation sur les performances technico-économiques des pintades locales a été soulignée dans l'Article de synthèse et l'Article I. Cette influence a été abordée en évaluant l'influence de l'alimentation sur le potentiel de croissance de la pintade locale en station (Article II). Enfin, des travaux ont été réalisés en station pour mieux caractériser les variétés de pintades rencontrées dans les élevages sur le plan morphologique, performances de croissance et de reproduction (Articles III, IV et V). Ces différents travaux nous ont permis de recenser les différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin, les objectifs d'élevage des éleveurs ainsi que quelques difficultés liées au développement de cet élevage. Ces travaux nous ont surtout permis de mieux caractériser les variétés rencontrées. Cette caractérisation pourrait être valorisée pour améliorer la productivité des variétés par sélection.

HONDONOUGBO Pascal Venant (2017): Phenotypic characterisation of local guinea fowl (*Numida meleagris*) population raised in Benin. PhD Thesis. University of Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (Belgium), 130p.

Summary

The guinea fowl (*Numida meleagris*) is poultry of African origin which is spread in sub-Saharan Africa. The production system is almost free-range harvesting where several varieties are reared. Despite differences in their feather color, those varieties are not fully characterized. In Northern Benin, modern poultry farming is scarce, where the guinea fowl is spread as the main layer in traditional poultry breeding. High mortality and low productivity of this local guinea fowl have limited the breeding improvements. Therefore, it is necessary to characterize the population of reared guinea fowl for better appreciation in improved systems. This thesis aimed to characterize the population of local guinea fowl of Benin towards a better appreciation in national development programs for the poultry sector improvement. A literature review made possible to understand about the current situation of guinea fowl reared in Benin, and also it guided our work for better characterization of studied varieties. It highlighted the diversity of varieties in poultry farms and led us to implement a survey and a follow-up of the guinea fowl's farms in villages (Paper I). The local guinea fowls within their breeding systems were characterized following the farmer's knowledge, which enabled us to know about the farmers breeding objectives, socio-economic and cultural importance of these varieties. Feeding effects on technical and economical performances of local guinea fowls were outlined in the review paper as well as in Paper I. These effects have been addressed "on-station" by evaluating the growth of local guinea fowl (Paper II). Finally, several experiments were carried out on-station towards better characterization regarding morphology, growth and reproduction performances of guinea fowl varieties identified in village farms (Paper III, IV, and V). These investigations allowed us to identify several local guinea fowl varieties reared in Benin, to understand the farmer's perceptions and constraints linked to this breeding system development, resulting on better characterization of these varieties. This characterization could be enhanced to improve productivity through genetic selection.

*A mes enfants
Considérez ce travail comme une référence
Afin qu'il vous serve à mieux faire
Ce travail se doit d'avoir été réalisé pour vous*

Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à toutes les personnes physiques et morales qui ont contribué de manière directe ou indirecte à la réalisation de ce travail.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma profonde gratitude aux Professeurs Nicolas GENGLER et Jérôme BINDELLE, respectivement Promoteur et Co Promoteur de cette thèse. Au cours de cette formation doctorale, j'ai pu bénéficier de leur disponibilité, de leur suivi rigoureux, de leur soutien, de leur expérience et de leur rigueur scientifique. Ils ont toujours répondu promptement à toutes mes sollicitations. Ils m'ont encouragé dans les moments difficiles. J'ai été particulièrement très touché par leur simplicité et leurs qualités humaines. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma plus vive reconnaissance.

J'exprime toute ma reconnaissance aux membres de mon comité de thèse. Nos échanges fructueux et leur disponibilité ont été déterminantes dans la qualité de ce document.

Qu'il me soit permis d'exprimer toute ma profonde gratitude au Professeur Christophe M. A.A. CHRYSOSTOME qui est mon parrain à la Faculté des Sciences Agronomique de l'Université d'Abomey-Calavi et membre de comité de cette thèse, pour sa disponibilité, et sa rigueur scientifique. J'ai été particulièrement très touché par sa simplicité et ses qualités humaines. Qu'il trouve ici le témoignage de ma plus vive reconnaissance.

Je remercie les Professeurs André THEWIS, Yves BECKERS, Nadia EVERAERT, Roger PALM et le Dr. Hedi HAMMAMI pour leurs conseils, leur assistance technique et contributions.

Je suis profondément reconnaissant aux Professeurs Yves BECKES et Nadia EVERAERT qui ont accepté de faire partie de mon comité de thèse.

J'ai un profond souvenir pour le regretté Professeur André BULDGEN, qui m'a donné l'opportunité de travailler dans les projets FSA5 et qui a accepté être mon promoteur avant d'être fauché par la mort. Son humilité, ses conseils resteront gravés dans ma mémoire.

Je remercie également le Mr. Frédéric M. HOUNDONUGBO et Mathias N. HOUNDONUGBO pour l'intérêt qu'ils ont manifesté à mon travail ainsi que pour leurs multiples conseils.

Je tiens particulièrement à exprimer toute ma reconnaissance à tous les Enseignants du Département de Production Animales de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi qui ont vivement et unanimement recommandé mon inscription en thèse.

Je remercie tous les éleveurs de pintades du département des Collines, de l'Atacora et du Borgou qui ont spontanément adhéré à ce projet de recherche et l'ont soutenu de manière motivés et disponibles lors des travaux de terrain.

Je voudrais également exprimer ma reconnaissance au personnel et stagiaires du Laboratoire de Recherche Avicole et de Zoo-Economie (La.R.A.Z.E) en particulier

Charles C. HOUNWANOU, Boris BEHINGAN, Symphorose HOUANGNI, Clet SOGBOSSI, Tatiana VIDJO et Léon M. TOSSOU pour leur aide précieuse durant la conduite des essais.

Je remercie tous les amis et particulièrement François Dossouhoui, Ulbad Tougan, Guénolé Akouédégni, Anatole Aguèssy Vognon, Adi Mama, Théophile Odjo, Jean-Claude Edah, Alexis Zountchégbé, Anselme Adjahossou,

Je voudrais témoigner de ma profonde gratitude à la Faculté des Sciences Agronomiques et à l'Université d'Abomey-Calavi qui m'ont autorisé à suivre cette formation doctorale et aux autorités Béninoises qui ont accepté de financer cette formation.

Que tout le personnel et doctorants du laboratoire d'élevage de précision et du laboratoire de génétique animale de Gembloux Agro-Bio Tech (Généviève, Cécile, Bienvenu, Sylvie, Yanick, Sophie, Emilie, Pascal, Naina, Christine, Aurélie, Frédéric, Pierre et Jérémie, Rodrigo) sans qui, notre séjour en Belgique n'aurait pas pu être si intéressant, trouvent ici non seulement une simple formule de remerciements, mais l'expression de notre profonde gratitude.

Je remercie l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) pour avoir financé le séjour de deux mois qui m'a permis de finaliser et de défendre publiquement cette thèse.

Les phrases nous semblent creuses pour exprimer nos remerciements à l'endroit de Mr. HOUNDONUGBO Dèhouégnon Martin qui m'a soutenu moralement et financièrement tout le long de cette formation.

Je ne peux terminer sans remercier les familles HOUEHOU, ATOUNSA, DOSSOU et HOUNDONUGBO pour leur soutien moral, leur patience et leur sacrifice.

Table des matières

AVANT PROPOS	1
INTRODUCTION GÉNÉRALE ET SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	5
OBJECTIF DE CE TRAVAIL	7
ARTICLE DE SYNTHÈSE: CHARACTERISTICS OF GUINEA FOWL (NUMIDA MELEAGRIS) BREEDING IN WEST AFRICA	9
Abstract	9
Résumé	10
<i>Introduction</i>	11
<i>Origin and environmental requirements of Guinea fowls</i>	12
<i>Morphology and genotype of Guinea fowls</i>	13
<i>Traditional rearing system in West Africa</i>	16
<i>Feeding</i>	16
<i>Animal performances in traditional systems of West-Africa</i>	16
Growth.....	16
Reproduction performances	17
Causes of mortality	18
<i>Conclusion</i>	19
<i>Recommendation</i>	20
<i>References</i>	20
PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	25
ARTICLE I: PHENOTYPIC, SOCIO-ECONOMIC AND GROWTH FEATURES OF GUINEA FOWLS RAISED UNDER DIFFERENT VILLAGE SYSTEMS IN WEST AFRICA.....	31
<i>Abstract</i>	31
<i>Introduction</i>	32
<i>Material and methods</i>	32
Plumage color investigation and socio-economic importance.....	32
Survival rates and growth performance.....	33
Statistical analysis.....	34
<i>Results</i>	35
Plumage color investigation and socio-economic importance.....	35
Survival rates	37
Growth performance.....	38
Growth performance in extensive system of Common, Bonaparte and White Guinea fowls in Atacora, Borgou and Collines zones	38
Growth performance between Bonaparte and Common varieties raised under two different village systems	40
Comparative growth performances between six Guinea fowl varieties raised under an extensive system in Collines zone.....	41
<i>Discussion</i>	41

<i>Conclusion</i>	45
<i>Conflict of interests</i>	45
<i>Acknowledgements</i>	45
<i>References</i>	45
ARTICLE II: EFFET DE LA PROVENANCE ET DE LA PROPORTION DES ACIDES AMINÉS (LYSINE ET MÉTHIONINE) SUR LES PERFORMANCES ZOOÉCONOMIQUES DE LA PINTADE LOCALE GRISE (NUMIDA MELEAGRIS) ÉLEVÉE AU BÉNIN.....	
	49
<i>Résumé</i>	49
<i>Abstract</i>	49
<i>Introduction</i>	50
<i>Matériel et méthodes</i>	50
Analyse statistique.....	51
<i>Résultats</i>	52
Performances de croissance.....	52
Evolution pondérale.....	52
Vitesse de croissance.....	52
Indice de consommation alimentaire.....	53
Caractéristiques carcasse.....	53
Pigmentation de la peau.....	53
Rendement carcasse.....	54
Paramètres économiques.....	54
Coût et indice d'efficacité alimentaire.....	54
Coût carcasse.....	55
<i>Discussion</i>	55
Performances de croissance.....	55
Evolution pondérale.....	55
Vitesse de croissance.....	56
Indice de consommation alimentaire.....	57
Caractéristiques carcasse.....	57
Pigmentation de la peau.....	57
Rendement carcasse.....	57
Paramètres économiques.....	58
Coût et indice d'efficacité alimentaire.....	58
Coût carcasse.....	58
<i>Conclusion</i>	58
<i>Bibliographie</i>	58
ARTICLE III: GROWTH AND CARCASS PERFORMANCES OF GUINEA FOWLS REARED UNDER INTENSIVE SYSTEM IN BENIN.....	
	63
<i>Abstract</i>	63
<i>Introduction</i>	64
<i>Materials and methods</i>	65
<i>Results and discussion</i>	67
<i>Conclusion</i>	75
<i>Acknowledgement</i>	75
<i>Bibliography</i>	75

ARTICLE IV: ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION EN CONDITION AMÉLIORÉE DES VARIÉTÉS DE PINTADES (NUMIDA MELEAGRIS) LOCALES ÉLEVÉES AU BÉNIN.	79
<i>Résumé</i>	79
<i>Abstract</i>	80
<i>Introduction</i>	81
<i>Matériel et méthodes</i>	82
Animaux	82
Régimes alimentaires	82
Mesures	82
Analyses statistiques	84
<i>Résultats</i>	84
Ingestion alimentaire.....	84
Performance de croissance et de ponte.....	85
Performance de reproduction des mâles.....	86
<i>Discussion</i>	86
Ingestion alimentaire.....	86
Performance de croissance et de ponte.....	87
Performance de reproduction des mâles.....	88
<i>Conclusion</i>	88
<i>Références bibliographiques</i>	89
ARTICLE V: ÉVALUATION DE LA QUALITÉ INTERNE ET EXTERNE DES ŒUFS DE CINQ VARIÉTÉS DE PINTADES (NUMIDA MELEAGRIS) LOCALES ÉLEVÉES AU BÉNIN	93
<i>Résumé</i>	93
<i>Abstract</i>	94
<i>Introduction</i>	95
<i>Matériel et méthodes</i>	95
<i>Résultats</i>	97
Qualité externe des œufs.....	97
Qualité interne des œufs.....	99
<i>Discussion</i>	100
<i>Conclusion</i>	102
<i>Références</i>	103
DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSIONS.....	105
<i>Discussion générale</i>	107
<i>Conclusions et perspectives</i>	112
<i>Références générales</i>	113
ANNEXES	117

Liste des figures

FIGURE 1: MORPHOLOGY OF GUINEA FOWL	13
FIGURE 2. GUINEA FOWLS VARIETIES NAMED BASED ON PLUMAGE COLOR: COMMONA,B;BONAPARTEC,D;WHITEE,F; GRAYG,H; ISABELLEI,J,K,L; BLACKM,N,O; MULTICOLOREDP	35
FIGURE 3. SURVIVAL RATES OF GUINEA FOWL VARIETIES IN EXTENSIVE SYSTEM	38
FIGURE 4. COMMON AND BONAPARTE GUINEA FOWL'S GROWTH PERFORMANCE MEANS RAISED UNDER SEMI-CONFINEMENT (SC) AND EXTENSIVE (EX) SYSTEMS	40
FIGURE 5. GROWTH PERFORMANCE MEANS FOR VARIETIES RAISED UNDER AN EXTENSIVE SYSTEM IN COLLINES ZONE	41
FIGURE 6 : COURBE DE CROISSANCE DES PINTADEAUX SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS UTILISÉS (AAL= ACIDE AMINÉ DU MARCHÉ LOCAL; AAI= ACIDE AMINÉ IMPORTÉ).....	52
FIGURE 7. GUINEA FOWLS VARIETIES NAMED BASED ON PLUMAGE COLOR: COMMONA,B;BONAPARTEC,D;WHITEE,F; BLACKG,H; GRAYI,J. SOURCE HOUNDONUGBO ET AL. (2017).....	65
FIGURE 8: GROWTH CURVES FOR DIFFERENT VARIETIES OF LOCAL GUINEA FOWLS RAISED UNDER INTENSIVE SYSTEM IN BENIN	68

Liste des tableaux

TABLE 1: MORPHOLOGICAL DIFFERENCES BETWEEN GUINEA FOWL VARIETIES	14
TABLE 2: GENETIC FORMULAS OF DIFFERENT COLORS (DAMS, 1996)	15
TABLE 3. NUMBER OF ANIMALS	33
TABLE 4. PRODUCTION PURPOSE, EGGS SOURCE AND BREEDING SYSTEM IN AGRO ECOLOGICAL ZONES OF BENIN	36
TABLE 5. GUINEA FOWL VARIETY RESISTANCE TO DISEASES IN THE TRADITIONAL REARING CONDITION ACCORDING TO BENIN FARMERS	36
TABLE 6. GUINEA FOWL AVERAGE MARKET PRICES (STANDARD ERROR) BY VARIETIES AND ZONES IN FRANC CFA	37
TABLE 7. GROWTH PERFORMANCE (G) MEANS FOR COMMON, BONAPARTE AND WHITE GUINEA FOWLS REARING IN EXTENSIVE SYSTEM UNDER DIFFERENT ZONES	39
TABLEAU 8 : COMPOSITION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES RATIONS ALIMENTAIRES UTILISÉES.	51
TABLEAU 9 : GAINS MOYENS QUOTIDIENS SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS ET PAR TRANCHE D'ÂGE	53
TABLEAU 10 : INDICE DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS	53
TABLEAU 11 : PIGMENTATION DE LA PEAU SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS	54
TABLEAU 12 : RENDEMENT DE CARCASSE SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS	54
TABLEAU 13 : COÛT ET INDICE D'EFFICIENCE ALIMENTAIRE SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS	55
TABLEAU 14 : COÛT CARCASSE SUIVANT LA SOURCE DES ACIDES AMINÉS	55
TABLE 15: PHYSICAL AND CHEMICAL DIET COMPOSITION	67
TABLE 16: LEAST SQUARE MEAN CARCASS TRAITS PERFORMANCES OF LOCAL GUINEA FOWL VARIETIES BENIN (COMMON, BONAPARTE, WHITE, GREY AND BLACK) RAISED UNDER INTENSIVE SYSTEM IN BENIN	70
TABLE 17: LEAST SQUARE MEAN GROWTH AND CARCASS MEASUREMENTS OF LOCAL GUINEA FOWL VARIETIES AT 16 WEEKS OLD AND RAISED UNDER INTENSIVE SYSTEM IN BENIN ..	72
TABLE 18. PHENOTYPIC CORRELATIONS AMONG GROWTH AND CARCASS TRAITS OF LOCAL GUINEA FOWLS RAISED UNDER INTENSIVE SYSTEM IN BENIN	74
TABLEAU 19 : COMPOSITION CHIMIQUE CALCULÉE DES RATIONS ALIMENTAIRES UTILISÉES ..	83
TABLEAU 20: CONSOMMATION ALIMENTAIRE MENSUELLE EN G SUR CINQ MOIS DE PONTE PAR VARIÉTÉ DE PINTADES LOCALES	84
TABLEAU 21: ÉVOLUTION DU POIDS ET DE LA PONTE PAR VARIÉTÉ DE PINTADES LOCALES	85
TABLEAU 22: FRÉQUENCE DE LA PRODUCTION DE SEMENCES SUR 48 COLLECTES DE SEMENCES PAR PINTADE LOCALES MÂLES (CHI ²)	86
TABLEAU 23: INGRÉDIENTS ET COMPOSITION NUTRITIONNELLE DE L'ALIMENT PONTE DES PINTADES	96
TABLEAU 24: QUALITÉ EXTERNE DES ŒUFS DE CINQ VARIÉTÉS DE PINTADES LOCALES ÉLEVÉES AU BÉNIN	98
TABLEAU 25: FRÉQUENCE DE COULEUR DE LA COQUILLE DES ŒUFS DE CINQ ÉCOTYPES DE PINTADES LOCALES ÉLEVÉES AU BÉNIN.....	99
TABLEAU 26: QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS DE CINQ ÉCOTYPES DE PINTADES LOCALES ÉLEVÉES AU BÉNIN.....	100

Liste des sigles et abréviations

AIEA: Agence Internationale de l'Energie Atomique

ASECNA: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

CERPA: Centre Régional de production Agricole

CCN: Comité consultatif National

CIP: Comité Interprofessionnel de la Pintade

FCFA: Francs CFA

FAO : Organisation des Nations Unis pour l'Agriculture et l'Alimentation

FIDA: Fonds International pour le Développement Agricole

GLM: General Linear Model

INSAE: Institut Nationale de la statistique et de l'Analyse Économique

JORF: Journal officiel de la République Française « Lois et décrets »

La.R.A.Z.E.: Laboratoire de Recherche Avicole et de Zoo économie

MAEP: Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche

NS: Non significatif

PAM: Programme d'Alimentation Mondial

Projet FSA5: Projet de Recherche-Développement en faveur de l'élevage dans le Borgou

PROC FREQ: Procédure d'analyse de fréquence

SAS: Statistical Analysis System

SSA: Sub-Saharan Africa

Avant propos

Cette thèse portant sur «la variabilité phénotypique des variétés de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin » est présentée sous la forme d'une compilation d'articles scientifiques publiés, acceptés ou soumis dans des revues. Pour cette raison, certaines sections sont rédigées en français, langue de travail de l'auteur, et d'autres en anglais. Cette thèse est structurée en trois parties principales. La première partie est composée d'une introduction générale situant le contexte et les objectifs de l'étude. Cette introduction est suivie d'une synthèse bibliographique (article de synthèse) sur les caractérisations de l'élevage de la pintade en Afrique de l'Ouest. Cet article de synthèse dresse le portrait de l'élevage des pintades en général et plus particulièrement des variétés locales en Afrique subsaharienne et de leurs caractéristiques. Il pointe également les questions de recherche qu'il convient d'adresser en vue d'assurer un développement de cette activité au service du développement de cette région.

La deuxième partie est constituée des résultats obtenus lors des différentes activités conduites dans le cadre de nos recherches pour le doctorat, à savoir des enquêtes et suivis d'élevage chez des éleveurs, ainsi que des expérimentations en milieu contrôlé. Ces résultats ont été valorisés sous la forme d'articles publiés ou en voie de soumission. Quatre aspects complémentaires y sont abordés, à savoir :

1. La caractérisation phénotypique et l'évaluation des performances de croissance en milieu villageois de différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin (Article 1). Cet article a permis de recenser les variétés de pintades élevées sur base phénotypique et d'évaluer les caractéristiques socio-économiques de leur élevage ainsi que leur performance de croissance ;
2. L'évaluation de l'effet de la provenance et de la proportion des acides aminés (Lysine et méthionine) sur les performances zoo économiques de la pintade locale grise (*Numida meleagris*) élevée au Bénin (Article 2). Cet article a permis de mettre en évidence le rôle prépondérant de l'alimentation dans les faibles performances de croissance observées chez les pintades locales ;
3. La caractérisation phénotypique et des performances de croissance de différentes variétés de pintades locales élevées en conditions améliorées en station expérimentale au Bénin (Article 3);
4. L'enregistrement des performances de reproduction des variétés de pintades locales élevées en condition améliorée en station au Bénin (Article 4) et l'évaluation de la qualité externe et interne de leurs œufs (Article 5). Ces deux articles ont permis de mettre en évidence les caractéristiques différentielles des variétés sur le point de vue des performances de ponte, de reproduction et de dégager les variétés les plus adaptées à la ponte et/ou à la chair.

Enfin, la troisième partie consiste en une discussion générale des différents résultats engrangés au cours de cette thèse. Elle se termine par les perspectives de recherches futures pour le développement de la filière de production de pintades au Bénin et en Afrique de l'Ouest de manière générale.

**Introduction générale et synthèse
bibliographique**

Introduction générale

La sécurité alimentaire est aujourd'hui le plus grand défi de l'Organisation Mondiale des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Elle consiste à obtenir et garantir de façon durable une production alimentaire croissante et de qualité pour la population mondiale qui ne cesse d'augmenter d'année en année. En 2014, le niveau de consommation de protéines d'origine animale au Bénin a été estimé à 12 kilogrammes/habitant/an. C'est un niveau de consommation qui est inférieur au seuil de consommation minimale recommandé par la FAO et fixé à 20 kilogrammes de protéines par an (FAO, 2014). Environ 22% de cette consommation totale de protéines sont fournis par les produits avicoles. En 2011, la consommation d'œufs de table quant à elle était de 0.8 kg/personne/an (FAO, 2015) contre 13 kg/personne/an dans les pays développés alors que la moyenne mondiale était de 9 kg/personne/an (FAO, 2009). Au Bénin, la volaille constitue la deuxième source de viande (21 %) après les bovins (58 %) selon MAEP (2011). Parmi les espèces aviaires élevées au Bénin, la pintade occupe la troisième place après le poulet et le canard. L'importation de viande de poulet congelé a varié de 19 361 tonnes en 1995 à 49 634 tonnes en 2005 au Bénin (FAO, 2008). Bien que l'insécurité alimentaire ait diminué de 10 % entre 1992 et 2015, le pourcentage de personnes sous-alimentées reste très élevé dans les pays africains en développement (FAO, FIDA et PAM, 2015). Dans le domaine de la production animale, l'aviculture représente l'une des voies sur lesquelles les pays de l'Afrique subsaharienne se sont engagés pour augmenter leur production en protéines animales.

Malgré les efforts fournis par le gouvernement béninois, la production de viande en générale et de volaille en particulier reste en deçà des besoins exprimés par la population (CCN, 2013; FAO, 2013). Compte tenu d'un taux de croissance démographique de 3 à 4%/an (INSAE, 2003), la dépendance vis-à-vis de l'extérieur en viande de volaille et en œufs augmente chaque année. En outre, les poulets locaux sont gardés par 80% des ménages au Bénin (Tougan et al., 2013) et produisent plus de revenus que les autres espèces animales présentes au sein de ces mêmes ménages. Le poulet local « bicyclette » est principalement demandé pour sa chair et la pintade est élevée en plus de sa viande pour la forte demande de ses œufs. L'élevage moderne est faiblement connu au Nord du Bénin où la pintade constitue la volaille pondeuse par excellence (Chrysostome, 1995; Houndonougbo, 2011). La pintade est également très fortement appréciée par les consommateurs. Cependant, les éleveurs ne cessent d'évoquer la mortalité élevée, la faible productivité et la mauvaise performance de la volaille villageoise plus particulièrement de la pintade locale comme contraintes majeures à un développement de cette filière pour contribuer au problème de sécurité alimentaire mentionné précédemment (Dahouda, 2009; Houndonougbo, 2011 et Boko, 2012). Cette faible productivité de la race locale serait liée à des facteurs génétiques et environnementaux tels que l'alimentation, les intempéries, les prédateurs et le microbisme du milieu d'élevage (Laurenson, 2002; Houndonougbo, 2011; Boko et al., 2012).

Plusieurs tentatives d'introduction de races exotiques (porcine et lapins) et de souches exotiques (opération coq) n'ont pu aboutir à cause de la faible adaptation de

ces races ou souches aux conditions climatiques, aux conditions traditionnelles d'élevage des pays tropicaux et leur système de gestion (MAEP, 2011; CCN, 2013; FAO, 2013). En tenant compte du fort potentiel d'adaptation aux conditions climatiques tropicales et d'élevage familiale des variétés locales de pintades, il va falloir pour plus d'efficacité redynamisée l'aviculture en se basant sur la population locale de volailles dont les caractéristiques zootechniques et génétiques sont très peu connues. Ceci permettrait de valoriser le caractère rustique et l'adaptabilité à l'environnement tropical de ces populations locales tout en les préservant.

Parmi ces populations locales de pintades élevées au Bénin, certaines variétés telles que la grise (Commune), la Bonaparte, la Cendre, l'Isabelle, l'Albinos (Blanche), la Panachée (Multicolore) et la Noire ont été identifiées par Chrysostome (1995) et Houndonougbo (2011). Cependant, les caractéristiques de ces variétés restent très peu connues, restreignant la possibilité de les intégrer dans un programme d'amélioration de la productivité de la filière avicole béninoise basée sur des ressources génétiques endogènes. Dès lors, ce travail a été entrepris dans le but de pallier ce manque de caractérisation afin de permettre la mise en place d'un tel programme.

Objectif de ce travail

L'objectif principal de cette thèse est de caractériser les variétés de pintades locales élevées au Bénin afin de mieux les valoriser à travers un programme d'amélioration.

De manière spécifique, au travers de cette étude, nous avons cherché à :

- Recenser et caractériser selon le dire des éleveurs et sur la base de suivi des performances dans leur milieu naturel, le potentiel de production des variétés élevées,
- Évaluer l'influence de l'alimentation sur l'extériorisation du potentiel de croissance de différentes variétés de pintades locales et de les comparer;
- Approfondir la caractérisation en condition améliorée (station) afin d'obtenir des informations précises et complémentaires sur la croissance et la constitution corporelle des variétés rencontrées ainsi que leurs performances de reproduction et la qualité physique interne et externe de leurs œufs.

Les résultats de ces travaux serviront de base sûre et fiable pour amorcer des programmes d'amélioration génétiques durable par la sélection ou par croisement basé sur l'utilisation de ces ressources génétiques locales, tout en respectant certaines contraintes visant à leur maintien comme ressource animale dans les élevages villageois du Nord Bénin.

Article de synthèse: Characteristics of guinea fowl (*Numida meleagris*) breeding in West Africa

Basé sur l'article: Houndonougbo P.V., Bindelle J., Chrysostome A.A.M.C., Hammami H., Gengler N. 2017. TROPICUTURA, Vol 35(3), pp. 222-230.

Abstract

Guinea fowl production in sub-Saharan Africa (SSA) is generally practiced under family and traditional rearing systems mainly for consumption and income generation, but this species plays also a major socio-cultural role in specific ceremonies. Birds are kept in free range or in confinement with outdoor access and fed on grain cereals, vegetables, edible termites and kitchen residues found in nature or occasionally supplied by the farmers. Several Guinea fowl varieties are observed and all are characterized by slow growth, high mortality of young and a relatively wild instinct. Although this avian species is less sensitive to some poultry diseases (Newcastle disease, Marek disease, Gumboro disease etc.), local guinea fowl are very sensitive to other poorly controlled diseases that require further study. These varieties differ greatly by their feather color, their morphological characteristics and growth performance, but further thorough and sustained research is needed to quantify these differences. Several researches established the nutritional requirements of local Guinea fowl but in terms of breeding, little works were done compared to chicken. Some recessive and dominant genes as well as genotypic differences were highlighted between varieties.

Key words: local Guinea fowl; variety; characteristics; genetics; breeding.

Résumé

L'élevage de la pintade locale en Afrique subsaharienne se pratique généralement selon un système d'élevage familial. Dans ce système, les animaux sont en divagation stricte ou en semi-liberté et se nourrissent de grains de céréales, de végétaux, de termites non toxiques et de restes de cuisine trouvés dans la nature ou occasionnellement servis par les éleveurs. Plusieurs groupes à nuances spéciales appelées variétés sont rencontrés et sont caractérisés par une faible croissance, une forte mortalité des jeunes et un instinct sauvage. Semblable par leur forme, ces variétés diffèrent fortement par la couleur de leur plumage. En ce qui concerne les caractéristiques morphologiques et des performances de croissance, des différences ont été signalées par certains auteurs, mais méritent des recherches approfondies et soutenues pour mettre en évidence les différences entre les variétés élevées. Des efforts de recherche ont été consentis dans le domaine de l'alimentation et ont permis d'avoir une idée sur les besoins nutritionnels de la pintade locale. Sur le plan de l'amélioration génétique, peu de travaux ont été effectués comparativement au poulet. Mais d'ores et déjà, des gènes récessifs et dominants de même que des différences génotypiques ont été soulignées entre les variétés. Sur le plan pathologique, bien que résistantes à certaines maladies aviaires, les pintades locales restent sensibles à d'autres maladies très peu maîtrisées qui nécessitent des études plus approfondies.

Mots clés: Pintade locale; variété; caractéristiques; génétique; élevage.

Introduction

In the tropics and specifically in West Africa, small poultry farming holds an important share in the agricultural economy which contributes up to 37% of the gross domestic product (GDP) and over 85% of export earnings of developing countries (Fanou, 2006). Livestock production contributes up to 6% of national GDPs (Sanfo et al., 2012). In Benin, livestock estimates for 2014 for poultry reached 23,221,000 birds (COUNTRYSTAT/Bénin, 2013), while local breeds in species of poultry including chickens, ducks, Guinea fowls, turkeys, and pigeons, averaged 11.2 million birds and produced 10,560 tons of meat in 2004 (Fandy, 2005). The importance of Guinea fowls (*Numida meleagris*) in national flocks varies according to the country. For example, with 6.5 million birds, it ranks second after chicken in Burkina Faso (Sanfo et al., 2012), while in Benin, Guinea fowl is the third most represented domestic bird species, after chicken and duck. Local guinea fowl populations in Benin represent 11% of the national poultry population, or 3.5 million of birds, of which 79% are found in the north of Benin (Chrysostome, 1995). Similar numbers are found in Burkina Faso with 6 117 826 heads in 2004 (Sanfo et al., 2007a). The Ghana bird population in 2010 was about 36 271 196 heads including 7.1% of guinea fowl or approximately 2 574 996 heads (FAO, 2014). In Niger, according to Moussa Amadou et al. (2011), the domestic poultry population in 2007 was 120 190 410 with in first rank the chicken (55%) followed by guinea fowl (26%). In the African tropics, Guinea fowls provide not only high quality dietary protein but these birds play also an important social and cultural role (Dahouda, 2009; Sanfo et al., 2012). Guinea fowl is used to welcome important guests, as respectable social gifts, funerals, festivals, sacrifices and payment of dowries (Chrysostome et al., 1997; Dei and Karbo, 2004). The motivations for the practice of small poultry farming are double: income generation through the sale of live poultry and sometimes eggs, and household consumption (Moreki, 2010; Konlan et al., 2011). Guinea fowl meat is considered as a delicacy with demand being higher than supply and high price that make it a useful tool for poverty reduction (Avornyo et al., 2007). Dahouda (2009) reported live guinea fowl and eggs prices of 1630 FCFA and 45 FCFA, respectively, when chicken is sold in Benin between the price of 800 and 1450 FCFA, and adult male between 1000 and 2000 FCFA while the chicken eggs are sold between 30 and 35 FCFA in 2002 (Chrysostome, 2003). In Ghana, the income derived by the breeder guinea fowl consists to 70.7% of the sale of guinea fowl and 39.3% from the sale of eggs with an 8.2% profit on the selling price (Ikani and Dafwang, 2004).

However, despite similar carcass dressing percentage, it is suspected that Guinea fowl has a higher production cost associated with a longer rearing period and a high feed conversion ratio estimated to 2.74 in comparison to 1.96 for chicken in intensive production systems (Plouzeau and Sauveur, 1992). With 12 to 14 weeks, Guinea fowls take twice the time to reach a commercial weight at slaughter, namely 1.8 kg, compared to the 7 to 8 weeks required for chicken.

Moreover, despite a strong market demand, rearing Guinea fowls in tropical Africa is undermined by several constraints such as feed quality and quantity and shelter that affect the health of the animals and the productivity of the whole system (Sanfo

et al., 2012). Currently there is also only very limited work done on the genetic improvement of Guinea fowls under local conditions (Sanfo et al., 2007a; Sanfo et al., 2008; Boko, 2012; Sanfo et al., 2012). As stated before, in industrial systems in temperate countries, a production cycle for meat lasts between 82 and 94 d with 1.6 to 2 kg of weight (JORF, 2006). But in Benin and Burkina Faso, it may take 5 to 6 months with 1138 g and 932 g weight respectively (Dahouda, 2009; Sanfo et al., 2012). In addition, most small poultry farmers raise birds from local breeds which performance potential are unknown. This manuscript reviews the characteristics of the traditional breeding system of local guinea fowls in West Africa focusing on the assets and constraints of this activity and the limits of the varieties that are reared.

Origin and environmental requirements of Guinea fowls

Guinea fowls are part of the Galliformes order, lower order of the Alectoropodes, family of the Phasianidae, and subfamily of the Numididae including 4 genera (*Numida*, *Agelastes*, *Acryllium* and *Gutta*). Singh et al. (2010b) showed by a multivariate test of cluster that there is a low (weak) genetic distance between the guinea fowl of variety lavender and the varieties of hens and quails (0.211-0.215) but a genetic great distance with the duck and the turkey (goose) (0.343-0.350). Different species of *Numida* are found where *Numida meleagris* is the common ascendant strain of the domestic fowl that includes several varieties and improved strains (Le Coz-Douin, 1992; Chantale, 2003). Originating from hot and dry environments in tropical West Africa (Boko, 2012), the domestic Guinea fowl has generated different varieties that spread throughout the world with human migrations (Chantale, 2003). First traces date back to the Antiquity with references in the Greek mythology stating that Guinea fowls were born from the transformation of the King Meleager's sisters in birds by the goddess Artemis. Guinea fowls were mainly used in ancient Rome and Greece as birds for sacrifice. Later, they left the altars for Greek and Roman tables and began to be raised in farmyards. Their trace was lost in Europe during the Dark Ages, reappearing in the late Middle Ages (1300 – 1500) (Le Coz-Douin, 1992; Chantal, 2003). Later, as for poultry in general, intensive rearing and breeding techniques were developed and the Guinea fowl industry is nowadays well-developed in some countries such as France or the US. Although, Guinea fowls originate from the tropics, the comfort zone of adult birds ranges from 10 to 25° C (Yo et al., 1994) and feed intake strongly decreases between 20 and 30% when temperature reaches 32°C. As for chicks during the first 30 days of life, the thermoneutrality zone is higher (31 to 33° C) and thermoregulation is inefficient, inducing high death toll of young guinea fowls if temperature is too low (Le Coz-Douin, 1992). There is also a strong sensitivity to day-length in the development of reproductive organs and the fattening of females resulting in a well-marked laying season (Sanfo et al., 2008), possibly resulting in a synchrony between resources availability and egg production. The best performances are reported to be found in the rainy season; when it was observed in West Africa that feed intake was highest (Konlan et al., 2011). Furthermore, the birds lay in cycles of up to 40 weeks which coincide with the rainy season and last until several weeks after the onset of the dry season (Avorny et al., 2007; Konlan et al., 2011). Finally, under artificial

rearing conditions, Bougon et al. (1994) reported that under continuous lighting fat deposition was reduced by 12 and 23% for males and females, respectively.

Morphology and genotype of Guinea fowls

The birds of the subfamily Numidae, including guinea fowl (Figure 1), have the form of vultures and were well described by various authors (Le Coz-Douin, 1992; Chantale, 2003; Groot and Koppes, 2010; Singh et al., 2010a; Boko, 2012).

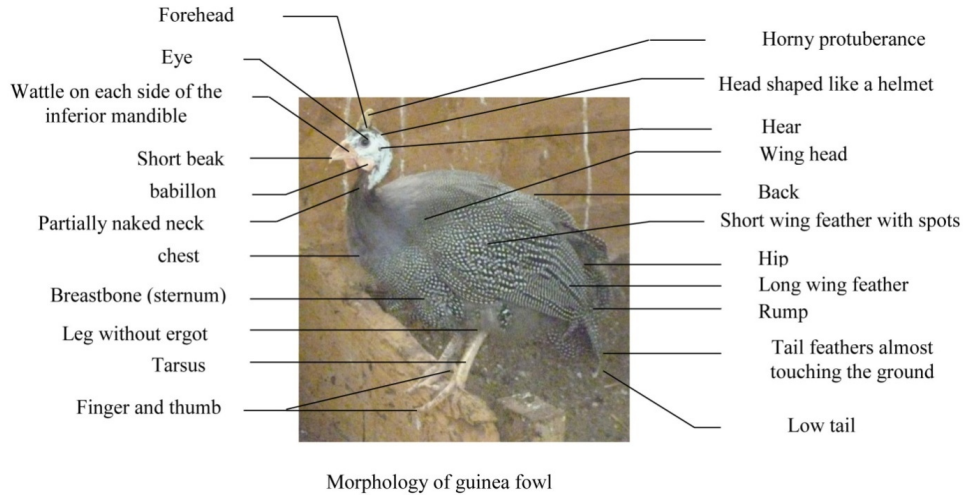


Figure 1: Morphology of guinea fowl

Unlike most avian species, sexual dimorphism in Guinea fowls is characterized by heavier females than males (Le Coz-Douin, 1992). The weight development of both sexes is the same until 12 weeks of age, but beyond, females display higher weight gains with a difference of about 20% because of sexual maturity resulting in higher fat deposition and development of the genitalia (Blum, 1984). Cloaca examination is the surest assessment concerning sexing at 8 weeks of age (Anonyme, 1991). The cry is also an element of sexing used by farmers; according to them it is composed of double syllables and monosyllable for females and males, respectively (Chrysostome, 1995). *Numida meleagris* var. *galeata* commonly called the pearl gray helmeted Guinea fowl is the most widespread variety in Africa. The cephalic protuberance is brown-colored; the cheeks take on lilac, dark brown eyes, bright red wattles, and pink beak at basis with ash-like color at the other end. The legs are slate gray; the feathers are blue-gray with many bead-shaped white spots (Groot and Koppes, 2010; Singh et al., 2010a). The neck and the upper breast are black-blue uniform. Newly hatched pearl gray helmeted Guinea fowl chicks are red-brown with five black longitudinal stripes on the head. Their back is striped and dotted with black spots and stripes and the belly is yellowish. Their legs and beak are red (Groot and Koppes, 2010; Singh et al., 2010a). The first feather of chicks after hatching is brown edged with red and yellow brown color (Le Coz-Douin, 1992). From the fifth

to the tenth week, tiny white spots appear in a gray-brown feather. From the tenth week, the guinea fowl take their adult morphology (Le Coz-Douin, 1992). Despite morphological differences mentioned before, plumage color allows to differentiate 5 additional varieties which presence varies with the location between and within countries such as Benin, Niger or Nigeria (Ayorinde et al., 1988; Singh et al., 2010a; Chrysostome, 1995). The table 1 shows some morphological differences between some varieties.

Table 1: morphological differences between guinea fowl varieties

The morphological part	Morphological characteristics between varieties
body length	Varying from 43 to 75 cm according to the variety (Groot and Koppes, 2010; Singh et al., 2010a).
sternum length	9.03 cm for Common, 8.85 cm for Ash and 8.93 cm for Black at 28 weeks (Fajemilehin, 2010)
Tarsus length, drumstick length, body length, wings length and the chest circumferences	Similar between varieties (Fajemilehin, 2010)
Main characters (Dams, 1996)	
White Guinea fowl or albino guinea fowl: which is rare and the feathers are completely white without beads (chicks and adults) and their skin is not pigmented	
Chamois guinea fowl: Feathers are yellowish-slightly ocher and is sometimes wrongly referred to as White guinea fowls	
Lilac guinea fowl: with bright blue gray feather and dark chest and neck	
Isabella guinea fowl: Feathers are beige with	
Purple guinea fowl: Feather are uniformly dark	
Bonaparte guinea fowl: Considered as a crossed breed between Gray, Lilac, Purple, and White varieties. It presents white-albino feathers on the chest and secondary flight feathers on the wings, but never at the top nor on the tail. They also give birth to very heterogeneous groups, concerning the plumage	

According to Dams (1996), the different colors of guinea fowl are characterized by different genes (Table 1). The lilac color is represented by an autosomal recessive gene 'l', a dilution of gray with a background blue azure color, chicks having light ash-colored stripes with dark ash. Chamois guinea fowls have an autosomal recessive gene 'c' and a pigmented skin with yellow stripes slightly reddish. The gray color is observed in individuals carrying at least one dominant allele, the Lilac 'L', the chamois 'C' or isabelle 'Is'; thus, the pearl gray guinea fowl are generally heterozygous and frequently obtained from crossing between the 'violet' and 'lilac'

ones. Finally, the Dun color, is present on a sex-related gene with 'is is' for the male and 'is-' for females. Conversely to mammals, male birds have two identical sex chromosomes while female birds have two different sex chromosomes (Dams, 1996). Likewise, it is difficult to obtain double recessive males from Isabella individuals regarding a gene linked to the sex. However, auto sexing crossings are possible. Possible genetic formulas of different colors according to Dams (1996) are described below:

Table 2: Genetic formulas of different colors (Dams, 1996)

Guinea fowl with pearls	Guinea fowl without pearls
Pure Gray: PP LL CC Is (Is Is for male)	Purple: pp LL CC Is (Is Is for male)
Lilac: PP ll CC is (Is Is for male)	Azure: pp ll CC is- (Is Is for male)
Isabelle: PP LL CC is- (is is for male)	Rachel: pp LL CC is- (is is for male)
Buff: PP LL cc Is- (Is Is for male)	Fulva: pp LL cc Is- (Is Is for male)

Notwithstanding plumage differences, genetic variations seem to affect bird's performances as different varieties differ also in terms of productive traits (Fajemilehin, 2010) and resistance under traditional farming conditions (Sanfo et al., 2012): e.g. number of eggs laid per season, egg, quality such as shell thickness and viability of young guinea fowls. Ayorinde et al. (1988) showed significant difference between consumption and feed conversion between white, gray, black and ash varieties; while the growth performance did not vary significantly. The challenge in Guinea fowl reproductive improvement in traditional farming systems of West Africa lies in the enhancement of the laying performance, including egg weight, conformation of the shell, eggs hatchability rates, in females and the ability to harvest the semen volume and fertility in males. Artificial insemination (AI) is important with this species because Guinea fowls are monogamous birds and hence using AI increases the speed of the improvement process. The complexity of guinea fowl improvement is related to the fact that laying and weight performances on one hand and levels of abdominal fat and meat yield on the other are antagonist criteria (Blanchet, 2011) while both are important for increased productivity in dual purpose traditional systems. The genetic variability of local guinea fowl already illustrated by the differences in variety has also been highlighted by microsatellites studies (Kayang et al., 2009). For those authors, the indigenous West African guinea fowl populations of Ghana and Benin more are diverse genetically but genetically more distant from the non-indigenous individuals from Japan. This genetic variability opens a huge opportunity to improve local varieties of guinea fowl in sub-Saharan Africa. France is the only country operating an organized guinea fowl genetic improvement system (Seigneurin et al., 2013). This system is based on the breeding and improvement of closed complementary female and male lines and their crossing

to obtain final production (Magali, 2016). The current system is based on traditional phenotypic and genealogical information. Genomic selection is not expected to be used until five or ten years because, the genome of the guinea fowl has not yet been sequenced and genomic selection remains costly (Magali, 2016). The need for genomic selection is less obvious in Guinea fowl than in cattle because of the lower interval between generations, approximately 6 months.

Traditional rearing system in West Africa

The traditional free-range rearing system for Guinea fowls in West Africa is well documented (Sanfo et al., 2008; Boko, 2012). It is integrated in the family poultry rearing system where birds scavenge in groups of at least twelve birds together with birds of different age and species such as chicken, Muscovy ducks or turkeys (Sanfo et al., 2007a). In Benin, family rearing of guinea fowls is mostly met in in the north of the country. Housing for poultry includes traditional circular mud huts (the “Tatas Somba”), henhouse or barns built with mud walls or straw (Chrysostome, 1995). The door of the barn is always oriented westwards opposite of prevailing winds (Chrysostome, 1995). The roof is usually made of stubble found around the villages. Stubble acts as a good insulator against direct sunlight, but is also a nest for various parasites (Smith, 1992).

Feeding

Smallholders feeding systems are based on grain, herbaceous plants and insects scavenged in the field and in the areas around the villages. The birds fed themselves around concessions, by gleaning here and there and received occasionally from the traditional breeder some grain supplement. Although qualitative assessments have been performed, the quantity of raw matter ingested in the wild during scavenging has not been correctly measured yet. According to Dahouda (2009) and Boko (2012), the diet of the scavenging bird is generally made of energy (kitchen waste, bran, corn, millet, sorghum, soybeans and rice), vitamins (green fodder, sprouted grains and fruits), minerals (salt, pounded shells) and protein-rich (termites, legumes, and soybean draff) ingredients. The composition of the supplements distributed by the farmers varies with the availability of the feed ingredients and the age of the birds: young chicks with down feathers are often supplemented ad libitum with crushed cereals and termites; feathered chicks and adults receive only cereal grains as complement (corn, millet and sorghum) in the morning and/or the evening (Chrysostome et al., 1997). Besides its nutritive function, the feeding of birds encourages them to return to the chicken house in the evening (Dahouda, 2009; Boko, 2012).

Animal performances in traditional systems of West-Africa

Growth

Ayorinde et al. (1988) observed three phases of growth for birds reared in West-Africa: from 0 to 6 weeks corresponding to a rapid growth and 7 to 16 weeks corresponding to a slower growth with an inflection point found around 16 weeks. Local guinea fowls are known for having lower growth rates than improved breeds such as strain Galor (Fajemilehin, 2010). Moreover, the growth performance in

avian species depends on the farming system (Van der Horst and Clavé, 2007; Tougan et al., 2013) and the energy and protein levels in the diet. In traditional breeding system in Benin, guinea fowl weight at 12 weeks of age 417 g and 334 g for males and females, respectively while at six months, under improved rearing conditions, i.e. animals bred in chicken houses, receiving a balanced diet and appropriate veterinary care, the mean weights at six months were 1151 ± 108 g for males versus 1085 ± 74 g for females (Dahouda, 2009). These values are similar to those reported by Sanfo et al. (2009) in a similar system. In Algeria, Halbouche et al. (2010), reported 1008 g live weight for 90 days old guinea fowls fed a well-balanced 2800 kcal/ME/kg and 22% CP diet. This performance of local guinea fowl is far lower than those displayed by improved birds in Europe who reach 1800 g bodyweight at 12 weeks under 3000 kcal/kg diet (Le Coz-Douin, 1992) and raises the question of the assessment of the feed requirements for local varieties of Guinea fowls. These performances are much higher than the ones obtained by Dahouda (2009) in local guinea fowls reared in improved breeds in Benin which varies from 687 g to 695 g at 12 weeks of age with the respective levels of energy for starting, growing and finishing of 2902, 2914 and 2910 kcalME /kg, and 23.3, 20.3, 16.3% for protein. Under similar rearing conditions, the average weight of grey (510 g) differs from that of the Black (478 g) and Ash (467 g) at 12 weeks. This difference is low at 28 weeks with 980.1 g for grey guinea fowl, 970.4 g for ash and 950.8 g for black (Fajemilehin, 2010).

Reproduction performances

Reproductive performances are strongly affected by the strain, the climate and the quality of the feed. Sexual maturity in females can theoretically be reached at 24 weeks (Sanfo et al., 2007a), but in traditional systems it takes between 32, 36 and 37 weeks in Nigeria (Ayorinde et al., 1988), Benin (Dahouda, 2009) and Algeria (Halbouche et al., 2010) respectively. Guinea fowl are seasonal breeders (Moreki, 2010). Economically, the short laying season coinciding with the rainy season is a limiting factor to the activity (Chrysostome, 1995). Nonetheless, Moreki and Seobo (2012) reported that Guinea fowl hens start laying in spring with increasing daylight and are able to lay during 9 months in a row. The egg-laying period can be extended and early fertility improved by using artificial lighting. In Ghana, Konlan et al. (2011) argued that female Guinea fowl with pearls (Common breed) are capable of laying fertile eggs throughout the year with a daily laying rate of 40% (Konlan et al., 2011) when given adequate supplementary feeds and if provided water ad libitum. In the same study, hatchability with natural incubation was 69% and 66% in October and November, respectively (Konlan et al., 2011). This result is similar to the 68% hatchability reported by Karbo et al. (2002) and the 70% observed by Avornyo et al. (2007) but lower than the hatchability of 88% reported by Saina et al. (2005). However, Konlan et al. (2011) found that the hatchability sharply decreased to 18% in December at the peak of the Harmattan hot and dry season. Therefore, besides the seasonal impact of feed availability on female laying performances, the environmental changes associated with the hot dry season seem to be detrimental either to eggs hatchability because of problems during brooding or males' semen quality and sexual activity. Indeed, sperm quantity and quality depend on the weight of the testicles which are affected by environmental factors such as lighting,

temperature and feeding (Le Coz-Douin, 1992). Males' activity and fertility might be especially problematic in Guinea fowls since the monogamous character requires a higher sex ratio to get a good fertility as compared to other poultry species.

The number of eggs laid each year per female in Nigeria reached 97 (Ayorinde et al., 1988) and higher than values of 72 and 68 reported under Benin controlled environment by Chrysostome (1995) and Dahouda (2009). In Burkina Faso, Sanfo et al. (2007a) indicated 103.8 ± 9.6 eggs/female/year in accordance with the findings of (Halbouche et al., 2010) who pointed out 107 eggs/female/year. The duration of the laying season is 7 months (Dahouda, 2009). For Sanfo et al. (2012), the duration of laying season in improved system is to 5 months for the first year and 7.5 months for the second laying year.

The guinea fowl eggs are smaller but more resistant to breakage than those of hens (Ikani and Dafwang, 2004; Houndonougbo et al., 2014). They have on average 47 mm long and 36.5 mm for the largest diameter and they weight between 25 and 50 g (Sanfo et al., 2012). For Ikani and Dafwang (2004) in Nigeria the guinea fowl eggs weigh between 35 and 40 g against 45-55 g for chicken's eggs. External and internal characteristics of guinea fowl eggs varies from a local variety to another (Houndonougbo et al., 2014). According to Narushin and Romanov (2002), both thick egg shells and firm interiors, which are accepted as being higher than average, lead to an increase in egg weight, which results in the more successful hatching of embryos from heavier eggs. For example, investigations in the central region of Burkina Faso showed that eggs weight ranged between 25 to 50 g (Sanfo et al., 2007b) and their fertility rate averaged 84.4% but varied with the egg weight. The embryonic death varied between 11.2% and 17.3%. Hatching rate was reported to be positively correlated ($r= 0.85$, $p < 0.05$) to the egg weight (Sanfo et al., 2007b). The one-day chicks weighed 25.2 ± 1.9 g on average and their weight was positively correlated ($r= 0.96$, $p < 0.05$) to egg weight (Sanfo et al., 2007b).

Furthermore, Sanfo et al. (2007a) showed that eggs from guinea fowl reflect the basic tendency for low hatchability to be a feature of eggs with shapes that are not within the normal range. In addition, these authors showed that more rounded eggs were less successful in hatching than those with sharp ends. Similar observations have been reported for quail eggs by Sezer (2007). Therefore, the external and internal quality of eggs could be used as criteria to improve egg weight and fertility and used as selection criteria between varieties (Alkan et al., 2013). Incubation condition may also influence hatchability. In Northern Benin, eggs are brooded by hens, guinea fowl or duck (Boko, 2012). In traditional free-range breeding system of West Africa, the incubation period of guinea fowl eggs lasts between 26 and 28 days (Chrysostome, 1995; Sanfo et al., 2007a; Dahouda, 2009) and hatching rates are usually higher than and 80%: 79.9% in Benin (Dahouda, 2009), and between 81 and 93 in Nigeria (Ayorinde et al., 1988). In Burkina Faso, the production cycle of local Guinea fowl females was estimated to 3.2 ± 1 year with a productivity of 5.3 ± 1.2 adult guinea fowls per female each year (Sanfo et al., 2007a).

Causes of mortality

In the Borgou department of Benin, a survey carried out on Guinea fowl breeding system showed that 27.7% of chick deaths were due to various illnesses, 19.3% to

straying in the bush, 16.8% to various accidents, 7.2% to drowning in run-off water during heavy rain, 5.4% to predators, 5.4% to food poisoning and 18.1% to other causes (Dahouda, 2009). In Niger the causes of high mortality observed according to Moussa et al. (Moussa et al., 2011) were undiagnosed diseases (72%), poor housing (13%), predation (8%) and lack of feed (6%). According to Sanfo et al. (Sanfo et al., 2007b), youth mortality causes can be related to the weight of incubated eggs where mortality is higher among guinea fowl obtained from eggs of 25g to 35g (46.4%) and lower for guinea fowl obtained from eggs of 45 g to 50 g (5.7%). The major pathology in free range system is due to parasitic infestation such as ascariasis, capillariasis and syngamose (Boko, 2012). These parasites are responsible of major retardation in growth of birds reared in free range, weight loss and diarrhea, although Guinea fowls are the birds performing the best under poor hygienic conditions (Boko, 2012). The traditional free range and multi-species systems induces high infestation rate (Chrysostome et al., 1997; Boko, 2012). Comparatively to Niger, the prevalence trichomoniasis infectionis low in Benin (Chrysostome et al., 1997), whereas the coccidia prevalence is very high, reaching about 71% in Benin (Chrysostome et al., 1997). Five categories of ectoparasites with a dominance of *Argas sp* were identified by Salifou et al. (2004) in Benin. However, the impact of ectoparasites on the mortality of Guinea fowls has not been clearly established. Guinea fowls are not immune to outbreaks of pasteurellosis, *Salmonella pullorum* and Newcastle virus although it is said by the farmers to be less sensitive than chickens to viral diseases (Chrysostome et al., 1997). According to Singh et al. (2010a) young subjects under two months are the most vulnerable in Burkina Faso, Sanfo et al. (2007a) indicated that the highest mortality rates ranging from 33.1 to 68.9% according to the villages is observed between the hatching to the fourth week of age. Similarly, Boko (2012) indicates that global chick mortality varies between 65 and 68% in Benin.

Conclusion

Family poultry breeding occupies a significant place in the activities of rural households and peri-urban Africa and Guinea fowl plays an important part, along with other species such as chickens, Muscovy ducks, and turkeys. In terms of preference of producers and consumers, guinea fowl ranks first because of its dual abilities: growth performance and laying eggs. Even though Guinea fowl is more interesting compared to the other avian species, it often remains less available for the consumer because of its low productivity in the current traditional breeding system in sub-Saharan Africa. The low annual production of eggs, low-weight performance and high mortality especially of the young, determine the low productivity of guinea fowl. The lack of suitable follow-up in its breeding system is characterized by the lack of control of the habitat, diet and disease especially in chicks younger than two months old. Several experiments to improve farming conditions have shown that egg production can be increased, as well as weight and mortality can be decreased without achieving the performance of exotic strains. Similarly, the significant difference in growth performances among the local guinea fowl population must be studied, also to enable any genetic improvement programs. Finally, contrary to chicken, typically local guinea fowl of Benin has not yet

benefited from any health follow-up or prophylactic standard leading to the improvement of their survival and their productivity.

Recommendation

To develop and increase his productivity, family poultry in general and particularly the guinea rearing will be dynamized based on the local guinea population whose the Zootechnical characteristics and genetic are little known. To achieve this, we must best characterized varieties of local guinea fowl to better use them in the conservation and improvement programs.

Specifically, we should:

- Identify and characterize according to the breeders point of view and the performance monitoring based in their natural environment by surveys and follow-breeding
- Evaluate the influence of diet on the externalization of the potential of the local guinea fowl growth in improve rearing condition
- Deepen in improved condition the characterization to obtain accurate information and additional on growth, body composition of the varieties encountered, reproduction and the physical and chemical qualities of products (eggs and meat).

The set of results obtained will serve as a safe and reliable basis to initiate conservation programs and sustainable genetic improvement through selection or cross based on the use of local genetic resources and/or commercial strains.

References

- Alkan S., Karsli T., Galiç A. & Karaba K., 2013. Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of guinea fowl eggs. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 19 (5), 861-867.
- Anonyme, 1991. Microlivestock: little-know small animals with à promising economic future. Washington D.C., *National Academy Press*, 115-123.
- Avornyo F. K., Karbo N., Munkaila L., Mbii P., Abukari A. & Allegye-Cudjoe, 2007. Towards Reducing Guinea Fowl Mortality in Northern Ghana: Research and Development Experiences. *Savanna Farmer, Acdep.* 8 (2), 3 – 5.
- Ayorinde K. L., Oluyemi J. A. & Ayni J. S. O., 1988. Growth Performance of Four Indigenous Helmeted Guinea Fowl varieties (*NumidaMeleagrisGaleata Pallas*) in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth. Afr.*, 36, 356-360.
- Blanchet M., 2011. L'activité pintade gérée à 100 % par Grimaud Frères sélection. *Filières avicoles, septembre 2011*. <http://www.grimaudfreres.com/actualites/4-revue-de-presse.html> (09/09/2014).
- Blum J. C., 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles. INRA, Paris, 1-282.
- Boko C. K., 2012. Salmonella enterica dans les mortalités de pintadeaux au Bénin : Etude de terrain, comparaison des souches, et activité antibactérienne des extraits de plantes locales. Thèse de doctorat en Santé et Productions Animales. Université de Liège (Ulg).
- Bougon M., Le Menec M. & Launay M., 1994. Variations des performances des pintadeaux avec la teneur des aliments en énergie et en protéines. *CNEVA laboratoire Central de Recherches Avicole et Porcine*, 22440 Ploufragut, 1-23.

- Chrysostome C, 1995. Méthodologie de développement de la pintade au Bénin. Thèse de doctorat. Sciences Agronomiques, Institut national Agronomique. Paris-Grignon, 190p et Annexes.
- Chrysostome C., Allard P., Demey F., Bell J. G. & Werthner J. P., 1997. Enquêtes sérologiques et parasitaires sur la pintade en élevage villageois au Bénin. Deuxièmes journées de la recherche avicole. Tours, 8-10 avril, 73-76.
- Chrysostome C., 2003. Présentation du PADAV : Aspects commercialisation, rentabilité, financement à la base. Rapport du deuxième atelier régional de projet d'aviculture villageoise en Afrique de l'Ouest du 24- 27/09/ 2002 au Burkina Faso. *Network for smallholder poultry development*.
- Chantale F., 2003. La pintade: Guide d'élevage. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 2875 Boulevard Laurier, 9^{ie} étage, Saint-Foy, Québec. G1V 2M2, 1-94.
- COUNTRYSTAT/BENIN, 2013. Base de données statistiques, consulté à l'adresse, <http://countrystat.org/ben> ou <http://www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/> (26/08/2014).
- Dahouda M., 2009. Contribution à l'étude de l'alimentation de la pintade locale au Bénin, et perspectives d'améliorations à l'aide de ressources non conventionnelles. Thèse de doctorat en Santé et productions animales à L'Université de Liège. Année académique 2008-2009.
- Dams r., 1996. Les couleurs de la pintade : Systèmes génétiques. *St Laurent d'Agny, Avril*.
- Dei H. K. & Karbo N., 2004. Improving Small holder Guinea Fowl Production in Ghana. A Training Manual. Cyber Systems, Tamale, Ghana, 20pp.
- Fajemilehin S. O. K., 2010. Morph structural characteristics of three varieties of grey-breasted helmeted guinea fowl in Nigeria. *Int. J. Morphol.*, 28(2), 557-562.
- Fandy M., 2005. La situation actuelle de l'aviculture villageoise au Bénin. Communication donnée à l'atelier national pour la promotion de la filière avicole au Bénin. MAEP, FAO. 8p. <http://www.fao.org/livestock/agap/lpa/fampol/infpd84f.htm> (27/08/2014)
- Fanou U., 2006. Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest: Cas du Bénin. *Revue du secteur avicole*. FAO, 44p. Avril 2006, Réédité Juin 2008.
- FAO, 2014. Poultry sector Ghana. FAO Animal Production and Health. *Livestock Country Reviews*, n° 6, Rome, Italy. 82p <http://www.fao.org/docrep/019/i3663e/i3663e.pdf> (31/08/2016)
- Groot A. & Koppes N., 2010. La Sélection génomique apporte plus de progrès génétique. *Newsletter internationale de l'Institut de Sélection Animale*, 1-4. isa.newsletter@hendrix-genetics.com
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performance de Ponte, de Reproduction et de Croissance de la Pintade Locale *Numida Meleagris* en Algérie. *European Journal of Scientific Research*. 47 (3), 320-333.
- Houndonougbo P. V., Chrysostome A. A. C, Houndonougbo F. M., Hedi A., Bindelle J. & Gengler N., 2014. Evaluation de la qualité externe et interne des oeufs de cinq variétés de pintades locales élevées au Bénin. *Rev. CAMES*, 2(2), 42-47.
- Ikani E.I. & Dafwang I.I., 2004. The production of guinea fowl in Nigeria. *Extension Bulletin*, 207(8): 32p <http://www.naerls.gov.ng/extmat/bulletins/Guineafowl.pdf> (01/09/2016)
- JORF, 2006. Arrêté du 30 Avril 2007 du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Français. ROR : AGRPO753 310 A.

- Karbo N., Avornyo F. K. & Atiiga, S., 2002. Preliminary studies on the pattern and causes of guinea fowl (*Numida meleagris*) keet losses in Garu and Bawku of the Bawku East District. *Savanna Farmer* 3, 15-17.
- Kayang B. B., Youssao I., Inoue E., Naazie A., Abe H., Ito S. & Inoue M. M., 2009. Genetic diversity of helmeted guinea fowl (*Numida meleagris*) based on microsatellite analysis. *Japan poultry science association*. 47, 120-124.
- Konlan S. P., Avornyo F. K., Karbo N. & Sulleyman A. 2011. Increasing Guinea Fowl Eggs Availability and Hatchability in the Dry Season. *J. World's Poult. Res.* 1(1): 1-3.
- Le Coz-Douin J., 1992. L'élevage de la pintade. Collection élevage. Paris (France). 252 p.
- Magali, 2016. Génétique Grimaud Frères Sélection et Galor-Amice Soquet - Sélectionneur de pintades, un métier d'équilibriste. <http://aviculture.reussir.fr/actualites/genetique-grimaud-freres-selection-et-galor-amice-soquet-selectionneur-de-pintades-un-metier-d-equilibriste:Y1A279HN.html> (19/06/2016).
- Moreki J. C., 2010. Guinea Fowl Production. *Poultry and Rabbits Section*, Botswana, 1-11. <http://cirrushillfarm.ca/wp-content/uploads/2016/01/Guinea-Fowl-Production-1.pdf> (11/09/2017)
- Moreki J. C. & Seabo D., 2012. Guinea Fowl Production in Botswana. *Journal of world's poultry research* 2(1): 01-04.
- Moussa Amadou B., Idi A. & Benabdeljelil K., 2011. Characterization of traditional poultry farming in Niger. *World's Poultry Science Journal*, 67: 517-530.
- Narushin V. G. & Romanov M. N., 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal*, 58, 297-303.
- Plouzeau & Sauveur., 1992. Technical and economical aspects of guinea fowl production in the world. *Station de Recherche Avicole*, INRA (France), pp319 – 324.
- Saina H., Kusina N. T., Kusina J. F., Bhebhe E. & Lebel S., 2005. Guinea fowl production by indigenous farmers in Zimbabwe. *Livest. Res. Rural Dev.*, 17, 9.
- Salifou S., Doko S.Y., Salifou A.N. & Pangui L. J., 2004. Acariens et insectes parasites de la pintade domestique (*Numida meleagris galeata*) dans les régions de l'Alibori et du Borgou (Nord-est du Bénin). *RASPA*, 2(1), 43-46.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007a. Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura*, 25(1), 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007b. Poids de l'oeuf de la pintade locale (*Numida meleagris*) dans la région centrale du Burkina Faso: rapports avec les variables de l'incubation artificielle et la production des pintadeaux. *Tropicicultura*, 25(3), 184-188.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2008. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 61(2), 135-140.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans le plateau centre du Burkina Faso. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, EISMV de Dakar, 7(S), 115-121.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2012. Performances de ponte et caractéristiques des oeufs de pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduit améliorée dans la region centre du Burkina Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65 (1-2), 25-29.

- Seigneurin F., Grasseau I., Chapuis H. & Blesbois E., 2013. An efficient method of guinea fowl sperm cryopreservation. *Poultry Science Association Inc.*, 92, 2988-2996. <http://ps.oxfordjournals.org/content/92/11/2988.full.pdf> (19/06/2016)
- Sezer M., 2007. Heritability of exterior egg quality traits in Japanese quail. *J. Appl. Biol. Sci.*, 1(2), 37-40.
- Singh B., Barwal R. S. & Singh B., 2010a. Performance of guinea fowl in Tarai and Bhabar area of Uttarakhand. *Poultry Science*, 45(1), 263 -145.
- Singh S. K., Mehra S., Shukla S. K., Kumar V., Tiwari A., Mehra M. Goyal G., Mathew J. & Shama D., 2010b. Nucleotide sequence variation in MHC class I region in guinea fowl. *International Journal of Poultry Science*, 9(3): 236-239.
- Smith A.J., 1992. Elevage de la volaille. Éditions Maisonneuve et Larose Paris, 2 (19), 1-347.
- Tougan U. P., Dahouda M., Salifou C. F. A., Ahounou G. S., Kpodekon M. T., Mensah G. A., Thewis A. & Youssao I. A. K., 2013. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3 (8), 1-20.
- Van der Horst F. & Clavé H., 2007. Adaptation des Régimes Alimentaires pour une Croissance Optimale de la pintade sous label rouge. 7ième Journée de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars, 174-177.
- Yo T. P. M., Guerin H. & Dauvilliers P., 1994. Alimentation séparée chez les poulets de chair en climat chaud. *Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 47 (3), 319-327.

2

Présentation des résultats

De l'article de synthèse bibliographique présenté dans le chapitre précédent, il ressort que plusieurs variétés de pintades se rencontrent en Afrique subsaharienne et sont réparties de façon inégale par pays et par zone géographique. Certaines variétés présentes dans tel pays ou zone géographique peuvent être absentes ou rares dans tel autre pays ou zone géographique. De même, les performances et la productivité bien que faibles varient en fonction des milieux et du système d'élevage. L'alimentation, la forte mortalité des jeunes et la différence génétique des variétés sont soupçonnées être responsables des faibles performances et de productivité des pintades locales. Cette synthèse fait ressortir également des questions de recherche qu'il convient d'adresser en vue d'assurer un développement de cette activité au service du développement de ces régions. Ces questions, nous amènent à faire l'inventaire des variétés rencontrées dans les élevages villageois, les caractériser sur le plan phénotypique et morphologique, à évaluer l'influence de l'alimentation sur les performances zooéconomiques de la pintade locale et enfin, voir si leurs caractéristiques de reproduction diffèrent d'une variété à l'autre.

Préambule

Cette étude première étude vise la caractérisation phénotypique et l'évaluation des performances de croissance en milieu villageois des différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin. Les résultats attendus de cette étude devraient permettre de recenser les variétés de pintades élevées sur base phénotypique et d'évaluer les caractéristiques socio-économiques de leur élevage ainsi que leur performance de croissance.

A cet effet, des enquêtes et des suivis d'élevages en milieu villageois ont été effectués dans trois zones agroécologiques (l'Atacora, le Borgou et les Collines). Ces enquêtes et suivis ont portés sur les différentes variétés élevées, le système d'élevage, les objectifs de production des éleveurs, les contraintes d'élevage, la fréquence dans les élevages, l'adaptabilité des variétés aux conditions d'élevage villageoises et enfin les performances de croissance suivant les modes d'élevage des variétés.

Article I: Phenotypic, socio-economic and growth features of Guinea fowls raised under different village systems in West Africa

Basé sur l'article: Houndonougbo P. V., Chrysostome A.A. C., Rodrigo R. M., Hammami H., Bindelle J., Gengler N. 2017. African Journal of Agricultural Research (AJAR), Vol. 12(26), pp. 2232-2241.

Abstract

In Benin, family Guinea fowls farming has become an important activity in economic and social aspects that contribute to food security, poverty reduction and well-being. However, current information about production systems and consumption is still limited. This information would be useful to improve the sustainable exploitation of agricultural and commercial genetic resources. We aimed to identify and assess the socio-economic and phenotypic features of local guinea fowl varieties as well as to investigate phenotypic variability and growth performance of guinea fowls raised under different environments. Growth performance and survival rates of guinea fowl varieties were recorded in three zones of Benin: Collines, Atacora and Borgou. Seven varieties, Gray, Common, Bonaparte, White, Black, Isabelle and Multicolored, of guinea fowls were identified in Benin. The farmers chose the guinea Fowl variety to be raised according to breeding system, agro-ecological zone, disease resistance, market price and production purpose. Bonaparte, Common, and Gray varieties emerged as most resistant whereas White, Black and Gray outperformed in growth and may be used for breeding purposes. The semi-confinement system could be recommended for startup as a temporary solution to reduce mortalities rate of young birds and improve production of local guinea fowls in Benin. The existence of several varieties on farms does not encourage genetic improvement program of these resources. Establishing selection or crossbreeding programs in controlled environments would be more appropriate for guinea fowls raised in Benin.

Key words: survey, agro-ecological zones, confinement systems.

Introduction

In West Africa, family poultry farming has become an important activity in economic and social aspects. Strategies for developing family poultry production at village level have been reported over the years (Riise et al., 2005). In Benin, family poultry is meat/eggs sources that contribute to food security, poverty reduction and well-being of local people. This activity has potential profitability leading farmers to increase their production over the years (Guèye, 2009; Moreki et al., 2010). In 2013, poultry population (chicken, duck, guinea fowl, turkeys and pigeons) was about 18.19 million (<http://faostat.fao.org>). However, current information about poultry production and consumption in Benin is still limited. Despite guinea fowl meat/eggs production is the third largest, chicken (1st) and duck (2nd), productivity is still low. This fact might be due to genetic and environmental factors (alimentation, microbisme, intempéries, prédateurs, etc) as well as guinea fowl farming issues (Sanfo et al., 2007; Fajemilehin, 2010).

Chrysostome (1995) identified several guinea fowl varieties in Benin, such as Gray, Lilac, Isabelle, Chamoise, Albino, Variegated and Black. However, phenotypic features were not well reported; a fact that still limits any breeding improvement of guinea fowl. Few reports of environmental and genetic variability among varieties can be found in literature (Kayang et al., 2002; Kayang et al., 2010); thus, more efforts need to be done to better describe and evaluate local guinea fowl in terms of phenotypic and genetic diversity. This information would be useful to improve the sustainable exploitation of agricultural and commercial genetic resources.

This study tries to address to investigate 1) the phenotypic parameters and socioeconomics aspects of guinea fowl varieties in Benin as raised under different breeding systems and agro ecological zones 2) the growth performance of these guinea fowl varieties raised under contrasting environments. Toward this orientation, we have been based on socio-economic survey and data recording for growth performance of Guinea fowl varieties in three agro-ecological zones in Benin.

Material and methods

Plumage color investigation and socio-economic importance

A survey was conducted on 131 village farmers in three different agro-ecological zones (Atacora, Borgou and Collines) in the Central and North regions of Benin (survey sheet in appendix). This survey aimed to identify and assess the socio-economic and phenotypic features of local guinea fowl varieties. The Atacora and Borgou zones are characterized by semi-arid Sudanese climate with annual rainfall ranging from 900 to 1100 mm, average temperature is 27.5 °C, humidity is around 50% and there are from fair to poor grazing areas. In Collines zone, the climate is the Guinean Sudanese with average rainfall of 1200 mm per year. The annual average temperature is 27 °C and humidity of 60%. This is an area of transhumance where agricultural residues are abundant and potentially used (Bertrand et al., 2013).

The farmers were chosen based on their experience in the guinea fowl production, farm accessibility, absence of exotic guinea fowls and availability of local varieties. The surveyed farmers were identified on the guinea fowl producers list made by the project between Belgium and Benin on livestock development in Borgou (FSA5) and snowball survey based on rural development officers in the departments of Collines and Atacora.

The survey was based on a socio-economic quiz, phenotypic aspects of different guinea fowl varieties as well as on observations and discussions with farmers. Dams (1996) and Fajemilehin (2010) identified different varieties of guinea fowl based on color and presence/absence of spots and/or beads in plumage. Information on egg source, production targets (purpose and market price), disease resistance, reproduction, management were also performed. Mating is generally not organized and conducted for each local poultry variety as between varieties available in neighboring farms. In these farms, the poultry scavenging system is more adopted.

Survival rates and growth performance

From birth to 12 weeks of age, measurements of survival rates and growth performance for six varieties (Gray, Common, Bonaparte, White, Black and Isabelle) were recorded in Collines, whereas only three (Common, Bonaparte and White) were recorded in Atacora and Borgou zones. Guinea fowls were individually identified at birth by numbered rings (tags) on the leg and further weighted every week using a precision scale. These animals were raised in two different systems: extensive with feed additives and semi-confinement. The first system was followed-up in all zones whereas semi-confinement only in Collines with 30 Common births and 36 Bonaparte births.

In the semi-confinement system, farmers use many types of feed additives such as termites and crushed maize kernels; by adding or not toasted soy/sorghum or maize malt/soy beans from homemade cheese. A total of 566 individuals from different varieties, 37 incubations and 13 poultry farms, under extensive system, were recorded from birth to 12 weeks old (Table 3).

Table 3. Number of animals

Zone/Variety	Black	Bonaparte	Common	Gray	Isabelle	White	Total
Atacora	0	72	111	0	0	69	252
Borgou	0	36	26	0	0	36	98
Collines	26	40	64	26	25	35	216
Total	26	148	201	26	25	140	566

Statistical analysis

Egg source, production targets, disease resistance, reproduction, and management were analysed by using *Proc FREQ*. The growth performance data was analysed using *Proc GLM* procedures from SAS software (SAS, 2002).

Sources of variation were the managed via the following equation:

$$y_{ijk} = \mu + D_i + R_j + U_k + D_i * R_j + e_{ijk}, [1]$$

y_{ijk} is the observation for dependent variables associated to the overall mean μ , the fixed effects of variety i (D_i), of zone j (R_j) and of system management k (U_k), $D_i * R_j$ is the variety*zone interaction and the corresponding residual error (e_{ijk}).

Results

Plumage color investigation and socio-economic importance

Based on plumage color, our investigation showed that there was indeed diversity of guinea fowl varieties in Central and North of Benin. Seven varieties were identified gray beaded (Common; Figure 2a and 2b), gray beaded with white chest (Bonaparte; Figure 2c and 2d), non-beaded white (White; Figure 2e and 2f), Gray (Figure 2g and 2h), Isabelle (Figure 2i, 2j, 2k and 2l), Black (Figure 2m, 2n and 2o) and Multicolored (Figure 2p).



Figure 2. Guinea fowls varieties named based on plumage color: Common^{a,b}; Bonaparte^{c,d}; White^{e,f}; Gray^{g,h}; Isabelle^{i,j,k,l}; Black^{m,n,o}; Multicolored^p

In Benin, guinea fowls have been mainly raised for dual purpose. Among all surveyed zones, 73% of farmers raise guinea fowls for that purpose, while only 18 and 9% raise them for egg and meat purposes, respectively (Table 4). This production system concerns mainly Atacora and Borgou zones. In Collines zone, 65% of farmers raise dual and 35% egg purposes fowls. The main egg source is border farmers followed up by local market (59% vs. 13% in average) whereas random mating appeared to be the most used breeding system (Table 4). In order to

improve production, from all 131 farmers, 72% adopted random and 23% close relatives mating modes whereas 5% keep buying eggs outside Benin.

Table 4. Production purpose, eggs source and breeding system in agro ecological zones of Benin

	Agro-ecological zone (Number of farmers)		
	Atacora (53)	Borgou (42)	Collines (36)
Purpose			
Egg and meat	74%	83%	65%
Egg	14%	9%	35%
Meat	12%	8%	0%
Egg source			
Another village	6%	8%	0%
Border country	1%	3%	6%
Border farmer	62%	42%	65%
Local market	11%	25%	18%
Border farmer and local market	16%	14%	5%
Own hatching sources	4%	8%	6%
Breeding system			
Random	83%	44%	60%
Eggs outside Benin	4%	6%	10%
Mating close relatives	13%	50%	30%

The disease resistance of guinea fowl varieties raised in Central Benin (Collines) as reported by the farmers is shown in Table 5. The Common guinea fowl variety appears to be the most resistant to diseases in the traditional rearing condition (75.3%), followed by the Black (52%) and Bonaparte (47%). The Multicolored, White, Isabelle and Gray varieties are the most sensitive guinea fowl varieties in Benin (Table 5).

Table 5. Guinea Fowl variety resistance to diseases in the traditional rearing condition according to Benin farmers

Resistance/Variety	Common	Bonaparte	White	Gray	Isabelle	Black	Multicolored
Intermediate (%)	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4
High (%)	75.3	46.7	22.1	28.6	23.4	51.9	20.8
Low (%)	1.3	29.9	54.5	48.0	51.9	24.7	55.8

The market price of guinea fowls varied between agro-ecological zones and varieties (Table 6). The White variety was the most expensive with average prices of 2886, 3133 and 3278 CFA franc (FCFA) in Atacora, Borgou and Collines zones, respectively. Black and Isabelle market prices were similar between zones; however, these prices differed from Gray, Common, Multicolor and Bonaparte varieties (Table 6). The guinea fowl market price was higher in Collines than Atacora ($P<0.01$) and Borgou ($P<0.04$) zones. Nevertheless, similar prices were observed between Atacora and Borgou ($P>0.05$; Table 6).

Table 6. Guinea fowl average market prices (standard error) by varieties and zones in franc CFA

Variety/Zone	Average market price (standard error)			Zone	Variety	Zone*Variety
	A ^b (n=32)	B ^b (n=33)	C ^a (n=30)			
Common ^c	2211 (45.5)	2367 (54.4)	2433 (47.6)	***	***	NS
Bonaparte ^c	2132 (38.8)	2206 (42.0)	2533 (55.1)	***	***	NS
White ^a	2886 (69.6)	3133(142.3)	3278 (89.6)	***	***	NS
Gray ^c	2275 (49.6)	2256 (28.1)	2400 (53.7)	***	***	NS
Isabelle ^{bc}	2328 (60.1)	2356 (29.5)	2450 (61.5)	***	***	NS
Black ^b	2475 (46.6)	2656 (46.0)	2700 (51.5)	***	***	NS
Multicolored ^c	2193 (36.3)	2244 (28.1)	2433 (55.1)	***	***	NS

*A=Atacora; B=Borgou; C=Collines; *: significant; **: high significant; ***: very high significant; NS: non-significant; Zones/varieties followed by same letters (a, b, c) are not statically different ($P<0.05$).*

Survival rates

The survival rates varied according to bird age (Figure 3). No deaths were observed for Common, Bonaparte and Black varieties in the first week. At week three, survival rates of 4 varieties were similar (Common, Bonaparte, Gray and White; around 90%), whereas Isabelle and Black varieties presented smaller rates, i.e., 67% and 70%, respectively. From week three to eight, Isabelle and Black continued to be more susceptible, White and Gray had intermediary whereas Bonaparte and Common presented the highest survival rates (Figure 3). Survival rate stability between varieties was observed from week nine to 12, except for Black. This variety showed an abrupt decrease from week 11 to 12 (Figure 3).

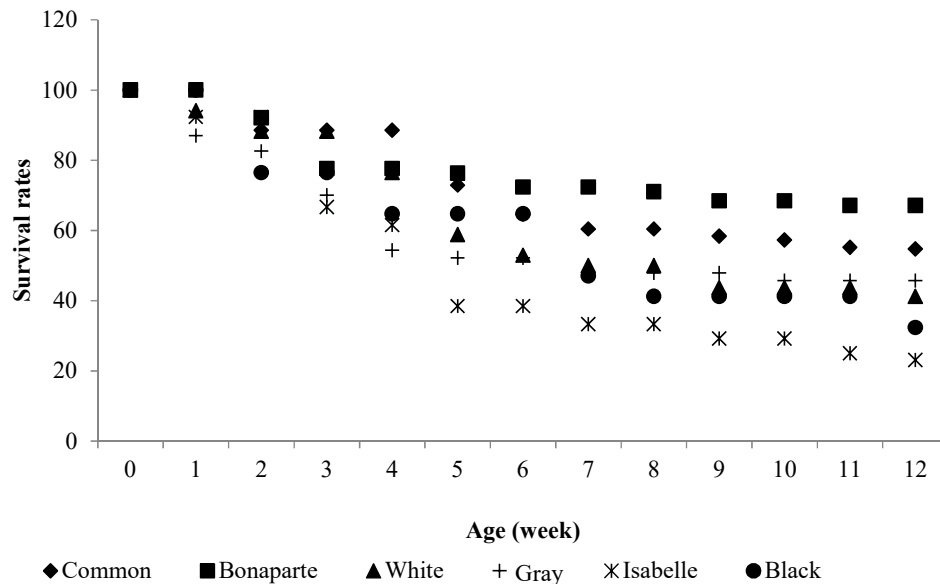


Figure 3. Survival rates of guinea fowl varieties in extensive system

Growth performance

Growth performance in extensive system of Common, Bonaparte and White Guinea fowls in Atacora, Borgou and Collines zones

In general, guinea fowl's growth performances differed between zones (Table 7). These differences were significant for almost all the growth period. Higher growth performances were observed in Borgou (from week 0 to 8) and Collines (from week 9 to 12) zones. In summary, better growth performances were identified in Collines followed by Borgou and Atacora, respectively. Growth performances between varieties highly differed at birth ($P < 0.01$), while there were no statistical differences at week one (Table 7). The Common variety presented higher performances from week two to eight in Atacora and Borgou zones whereas White guinea fowls outperformed in Collines. At week 12, the White variety had better performances in all zones. Moreover, zone by variety interaction was statistically significant for all tested period (week 0 to 12; $P < 0,001$; Table 7).

Table 7. Growth performance (g) means for Common, Bonaparte and White guinea fowls rearing in extensive system under different zones

Variety*Zone	Week (W)												
	W0	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
Common*Atacora	32.8 ^{aa}	53.8 ^{aa}	76.9 ^{aa}	121.8 ^{aa}	194.3 ^{aa}	231.7 ^{aa}	332.4 ^{aa}	415.9 ^{aa}	456.4 ^{aa}	519.0 ^{aa}	575.6 ^{aa}	620.1 ^{aa}	610.6 ^{aa}
Common*Borgou	25.6 ^{aa}	45.9 ^{aa}	68.8 ^{ba}	108.7 ^{ba}	193.5 ^{ba}	272.3 ^{ba}	340.0 ^{ba}	441.0 ^{ba}	465.7 ^{aa}	491.4 ^{ba}	523.6 ^{ba}	562.8 ^{aa}	610.8 ^{aa}
Common*Collines	28.7 ^{ba}	40.4 ^{ba}	60.7 ^{ca}	92.6 ^{ca}	118.3 ^{ca}	168.9 ^{ca}	228.1 ^{ca}	282.6 ^{ca}	343.6 ^{aa}	398.7 ^{ba}	492.7 ^{ca}	577.3 ^{ba}	658.3 ^{ba}
Bonaparte*Atacora	29.1 ^{aa}	51.6 ^{aa}	76.2 ^{aa}	84.5 ^{ab}	90.5 ^{ab}	130.7 ^{ab}	167.5 ^{ab}	261.0 ^{ab}	342.4 ^{ab}	401.5 ^{ab}	458.8 ^{ab}	513.3 ^{ab}	546.4 ^{ab}
Bonaparte*Borgou	30.0 ^{aa}	54.7 ^{aa}	79.8 ^{ba}	116.3 ^{bb}	168.6 ^{bb}	245.0 ^{bb}	276.0 ^{bb}	343.5 ^{bb}	364.1 ^{ab}	448.8 ^{bb}	505.8 ^{bb}	515.8 ^{ab}	561.0 ^{ab}
Bonaparte*Collines	29.6 ^{ba}	39.0 ^{ba}	54.8 ^{ca}	70.3 ^{cb}	117.1 ^{cb}	154.9 ^{cb}	210.1 ^{cb}	267.4 ^{cb}	372.3 ^{ab}	431.2 ^{bb}	480.7 ^{cb}	544.2 ^{bb}	582.7 ^{bb}
White*Atacora	26.1 ^{ab}	40.1 ^{aa}	62.7 ^{ab}	105.6 ^{ac}	185.1 ^{ac}	233.7 ^{ac}	275.9 ^{ac}	317.7 ^{ac}	357.5 ^{ac}	354.6 ^{ab}	432.1 ^{aa}	513.5 ^{aa}	612.6 ^{aa}
White*Borgou	25.9 ^{ab}	54.2 ^{aa}	93.1 ^{bb}	132.1 ^{bc}	195.1 ^{bc}	267.5 ^{bc}	299.1 ^{bc}	303.5 ^{bc}	357.9 ^{ac}	437.3 ^{bb}	521.2 ^{ba}	564.4 ^{aa}	622.8 ^{aa}
White*Collines	29.1 ^{bb}	46.3 ^{ba}	77.7 ^{cb}	119.5 ^{cc}	175.4 ^{cc}	225.6 ^{cc}	267.6 ^{cc}	304.5 ^{cc}	451.3 ^{ac}	496.4 ^{bb}	577.5 ^{ca}	706.1 ^{ba}	825.9 ^{ba}
<i>P-value</i> (zone)	**	***	***	***	***	***	***	***	NS	***	*	***	***
<i>P-value</i> (variety)	**	NS	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>P-value</i> (zone*variety)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

The first letter indicates differences for the zone and the second for the variety; means between classes in the same column followed by different letters differ significantly: *; Significant ($P < 0.05$), **: highly significant ($P < 0.01$), ***: very highly significant ($P < 0.001$); NS: non-significant

Growth performance between Bonaparte and Common varieties raised under two different village systems

Although both varieties showed similar body weight at birth under extensive and semi-confinement systems, they outperformed under semi-confined system from the first to the tenth week (Figure 4). Differences between varieties were observed at weeks 12 ($P<0.05$) where the heaviest weights were registered for Common variety under extensive system.

In summary, from week one to eight, birds under the semi-confinement system outperformed in terms of growth performance compared to those under an extensive raising system (Figure 4). After week 8, when birds under the semi-confinement system were changed from confinement to extensive, growth performance were, in general, similar between systems.

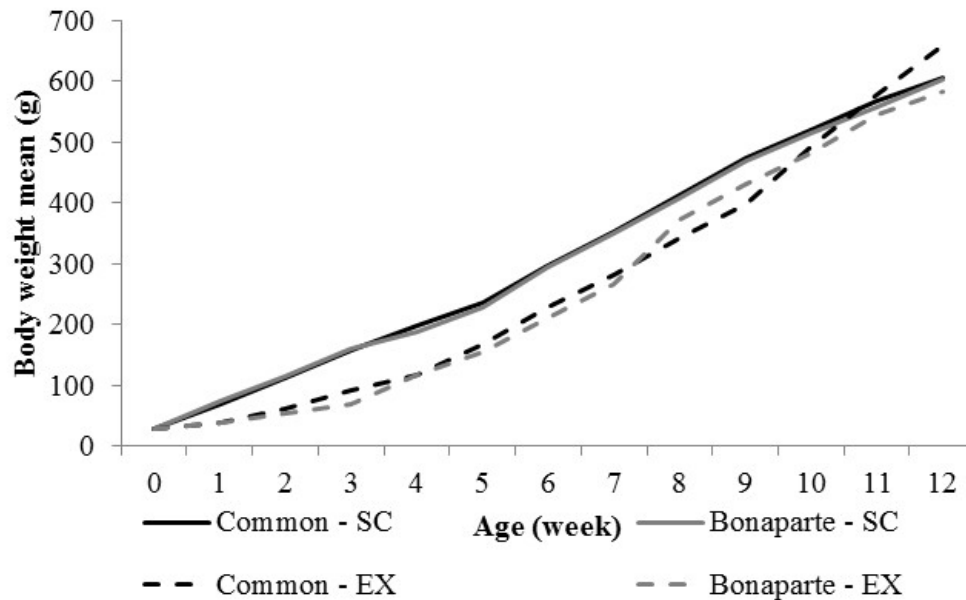


Figure 4. Common and Bonaparte guinea fowl's growth performance means raised under semi-confinement (SC) and extensive (EX) systems

Comparative growth performances between six Guinea fowl varieties raised under an extensive system in Collines zone

The Collines zone was previously reported as the best zone in terms of growth performance. Therefore, we further compared varieties raised in this zone under the most common village system (extensive). Growth performances comparison between all guinea fowls was performed in order to identify the variety that outperformed. Figure 5 showed differences in growth performances between varieties along the tested period. Highest body weights at week 12 were observed for White and Gray varieties whereas the lowest weights were observed for Isabelle and Bonaparte. In general, the Black variety outperformed from the starting phase (weeks 2, 3, 4, 6 and 7) and White in final period, week eight to 12. Common and Bonaparte varieties showed similar results up to week 9, whereas from weeks 10 to 12, Common outperformed. The Gray variety showed smaller performances in the beginning (weeks 0 to 7), but higher after this period compared to other varieties.

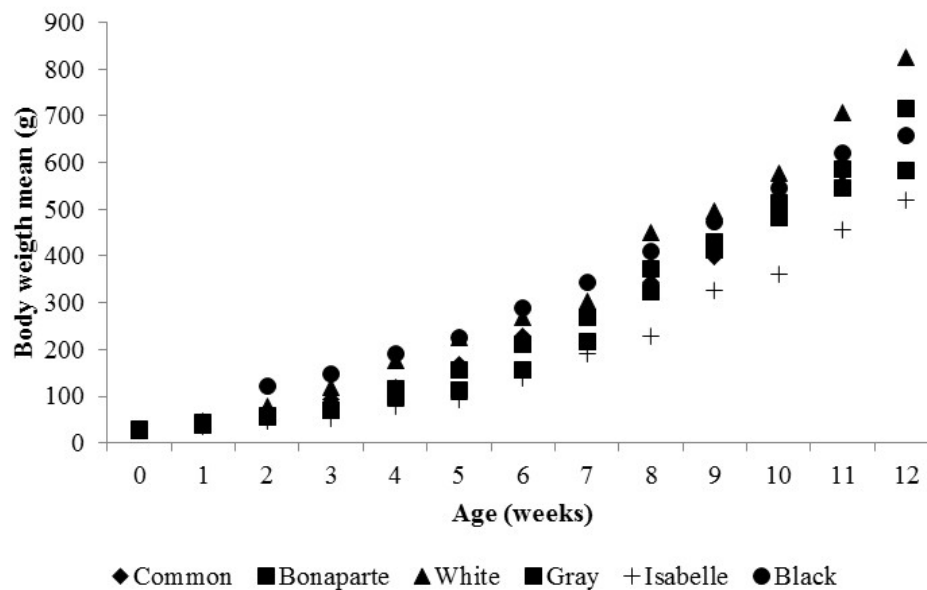


Figure 5. Growth performance means for varieties raised under an extensive system in Collines zone

Discussion

Seven (07) guinea fowl varieties have been identified in North and Central parts of Benin (Figure 2). The Common (Figure 2a and 2b), Gray (Figure 2g and 2h) and Black (Figure 2m, 2n and 2o) varieties were also identified in Nigeria by Fajemilehin (2010) and Niger by Singh et al. (2010). The Isabelle (known as Rousse or JAA) and White varieties were also identified by Singh et al. (2010) with similar plumage color. In addition, the Bonaparte variety has been reported in different studies (Chenevard, 1931; Cauchard, 1971; Dams, 1996). Albino feathers on the

chest and secondary flight wings are specific features of Bonaparte distinguishing it from Gray (Figure 2d), Black (Figure 2n) and Isabelle (Figure 2i) varieties. This white color on the chest and secondary wings appeared to be heritable over generations. In the plumage of young Isabelle birds can be observed an exchange from fawn to gray color (Figure 2i, 2j, 1k and 2l). This exchange tends to be in different degrees between fowls. Gene features related to the color of Isabelle variety would be recessive and/or related to sex (Dams, 1996), and therefore the explanation about this exchange remains unknown. Globally, some of the identified varieties in our study have already been described by Chrysostome (1995). However, one of the varieties (Chamoise) described by these authors is currently absent in Benin or currently named Isabelle. In addition, the Multicolored variety observed in our study had been described by these authors as Variegated variety and been characterized by several plumage colors unevenly distributed all over the body (Figure 2p).

Our investigations showed that most guinea fowl eggs/meat production in the agro ecological zones is under extensive system with or without feed additives. Fed additives are cooked by using termites and cereals. This food is further offer to young birds, and the amount and frequency varied depending upon farmer and zone. These results and the uniform farming system in West African corroborated with literature (Sanfo et al., 2007; Boko et al., 2013; Konlan and Avoronyo, 2013; Avoronyo et al., 2016). In general, farmers chose to raise such variety based on production purpose, diseases resistance and market price. This information agreed with those reported by Sanfo et al. (2012) who stated that White guinea fowls are not seen by farmers as one of the best to be raised. This is due to its plumage color (predator attraction), lightweight body shape and low laying performance.

The largest proportions of farmers (73%) raising dual-purpose guinea fowls known by their higher egg production and consumer acceptance compared to local chickens. This is in agreement with literature (Sanfo et al., 2007). Some farmers (18%) due to limited available space in crowded areas or even robbery likelihood prefer limited laying center sheds. These eggs are used for consumption, to increase profit or both.

The higher percentage of farmers under egg purpose system in Collines compared to Atacora and Borgou might be explained by the smaller odds to be stolen and number of predators. Meat purpose farmers (9% in average) usually buy eggs, incubates them under hen, and after hatching, the fowls are raised until sold out. The main reason for this is to not face transportation costs and risks buy selling eggs as well as robbery and predators.

The main egg source is eggs incubation from border farmers, being 59.49% in total was higher than 44% reported by Avoronyo et al. (2016) in Ghana. This egg source is performed in order to ensure the eggs quality and fertility. This statement is consistent with Chrysostome (1993) who believed that reproduction is ensured by incubation under hen and eggs fertility by high sex ratio.

Unlikely our study, where random mating is the most used breeding system by farmers (72%); Avoronyo et al. (2016) reported high mating rates of close relatives. Despite random mating may lead to lower genetic improvement, close relatives

mating might be carefully used in order to avoid inbreeding. Some farmers are aware from this fact and already appeal to eggs acquiring from other cities or even border countries. However, these sources remain limited due to several risks as transportation that may affect egg quality and fertility.

In Benin, guinea fowl selection by farmers is made based on mass selection guided by farmer's practices and interests. Therefore, by verifying different guinea fowl production system in Benin, we may infer that farmers will have harsh time to achieve animal breeding improvement. This is due to the absence of controlled production and reproduction systems. It would be hard to establish animal breeding programs since there is no quality in phenotype recording as well as reliable pedigree. This observation is in agreement with Sanfo et al. (2007), who reported that some farmers randomly practice mass selection based on criteria as eggs hardness and shape, and bird body shape.

Another interesting selection criterion is disease resistance. This can guarantee fewer losses in the production system. The resistance diversity between varieties reported in this study corroborates with those results reported by Sanfo et al. (2012). According to farmers, these differences might be due to the raise condition and animal care. However, farmers appear to not take into account the frequency of each variety in their system. According to our findings, the Bonaparte variety presented a more stable survival rates testifying their adaptability to different husbandry conditions. On the other hand, the Gray variety was characterized as susceptible in the starting phase but stable after this period. This might be due to the viability of young Gray guinea fowl to outbreaks than to husbandry conditions and/or care. At last, White, Black and Isabelle were most susceptible varieties due to their survival rate instability, especially after week 4. This survival rate instability may be characterized by the influence of husbandry conditions and susceptibility to parasites, bacteria and virus (Boko et al., 2013).

In general, the prices were relatively higher in Collines. Collines is a less known agro-ecological zone in Benin. The market prices of guinea fowls were higher compared to those reported by Boko et al. (2011) and Dahouda et al. (2008) who reported market prices values of 1500 and 1630 FCFA, respectively. Market prices increase with demand increasing of guinea fowls or production decrease. The unexpected second reason may happen due to diseases and even outbreaks, the main responsible for a large number of deaths (Boko et al., 2013).

Growth performances of Gray, Bonaparte and White varieties varied between zones (Atacora, Borgou and Collines). It happened due to different food availability and care providing to young birds by farmers (Table 7). These results agreed with those reported by Singh et al. (2010) who have reported different performance (range 780-925 g) in different environments, for the same variety at week 12.

In Benin, the Atacora and Borgou are considered the most important zones for guinea fowl livestock. In these zones, farmers provide efficient care whereas, in Collines they are less experienced. This explained higher growth performances in Atacora and Borgou (Table 7). Care and food supplement provided by farmers enable faster growth of young guinea fowls (Sanfo et al., 2012). From eight weeks old (after critical period), farmers from Atacora and Borgou have been reduced care,

and animals have been faced hard periods to adapt to the new condition of life. On the hand, the animals from Collines are usually adapted to this condition at this point since care is minimal from the beginning. In addition, the availability of food in these zones is different and this has influenced growth performance. The Collines zone outperformed Atacora and Borgou due to its high grain production covered vegetation (<http://faostat.fao.org>). The Atacora is under desert influence and presents low soil fertility, being then the less fortunate zone.

Mortality rates of young guinea fowls under semi-confinement system tended to decrease in our study as already reported in literature (Laurenson, 2002; Dahouda et al., 2008; Boko et al., 2013). Significant improvements on growth performance were achieved compared to the extensive system, especially in starting phase. Similar results after week eight (Fig 4) may be due to the adaptation time for birds under the semi-confinement system, i.e., fowls might have had smaller gains, none or even lost weight. Nevertheless, the semi-confinement system still appeared to be more efficient to improve farms profitability. In addition, animals under this type of system are also less stressed and, therefore, to improve feed supplies in this system could be very beneficial for farmers (Laurenson, 2002; Dahouda et al., 2008).

Growth performance differences observed between varieties under extensive system in Collines (Fig 5) agreed with Sanfo et al. (2007) and Fajemilehin (2010). However, Sanfo et al. (2007) and Fajemilehin (2010) observed that Black and Common varieties outperformed, respectively, whereas, in our study, the White variety presented the best performance. Genetic diversity of varieties may explain differences in weight and offer an opportunity to improve growth performance of guinea fowls through selection Sanfo et al. (2012).

However, guinea fowl growth curves can be very different. Some varieties such as Common, Gray and Black have faster growth at beginning and lower by the end. Fajemilehin (2010) reported similar results for the same varieties. Differences in growth might be also explained by the adopted husbandry system, parasitism, bacterial diseases and supply of feed additives (Dahouda et al., 2008; Boko et al., 2013). In summary, White, Gray and Black guinea fowls appeared to have faster growth compared to Common, Bonaparte and Isabelle varieties in North and Central parts of Benin.

Although our study was designed to cover regions known for their raising guinea fowl potential in Benin, the survey and measurement-based data still depends upon concerns of farmers regarding production history, i.e., absence of valuable recording systems at national level as well as data recording at farmer level. In this context, the guinea fowl's varieties identification was mostly based on plumage color and on farmers' knowledge. In general, it appears that main interests of farmers were linked to economic rather than technical issues.

To overcome these limitations, data recording in a controlled station should be encouraged towards better identification of "pure" individuals of those studied varieties. Advanced genetics/genomics techniques and novel reproduction biotechnologies should also be prioritized.

Conclusion

Seven varieties of guinea fowls were identified in Benin and the choice is made by farmers according to breeding system, agro-ecological zone, disease resistance, market price and production purpose.

Bonaparte, Common, and Gray varieties emerged as most resistant in the traditional rearing condition whereas White, Black and Gray outperformed in growth and may be used for breeding purposes.

The semi-confinement system could be recommended for startup as a temporary solution to improve production of local guinea fowls in Benin.

The existence of several varieties on farms does not encourage genetic conservation and improvement of these resources. However, establishing selection or crossbreeding programs in controlled environments would be more appropriate for guinea fowl raised in Benin.

Conflict of interests

The authors declare that there are no conflicts of interest arising from intellectual, personal, or financial circumstances of our research

Acknowledgements

The authors thank the Government of Benin for financial support as well as all producers and breeders who have accepted to participate and provided data for this study. The authors also would like to thank Arnaud Houndonougbo, Bio Orou, Tatiana W. Koura and Christelle Codjia for helping in the investigation phase and performance monitoring.

References

- Avornyo F.K., Salifu S., Panyan E.K., Al-Hassan B.I., Ahiagbe M. & Yeboah F., 2016. Characteristics of guinea fowl production systems in northern Ghana. A baseline study of 20 districts in northern Ghana. *Livest. Res. Rural Dev.* 28(8).
- Bertrand A., Agbahungba G. & Fandohan S., 2013. Urbanization and forest foods in Benin. *Unasylva* 64(241):30-36.
- Boko C.K., Kpodekon M.T., Farougou S., Dahouda M., Youssao A.K.I., Aplogan G.L., Zanou J. & Mainil J.G., 2011. Farmer perceptions and pathological constraints in helmeted guinea fowl farming in the Borgou department in North-East Benin. *Afr. J. Agr. Res.* 6(10):2348-2357
- Boko C.K., Kpodekon T.M., Duprez J.N., Imberechts H., Taminiau B., Bertrand S. & Mainil J.G., 2013. Identification and typing of *Salmonella enterica* serotypes isolated from guinea fowl (*Numida meleagris*) farms in Benin during four laying seasons (2007 to 2010). *Avian Pathol.* 42(1):1-8.
- Cauchard J.C., 1971. *La pintade*. Edition Henri Peladan (*Numida meleagris*). Editions Henri Peladan, Paris, France, 215 p.
- Chenevard W., 1931. *Pintades et dindons*. Librairie J.B. Bailliere et Fils, Paris, France.150p.
- Chrysostome C., 1993. Possibilités et problèmes liés à l'élevage de la pintade en milieu villageois. In : Pandey et Demey, éd. *Production avicole villageoise en Afrique*. International workshop, Rabat, Maroc, 57-65.

- Chrysostome C., 1995. Méthodologie de développement de la pintade au Bénin. Thèse de doctorat. Institut national Agronomique de Grignon, Paris, France. 190p.
- Dahouda M., Sènou M., Toleba S.S., Boko C.K., Adandédjan J.C. & Hornick J.L., 2008. Comparison of local Guinea fowl (*Meleagris numida*) production characteristics in experimental station and rural area in soudano-guinean zone of Bénin. *Livest. Res. Rural Dev.* 20(12).
- Dams R., 1996. Les couleurs de la pintade: Systèmes génétiques. St Laurent d'Agny, Avril. 1-4p. <http://association-ferme.pagesperso-orange.fr/arch.pdf-bc/les%20couleurs%20de%20la%20Pintade.pdf>.
- Fajemilehin S.O.K., 2010. Morphostructural Characteristics of Three Varieties of Greybreasted Helmeted Guinea Fowl in Nigeria. *Int. J. Morphol.* 28(2):557-562.
- Guèye E.F., 2009. The role of networks in information dissemination to family poultry farmers. *Worlds Poult. Sci. J.* 65:115-124.
- Kayang B.B., Inoue-Murayama M., Hoshi T., Matsuo K., Takahashi H., Minezawa M., Mizutani M. & Ito S., 2002. Microsatellite loci in Japanese quail and cross-species amplification in chicken and guinea fowl. *Genet. Sel. Evol.* 34(2):233-53.
- Kayang B.B., Youssao I., Inoue E., Naazie A., Abe H., Ito S. & Inoue-Murayama M., 2010. Genetic diversity of helmeted guineafowl (*Numida meleagris*) based on microsatellite analysis. *J. Poult. Sci.* 47:120-124.
- Konlan S.P. & Avornyo F.K., 2013. The effect of wetland on guinea fowl (*Numida meleagris*) egg productivity and fertility during the dry season in the guinea savannah ecological zone of Ghana. *Sky J. Agric. Reseach.* 2:126-131.
- Laurenson P., 2002. Détermination des paramètres zootechniques de la pintade locale dans la région du Borgou (Bénin). Mémoire d'Ingénieur agronome orientation élevage, FSAGx, Belgique, 81p.
- Moreki J.C., Thutwa M., Ntesang K., Koloka O. & Ipatleng T., 2010. Utilization of the guinea fowl and Tswana chicken packages of the Livestock Management and Infrastructure Development Support Scheme, Botswana. *Livest. Res. Rural Dev.* 22(11).
- Riise J.C., Permin A. & Kryger K.N., 2005. Strategies for developing family poultry production at village level - Experiences from West Africa and Asia. *Worlds Poult. Sci. J.* 61:15-22.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007. Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura* 25: 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2012. Performances de ponte et caractéristiques des œufs de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans la région centre du Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pay.* 65: 25-29.
- SAS, 2002. SAS/STAT user's guide: Version 6. SAS Inst.
- Singh B., Barwal R.S. & Singh B., 2010. Performance of Guinea Fowl in Tarai and Bhabar area of Uttarakhand. *Indian J. Poult. Sci.* 45(1): 71-73.

Préambule

Les résultats de l'article de synthèse confirmés par l'article I dans le cas précis du Nord du Bénin montrent que la faible productivité des pintades locales serait liée à des facteurs génétiques et environnementaux : couleur de plumage (variété), potentiel de croissance et de reproduction, la disponibilité alimentaire, les maladies, le mode d'élevage, etc. La faible productivité touche essentiellement les performances de croissances et de reproduction auxquelles s'ajoute un taux de survie des jeunes oiseaux dans les élevages très faible. La variabilité des performances de croissance observées entre variétés et au sein d'une même variété en fonction des zones géographiques considérées et des modes de démarrage ajouté à la variabilité du taux de survie entre variété, nous amène à souhaiter évaluer l'influence de chacun des facteurs sur la faible productivité observée afin de mieux caractériser ces variétés de pintades locales. Pour cela, des noyaux reproducteurs par variété ont été constitués en station à partir des œufs collectés dans les élevages des trois zones agroécologiques de l'étude précédente et mis en reproduction par accouplement intra variété. Les sujets issus de ces croisements intra variété ont ensuite été utilisés pour les études comparatives des performances de croissance et de reproduction, ainsi qu'un test nutritionnel sur les besoins en acides aminés.

Dès lors, l'étude suivante a testé l'influence de l'alimentation sur les performances de croissance des pintades locales a été évaluée à travers une évaluation de l'effet de la provenance et de la proportion d'acides aminés essentiels, Lysine et méthionine, dans les provendes sur les performances zooéconomiques de la pintade locale grise (*Numida meleagris*) en station expérimentale.

Article II: Effet de la provenance et de la proportion des acides aminés (Lysine et méthionine) sur les performances zoéconomiques de la pintade locale grise (*Numida meleagris*) élevée au Bénin

Basé sur l'article Houndonougbo P. V., Houangni M. S. M., Houndonougbo F. M., Chrysostome A.A. C., Beckers Y., Bindelle J., Gengler N. 2013. Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo), Série A, 15(2), pp. 113-123.

Résumé

Seize semaines d'expérimentation ont permis d'évaluer l'effet de la provenance des acides aminés (Lysine et Méthionine) de synthèse sur les performances de croissance des pintades locales. De ces études, le poids des pintadeaux nourris aux acides aminés acquis localement (lot AAL) est passé de 26,09 à 805,12 g à 16 semaines tandis que celui des pintadeaux nourris aux acides aminés importés (lot AAI) est passé de 28,25 à 1079,16 g. Les pintadeaux du lot AAI ont pris par jour en moyenne 1,49 g de plus que ceux du lot AAL et les indices de consommation sont plus élevés dans le lot AAL que dans le lot AAI de l'éclosion à 12 semaines (3 contre 2) puis c'est inversé entre 13^{ième} et 16^{ième} semaine. L'amélioration de la proportion de carcasse est plus marquée au niveau du muscle du bréchet (+1,76%) en faveur du lot AAI. Le kilogramme de carcasse commercialisable du lot AAL revient à 400 FCFA de plus que le lot AAI.

Mots clés : Pintade commune - acides aminés - performances de croissance - rendement carcasse

Abstract

A survey on 16 weeks allowed to evaluate the effect of source of synthetic amino acid (lysin and methionin) on the growth performances in local guinea fowl of Benin. It comes out from this study that the weight of guinea fowl fed with local amino acids (batch AAL) increased from 26.09 to 805.12 g from the birth to the age of 16 weeks, while the one of guinea fowl fed with the imported amino acids (batch AAI) had increased from 28.25 g at birth to 1079.16 g at the age of 16 weeks. The birds of the batch AAI gained daily on average 1.49 g more than the birds of the batch AAL with the highest feed intake recorded in the batch AAL from the birth to the age of 12 weeks, but this tendency was inversed from the age of 13 weeks to the age of 16 weeks. The improvement of the carcass proportion was more important in breast muscle of the birds of the batch AAI (+1.76%). The carcass cost of the birds from the batch AAL was estimated to be about 400 FCFA/kg more expensive than the carcass of birds from the batch AAI.

Key words: Indigenous guinea fowl; amino acids; growth performances; carcass yield.

Introduction

Autrefois prélevée dans la nature et ensuite élevée en divagation, la pintade locale fait de plus en plus l'objet de travaux qui visent à créer les conditions favorables pour son élevage conventionnel. La forte appréciation de sa viande et ses œufs, fait que le développement de son élevage revêt une grande importance en zone tropicale africaine. Plusieurs études réalisées au Bénin et dans la sous-région ont révélé que la pintade locale élevée aussi bien en conditions améliorées qu'en divagation présente des performances de croissance faible (Dahouda et al., 2008; Halbouche et al., 2010; Sanfo et al., 2007; Sanfo et al., 2008). De plus les besoins recommandés varient fortement d'un auteur à l'autre. C'est pour évaluer les causes de leur faible croissance qu'a été initiée cette étude de l'impact de certains acides aminés intégrés dans la préparation des rations alimentaires et de leur provenance sur les performances de ces pintades.

Matériel et méthodes

Fécondés par accouplements naturels, les œufs collectés chez des pintades reproductrices grises (mâles et femelles) locaux élevés en poulailler ont été incubés. Une fois les pintadeaux éclos, ils ont été identifiés à l'aide de bagues alaires numérotées et répartis en deux lots de 6 répétitions chacun. Chaque répétition était constituée de 5 pintadeaux soit un total de 30 pintadeaux par lot. Les oiseaux ont été conduits pendant 16 semaines dont 4 semaines de démarrage et 12 semaines de croissance. Ils ont été élevés au sol pendant huit semaines puis transférés dans des cages. Les poids des animaux ont été pris individuellement tous les 14 jours à l'aide d'un peson mécanique. A 16 semaines d'âge, 10 animaux de chaque lot ont été choisis pour le rendement carcasse. Après abattage et après être déplumé et éviscéré, les carcasses ont été pesés et les muscles du bréchet, de la cuisse et de la jambe gauches ont été prélevés puis pesés. La carcasse a été rapportée au poids avant saignée tandis que les proportions du bréchet, de la cuisse et de la jambe gauche, ont été évaluées par rapport au poids de la carcasse. Pour les pesées, nous avons disposé d'un peson électronique de 500 g de portée de 0,1% de précision et d'un peson mécanique de 5 kg de portée et de 20 g de précision.

Une ration alimentaire a été formulée par phase: la R1 (lot AAL) et R1' (lot AAI) pour le démarrage et la R2 (lot AAL) et R2' (lot AAI) pour la croissance. Les rations AAL et AAI diffèrent par l'origine des acides aminés (lysine et méthionine). Dans AAL est incorporé des acides aminés (lysine et méthionine) acheté sur le marché béninois alors que dans AAI est incorporé des acides aminés (lysine et méthionine) obtenus du laboratoire de zootechnie de Gembloux Agro-Bio Tech de l'Université de Liège. Dans ces rations, le rapport EM/PB est de 130 pour le démarrage et de 140 pour la croissance, la lysine représente 6 à 7% de la PB et la méthionine 40 à 50% de la lysine. Les formulations sont consignées dans le tableau 1.

Les paramètres mesurés sont les performances de croissance et les index économiques. Il s'agit de l'évolution pondérale, des gains moyens quotidiens (GMQ), des indices de consommation (IC), les caractéristiques de la carcasse, le coût alimentaire, l'indice d'efficacité alimentaire et le coût de la carcasse. La

pigmentation de la peau a été évaluée par une et même personne neutre et des notes ont été attribuées selon le degré de pigmentation.

Analyse statistique

Les données ont été analysées à l'aide de la version 9.2 du logiciel d'analyse SAS avec la procédure du General Linear Model (GLM) selon le modèle suivant:

$$Y_i = \mu + R_i + \varepsilon_i$$

Y_i représentant l'observation des variables dépendantes; μ la moyenne générale; R_i l'effet du lieu d'acquisition de l'acide aminé et ε_i l'erreur résiduelle.

Tableau 8 : Composition physique et chimique des rations alimentaires utilisées

Ingrédients	AAL	AAI	AAL'	AAI'
Maïs	50,67	50,67	59,08	59,08
Soja toasté	19,24	19,24	6,63	6,63
Tourteau de Soja (au solvant)	15,62	15,62	14,23	14,23
Tourteau de Coton	5	5	9	9
Farine de poisson	3	3	5	5
Lysine HCL	0,2	0,2	0,37	0,37
DL-méthionine	0,38	0,38	0,36	0,36
Huile de palme	1	1	1	1
Phosphate bi-calcique	0,43	0,43	0,07	0,07
Coquille d'huître	1,39	1,39	0,89	0,89
Sel (NaCl)	0,18	0,18	0,18	0,18
Pré-mix	2,65	2,65	2,94	2,94
Concentré Minéral Vitaminé (C.M.V.)	0,25	0,25	0,25	0,25
Composition calculée				
Énergie Métabolisable (kcal/kg)	3000	3000	2900	2900
Lysine (%)	1,28	1,28	1,29	1,29
Méthionine (%)	0,60	0,60	0,64	0,64
Acide aminé soufré (%)	1,15	1,15	1,06	1,06
Calcium (%)	1,23	1,23	1,02	1,02
Phosphore disponible (%)	0,5	0,5	0,49	0,49
Sodium (%)	0,18	0,18	0,2	0,2
Humidité (%)	8,20	8,20	8,46	8,46
Analyses chimiques				
Protéine Brut (%)	18,83	19,97	17,6	18,67
Matière Grasse (%)	7,97	8,04	6,5	6,56

AAL=ration démarrage avec acide aminé local ; AAI= ration démarrage avec acide aminé importé ; AAL'= ration croissance acide aminé local ; AAI'= ration Croissance avec acide aminé importé

Résultats

Performances de croissance

Evolution pondérale

Similaires en début d'essai (26,09 contre 28,25 g), les poids des pintadeaux, nourris aux acides aminés acquis sur le marché local et ceux qui sont nourris aux acides aminés importés, diffèrent de façon très hautement significative de la 4^{ème} semaine à la 16^{ème} semaine. Comme l'indique la figure 6, ces poids sont respectivement à la 4^{ème}, 10^{ème}, 12^{ème}, 14^{ème} et 16^{ème} semaine de 115,61; 444,73; 583,96; 702,5 et 805,12 g pour le 1^{er} lot et de 172,12; 688,79; 877,65; 982,71 et 1079,16 g pour le 2nd lot.

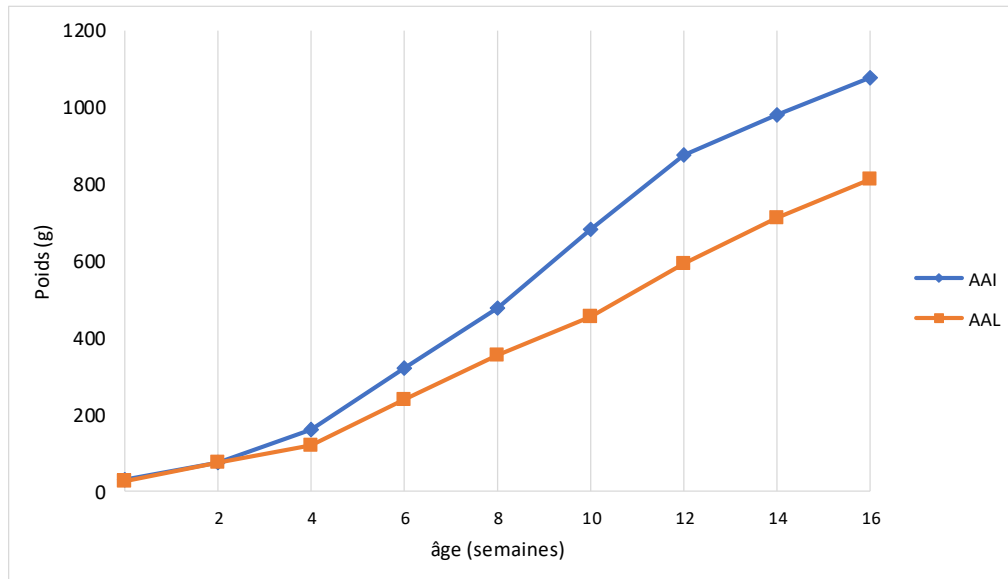


Figure 6 : Courbe de croissance des pintadeaux suivant la source des acides aminés utilisés (AAL= acide aminé du marché local; AAI= acide aminé importé)

Vitesse de croissance

Le tableau 9 montre que, la vitesse de croissance de nos deux lots de pintadeaux s'est significativement différenciée de 4 à 10 semaines d'âge avec les plus fortes valeurs dans le lot AAI nourri aux acides aminés importés (12,23 g/j contre 8,21 g/j). Malgré l'inversion de la tendance précédemment observée de la 13^{ème} à la 16^{ème} semaine, on note une différence non-significative du gain pondéral journalier de la 11^{ème} semaine à la fin de l'expérimentation.

Tableau 9 : Gains moyens quotidiens suivant la source des acides aminés et par tranche d'âge

	GMQ 1-4 Semaine	GMQ 5-10 Semaine	GMQ 11-12 Semaine	GMQ 13-14 Semaine	GMQ 15-16 Semaine
AAL (n=30)	3,4±0,6	8,2±0,6 ^a	10,0±1,1	8,0±1,4	7,0±0,7
AAI (n=30)	4,6±0,6	12,2±0,6 ^b	12,9±1,1	7,8±1,4	6,6±0,7
Probabilité (P)	NS	*	NS	NS	NS

NS : P non significatif ; * : P<0,05 ; Les valeurs affectées de différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Indice de consommation alimentaire

De l'éclosion à la 12^{ème} semaine, les pintadeaux nourris aux acides aminés acquis sur le marché local ont ingéré environ trois fois leur gain pondéral (2,91 ; 2,61 et 2,92). Quant à ceux qui sont nourris aux acides aminés importés de la Belgique, ils en ont ingéré près du double de leur gain pondéral (2,29; 1,77 et 2,27). De la 13^{ème} à la 14^{ème} semaine, ils ont approximativement consommé six et sept fois ce gain (6,43 et 6,59). Cette consommation est passée entre la 15^{ème} à la 16^{ème} semaine à 9,27 fois le gain pour le premier lot et à 10,49 fois le gain pour le second. Mais la valorisation de l'ingestion alimentaire ne s'est significativement différenciée d'un lot à l'autre que de la 5^{ème} semaine à la 10^{ème} (Tableau 10).

Tableau 10 : Indice de consommation alimentaire suivant la source des acides aminés

	IC 1-4 Semaine	IC 5-10 Semaine	IC 11-12 Semaine	IC 13-14 Semaine	IC 15-16 Semaine
AAL (n=30)	2,91±0,33	2,61±0,13 ^b	2,92±0,29	6,43±0,97	9,27±1,43
AAI (n=30)	2,29±0,33	1,77±0,13 ^a	2,27±0,29	6,59±0,97	10,49±1,43
Probabilité (P)	NS	**	NS	NS	NS

NS : P non significatif ; ** : P<0,01 ; Les valeurs affectées de différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Caractéristiques carcasse

Pigmentation de la peau

Après être déplumé, la peau des pintades présentait des colorations uniformes selon qu'ils soient nourris aux acides aminés localement acquis ou importés de la Belgique. Mais la pigmentation au jaune est plus prononcée chez les sujets nourris aux acides aminés importés que chez les sujets nourris aux acides aminés acquis sur le marché local. La différence entre ces deux pigmentations est significative au seuil de 5%. (Voir Tableau 11).

Tableau 11 : Pigmentation de la peau suivant la source des acides aminés

	Pigmentation Peau
AAL (n=10)	P+ ^b
AAI (n=10)	P++ ^a
Probabilité (P)	***

*** : $P < 0,001$; Les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%.

Rendement carcasse

L'observation du Tableau 12 montre que les carcasses des pintadeaux nourris aux acides aminés, acquis sur le marché béninois, faisaient 76,01% de leur poids vif tandis que celles des sujets nourris aux acides aminés importés en représentaient 78,10%. Considérant l'ordre d'importance des muscles, les muscles du bréchet, de la jambe gauche et de la cuisse gauche représentaient respectivement 8,96, 7,22 et 4,62% de la carcasse pour les animaux nourris aux acides aminés acquis sur le marché local, et 10,72, 7,03 et 4,62% de la carcasse ayant reçu les acides aminés importés. En comparant, seules les proportions des muscles du bréchet présentent une différence très hautement significative au seuil de 5% entre les deux lots.

Tableau 12 : Rendement de carcasse suivant la source des acides aminés

	Proportions (%)			
	Carcasse	Bréchet	Cuisse gauche	Pilon gauche
AAL (n=10)	76,01±1,40	9,00±0,20 ^b	7,22±0,20	4,62±0,10
AAI (n=10)	78,10±1,10	10,72±0,20 ^a	7,00±0,20	4,62±0,20
Probabilité (P)	NS	***	NS	NS

*** : $P < 0,001$; Les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%.

Paramètres économiques

Coût et indice d'efficience alimentaire

Pour produire 1kg de viande, les oiseaux du lot nourris aux acides aminés acquis sur le marché béninois (lot AAL) ont consommé 1245,79 FCFA d'aliment et ceux du lot nourris aux acides aminés importés de la Belgique (lot AAI) en ont consommé pour une valeur de 967,27 FCFA. Aussi, 1 FCFA investi dans l'alimentation des pintadeaux sous acides aminés locaux induit un gain pondéral de 2,01 FCFA de valeur alors que la même mise permet de générer 2,59 FCFA de gain pondéral chez ceux sous acides aminés importés. La différence entre les lots est très significative pour les deux paramètres au seuil de 5% (Tableau 13).

Tableau 13 : Coût et indice d'efficacité alimentaire suivant la source des acides aminés

	Coût alimentaire (en FCFA/kg de viande)	Efficacité alimentaire (en FCFA)
AAL (n=30)	1245,79±28,36 ^a	2,01±0,07 ^a
AAI (n=30)	967,27±28,36 ^b	2,59±0,07 ^b
Probabilité (P)	**	**

** : $P < 0,01$; Les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%.

Coût carcasse

Du tableau 14, on déduit que 1638,98 FCFA dépensés pour nourrir les pintadeaux avec des acides aminés disponibles sur le marché local permet de produire 1 kg de carcasse commercialisable. Pour le même résultat, il faut déboursier 1238 FCFA avec les acides aminés importés. La différence entre ces coûts est très hautement significative au seuil de 5%.

Tableau 14 : Coût carcasse suivant la source des acides aminés

	Coût carcasse (en FCFA)
AAL (n=10)	1638,98±36,58 ^a
AAI (n=10)	1238±36,58 ^b
Probabilité	**

** : $P < 0,01$; Les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% ;

Discussion

Performances de croissance

Evolution pondérale

A partir de la 4^{ème} semaine, les poids obtenus révèlent une différence très hautement significative entre les deux lots. C'est à ce moment que la valorisation effective des apports en acides aminés a débuté conformément à la théorie de Larbier et Leclercq (1991). Selon cet auteur, les pintadeaux ont les besoins les plus élevés en protéines entre la 5^{ème} et la 10^{ème} semaine d'âge. La période avant 4 semaines aurait alors permis aux animaux, d'évacuer le stress occasionné par les différentes opérations subies, de s'adapter à leur cadre de vie et de mettre en place leur physiologie digestive afin que différents organes devant assurer l'assimilation des nutriments puissent acquérir toutes les capacités nécessaires entre l'éclosion et l'âge de 4 semaines. L'importance de la différence de croissance entre les deux lots quant à elle serait imputable à la qualité des acides aminés apportés.

En effet, à 12 semaines, les pintadeaux du lot AAL pesaient 583,96 g alors que ceux du lot AAI faisaient 877,65 g. Comparés aux poids obtenus au même âge par Houndonougbo (2011) chez les pintadeaux élevés en semi-claustration et en divagation, les oiseaux nourris aux acides aminés acquis localement avaient un poids

moindre (583,96 g contre 606 et 658 g) mais ceux qui sont nourris aux acides aminés importés pesaient nettement plus (877,65 g contre 606 et 658 g). Les poids obtenus sont également supérieurs à ceux de Fajemilehin (2010), de Sanfo et al. (2009), de (Dahouda et al. (2008) et de Dahouda et al. (2009) qui ont respectivement obtenu 510,41 g à 12 semaines, 450 g à 12 semaines, 333,5 à 417,2 g à 12 semaines et 686.7 à 695 g à 12 semaines. Cette différence de résultats pourrait s'expliquer aussi bien par la qualité douteuse des acides aminés acquis sur le marché Africain que par le niveau protéique maintenu élevé dans nos rations croissance (21,5%) contre les 16,3% utilisée par Dahouda et al. (2009). Par contre, nos valeurs sont inférieures à celles qui ont été rapportées par Halbouche et al. (2010) et par Nahshon et al. (2007) et qui ont été respectivement de 1008 g à 13 semaines et de 1 kg à 12 semaines. Dans les aliments utilisés par ce dernier, le taux de protéines brutes allait de 22,4 à 23,1% pour les régimes de croissance et de 19,6 à 22,7% pour les régimes de finition. La faiblesse de nos résultats pourrait aussi être en partie imputable aux températures auxquelles ont été soumis nos oiseaux. Selon les normes fixées pour l'élevage avicole, la température ambiante du milieu devrait se situer entre 19 et 24°C. La température observée par Nahshon et al. (2007) était de 21°C contre une température ambiante moyenne de 26,7°C utilisée dans les locaux d'élevage de la présente étude de juin à septembre 2012 (ASECNA, 2012).

Vitesse de croissance

Les pintadeaux au cours de l'essai ont grandi à une vitesse croissante de l'éclosion à la 12^{ème} semaine et a progressivement chuté jusqu'à la 16^{ème} semaine. Les meilleurs croissants des pintadeaux ont été observés entre la 4^{ème} et la 12^{ème} semaine avec un pic à la 12^{ème} semaine. Ses résultats sont conformes aux 12,5 rapporté par Halbouche et al. (2010) à 12 semaines et à la théorie de Ayorinde et al. (1988) selon laquelle les pintades réaliseraient leur meilleure performance de croissance entre 0 et 16 semaines d'âge après quoi celle-ci ralentirait et prendrait une pente négative. Mais dans le cadre de nos essais, cette pente négative a été très forte dès la 13^{ème} semaine avant de s'adoucir entre la 15^{ème} et la 16^{ème} semaine. Les deux vitesses de croissance ayant chuté, elles sont devenues presque identiques à la 13^{ème} semaine avant que celle des pintadeaux recevant les acides aminés du marché local ne prennent le dessus sur ceux recevant les acides aminés importés. Cette inversion de la tendance après la 14^{ème} semaine s'explique par une croissance compensatrice des pintadeaux ayant reçu les acides aminés du marché local.

Les gains moyens quotidiens de nos pintadeaux sont supérieurs à celui de 6,87 g/j observé par Houndonougbo (2011) chez les pintadeaux élevés en semi-claustration mais celui de 7,49 g/j qu'il note en divagation est néanmoins meilleur que celui des pintadeaux de notre lot AAL. L'élevage en claustration permet aux pintadeaux d'exprimer des performances de croissance plus élevées que celles qu'ils exprimeraient en semi-claustration. Mais l'élevage en divagation donne une vitesse de croissance plus intéressante que la conduite sous acides aminés acquis localement cependant, celles qui sont sous acides aminés importés permet aux pintadeaux d'avoir de meilleures vitesses de croissance comparée aux résultats précités. Les gains moyens quotidiens de nos oiseaux (7,33 et 8,82 g/j) sont également meilleurs à celui de 5,9 g/j obtenu par Sanfo et al. (2009).

Indice de consommation alimentaire

L'évolution de l'indice de consommation nous permet de dire que les animaux ont mieux converti leur ingestion alimentaire entre la naissance et la 12^{ème} semaine. A partir de la 13^{ème} semaine, ce paramètre prend de fortes valeurs traduisant ainsi une faible valorisation alimentaire. La production d'un kilogramme de viande requiert moins d'aliment entre la naissance et la 12^{ème} semaine qu'entre la 13^{ème} et la 16^{ème}. Entre la 1^{ère} et la 12^{ème} semaine, les indices de consommation obtenus à cet âge varient entre $2,29 \pm 0,33$ et $2,92 \pm 0,29$ et sont plus faibles que celui de 3,23 obtenu par Baeza et al. (2003) et ceux de 3,04 et de 3,79 obtenus par Halbouche et al. (2010) respectivement de 0 à 4 semaines et de 5 à 8 semaines. Les pintadeaux nourris aux acides aminés importés ont mieux valorisé les aliments que ceux qui sont nourris aux acides aminés localement acquis. Toutefois les résultats obtenus (surtout ceux du lot AAL) se rapprochent des valeurs de 2 observée par Cisse et al. (2001), de 1,9 obtenu par Fasuyi et al. (2005) et de 2,26 par Obun et al. (2008) chez les poulets de chair. De même, les 2,6 obtenus par Savadogo (1995) sont conforme aux résultats obtenus avant la 13^{ème} semaine dans la présente étude. Les 4,30 de Carlier (2000) et 4,40 de Halbouche et al. (2010) sont cependant meilleurs à nos valeurs entre la 13^{ème} et 16^{ème} semaine. Comparé aux 9,27 et 10,49 que nous avons eu entre la 15^{ème} et la 16^{ème} semaine, la valeur de 8 observée par Dehoux et al. (1997) et de Savadogo (1995) sont aussi meilleures. L'augmentation de l'indice de consommation avec l'évolution de l'âge pourrait être liée à la composition corporelle de la pintade et/ou à la préparation du système de reproduction.

En effet, le développement corporel des êtres vivants se fait de manière non statique. Il est très intense aux jeunes âges et ralentit au fur et à mesure que le sujet grandit. Ainsi, plus la tranche d'âge dans laquelle se trouve l'animal facilite sa croissance, plus il a besoin des acides aminés qui sont déterminants dans la constitution de sa chaîne protéique. Larbier et Leclercq (1991) situent les besoins les plus élevés en protéines chez la pintade entre la 5^{ème} et la 10^{ème} semaine d'âge. Dans cette période, elle convertit mieux l'aliment qu'elle consomme en masse corporelle. Plus l'aliment couvrira ses besoins nutritionnels de l'oiseau, moins il devra en consommer. Une augmentation de l'indice de consommation en fonction de l'évolution de l'âge se confirme alors à travers nos résultats.

Caractéristiques carcasse

Pigmentation de la peau

Les animaux ayant été, tous conduits en claustration et nourris avec des rations qui diffèrent par la provenance des acides aminés incorporés, la différence de pigmentation de la peau, nous amène à dire que l'alimentation (la qualité des acides aminés) influence la pigmentation de la peau en fonction du degré de conversion et d'assimilation des nutriments. Chez les pintadeaux nourris aux acides aminés importés, la coloration grisée de la peau est conforme à la couleur obtenue en élevage label (CIP, 1997).

Rendement carcasse

Le rendement carcasse des pintades nourries aux acides aminés importés (78,10%) est supérieur à celui des pintades nourries aux acides aminés du marché local (76,01%) bien que la différence soit non significative. Ces valeurs sont toutefois

supérieures à celle de 65,9% obtenue sur les pintades locales par Sanfo et al. (2009), de 68,3% obtenu par Houndonougbo et al. (2008) et de 64,6 et 68,3% obtenus par Tegua et al. (2007) sur les poulets chair. Mais sont similaires au 76,6% rapportée par Tegua et al. (2007).

L'analyse des proportions des muscles souligne qu'une alimentation efficace favorise un développement plus prononcé du muscle du bréchet où la différence est très hautement significative en faveur des pintades nourries aux acides aminés importés ($10,72 \pm 0,21\%$ contre $8,96 \pm 0,16\%$). La qualité de l'alimentation de nos oiseaux se confirme également par la quasi-inexistence de la graisse abdominale sur leurs carcasses.

Paramètres économiques

Coût et indice d'efficience alimentaire

La production d'un kilogramme de poids vif nécessite plus de ressources financières consacrée à l'alimentation chez les pintadeaux du lot des acides aminés du marché local que chez ceux du lot des acides aminés importés mais dans l'un ou dans l'autre cas, cet investissement (1245,79 et 967,27 FCFA) est moins que celui nécessité (1991, 1507 et 1517 FCFA) pour le même résultat d'après Dahouda et al. (2009). Cette différence pourrait être imputable à la qualité nutritionnelle des aliments servis. L'obtention d'1kg de poids vif chez la pintade demande plus d'investissement que chez le poulet de chair comme le montrent les 507 et les 583,75 FCFA d'aliment/kg de gain de poids notés respectivement par Houndonougbo et al. (2008) et par Houndonougbo et al. (2009) chez ces derniers. La faible aptitude génétique des pintades à accumuler des muscles justifie le faible développement de la masse corporelle nécessitant un investissement relativement élevé pour la production d'un kilogramme de poids vif.

Coût carcasse

Il est très important pour l'éleveur d'évaluer judicieusement le prix de revient de la carcasse à commercialiser. En ne considérant que le volet « alimentation », le kilogramme de carcasse des pintades nourries aux acides aminés localement acquis revient à 1638,98 FCFA au producteur alors que celui des pintades nourries aux acides aminés importés lui revient à 1238 FCFA. Ne pouvant vendre la viande selon l'aliment consommé, la 2^{ème} option d'alimentation lui permettra d'obtenir une meilleure marge bénéficiaire. Le rapport qualité-prix de l'alimentation est une fois encore démontré en mélagriculture.

Conclusion

Les acides aminés importés ont permis aux pintadeaux de croître plus rapidement sans ingérer plus d'aliments que ceux qui ont consommé les aliments contenant les acides aminés du marché local et sans créer de dommage à leur état de santé. Le poids corporel ainsi que le rendement carcasse des pintades nourries aux acides aminés importés sont nettement meilleures. Elles offrent au producteur des produits finaux moins chers et, par conséquent, une meilleure marge bénéficiaire.

Bibliographie

ASECNA, 2012. Relevés climatologiques du Bénin. Données de la station de Cotonou.

- Ayorinde K.L., Oluyemi J.A. & Ayeni J.S.O., 1988. Growth Performance of Four Indigenous Helmeted Guinea Fowl varieties (*Numida Meleagris Galeata Pallas*) in Nigeria. *Bull. Anim. Helth. Afr.* (1988), 36,356-360.
- Baeza E., Lessire M., Juin H., Chartrin P., Bordeau T. & Berri C., 2003. Incidence de l'âge sur la qualité des carcasses et de la viande de pintade label. *Cinquième Journées de la Recherche Avicole*, Tours, France, 26-27 mars 2003, 461-464.
- Carlier S., 2000. Effet de la teneur des provendes en cellulose brute sur les performances pondérales des pintades et la qualité de leur viande en région chaude. Mémoire de fin d'études. *Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux*, Gembloux(Belgique).
- CIP, 1997. Recueil des bonnes pratiques pour l'amélioration de la présentation des carcasses de pintades. *Sci. Agr., Version 1*, Bordeaux, France.32p
- Cisse M., Ly I., Gongnet M., Missohou A., N'Doye N., Ka F., Boye C. M. & Korrea A., 2001. Efficacité des aliments du commerce chez le poulet de chair au Sénégal. *Cahier d'Etudes et de Recherche Francophones Agricultures*, 10 (1), 57-61.
- Dahouda M., Senou M., Toleba S.S., Boko C. K., Adandedjan J.C. & Hornick J. L., 2008. Comparaison des caractéristiques de production de la pintade locale (*Meleagris numida*) en station et dans le milieu villageois en zone soudano-guinéenne du Bénin. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/daho20211.htm>
- Dahouda M., Toleba S.S., Youssao A.K.I., Mama A.A.A., Ahounou S. & Hornick J.-L., 2009. Utilisation des cossettes et des feuilles de manioc en finition des pintades (*Numida meleagris*, L): performances zootechniques, coûts de production, caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande. *Ann. Méd. Vét.*, 153, 82-87.
- Daouda M., 2009. Contribution à l'étude de l'alimentation de la pintade locale au Bénin, et perspectives d'améliorations à l'aide de ressources non conventionnelles. Thèse de Doctorat. Université de Liège, Liège, Belgique. 174p
- Dehoux J.P., Bulgen A., Dachet P. & Dieng A., 1997. Influence de la saison et la concentration énergétique de l'aliment sur les performances de croissance des pintadeaux (*Numida meleagris*) en région tropicale. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 50(4), 303 – 308.
- Elhashmi Y. H., El Amin A. & Omer F. A., 2012. Growth and development of muscles, bones and fat of guinea fowl (*Numida Meliagris Galeata*). *Online Journal of animal and Feed Research*, 2(1), 06-09.
- Fajemilehin S. O. K., 2010. Morphostructural characteristics of three varieties of greybreasted helmeted guinea fowl in Nigeria. *Int. J. Morphol.* 28(2), 557-562.
- Fasuyi A. O. & Aletor A., 2005. Protein replacement value of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) leaf protein concentrate (CLPC) in broiler starter: effect on performance, muscle growth, hematology and serum metabolites. *Int. J. Poult. Sci.*, 4 (5), 339-349. <http://www.pjbs.org/ijps/fin352.pdf> (10/08/2016)
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performance de ponte, de reproduction et de croissance de la pintade locale *Numida meleagris* en Algérie. *Eur. J. Sci. Res.*, 47(3), 320 – 333.
- Houndonougbo M. F., Chwalibog A. & Chrysostome C. A. A. M., 2008. Nutritional and economic values of by-products used in poultry diets in Benin: the case of soybean, cotton and palm kernel meals. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20(11). <http://www.lrrd.org/lrrd20/11/houn20174.htm> (du 10/08/2016).
- Houndonougbo M. F., Chwalibog A. & Chrysostome C. A. A. M., 2009. Is the nutritional value of grains in broiler chickens' diets affected by environmental factors of soybean (*Glycine max*) growing and the variety of maize (*Zea maize*) in

- Benin. *Livest. Res. Rural Dev.*, 21(2). <http://www.lrrd.org/lrrd20/11/houn20174.htm> (10/08/2016).
- Houndonougbo P. V., 2011. Caractéristiques morphologiques et performances de croissance des différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin. Travail de fin d'études préalable au doctorat en Sciences Agronomiques. *Université de Liège, Gembloux Agro Bio Tech*, Gembloux, Belgique. 80p
- Larbier M. & Leclercq B., 1991. Nutrition et alimentation des volailles. *INRA*, Paris. 349p.
- Nahashon S. N., Adefope N., Amenyenu A. & Wright D., 2007. Effect of varying metabolizable energy and crude protein concentrations in diets of pearl gray guinea fowl pullets. 2. Egg production performance. *Poult. Sci.*, 86(5), 973-982.
- Obun C. O., Olafadehan O. A., Ayanwale B. A. & Inuwa M., 2008. Growth, carcass and organ weights of finisher broilers fed differently processed *Detarium microcarpum* (Guill and Speer) seed meal. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (8). <http://www.lrrd.org/lrrd20/8/obun20126.htm>. (11/09/2017)
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007. Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura*, 25(1), 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2008. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 61 (2) : 135-140.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*numida meleagris*) en système de conduite amélioré dans le plateau centre du Burkina faso. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 7(S), 115-121.
- Sangare M., 2005. Synthèse des résultats acquis en aviculture traditionnelle dans les systèmes de production animale d'Afrique de l'Ouest. *PROCORDEL. CIRDES*. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 66p.
- Savadogo A., 1995. Contribution à l'amélioration de l'élevage de la pintade (*Numida meleagris*) au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études d'IDR, Option élevage, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso. 102p.
- Teguia A. & Fon F. S., 2007. Growth performances of broiler chickens as affected by diets containing common bean (*Phaseolus vulgaris*) treated by different methods. *Tropical Animal Health and Production*, 39(6), 405-410.

Préambule

Les études précédentes (Article I et II) ont montré que la disponibilité et la qualité des aliments avaient une influence significative sur la productivité des pintades locales plus particulièrement sur les performances de croissance. L'hypothèse de l'influence de l'environnement d'élevage (le système alimentaire) sur les performances des pintades locales se trouve alors confirmée. Il reste à savoir si l'hypothèse génétique de la variabilité des performances inter et intra variété est aussi confirmée. La caractérisation phénotypique des oiseaux devrait prendre en compte aussi bien le coloris des plumages et des mesures morphologiques que les performances de croissance, de reproduction et la qualité des produits. L'étude suivante se focalise sur la caractérisation phénotypique des performances de croissance de cinq variétés de pintades locales (Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre et Noire) élevées en condition améliorée au Bénin. Comme résultats attendus, sur la base des coloris, la performance de croissance, les mesures morphologiques et viscérales comparées des variétés étudiées seront déterminées. De même, la variabilité au niveau rendement carcasses de ces différentes variétés sera évaluée. Pour ce faire, des pintadeaux issus de l'accouplement intra variété d'individus obtenus à partir de l'incubation des œufs collectés chez des éleveurs sur base phénotypique et de performance de croissance ont été utilisés et conduits de l'éclosion à 16 semaines d'âge.

Article III: Growth and carcass performances of guinea fowls reared under intensive system in Benin

Basé sur l'article Houndonougbo P. V., Mota R. R., Chrysostome A.A. C., Bindelle J., Hammami H., Gengler N., 2017, *Livestock of Research for Rural Development (LRRD)*, 29(10), Article #193.

Abstract

Several local guinea fowl varieties continued to be reared in extensive systems in Benin, even though productivity remains low. Improving rearing conditions through feeding and housing may enhance local guinea fowls' productivity in Benin. Therefore, the objective of this study was to verify growth and carcass performances of five (Common, Bonaparte, Grey, White and Black) local guinea fowl varieties under intensive management conditions. At birth, 36 keets (young guinea fowls) of each identified variety were randomly divided into six batches and reared up to 16 weeks old under the same feeding and housing conditions. Body weights were recorded up to week 15. At week 16, carcass measurements were also taken. The results showed that growth performances and carcass measurements (morphological and visceral) differed among guinea fowl varieties. The body weights differed significantly ($P<0.05$) and the highest least square mean body weight was observed in Common variety (832 ± 24 g), whereas the lowest in Black (698 ± 39 g). In general, better carcass yields were observed in Grey variety ($P<0.05$). Liver weight, intestine length and caecum length were higher in Bonaparte variety compared to all varieties ($P<0.05$). Moreover, gizzard weight and thigh proportion were higher in Common ($P<0.05$) than in any variety. Breast weight and breast proportion were significantly higher in Grey guinea fowls ($P<0.001$). Body weight was moderate to high correlated with drumstick length, body length, wing size, tarsus diameter, thigh length and thorax circumference (range 0.34-0.60). The phenotypic variability and their impact on the characterization of these varieties enabled to suspect that these varieties are genetically different strains. The results also support the hypothesis that the guinea fowl population in Benin presents large opportunities for genetic improvement.

Key words: genetic correlation, genetic improvement, management condition, phenotypic variability, productivity

Introduction

As a rural poultry enterprise, the production of guinea fowl has potential to become more profitable in intensive than extensive management systems (Adeyeye and Aremu, 2010; Agbolosu et al., 2014). The importance of the guinea fowl production is evident in West Africa: domesticated animals are widely exploited, provide high quality of protein and play an important social and cultural role (Dahouda et al., 2009; Sanfo et al., 2012). However, the remained low guinea fowl productivity may result from low performances and profitability achievements under extensive management systems. Improving rearing conditions through feeding and housing may enhance local guinea fowls' productivity in Benin.

Genetic improvement via selection is also an important tool that must be considered (Boko et al., 2013; Dahouda et al., 2009; Sanfo et al., 2012). The growth performance variability under extensive systems have already been reported (Dahouda et al., 2009; Halbouche et al., 2010; Nahashon et al., 2010; Sanfo et al., 2012). All of these authors have pointed out the genetic variability between guinea fowl varieties and their nutritional requirements.

On the other hand, to our knowledge, studies comparing growth and carcass performances between guinea fowls in Benin remain unknown. Therefore, the objective of this study was to verify growth and carcass performances of five (Common, Bonaparte, Grey, White and Black) local guinea fowl varieties under intensive management conditions. The following assumptions were made: the first hypothesis was that growth performance differed among varieties, the second that carcass measurements (morphological and visceral) also differed among varieties, and the final hypothesis stipulated that body and carcass measurements differences were crucial to characterize guinea fowl varieties in Benin.

Materials and methods

Five genetic varieties of guinea fowls (Common, Bonaparte, Grey, White and Black) commonly reared in Benin were used in this study. Their names are normally based on plumage color. Therefore, plumage color and the presence of spots were used to differentiate them (Figure 7).



Figure 7. Guinea fowls varieties named based on plumage color: Common^{a,b}; Bonaparte^{c,d}; White^{e,f}; Black^{g,h}; Gray^{i,j}. Source Houndonougbo et al. (2017)

Ninety fertilized eggs were incubated for each variety. The eggs were originated through individual intra-variety mating performed in village farms and thus, high degree of purity could be expected for each variety. At hatch, 58 guinea keets (young guinea fowls) were obtained per variety. At this moment, due to batch availability, only 36 out of 58 were randomly sorted and divided into six homogeneous batches. This procedure was done separately for each variety. As long as sex identification in guinea fowls can only be done very late (14 weeks old), neither sex identification nor sex balance were performed at hatch. However, after 14 weeks old, the sex identification was performed in order to consider this variable as a fixed effect in the statistical model. The guinea fowls were identified by numbered rings. The groups of six were randomly distributed in a chicken coop with 36 boxes of 0.4 m². After two months, the animals were randomly transferred into metal cages to be raised until 16 weeks old. These birds received the same feeding management. No humidity and temperature control were possible. Therefore, the observed temperature ranged between 23.50 and 27.70°C, while relative humidity rate was between 70 and 95%.

Physical and chemical diet composition of the diet offered to birds is presented in Table 15. From week 0 to 16, each bird received 6580g of food, being 1050g and 5530g, respectively in the starter and grower phases. In this period, body weights, feathers color and presence of spots and/or pearls were recorded. At week 16, growth and carcass measurements were analyzed. Twelve animals of 16 weeks old were slaughtered for carcass yields (morphological and visceral) evaluation. The studied growth and carcass traits were: body weight, body length, , wing size, boneless drumstick proportion, boneless drumstick weight, boneless thigh proportion, boneless thigh weight, breast circumference, breast length, breast proportion with bone, breast weight with bone, caecum length, carcass yield, drumstick length, drumstick proportion with bone, drumstick weight with bone, gizzard weight, heart weight, intestine length, liver weight, slaughter weight, tarsus diameter, tarsus length, thigh proportion with bone, thigh weight with bone, thorax circumference.

The growth performances were analyzed by using Statistical Analysis System software (SAS, 2002). The *GLM* procedure of SAS was used for variance analysis. The test of Fisher was used to determine the significance of variety and sex effects. Based on the estimated correlations between the studied traits, Principal Components Analysis (PCA) was further used on body measurements recorded at week 16 to further highlight traits that better characterizes the Guinea fowl varieties.

Table 15: Physical and chemical diet composition

Ingredients (%)	Starter diet	Grower diet
Maize	50.67	59.08
Soybean toasted	19.24	6.63
Soybean meal	15.62	14.23
Coton meal	5.00	9.00
Fish meal	3.00	5.00
Lysin HCL	0.20	0.37
DL-methionin	0.38	0.36
Palm oil	1.00	1.00
Bi-calcium Phosphate	0.43	0.07
Oyster shell	1.39	0.89
Salt (NaCl)	0.18	0.18
Premix ¹	2.65	2.94
C.M.V ²	0.25	0.25
Calculated composition		
Metabolisable energy (kcal/kg)	3000	2900
Lysin (%)	1.28	1.29
Methionin (%)	0.60	0.64
Methionin+ Cystin (%)	1.15	1.06
Calcium (%)	1.23	1.02
Avelaible phosphorus (%)	0.50	0.49
Sodium (%)	0.18	0.20
Moisture (%)	8.20	8.46
Chemical analyses		
Crude Protein (%)	18.83	17.60
Crude fat (%)	7.97	6.50
Crude Fiber (%)	6.80	7.10

¹: Premix contained per kg: Vitamins: A 4000000 UI; D3 800000 UI; E 2000 mg; K 800 mg; B1 600 mg; B2 2000 mg; niacin 3600 mg; B6 1200 mg; B12 4 mg; choline chloride 80000 mg; Minerals: Cu 8000 mg; Mn 64000 mg; Zn 40 000 mg; Fe 32000 mg; Se 160 mg.; 2: Concentrate minerals enriched with vitamins.

Results and discussion

As shown in Figure 8, the least square mean body weight of guinea fowls was, in general, similar among varieties. Note that there was a slight superiority of Bonaparte up to week six and Common starting at week eight, whereas the lowest performance in Black. At week 16, no significant differences were observed among varieties (range 906.40-1029.80g). Few studies have been compared varieties over ages. Fajemilehin (2010) confirmed the relative superiority of Common variety

(called Pearl in this study) at advanced ages. Nevertheless, the least square mean body weights in this study were higher than those reported by Fajemilehin (2010). At eight weeks old, this author reported body weights of 276.20, 294.90 and 258.30 g for Common, Grey (called Ash) and Black varieties, respectively. The results in this study were also higher than the values reported by Nahashon et al. (2009), Sanfo et al. (2009) (range 197.20 and 227.80 g in both studies) and by Sanfo et al. (2012) in Burkina Faso (values around 200 g). On the other hand, the results were similar to those reported by Dovonou et al. (2009) (range 365.00 to 416.60 g). In general, body weight measures at weeks 12 and 16 were higher than those in literature (Dahouda et al., 2009; Dovonou et al., 2009; Fajemilehin, 2010; Sanfo et al., 2012; Sanfo et al., 2009). However, these results were lower than those obtained in improved guinea fowls raised in France (Nahashon et al., 2007; Laudadio et al., 2012). The growth curves of the studied varieties did not reach the asymptomatic point at week 16 and justified the results reported by Sanfo et al. (2009). These authors obtained asymptomatic point at week 22. It can be inferred that animals normally do not reach their full growth potential in 16 weeks of experimentation. Therefore, improvement in their performances may be only achieved by raising them under controlled feeding and housing conditions. This last hypothesis is consistent with Halbouche et al. (2010), who reported least square mean body weights of 1,008g at 90 days old in local guinea fowls.

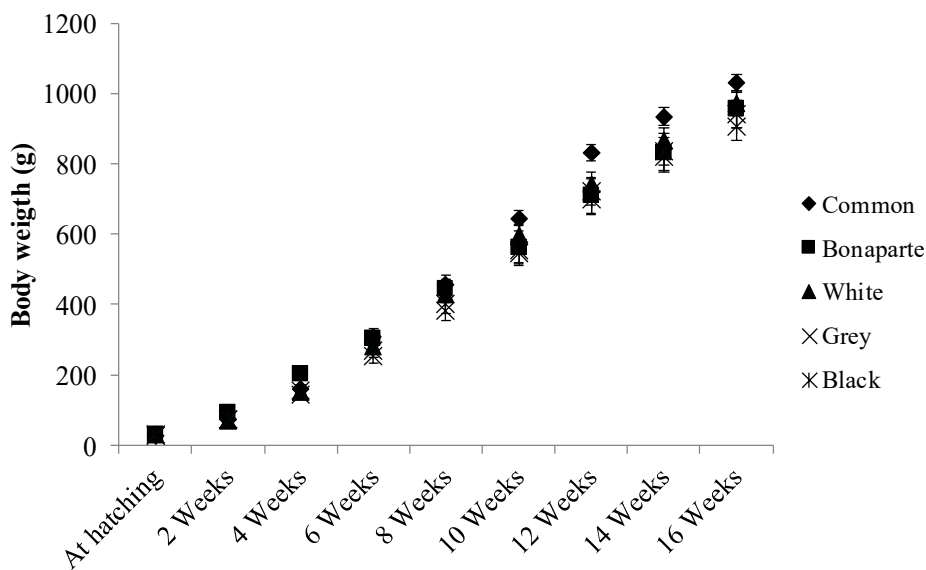


Figure 8: Growth curves for different varieties of local guinea fowls raised under intensive system in Benin

Table 16 presented 24 studied carcass traits. A total of 17 traits presented significant differences: ten were significant ($P<0.05$), two high significant ($P<0.01$) and five very high significant ($P<0.001$). The Bonaparte variety showed the highest values for six of these 17 traits, including thorax circumference, liver weight and intestine length. On the other hand, the Common variety presented highest values for five of them (Table 16). The Grey variety presented the highest values for breast weight with bone, breast proportion with bone, carcass yield and tarsus length whereas the Black variety showed the highest breast circumference and drumstick bone proportion.

In summary, Grey and Black carcass yields were the highest (85.10 to 79.20%), while body weights were the lowest values. The carcass yields found herein were higher than those reported by Sanfo et al. (2008) at the same age (75.70%). Moreover, our values were also higher than those observed by Nobo et al. (2012) at 13 weeks old (74.10% in males and 75.82% in females). The carcass yields found in the present study were also higher than the 70.00% reported by Laudadio et al. (2012), but similar with Nahashon et al. (2009) (range 72.90-76.50%). These not expected results in this study might be explained by the low level of fat in our guinea fowls. The observed differences in carcass yields may depend upon bone and muscle proportion.

The animals were reared under the same environmental conditions and agro-ecological area in Benin as in Tougan et al. (2013a). These authors characterized the five local ecotypes of chicken as Holli, Fulani, Sahoue, South and North. They also reported some variability between them. It implies that differences between the five varieties in our study may be an indicator of genetic variability among varieties.

The study of Denbow et al. (2000) revealed that fast-growing Leghorn chickens have longer intestine length than slow-growing (179.60 vs. 108.20 cm). Although our results are lower than this reported in chickens, they partially supported the hypothesis that slow-growing guinea fowls (Black; 90.00 cm) had shorter intestine than fast-growing (Bonaparte; 103.40 cm). This is a valid hypothesis even though significant differences in intestine length between fast-growing Common and slow-growing Black guinea fowls were not observed.

Table 16: Least square mean carcass traits performances of local guinea fowl varieties Benin (Common, Bonaparte, White, Grey and Black) raised under intensive system in Benin

Trait (n=12)	Common	Bonaparte	White	Grey	Black	Standard error	<i>P-value</i>
Body length (cm)	42.70	42.80	42.90	42.60	42.30	0.16	NS
Boneless drumstick proportion (%)	4.60 ^a	4.30 ^{ab}	4.60 ^{ab}	4.00 ^b	4.60 ^{ab}	0.06	*
Boneless drumstick weight (g)	31.70	30.30	30.30	28.10	29.50	0.54	NS
Boneless thigh proportion (%)	7.20 ^a	6.90 ^{ab}	6.50 ^b	6.50 ^b	7.00 ^{ab}	0.08	**
Boneless thigh weight (g)	49.50 ^a	48.00 ^{ab}	42.20 ^b	45.40 ^{ab}	45.20 ^{ab}	0.73	*
Breast circumference (cm)	38.10 ^b	39.40 ^{ab}	40.70 ^{ab}	40.30 ^{ab}	41.40 ^a	0.34	*
Breast length (cm)	12.90 ^a	13.00 ^a	12.40 ^{ab}	12.20 ^b	12.70 ^{ab}	0.09	*
Breast proportion with bone (%)	9.50 ^a	8.40 ^b	8.30 ^b	10.00 ^a	9.00 ^{ab}	0.12	***
Breast weight with bone (g)	66.10 ^a	58.60 ^{ab}	54.00 ^b	71.00 ^a	57.80 ^{ab}	1.31	***
Caecum length (cm)	13.00	13.90	13.40	13.50	13.10	0.17	NS
Carcass yield (%)	77.40 ^b	78.50 ^{ab}	78.20 ^{ab}	85.10 ^a	79.20 ^{ab}	0.48	*
Drumstick length (cm)	12.20	12.30	12.70	12.70	12.90	0.09	NS
Drumstick proportion with bone (%)	6.00 ^{ab}	5.80 ^{ab}	6.00 ^{ab}	5.50 ^b	6.10 ^a	0.07	*
Drumstick weight with bone (g)	41.20	40.40	39.40	37.90	39.30	0.56	NS
Gizzard weight (g)	21.70 ^a	20.60 ^{ab}	17.50 ^b	18.10 ^{ab}	19.40 ^{ab}	0.43	*
Heart weight (g)	4.40	4.40	4.40	4.10	4.20	0.08	NS
Intestine length (cm)	92.40 ^b	103.40 ^a	98.30 ^{ab}	101.00 ^a	90.00 ^b	1.16	***
Liver weight (g)	12.30 ^b	14.90 ^a	11.50 ^{bc}	11.40 ^{bc}	9.90 ^c	0.31	***
Slaughter weight (g)	890.00	892.40	834.70	836.30	811.90	9.66	*
Tarsus diameter (cm)	1.00 ^{ab}	1.10 ^a	1.00 ^{ab}	1.00 ^b	1.00 ^{ab}	0.01	*
Tarsus length (cm)	6.60 ^b	6.40 ^b	6.50 ^b	7.10 ^a	6.80 ^{ab}	0.06	**
Thigh proportion with bone (%)	8.30	8.00	7.70	7.70	8.30	0.08	NS
Thigh weight with bone (g)	56.70 ^a	56.20 ^{ab}	50.40 ^b	53.60 ^{ab}	53.10 ^{ab}	0.73	*
Thorax circumference (cm)	25.60 ^a	25.70 ^a	23.40 ^b	23.60 ^b	23.80 ^b	0.16	***

NS: non significant; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$. The least square means between the classes of the same line followed by different letters differ significantly with the threshold of 5%. ANOVA: Analysis of Variance (test of significance).

Growth and carcass measurements of local guinea fowls can be observed in Table 17. There were no differences for least square mean body weights, drumstick length and thigh length among varieties. However, two varieties showed distinct features: Common, with higher body length and larger wing size, and Grey, with higher tarsus length, tarsus diameter and thorax circumference. Differences between sexes were significant for body weight, tarsus length, tarsus diameter and wing size. Males were heavier and presented longer and thicker tarsus as well as greater wing sizes.

Differences between carcass traits were previously reported in five local chicken ecotypes in Benin (Tougan et al., 2013b). It was confirmed the same behavior in all studied guinea fowl varieties. It was observed higher differences in tarsus length than by Fajemilehin (2010) studying the same varieties. These results were lower than those reported by Nsoso et al. (2006) in improved 12 weeks old guinea fowls in Botswana. The Grey and Black varieties used herein had the lowest least square mean weight, but highest tarsus length and carcass yield. These results are confirmed by the negative correlation reported between tarsus length and body weight. The positive correlation between tarsus length and thorax circumference showed the interdependence between them.

Table 17: Least square mean growth and carcass measurements of local guinea fowl varieties at 16 weeks old and raised under intensive system in Benin

Trait (n=36)								
	Body weight	Drumstick length	Tarsus length	Tarsus diameter	Thigh length	Body length	Thorax circumference	Wing size
Variety								
Common	965.00±22.00	13.12±0.21	6.65±0.09 ^b	1.07±0.02 ^b	12.12±0.17	53.86±0.48 ^a	26.49±0.35 ^{ab}	73.38±0.65 ^a
Bonaparte	955.00±39.60	12.87±0.37	6.88±0.17 ^{ab}	1.05±0.04 ^b	11.79±0.31	52.58±0.85 ^{ab}	24.83±0.62 ^b	71.42±1.16 ^{ab}
White	892.20±32.30	12.86±0.30	6.97±0.14 ^{ab}	1.09±0.03 ^{ab}	11.83±0.26	51.16±0.70 ^b	26.72±0.51 ^{ab}	72.39±0.90 ^{ab}
Grey	887.90±34.30	13.62±0.32	7.64±0.14 ^a	1.18±0.03 ^a	11.27±0.27	49.79±0.74 ^b	27.21±0.53 ^a	71.42±1.01 ^{ab}
Black	876.70±36.10	12.69±0.34	7.20±0.15 ^a	1.12±0.03 ^{ab}	11.61±0.28	51.05±0.78 ^b	26.10±0.57 ^{ab}	69.77±1.06 ^b
ANOVA	NS	NS	***	*	NS	***	*	*
Sex								
Male	953.30±23.70 ^a	13.20±0.22	7.31±0.10 ^a	1.14±0.02 ^a	11.54±0.19	51.70±0.51	26.35±0.37	72.15±0.69 ^a
Female	877.50±18.10 ^b	12.86±0.17	6.83±0.02 ^b	1.06±0.02 ^b	11.91±0.14	51.68±0.39	26.19±0.28	71.19±0.53 ^b
ANOVA	*	NS	***	**	NS	NS	NS	*

NS: non significant; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$. The least square means between the classes of the same line followed by different letters differ significantly with the threshold of 5%. ANOVA: Analysis of Variance (test of significance).

The phenotypic correlations (r) between/within growth and carcass traits recorded at week 16 week are presented in Table 18. Many traits showed from high ($P<0.01$) to very high ($P<0.001$) significant correlations. Overall, the body weight of guinea fowls was moderate to high correlated with drumstick length, body length, wing size, tarsus diameter, thigh length and thorax circumference ($0.34 \leq r \leq 0.60$; $P<0.01$). The drumstick length was high correlated with tarsus diameter and thorax circumference (0.64 ; $P<0.001$) and moderately correlated ($0.29 \leq r \leq 0.38$; $P<0.01$) with body length and wing size. The tarsus length was high and positively correlated with tarsus diameter ($r = 0.40$; $P<0.001$) and thorax circumference ($r = 0.70$; $P<0.001$) as well as negatively and moderate correlated with body length ($r = -0.30$; $P<0.01$) and wing size ($r = -0.17$; $P<0.001$). The thigh length was high and positively correlated with body length ($r = 0.50$; $P<0.001$), as wing size was with body length ($r = 0.39$; $P<0.001$) and thorax circumference ($r = 0.45$; $P<0.001$).

The first, second, third and fourth eigenvalues of the correlation matrix for growth/carcass measurements represented 40.40, 25.50, 10.10 and 7.50% of the initial variance, respectively. The first axis (eigenvector) representing the first eigenvalue was high and positively correlated with all studied traits (range 0.58-0.77), except with tarsus length ($r = 0.06$) and tarsus length ($r = 0.40$). The second axis differentiated animals characterized by drumstick length, tarsus length, tarsus diameter and thorax perimeter from animals characterized by body weight, thigh length, body length, and wing size. Finally, the third axis discriminated animals characterized by body weight, tarsus diameter and wing size from the other studied traits.

It appeared that tarsus length, tarsus diameter, body length, thorax circumference and wing size could be used for local guinea fowl characterization in Benin. The principal component analysis showed that the four first axes expressed 83.50% of total variability. The representation quality by axis and for the first factorial indicated that the first axis is positively correlated with all studied traits and did not allow animal regrouping. However, the second axis discriminated animals characterized by using body weight, thigh length, body length and wing size from animals characterized by using drumstick length, tarsus length, tarsus diameter and thorax circumference. Slight differences were indicated between heavier (Common and Bonaparte) and lighter (Grey and Black) varieties. It is important to highlight that even if animals came from rather pure strains, the guinea fowl varieties are generally reared in free range altogether and the admixture generated by inter-varietal mating becomes genetic and phenotypic differentiation complex.

Table 18. Phenotypic correlations among growth and carcass traits of local guinea fowls raised under intensive system in Benin

Trait	Trait							
	Body weight	Drumstick length	Tarsus length	Tarsus Diameter	Thigh Length	Body length	Thorax circumference	Wing size
Body weight	1.00							
Drumstick length	0.41***	1.00						
Tarsus length	-0.10 ^{NS}	0.25*	1.00					
Tarsus diameter	0.34**	0.64***	0.40***	1.00				
Thigh length	0.36**	0.26*	-0.26*	-0.10 ^{NS}	1.00			
Body length	0.57***	0.29**	-0.30**	0.01 ^{NS}	0.50***	1.00		
Thorax circumference	0.36**	0.64***	0.28*	0.70***	0.06 ^{NS}	0.16 ^{NS}	1.00	
Wing size	0.60***	0.38**	-0.17 ^{NS}	0.35**	0.23*	0.45***	0.39***	1.00

*NS: non significant; *: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001.*

Conclusion

The phenotypic variability observed and their impact on variety characterization enabled to suspect that they are genetically different strains. However, the mixing of these birds in traditional farms, where they are generally reared in free range system, generates admixture between these strains. The results also support the hypothesis that the guinea fowl population in Benin presents large opportunities for genetic improvement based on their phenotypic variability.

Acknowledgement

The authors thank the government of Benin for its financial contribution. The authors are also very much grateful to the Animal Sciences Unit of Gembloux Agro Bio Tech (University of Liege) for all types of supporting.

Bibliography

- Adeyeye E. I. & Aremu M. O., 2010. Comparative evaluation of the amino acid profile of the brain and eyes of guinea fowl (*Numida meleagris*) hen. *The Open Nutraceutical Journal* 3: 220-226.
- Agbolosu A. A., Ahunu B., Aboagye G. S., Naazie A. & Kayang B. B., 2014. Variation in Some Qualitative Traits of the Indigenous Guinea Fowls in Northern Ghana. *Global Journal of Animal Scientific Research* 3: 30-35.
- Boko C. K., Kpodekon T. M., Duprez J-N., Imberechts H., Taminiau B., Bertrand S. & Mainil J. G., 2013. Identification and typing of *Salmonella enterica* serotypes isolated from guinea fowl (*Numida meleagris*) farms in Benin during four laying seasons (2007 to 2010). *Avian Pathology* 42: 1-8.
- Dahouda M, Toleba S. S., Youssao A. K. I., Mama Ali A. A., Ahounou S. & Hornick J – L., 2009. Utilisation des cossettes et des feuilles de manioc en finition des pintades (*Numida meleagris*, L): performances zootechniques, coûts de production, caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande. *Annales de Médecine Vétérinaire* 153: 82-87.
- Denbow D. M., Meade S., Robertson A., McMurtry J. P., Richards M. & Ashwell C., 2000. Leptin-induced decrease in food intake in chickens. *Physiology & Behavior* 69: 359-362.
- Dovonou E., Ayssiwede S. & Akoutey A., 2009. Essais de substitution du son de blé (*Triticum aestivum*) par la farine de coques d'arachide dans l'alimentation de la pintade (*Numida meleagris*) de race locale. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales de Dakar*: 41-46.
- Fajemilehin S., 2010. Morphostructural Characteristics of Three Varieties of Greybreasted Helmeted Guinea Fowl in Nigeria. *International Journal of Morphology* 28(2):557-562.
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performances de Ponte, de Reproduction et de Croissance de la Pintade Locale *Numida Meleagris* en Algérie. *European Journal of Scientific Research* 47: 320-333.
- Houndonougbo P. V., Chrysostome C. A. A. M., Mota R. R., Hammami H., Bindelle J. & Gengler N., 2017. Phenotypic, socio-economic and growth features of Guinea fowls raised under different village systems in West Africa. *African Journal of Agricultural Research* 12: 2232-2241.

- Laudadio V., Nahashon S. & Tufarelli V., 2012. Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum* L.) as a substitute for soybean meal. *Poultry Science* 91: 2988-2996.
- Nahashon S., Adefope N., Amenyenu A. & Wright D., 2007. Effect of varying metabolizable energy and crude protein concentrations in diets of pearl gray guinea fowl pullets. 2. Egg production performance. *Poultry Science* 86: 973-982.
- Nahashon S., Adefope N., Amenyenu A., Tyus J. & Wright D., 2009. The effect of floor density on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. *Poultry Science* 88: 2461-2467.
- Nahashon S., Aggrey S., Adefope N., Amenyenu A. & Wright D., 2010. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. *Poultry Science* 89: 52-57.
- Nobo G., Moreki J. & Nsoso S., 2012. Feed Intake, Body Weight, Average Daily Gain, Feed Conversion Ratio and Carcass Characteristics of Helmeted Guinea Fowl Fed Varying Levels of Phane Meal (*Imbrasia belina*) as Replacement of Fishmeal under Intensive System. *International Journal of Poultry Science* 11: 378.
- Nsoso S., Mareki M. & Molelekwa C., 2006. Comparison of growth and morphological parameters of guinea fowl (*Numida meleagris*) raised on concrete and earth floor finishes in Botswana. *Livestock Research for Rural Development* 18: 12.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo H. & Brian O., 2008. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 61: 135-140.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite amélioré dans le plateau centre du Burkina Faso. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, 7 (S), 115-121.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2012. Performances de ponte et caractéristiques des oeufs de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans la région centre du Burkina Faso. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 65: 25-29.
- SAS, 2002. SAS/STAT user's guide: Version 6. SAS Institute.
- Tougan P. U., Dahouda M., Salifou C. F. A., Ahounou G. S., Kpodekon M. T., Mensah G. A., Kossou D. N. F., Kogbeto C. E., Lognay G. & Youssao I. A. K., 2013a. Relationships between carcass traits and offal components in local poultry populations (*gallus gallus*) of Benin. *Journal of Applied Biosciences* 69: 5510-5522.
- Tougan U. P., Dahouda M., Salifou C. F. A., Ahounou S. G., Kpodekon M. T., Mensah G. A., Kossou D. N. F., Amenou C., Kogbeto C. E., Thewis A. & Youssao I. A. K., 2013b. Variability of carcass traits of local poultry populations of *gallus gallus* species of Benin. *International Journal of Poultry Science* 12: 473.

Préambule

Les études précédentes (Article I, II et III) ont révélé que la faible productivité des pintades locales est essentiellement liée à des facteurs génétiques et environnementaux. Comme facteurs environnementaux, les aléas climatiques, les maladies et l'alimentation ont une importance prépondérante sur l'extériorisation du potentiel génétique des pintades locales. La variabilité des performances de croissances entre variétés, des mesures morphologiques et viscérales ainsi que des rendements carcasse sont autant d'indicateurs des variations génétiques existantes entre les variété locales de pintades étudiées. Dans l'étude suivante, nous nous interrogeons sur l'existence de différences entre variétés du point de vue de la reproduction en termes de qualité des œufs pondus par les femelles et de la semence produite par les mâles.

Comme résultats attendus, les caractéristiques différentielles des variétés sur le point de vu des performances de reproduction seront connues. Des femelles et mâles issus de croisement intra-variétés de pintades Communes, Bonapartes, Blanches, Cendres et Noires ont été utilisés à l'âge de 16 semaines à 12 mois après l'entrée en ponte.

Article IV: Évaluation des performances de reproduction en condition améliorée des variétés de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin.

Basé sur l'article de Houndonougbo P.V., Chrysostome A.A.C., Hammami H., Bindelle J., Gengler N. en cours de soumission dans la Revue Internationale des Sciences Biologiques et chimiques (IJBCS)

Résumé

La présente étude a pour objectif de caractériser par les performances de reproduction, les variétés de pintades locales élevées en conditions optimales afin de mieux orienter les éleveurs en matière d'amélioration animale vers les spéculations de chair ou de ponte. Les variétés concernées par cette étude sont la commune, la bonaparte, la blanche, la cendre et la noire. Par variété, 12 femelles et 6 à 10 mâles issus d'accouplements entre pintades de même variété et âgés de 16 semaines en moyenne ont été suivis pendant 14 mois. Les données sur l'ingestion alimentaire, les performances de ponte des femelles et la production de semences chez les mâles ont été collectées individuellement. L'ingestion alimentaire sur les 5 premiers mois de ponte, ainsi que les poids à 16 semaines (912 g pour la Noire à 1064 g pour la Commune), en début de ponte (1186 g pour la Noire à 1479 g pour la Commune) et en fin ponte (1352 g pour la Cendre à 1712 g pour la Commune) ont différé d'une variété à l'autre ($p < 0,001$). La consommation alimentaire a varié entre 941 et 1971 g/semaine un mois après l'entrée en ponte et entre 1793 et 2059 g/semaine après quatre mois de ponte. De même, la variété Cendre a été la plus précoce (24,2 semaines) et la Commune la plus tardive (27,4 semaines). En raison d'une importante variabilité inter-individu, le nombre d'œufs pondus en 12 mois n'était pas significativement différent entre variétés ($p > 0,05$). Le nombre de collectes de semences fructueuses (production $> 0,05$ ml) varie d'une variété à l'autre de 19% pour les pintades Communes à 43% pour les pintades Cendre. Un fort potentiel d'amélioration et de sélection entre variété et au sein des variétés est possible étant données les variabilités de performances observées au sein et entre les variétés étudiées.

Mots clés: Pintade, variété, ponte, semence, ingestion, poids, Bénin

Abstract

The objective of this study is to characterize the reproductive performance of local varieties of guinea fowl reared in optimal conditions to better orient animal breeders towards broiler or layer speculations. The varieties concerned by this study are the common, the Bonaparte, the white, the grey and the black. Per variety, 12 females and 6-10 males of 16 weeks old from an intra-varietal mating were used in an experiment lasting 14 months. Data on feed intake, laying performance of females and semen production of males were individually collected. The feed intake during the first 5 months of laying, as well as the weights at 16 weeks-old (912 g for the Black variety to 1064 g for the Common one), at the beginning of laying (1186 g for the Black and 1479 g for the Common variety) and at the end of the laying phase (1352 g for the grey to 1712 g for the Common variety) differed from one variety to another ($p < 0.001$). Feed consumption varied between 941-1971 g / week after one month of laying and 1793-2059 g / week after four months of laying. Also, the Grey variety was the most precocious (24.2 weeks) while the Common one was the tardiest (27.4 weeks). Due to an important inter-individual variability, the number of eggs laid in 12 months was not significantly different among varieties ($p > 0.05$). A huge potential of improvement and selection is possible within and among varieties considering the difference in performances observed within and among the varieties considered.

Key word: Guinea fowl, variety, egg-laying, semen, feed intake, weight, Benin

Introduction

L'aviculture familiale fait partie des voies les plus rapides de lutte contre l'insécurité alimentaire en matière de protéine d'origine animale en Afrique de l'Ouest et plus particulièrement au Bénin. Cependant, cet élevage essentiellement paysan, est peu documenté du point de vue des caractéristiques des animaux élevés. La pintade (*Numida Meleagris*) constitue une source de protéines animales et de revenus pour les communautés locales (Chrysostome, 1995 ; Sanfo et al., 2007). Au Bénin, la pintade élevée prioritairement pour la production d'œufs suivi de la production de viande (Chrysostome, 1995 ; Houndonougbo et al., 2017a) est très appréciée les consommateur de par la qualité organoleptique de sa viande (goût de gibier) et de ses oeufs. Malgré son importance, le développement de son élevage est handicapé par la faible productivité des animaux élevés dans un système extensif divagant (Agwunobi et Ekpenyong, 1990 ; Chrysostome, 1995 ; Houndonougbo et al., 2017a). Une amélioration des conditions d'élevage pourrait améliorer la productivité des pintades locales (Sanfo et al., 2009 ; Halbouche et al., 2010; Houndonougbo et al., 2017a). La présence de plusieurs variétés de pintades dans les élevages villageois suggère qu'une caractérisation adéquate de ces variétés permettrait de mieux conseiller les éleveurs quant aux stratégies de sélection et d'amélioration animale en fonction de leurs objectifs de production (Fajemilehin, 2010; Houndonougbo et al., 2017a). Cette caractérisation pour être pertinente, doit se faire tant dans les milieux d'élevage habituels qu'en conditions améliorées et doit porter aussi bien sur les mesures morphologiques, les performances de croissance pris en compte dans l'article 3 deuxième partie du document que sur les paramètres de la reproduction. En aviculture, la production d'œuf chez les femelles et de semence (sperme) chez les mâles constituent des éléments caractéristiques de l'espèce et de la souche. En élevage de la pintade, la production et la qualité de semence constituent les facteurs limitant pour la fertilité des œufs et l'insémination artificielle.

Partant de l'hypothèse que toutes les variétés de pintades rencontrées en milieu villageois n'ont pas le même potentiel de reproduction (ponte pour les femelles et production de semence pour les mâles), l'objectif de l'étude présentée ici était d'évaluer et de comparer le potentiel de reproduction des cinq variétés différentes de pintades locales élevées en conditions améliorées au Bénin pour mieux orienter les éleveurs dans leur choix de variété et de mode d'élevage.

Matériel et méthodes

Animaux

90 œufs issus d'accouplements entre même variété, réalisés à la Ferme du Laboratoire de Recherche Avicole et de la Zoo-Economie (LaRAZE) de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) du Bénin ont été incubés par variété. Étant donné la variabilité génétique des variétés, à l'éclosion seuls les sujets présentant le phénotype strict de la variété parentale (Houndonougbo et al., 2017b) ont été conservés, à savoir 61% pour la variété Bonaparte, 82% pour la Commune, 52% pour la variété Noire et 100% pour les variétés Cendre et blanche. De cette population, 36 pintadeaux (6 pintadeaux* 6 répétitions) de poids moyen ont été retenus pour chaque variété et ont été élevés en groupes aléatoires. Des bagues alaires ont été utilisées pour l'identification individuelle de pintadeaux. Après 16 semaines, 12 femelles et 6 à 10 mâles par variété ont été retenus aléatoirement pour la phase reproduction. Les pintades retenues ont été suivies dans des cages individuelles sur batterie en bâtiment ouvert bénéficiant de l'éclairage naturel diurne jusqu'à l'entrée en reproduction (ponte et production de semence) puis pendant 12 mois de production pour les femelles et 6 mois pour les mâles dans les mêmes conditions.

Régimes alimentaires

Un aliment de croissance a été servi jusqu'à 26 semaines et remplacé ensuite par un aliment ponte (Tableau 19). Les aliments ont été distribués aux femelles et aux mâles tous les matins et les refus ont été pesés chaque semaine pendant toute l'expérience (5 mois).

Mesures

Le poids à 16 semaines a été enregistré sur tous les animaux, ainsi que leur consommation d'aliment sur base hebdomadaire. La semence des mâles a été collectée à raison de 2 fois par semaine par la technique du massage dorso abdominal (Mayer et Rouvier, 2009). Une récolte était considérée comme fructueuse dès lors qu'un volume compris entre 0,05 et 0,25 ml était récolté chez pintade (Meyer et Rouvier, 2009). L'âge et le poids à la première collecte fructueuse a été enregistrée, ainsi le nombre de collecte de semence fructueuse jusqu'à l'âge de 12 mois. Les données collectées sur les femelles se rapportaient à l'âge et au poids à l'entrée en ponte, poids en fin ponte, le nombre d'œufs pondus et leur poids. Les œufs ont été collectés tous les matins avant 10 h. Un peson électronique de 500 g de portée de 0,1% de précision et des dynamomètres (1000 et 2500 g) de portée et 20 g de précision a été utilisé pour les pesées des animaux.

Tableau 19 : Composition chimique calculée des rations alimentaires utilisées

	Démarrage	Croissance	Ponte
Ingrédients (%)			
Maïs	50.7	59.1	59,7
Soja toasté	19.2	6.6	11,9
Tourteau de soja	15.6	14.2	13
Tourteau de coton	5	9	3,1
Farine de poisson	3	5	0
Lysine HCL	0.2	0.4	0,2
DL-méthionine	0.4	0.4	0,4
Huile de palme	1	1	0
Phosphate Bi-calciq	0.4	0.1	2,5
Coquilles d'huître	1.4	0.9	8,8
Sel (NaCl)	0.2	0.2	0,2
Premix1	2.7	2.9	0
C. M. V ²	0.3	0.3	0,2
Composition calculée			
E.M. ³ (kcal/kg)	3000	2900	2750
Lysine (%)	1.3	1.3	0,9
Méthionine (%)	0.6	0.6	0,5
Méthionine+ Cystine (%)	1.2	1.1	0,4
Calcium (%)	1.2	1.0	4
Phosphore disponible	0.5	0.5	0,6
Sodium (%)	0.2	0.2	0,18
Analyses chimiques			
Protéines brutes (%)	18.8	17.6	15,3
Matière grasse (%)	8.0	6.5	13
Cellulose brute (%)	6.8	7.1	6,2

¹Premix par kg: Vitamines : A 4000000 UI; D3 800000 UI; E 2000 mg; K 800 mg; B1 600 mg; B2 2000 mg; niacine 3600 mg; B6 1200 mg; B12 4 mg; choline chloride 80000 mg; Minéraux: Cu 8000 mg; Mn 64000 mg; Zn 40 000 mg; Fe 32000 mg; Se 160 mg.

²Concentrés minéraux vitaminés; ³ Energie métabolisable

Analyses statistiques

Les paramètres de croissance et de reproduction des cinq variétés étudiées ont été comparés avec le logiciel SAS 9.4 au moyen des procédures GLM pour l'analyse de la variance et Chi² pour l'analyse de fréquence avec le coefficient de variation à 95% calculé sur base de la formule :

$$CR = 1,96\sqrt{[P(1-P)]/N}$$

Où, P est la fréquence relative et N le nombre de pintade par variété. Chaque pintade a été considérée comme unité expérimentale. Le modèle utilisé lors de la procédure GLM était le suivant:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} représentant l'observation des variables dépendantes pris sur l'individu j de la variété i ; μ la moyenne générale ; R_i l'effet de la variété i et ε_{ij} l'erreur résiduelle.

Résultats

Ingestion alimentaire

La variété commune a été la variété à forte capacité d'ingestion pendant les 5 mois de mesure (1620g, 1971g, 2411g, 1965g et 2059g respectivement) (Tableau 20) (P<0.001). Cette variété a été suivie de la bonaparte (1374 g), de la blanche (1347 g), de la noire (1216 g) et de la cendre (941 g) le 1^{er} mois. Au 2^{ème} mois de ponte, elle a été suivie de la variété blanche (1680 g), noire (1678 g) et bonaparte (1637 g). Au 3^{ème} mois la bonaparte (2155 g) et la noire (2245 g) avaient des capacités d'ingestion similaires, légèrement au-dessus de celle de la blanche (2056 g) et de la cendre (1968 g). Au 4^{ème} mois la bonaparte (1932 g) et la noire (1935 g) ont une capacité d'ingestion similaire à la commune suivie de la cendre (1826 g). Au 5^{ème} mois la noire (2037 g) a une capacité d'ingestion similaire à la commune alors que la blanche et la cendre ont des capacités similaires (2019 g et 1936 g respectivement).

Tableau 20: Consommation alimentaire mensuelle en g sur cinq mois de ponte par variété de pintades locales

Variétés (n=12)	Mois de ponte				
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}
Commune	1620 ^a	1971 ^a	2411 ^a	1965 ^a	2059 ^a
Bonaparte	1374 ^{ab}	1637 ^b	2155 ^{ab}	1932 ^a	1795 ^b
Blanche	1347 ^{ab}	1680 ^b	2056 ^b	1770 ^b	2019 ^{ab}
Cendre	941 ^c	1323 ^c	1968 ^b	1826 ^{ab}	1936 ^{ab}
Noire	1216 ^b	1678 ^b	2245 ^{ab}	1935 ^a	2037 ^a
SEM	67	40	77	30	43
Prob	***	***	**	***	**

SEM=Moyenne des erreurs standards ***= P< 0,01; ***=P<0,001; Les valeurs affectées de différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Performance de croissance et de ponte

La variété cendre a été celle pour laquelle l'âge d'entrée en ponte était le plus précoce avec 24 semaines ($P < 0.001$) que les autres variétés qui sont entrées en ponte à un âge similaire (26 à 27,4 semaines) ($P > 0.05$). La variété commune apparaît comme la plus tardive avec 27,4 semaines. Les poids en fin croissance, à l'entrée en ponte et en fin ponte ont aussi fortement variés d'une variété à l'autre et à l'intérieur des variétés ($p < 0,001$). Mais le classement des variétés n'était pas similaire selon qu'on soit en fin croissance, entrée en ponte et fin ponte. La variété commune a affiché le poids le plus élevé en fin croissance, à l'entrée en ponte et en fin ponte (1064, 1479 et 1712g respectivement). Par contre, le classement des autres variétés a varié au cours de la ponte, avec toutefois la variété noire qui présentait toujours des poids parmi les plus faibles (912, 1187 et 1369g suivant le stade). Etant donné que le nombre d'œufs pondus par pintade à la 1^{ère} phase, à la 2^{ème} phase et le nombre total d'œufs pondus à fortement varié ($p < 0,001$) à l'intérieur des variétés, les différences entre variétés ne se sont pas avérées significatives ($p > 0,05$). Toutefois, en fin ponte, le nombre moyen d'œufs pondus par femelle a été plus élevé chez la pintade bonaparte (93 œufs) suivie de la commune (81 œufs), de la noire (70 œufs), de la cendre (64 œufs) et de la blanche (60 œufs). De même, l'indice de conversion (ayant varié à l'intérieur des variétés ($P < 0.001$), aucune différence significative n'a été observée entre variétés ($P > 0.05$) (tableau 21).

Tableau 21: Évolution du poids et de la ponte par variété de pintades locales

	Variété de pintade (n=12)					SEM	P ^{inter}	P ^{intra}
	Commune	Bonaparte	Blanche	Cendre	Noire			
AEP (s)	27,4 ^a	27 ^a	26,3 ^a	24,2 ^b	26,2 ^a	0,4	***	***
PFC (16s)	1064 ^a	1030 ^{ab}	967 ^{ab}	989 ^{ab}	912 ^b	38	***	***
PDP(g)	1479 ^a	1186 ^b	1238 ^b	1281 ^b	1187 ^b	43	***	***
PFp (g)	1712 ^a	1425 ^b	1521 ^b	1352 ^b	1369 ^b	44	***	***
NO1	39	56	31	34	34	5	NS	***
NO2	43	38	29	31	36	5	NS	***
NOT	81	93	60	65	70	9	NS	***
IC	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.04	NS	***

SEM=Moyenne des erreurs standards; **= $P < 0,01$; ***= $P < 0,001$; NS=non significatif; AEP=Age d'entrée en ponte; PFC= Poids fin croissance; PDP= poids début ponte; PFp: Poids fin ponte; NO1: Nombre d'œufs pour 1^{ère} phase de ponte; NO2=Nombre d'œufs à la 2^{ème} phase de ponte; NOT =Nombre d'œufs totaux; IC: Indice de conversion; S: semaine; P^{inter}= probabilité inter-variété; P^{intra}= Probabilité intra variété; Les valeurs affectées de différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Performance de reproduction des mâles

Le nombre de pintades produisant de semences à la collecte était très faible (Tableau 22). Cette proportion de 27,08% était encore plus faible lorsqu'il s'agit de production de quantité de semences nécessaire ($\geq 0,05$ ml) pour effectuer l'insémination artificielle (23,63%). En générale, le pourcentage de mâles produisant de semences suffisantes pour une insémination artificielle variait d'une variété à l'autre et à l'intérieur des variétés ($p < 0,001$). Les mâles cendres apparaissaient comme les plus productifs avec 43% de production de semence suffisantes pour effectuer une insémination artificielle suivi de la blanche et la bonaparte (30%), de la noire (26%) et enfin de la commune (18%).

Tableau 22: Fréquence de la production de semences sur 48 collectes de semences par pintade locales mâles (Chi²)

Variétés	Production de semence (%)			
	<0,05ml	CR	>0,05ml	CR
Commune (n=10)	2.6	0.9	18.7	2.4
Bonaparte (n=6)	9.7	4.8	29.9	7.5
Blanche (n=8)	3.2	2.5	30.2	6.5
Cendre (n=6)	4.2	3.3	43.1	8.1
Noire (n=7)	3.5	3	25.7	7.1
Toutes les variétés (n=37)	3.5		23.6	
Pr.	***		***	

CR : Intervalle de confiance, * : $P < 0,05$, ** : $P < 0,001$, *** : $P < 0,0001$

Discussion

Ingestion alimentaire

Malgré la forte capacité d'ingestion alimentaire des pintades communes par rapport aux autres variétés, les valeurs de l'ingestion alimentaire obtenues sont inférieures à celles de 104 et 123 g par jour obtenues sur des pintades locales en condition améliorée élevées respectivement en cage et au sol par Halbouche et al. (2010) et à celle 115 g par jour de Seigneurin et al. (2013) pour les pintades femelles améliorées. Cette plus faible capacité d'ingestion observée ici pourrait provenir de l'âge des oiseaux en début d'expérimentation pour la ponte qui est de 23 semaines alors que dans l'étude d'Halbouche et al (2010) elle était de 48 semaines. De fait, L'évolution de l'ingestion alimentaire en fonction de l'âge observée dans cette étude concorde avec les résultats de Halbouche et al. (2010). Comparé à l'ingestion des pintades améliorées, la faible capacité d'ingestion ajouté à la grande variabilité de l'ingestion à l'intérieur des variétés de pintades locales pourrait s'expliquer par la capacité de digestion des pintades améliorées acquise sous l'effet de la sélection et de l'amélioration.

Performance de croissance et de ponte

L'entrée en ponte est plus précoce chez la cendre (24,2 semaines) et plus tardive chez la commune (27,4 semaines). L'âge d'entrée en ponte obtenu pour la variété Commune, Bonaparte, Blanche et Noire est supérieur aux 22,8 semaines obtenues par Sanfo et al. (2009) au Burkina Faso mais inférieur à celui de 34 semaines obtenu par Halbouche et al. (2010) en Algérie. Par contre, les 24,2 semaines obtenues chez la pintade Cendre est similaire à celui obtenu par Sanfo et al. (2009) et est inférieur à celui de Halbouche et al. (2010). L'idée de Sanfo et al. (2009) selon laquelle l'amélioration de l'alimentation induit une précocité de l'entrée en ponte, n'est pas entièrement vérifiée dans cette étude où la précocité a varié en fonction de la variété et encore moins avec les résultats de Halbouche et al. (2010) qui obtiennent 34 semaines avec une alimentation améliorée. Ces différences d'âge d'entrée en ponte avec les études précédemment citées s'expliquent certainement par des différences environnementales (systèmes d'éclairage et d'alimentation), mais aussi par des différences liées aux races et variétés considérées. De fait que dans la présente étude, une forte variabilité a été observée entre variété, y compris au sein des variétés elles-mêmes, il est hautement probable que cette variabilité de l'âge d'entrée en ponte puisse être valorisée comme critère de sélection et d'amélioration. La réduction de l'âge d'entrée en ponte pourrait induire une amélioration de la rentabilité de la production d'œufs des pintades locales.

L'évolution du poids des pintades entre la fin de la croissance et la fin de la ponte en passant par l'entrée en ponte réitère l'idée que le pic de croissance n'est pas atteint à la 16^{ième} semaine comme montré par Houndonougbo al. (2013). La variabilité génétique entre variété pourrait expliquer la forte variabilité des poids entre variété conformément à Sanfo et al (2008). Par contre, la forte variabilité de poids à l'intérieur des variétés est conforme aux résultats de Sanfo et al (2008) et confirme la possibilité d'améliorer les performances pondérales par sélection des variétés locales de pintades suggérée par Sanfo et al. (2008 et 2009).

Même si le nombre moyen d'œufs pondus par femelle n'a pas varié de façon significative entre variété, la forte variation observée dans les variétés a impacté les valeurs obtenues et pourrait aussi servir d'opportunité d'amélioration de la ponte par sélection intra variété. Le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par variété sur 48 semaines est de 81, 93, 60, 65, 70 respectivement pour la variété Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre et Noire. Ces valeurs sont supérieures à la moyenne de 76 obtenue par Sanfo et al. (2009) en 82 semaines mais inférieure à celle de 104 obtenue par Halbouche en 43 semaines de ponte et celle de 140 à 145 de Magali (2016) chez les pintades améliorées de souche parentale en 54 semaines. Ceci montre une fois encore l'influence de l'effet génétique et de l'environnement sur l'expression du potentiel de reproduction des pintades en milieu tropical. La variété Bonaparte ressort comme la meilleure pondeuse suivie de la Commune et de la Noire. La variété Bonaparte étant un produit de croisement entre plusieurs variétés (Dams; 1996), des améliorations inter-variétales peuvent être envisagées pour améliorer la ponte des pintades locales.

Performance de reproduction des mâles

Chez les mâles, moins de 45% des collectes de semence permettent d'avoir des quantités de semences indiquées pour la pintade par Meyer et Rouvier (2009). Ces résultats concordent avec ceux de Pichereau (2012) qui obtient 10 fructueuses sur 336 tentatives chez les oiseaux amazones. La faible production de semence observée chez les pintades locales dans cette étude est conforme aux observations de Meyer et Rouvier (2009) et Pichereau (2012) qui précisent que parmi les espèces de volailles domestiques, les pintades mâles produisent très peu de semences puisqu'ils occupent l'avant dernière place juste avant le canard de barbarie mâle. La variation du taux de collecte de semences fructueuses entre variété pourrait s'expliquer par l'instinct de peur plus développé chez certaines variétés que d'autres et/ou par le nombre de mâles stériles n'ayant pas donné de semence durant toute l'expérimentation (les taux étant calculés par rapport au nombre total de collectes par variété durant période expérimentale) variable d'une variété à l'autre (Dahouda, 2009; Pichereau, 2012). Cette variabilité entre variété et dans les variétés pourrait être saisie comme opportunité pour l'amélioration de la production de semences par sélection dans la population des mâles. Cette augmentation de la production de semence chez les mâles va faciliter l'insémination artificielle qui a un rôle double à savoir pallier à l'instinct monogame de la pintade et faciliter la gestion de la reproduction dans un programme de sélection. Les mâles Cendres ont le taux de collecte fructueuse le plus élevé (43%) suivie de la Blanche (30%). Mais en matière de ponte, les femelles de ces deux variétés ont eu le nombre d'œufs les plus faibles (65 et 60 respectivement pour la Cendre et la Blanche). La Commune et la Noire qui ont les taux de collectes les plus faibles (19 et 26% respectivement), pondent par contre relativement mieux (83 et 70 œufs respectivement). La variété Bonaparte avec un taux de collecte de semence fructueuse similaire au taux de la Blanche (30%) et une moyenne d'œuf pondue plus élevée (93 œufs/femelle), pourrait être plus indiquée pour la reproduction artificielle par insémination. Seulement qu'à l'étape actuelle des études sur les variétés locales, l'éclosion des œufs issus de l'accouplement intra variété de la Cendre ont donné des pintadeaux dans les proportions de 61% Bonapartes, 36% Communes et 4% Multicolores témoignant ainsi son caractère croisé. Une purification des variétés s'impose donc pour mieux les caractériser. Le nombre de collectes de semence fructueuses par mâle a en général varié de 0 à 22 pendant les 6 mois de collecte donc aucun candidat n'a atteint la moyenne d'une collecte par semaine nécessaire pour l'insémination artificielle.

Conclusion

Les pintades locales en phase de ponte, ont une capacité d'ingestion, de ponte et de production de semence faible en condition d'élevage amélioré en cage. L'ingestion alimentaire, l'âge d'entrée en ponte, le nombre moyen d'œufs pondus par les femelles, la fréquence et le volume de semences produit par les mâles varie significativement d'une variété à l'autre et au sein d'une même variété. De même le nombre d'œufs pondus par femelle par cycle varie significativement dans la variété même si entre variété les différences sont non significatives. Ces différentes variations inter et intra variété laissent croire à une variabilité génétique entre les variétés qui dépasse une simple variation phénotypique liée aux conditions

d'élevage. Elles offrent donc une grande opportunité d'amélioration des performances de reproduction par sélection des variétés locales de pintades dans la sous-région Ouest Africaine.

Références bibliographiques

- Agwunobi L. N. & Ekpenyong E. T., 1990. Nutritive and economic value of Guinea fowl (*Numida meleagris*) production in developing countries. *J. Sci. Food Agric.*, 52, 301-308.
- Chrysostome C, 1995. Méthodologie de développement de la pintade au Bénin. Thèse de doctorat. *Institut national Agronomique de Grignon*, Paris, France. 190p
- Fajemilehin S. O. K., 2010. Morph structural characteristics of three varieties of grey-breasted helmeted guinea fowl in Nigeria. *Int. J. Morphol.*, 28(2), 557-562.
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performance de Ponte, de Reproduction et de Croissance de la Pintade Locale *Numida Meleagris* en Algérie. *Eur. J. Sci. Res.*, 47(3), 320-333.
- Houndonougbo P.V., Bindelle J., Chrysostome A.A.M.C., Hammami H. & Gengler N., 2017b. Characteristics of guinea fowl (*Numida meleagris*) breeding in West Africa: A Review. *TROPICUTURA*, 35(3), 222-230.
- Houndonougbo P.V., Chrysostome A.A.M.C., Reis Mota R., Hammami H., Bindelle J. & Gengler N., 2017a. Phenotypic, socio-economic and growth features of Guinea fowls raised under different village systems in West Africa. *African Journal of Agricultural Research (AJAR)*, 12(26), 2232-2241.
- Magali, 2016. Génétique Grimaud Frères Sélection et Galor-Amice Soquet - Sélectionneur de pintades, un métier d'équilibriste. <http://aviculture.reussir.fr/actualites/genetique-grimaud-freres-selection-et-galor-amice-soquet-selectionneur-de-pintades-un-metier-d-equilibriste:Y1A279HN.html> (19/06/2016).
- Meyer C. & Rouvier R., 2009. L'insémination artificielle des volailles. *Cirad, Campus de Baillarguet*, 34398 Montpellier, cedex 5, France. 23p
- Pichereau A., 2012. Les techniques de prélèvement et d'insémination artificielle chez les oiseaux. Thèse de doctorat. *École Nationale Vétérinaire d'Alfort*, Alfort, France. 84p
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007. Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicultura*, 25(1), 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2008. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Élev. Méd. vét. Pays Trop.*, 61(2), 135-140.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans le plateau centre du Burkina Faso. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim. (RASPA)*, 7(S), 115-121.
- Seigneurin F., Grasseau I., Chapuis H. & Blesbois E., 2013. An efficient method of guinea fowl sperm cryopreservation. *Poultry Science Association Inc.*, 92, 2988-2996. <http://ps.oxfordjournals.org/content/92/11/2988.full.pdf> (19/06/2016)

Préambule

Après avoir caractérisé les pintades locales à travers les études précédentes sur leur morphologie, leur performance de croissance et de reproduction, il reste à les caractériser par rapport à la qualité de leur produits. Comme produits d'intérêt pour les éleveurs, nous avons la viande et les œufs (Dahouda, 2009 ; Houndonougbo, 2011). La question est de savoir si les qualités physiques, chimiques et organoleptiques des ces produits varient d'une variété à l'autres et au sein de chacune des variétés ? Pour Mertens et al. (2005), la couleur et la forme de l'œuf dépend avant tout des facteurs génétiques mais peuvent être influencées par les conditions d'élevage, les maladies et certaines contraintes particulières.

La présente étude a pour but d'évaluer la qualité interne et externe des œufs des variétés de pintades locales élevées au Bénin. Cinq variétés sont concernées par cette étude (Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre et Noire). Comme résultats attendus, les qualités physiques internes et externes des œufs des cinq variétés locales de pintades concernées par l'étude seront connues. Les œufs utilisés pour cette étude ont été collectés chez des pintades locales de chacune des variétés mise en reproduction par accouplement entre même variété et élevées dans les mêmes conditions au sol en station.

Article V: Évaluation de la qualité interne et externe des œufs de cinq variétés de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin

Basé sur l'article de Houndonougbo P.V., Chrysostome A.A.C.M., Houndonougbo M. F., Hammami H., Bindelle J., Gengler N., 2014, Revue Le CAMES, Sciences de la vie, de la terre et Agronomie, 2(2), 42-47.

Résumé

L'étude vise à évaluer la qualité externe et interne des œufs des variétés de pintades locales du Bénin (Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre et Noire) afin de mieux les caractériser. Vingt-quatre pintades de chaque variété âgées de 38 semaines ont été élevées en station et cinq œufs du jour ont été collectés et analysés chaque semaine par variété pendant 8 semaines. Les pintades Blanches pondent les plus gros œufs alors que les Bonapartes pondent les plus petits ($P < 0,01$). La coquille des œufs est majoritairement roux claire et roux foncé. Les pourcentages les plus élevés de roux claire sont obtenus chez les pintades Noires (55%), Bonapartes (42,5%) et Communes (40%) alors que les œufs roux foncés sont prédominants chez les Blanches (45%) et Cendres (42,5%). Les œufs à coquille roux claire avec des granulations sont seulement obtenus chez les pintades Blanches (2,5%) et les œufs à coquille tachetée sont obtenus chez les Cendres (25%) et Bonapartes (20%). Les œufs de pintades Blanches ont enregistré les plus fortes valeurs de l'épaisseur du blanc et du jaune d'œuf, le poids du blanc et du jaune d'œuf (épaisseur du blanc et du jaune et poids du blanc et du jaune étant respectivement : 6,82 mm ; 17,8 mm ; 13 g et 22 g). Les pintades Noires pondent les œufs les plus colorés (intensité moyenne du jaune à l'échelle Roch: 7,46) tandis que les Communes en pondent les moins colorés. La variabilité de la qualité des œufs enregistrée peut être utilisée dans la caractérisation, la sélection et l'amélioration des populations de pintades élevées au Bénin.

Mots clés : Pintades– Oeufs–Qualité externe - Qualité interne–Bénin.

Abstract

The study aimed to evaluate the external and internal qualities of eggs from local varieties of guinea fowl (Common breed, Bonaparte, White, Grey and Black) of Benin. Twenty-four guinea fowl of each variety aged of 38 weeks were reared in station and five new-laid eggs were collected daily and analyzed weekly by variety for 8 weeks. It appears that White guinea fowl lay the heaviest eggs while Bonaparte laid the smallest ($P < 0.05$). According to the egg size, White guinea fowls were the best followed by Black guinea fowl, Common guinea fowl and Grey guinea fowl. Eggshell color was mostly red bright and dark red. The predominant bright red eggs were obtained in black guinea fowl (55%), Bonaparte (42.5%) and Common (40%), while the dark red were mostly recorded in White (45%) and Grey guinea fowls (42.5%). The slight red shell eggs with grits were only obtained in White variety (2.5%) and mottled eggs were produced by the Grey guinea fowl (25%) followed by Bonaparte guinea fowl (20%). Furthermore, egg from white guinea showed the best physical quality that are egg white thickness, egg yolk thickness, egg white weight and egg yolk weight (respectively 6.82 mm 17.8 mm; 13 g and 22 g). The most colored egg yolk was found in black guinea fowls while the less colored was observed in the common breed. In short, it appears from this study that qualities of eggs depend on genetic type and could be used for characterization and genetic improvement by selection and crossing.

Keywords: guinea fowl - egg - internal quality - external quality – Benin.

Introduction

La pintade (*Numida meleagris*) est une espèce très appréciée de par sa viande et ses œufs en Afrique de l'ouest (Chrysostome, 1995 ; Sanfo et *al.*, 2007). Son élevage constitue une source de mobilisation de protéines animales et de revenus pour les communautés (Sanfo et *al.*, 2007). L'objectif de l'élevage de la pintade au Bénin est prioritairement la production d'œufs suivi de la production de viande (Chrysostome, 1995 ; Houndonougbo, 2011). Malgré son importance, le développement de l'élevage de la pintade locale est handicapée par la faible productivité des animaux élevés dans un système extensif divaguant (Agwunobi et Ekpenyong, 1990 ; Chrysostome, 1995 ; Houndonougbo, 2011). Une amélioration des conditions d'élevage pourrait augmenter la productivité de la pintade locale (Sanfo et *al.*, 2009 ; Halbouche et *al.*, 2010 ; Houndonougbo, 2011).

Toutefois, l'existence de plusieurs variétés de pintades dans les élevages villageois béninois impose la caractérisation de ces différentes variétés afin de mieux conseiller les éleveurs et d'apprécier l'effet des améliorations (Fajemilehin, 2010 ; Houndonougbo, 2011). Cette caractérisation selon Fajemilehin (2010) doit porter, entre autre, sur les structures morphologiques des œufs, principal objectif d'élevage de la pintade au Bénin. Ces structures morphologiques caractérisées par la qualité interne et externe peuvent être utilisés pour mieux caractériser les pintades locales et servir comme critères d'amélioration (Obike et *al.*, 2012 ; Alkan et *al.*, 2013).

L'objectif de l'étude a été d'évaluer la qualité externe et interne des œufs de cinq variétés de pintades locales afin de mieux orienter les éleveurs dans leur choix.

Matériel et méthodes

Vingt-quatre pintades femelles de chaque variété (Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre, Noire) ont été mises en reproduction à 38 semaines d'âge en mode d'élevage au sol à la ferme d'application de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC). À partir de juillet 2012, tous les sept jours, 5 œufs du jour sont prélevés par variété de manière aléatoire parmi les œufs collectés les matins à 8 heures. L'opération a été répétée pendant 8 semaines pour un total de 40 œufs par variété afin de mesurer l'effet de la variété sur la qualité des œufs. Les pintades ont été élevées dans les mêmes conditions et nourries *ad libitum* au même aliment dont les ingrédients et la composition nutritionnelle sont consignés dans le tableau 23.

Tableau 23: Ingrédients et composition nutritionnelle de l'aliment ponte des pintades

Ingrédients (%)	Aliment Ponte
Maïs	59,67
Tourteau de soja	13
Tourteau de coton	3,08
Soja torréfié	11,93
Coquille d'huître	8,82
Phosphate bi calcique	2,5
Sel (NaCl)	0,18
Lysine	0,24
Méthionine	0,37
Concentré minéral vitaminé (CMV)	0,21
Composition nutritionnelle	
Matière Sèche (%)	7,78
Cellulose brute (%)	3,25
Matière grasse (%)	4,72
Energie Métabolisable (kcal/kg MS)	2750
Protéine brute (%)	17
Lysine (%)	0,85
Méthionine (%)	0,45
Acide aminé soufré (%)	0,52
Calcium (%)	3,9
Phosphore total (%)	0,49

MS : matière sèche

L'analyse de la qualité externe et interne effectuée sur les œufs prélevés a porté sur plusieurs paramètres. Le poids de l'œuf (W), le poids de la coquille (Poids_C), le poids du jaune (Pj) et du blanc (Pb) ont été mesurés à l'aide d'une balance électronique de marque « digital egg scale Comfort » de portée 500 g et de sensibilité 0,1 g. Le grand diamètre de l'œuf (GD), le diamètre du jaune (DJ), le diamètre du blanc (DB) et la longueur de l'œuf (L) ont été mesurés à l'aide d'une règle de pied à coulisse. La hauteur du jaune (Hj) et la hauteur du blanc (Hb) sont mesurées à l'aide d'un trépieds micrométrique électrique de précision 0,01micromètre. La coloration du jaune d'œuf (CJ) a été déterminée par l'échelle roche. La coloration (blanche, roux claire ou roux foncé avec ou sans petites taches blanc) et la forme de la coquille (lisse avec ou sans granulation, poreux avec ou sans granulation) ont été appréciées. L'épaisseur de la coquille sans membrane interne est mesurée à l'aide d'un micromètre électrique de précision 0,001mm. La mesure a été faite à la base de l'œuf (Ep_CB), à l'extrémité pointue de l'œuf (Ep_CH) puis à la partie médiane de l'œuf (Ep_CM) comme la décrit Amer (1972).



Les paramètres tels que, la proportion de la coquille (Proport_C), la proportion du jaune (Prop_J), la proportion du blanc (Prop_B), l'index de la coquille (Index_I=pooids coquille \times 100/surface coquille), l'index du jaune, l'index du blanc, la surface (SA), l'index de la forme (IF) et l'Unité Haugh (HU) ont été calculés.

$$SA \text{ (cm}^2\text{)} = 4,518 \times L^{0,289} \times GD^{0,3164} \times W^{0,4882} \text{ (Carter ; 1975).}$$

L'Index de forme est calculé suivant la formule $IF = \frac{GD}{L}$.

L'Unité Haugh est calculée grâce à la formule de Haugh (1937) :

$$HU = 100 \log(Hb - 1,7W^{0,37} + 07,57)$$

avec Hb = hauteur de l'albumen épais et W = poids de l'œuf.

Les analyses statistiques des données sur la qualité externe et interne des œufs ont été faites à l'aide du modèle GLM du logiciel SAS 9.2. Version 2002. Le modèle PROC FREQ du logiciel SAS 9.2 version 2002 a été utilisé pour calculer les données relatives à la couleur et formes de la coquille des œufs par variété de pintade.

Résultats

Qualité externe des œufs

Les résultats sur la qualité externe des œufs (Tableau 24) n'ont révélé aucune différence significative entre les variétés pour l'index de forme et l'épaisseur de la coquille (Ep CH=haut, Ep CB=basse et Ep CM=médiane). Quant au poids, la proportion et l'index de la coquille, la différence a été significative entre les variétés. Elle est hautement significative ($p < 0,01$) pour le grand diamètre et très hautement significatives ($p < 0,001$) pour la longueur de l'œuf, le poids et la surface de l'œuf. Les grands diamètres des œufs des pintades Bonapartes et Cendre sont été très proches de celui de la variété Noires mais plus faibles que celui des autres variétés étudiées. Le grand diamètre des œufs des pintades Blanches a été suivi de celui des pintades Communes. La longueur des œufs des pintades Bonapartes a été significativement plus faible ($P < 0,05$) que celles des œufs des autres variétés qui sont similaires. Le poids moyen des œufs des pintades Blanches a été plus élevé et diffère significativement ($P < 0,05$) de celui des pintades Communes et Bonapartes. Le poids moyen des œufs des pintades Cendres et Noires sont comparable à celui des pintades Communes et Bonapartes. La surface des œufs varie de la même manière avec les mêmes différences significatives d'une variété à l'autre, tout comme le poids des œufs. Le poids moyen de la coquille des œufs des pintades Communes diffère de façon significative ($p < 0,05$), de celui des pintades Blanches (7,11 contre 7,86 g). Cette observation est similaire aux poids des coquilles des œufs

des trois autres variétés de pintades. La proportion de la coquille des œufs des pintades Communes a été plus faible que de celles des pintades Bonapartes et Noires qui sont comparables. L'index I de la pintade Bonaparte, Blanche et Cendre, sont comparables à celui des pintades Communes et Noires qui diffèrent entre eux ($P < 0,05$).

Tableau 24: Qualité externe des œufs de cinq variétés de pintades locales élevées au Bénin

Paramètres	Variétés					ES	Pvar.
	Commune	Bonaparte	Blanche	Cendre	Noire		
GD (cm)	3,82 ^{ab}	3,75 ^a	3,86 ^b	3,75 ^a	3,77 ^a	0,02	**
L (cm)	4,91 ^a	4,72 ^b	4,90 ^a	4,99 ^a	5,01 ^a	0,03	***
W (g)	40,73 ^a	38,77 ^b	42,70 ^c	40,81 ^{ac}	41,20 ^{ac}	0,49	***
Poids_C (g)	7,11 ^a	7,38 ^{ab}	7,86 ^b	7,59 ^{ab}	7,74 ^{ab}	0,17	*
Proport_C	17,42 ^a	19,05 ^b	18,36 ^{ab}	18,60 ^{ab}	18,86 ^b	0,35	*
Surface (cm ²)	55,24 ^a	53,46 ^b	57,03 ^c	55,35 ^{ac}	55,66 ^{ac}	0,44	***
Index_I	12,84 ^a	13,79 ^{ab}	13,75 ^{ab}	13,71 ^{ab}	13,89 ^b	0,26	*
Index_F	0,78	0,79	0,79	0,75	0,75	0,07	NS
Ep_CH (mm)	0,48	0,49	0,51	0,48	0,50	0,01	NS
Ep_CB (mm)	0,47	0,49	0,48	0,48	0,49	0,01	NS
Ep_CM (mm)	0,46	0,49	0,49	0,48	0,50	0,01	NS

^a, ^b et ^c: sur la même ligne, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes ($P < 0,05$);
 ES: Erreur standard; P.var: probabilité suivant les variétés; *: significative; **: hautement significative; ***: très hautement significative; NS: non significative ; W : poids œuf ; Ep_CH : épaisseur coquille haut pointe de l'œuf ; Ep_CB : épaisseur coquille base œuf ; Ep_CM : épaisseur coquille partie médiane ; GD : grand Diamètre de l'œuf ; L : longueur de l'œuf; Proport_C : proportion de la coquille ; Poids_C : poids de la coquille.

Les fréquences des couleurs de la coquille des œufs (Tableau 25) ont montré que seules les pintades Blanches et Communes ont pondu des œufs à coquille Blanche lisse dans les proportions respectives de 2,5 et 5%. Par contre, chez la pintade Noire, 2,5% des coquilles étaient Blanches poreuses et 2,5% Blanches avec des grains.

Les œufs à coquillage roux clair ont été observés pour 55% chez les pintades Noires, 42,5% chez les pintades Bonapartes et 40% chez les pintades Communes. En revanche, pour ceux à coquillage roux foncé, 45% ont été observés chez les pintades Blanches et 42,5% chez les pintades Cendres. Seules les pintades Blanches ont pondu des œufs à coquille roux clair avec des granulations dans une proportion de 2,5%. La fréquence la plus élevée des œufs à coquille tachetée a été observée chez les pintades Cendres suivies de la pintade Bonaparte.

Tableau 25: Fréquence de couleur de la coquille des œufs de cinq écotypes de pintades locales élevées au Bénin

	1	1P	1G	2	2T	2P	2G	3	3T	3P	Total
Cendre	0	0	0	27,5	12,5	0	0	45	12,5	2,5	100
Blanche	2,5	0	0	27,5	7,5	12,5	2,5	42,5	5	0	100
Commune	5	0	0	40	7,5	2,5	0	30	7,5	7,5	100
Noire	0	2,5	2,5	55	7,5	12,5	0	10	7,5	2,5	100
Bonaparte	0	0	0	42,5	17,5	10	0	27,5	2,5	0	100

P= Poreux ; G=grain ; T= tacheté ; 1=blanc ; 2=roux clair ; 3=roux foncé

Qualité interne des œufs

L'épaisseur du blanc, la couleur du jaune, l'unité Haugh, le poids du blanc et du jaune (Tableau 26) ont été significativement différents suivant les variétés ($P < 0,05$). L'index du blanc, la largeur du blanc et le diamètre du jaune des œufs ont présenté des différences significatives selon la variété de pintades ($p < 0,05$).

La coloration du jaune d'œuf des pintades Communes a été la plus faible et différent de celui des pintades Noires ($P < 0,05$). La coloration des œufs des autres variétés a été comparable à celles des variétés Communes et Noires. Le diamètre moyen du blanc d'œuf des pintades Bonapartes a été la plus faible et diffère de celui des pintades Communes et de la pintade Noire ($P < 0,001$). Quant au diamètre du jaune d'œuf, les œufs des pintades Bonapartes ont le diamètre moyen le plus faible qui diffère de celui des pintades Blanches, Cendres et Noire ($P < 0,001$). Le diamètre du jaune d'œuf des pintades Communes a été comparable à celui des pintades Blanches et ceux des autres variétés étudiées. Les index du blanc d'œuf des pintades Communes et Noires ont été comparables mais plus faibles que celui des pintades Bonapartes ($P < 0,01$). Le poids du blanc d'œuf des pintades Bonapartes et Cendres ont été comparables mais différent de celui des pintades Blanches ($P < 0,05$). Le poids moyen du jaune d'œufs des pintades Bonapartes a été différent de celui des pintades Communes, Blanches et Cendres ($P < 0,05$).

Tableau 26: Qualité interne des œufs de cinq écotypes de pintades locales élevées au Bénin

Paramètres	Variétés					ES	Pvar.
	Commune	Bonaparte	Blanche	Cendre	Noire		
Hb (mm)	6,07	6,72	6,82	6,51	6,05	0,21	*
Hj (mm)	17,30	17,20	17,80	17,40	17,60	0,17	NS
CJ	6,26 ^b	7,34 ^{ab}	6,57 ^{ab}	7,00 ^{ab}	7,46 ^a	0,30	*
DB (cm)	7,76 ^a	7,01 ^b	7,67 ^a	7,51 ^{ab}	7,78 ^a	0,13	***
DJ (cm)	3,80 ^{ab}	3,75 ^a	3,88 ^b	3,90 ^b	3,85 ^b	0,03	***
Index du blanc	0,80 ^a	0,97 ^b	0,91 ^{ab}	0,89 ^{ab}	0,79 ^a	0,04	**
Index du jaune	4,57	4,59	4,60	4,46	5,78	0,05	NS
Unité Haugh	83,40	88,20	87,40	85,9	83,30	1,31	*
Pj (g)	13,00 ^a	12,00 ^b	13,00 ^a	13,10 ^a	12,90 ^{ab}	0,24	*
Pb (g)	20,90 ^{ab}	20,50 ^a	22,00 ^b	20,80 ^a	21,20 ^{ab}	0,32	*
Prop_J	37,70	37,30	37,30	38,30	39,60	0,85	NS
Prop_B	60,30	63,00	62,80	61,40	61,20	0,85	NS

*a, b et c : sur la même ligne, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes (P < 0,05); ES : Erreur standard; Pvar : probabilité suivant les variétés; * : significative; ** : hautement significative; *** : très hautement significative; NS : non significative; Hb : hauteur du blanc; Hj : hauteur du jaune; Pb : poids du blanc; Pj : poids du jaune; prop_J : proportion du jaune; Prop_B : Proportion du blanc; DB : diamètre du blanc; DJ : diamètre du jaune; CJ : couleur du jaune.*

Discussion

Les caractéristiques externes des œufs décrites pour le grand diamètre, la longueur et le poids des œufs ont révélé que, les pintades Bonapartes pondent de petits œufs. Toutefois, le poids moyen de leurs œufs est proche des 37,7 g rapporté par Dahouda *et al.* (2007) et 37,8 g rapporté par Sanfo *et al.* (2012) pour les pintades locales en général élevées en système amélioré. Le poids moyen des œufs des autres variétés se retrouve dans l'intervalle de poids de 34 à 45,7 g rapporté par Alkan *et al.* (2013) mais obtenu dans des conditions différentes sans effet variété. Les pintades étant de même âge et élevées dans les mêmes conditions, la variation observée du poids des œufs dans cette étude pourrait s'expliquer par une différence génétique entre ces variétés. Les poids des œufs des pintades Communes et Noires mesurés ont été supérieurs à ceux obtenus par Obike *et al.* (2011) de 37,67 g chez les pintades Communes et 37,91 g chez les pintades Noires. Ces différences de poids des œufs seraient liées aux facteurs environnementaux et aux conditions d'expérience. S'agissant de la longueur des œufs, la valeur de 37,2 mm obtenue lors de nos études pour les œufs des Bonapartes est similaire à la valeur de 37,1 mm rapportée par Sanfo *et al.* (2012). Toutefois, les valeurs de la longueur des œufs obtenues respectivement pour les pintades Communes, Blanches et Cendres ont été conformes à la moyenne de 49,47 mm rapportée par Alkan *et al.* (2013). La taille et le poids des

œufs observés dans cette étude se justifie par la théorie de Obike *et al.* (2012) selon laquelle la taille et le poids des œufs sont proportionnelle au poids de l'animal. En effet, Houndonougbo (2011) a observé en milieu villageois que la variété Blanche avait les meilleures performances de croissance à 12 semaines (825,86 g) et la Bonaparte la plus faible performance (582,175 g). Contrairement à la taille de l'œuf, les œufs des pintades Bonapartes et Noires ont le pourcentage du poids de la coquille par rapport au poids de l'œuf le plus élevée (19,05 et 18,86%). Les œufs des pintades Communes ont présenté le plus faible pourcentage (17,42%). Les proportions de la coquille (17,42 à 19,05%) enregistrées dans cette étude sont supérieures à celle de 16,10% rapportée par Alkan *et al.* (2013) chez les pintades en Turquie. Ces différences de la proportion de la coquille seraient liées à l'âge en début d'expérience et la valeur génétique des variétés (FAO, 2004)

L'index de forme des œufs des pintades Cendres et Noires (Tableau 24) ont été similaires à la moyenne de 0,76% obtenue par Alkan *et al.* (2013) et 0,76 obtenue par Oke *et al.* (2004) à 50 semaines d'âge. Par contre, les pintades Cendres et Noires ont présenté des œufs à index de formes plus faibles que ceux des œufs des pintades Communes, Bonapartes et Blanches. L'index de forme est un facteur important de caractérisation des espèces aviaires et peut être utilisé comme critère de sélection. Elle permet de mesurer la résistance mécanique de la coquille des œufs (Gendron et Blentz, 1970). Les œufs des pintades Bonapartes et Blanches pourraient plus résister aux casses que ceux des pintades Communes avec un taux d'éclosion plus faible que les œufs des autres variétés. D'ailleurs, les plus faibles épaisseurs de coquilles mesurées à différents endroits de l'œuf des pintades Communes indiquent une plus forte aptitude à l'éclosion. L'épaisseur de la coquille des œufs des autres variétés sont similaires aux valeurs 0,53; 0,54 et 0,54 mm correspondant aux trois niveaux de mesure rapportés par Alkan *et al.* (2013). Cependant, elles sont supérieures aux valeurs 0,37 et 0,39 mm rapportés par Houndonougbo *et al.* (2012) sur les poules pondeuses ISA Brown. Les valeurs de l'épaisseur de la coquille rapportées par Obike *et al.* (2011) chez les pintades commune (0,43 mm) et noire (0,41 mm) sont inférieures à celles de cette étude.

Les couleurs de la coquille des œufs enregistrées dans la présente étude sont: le blanc, le roux clair, le roux foncé et le blanc tacheté de roux (Tableau 25). La surface de la coquille est lisse, poreuse ou parfois avec de petites granulations. Les pintades Communes, Bonapartes et Noires pourraient être classées comme des pintades qui pondent des œufs roux foncés alors que les pintades Cendres et Blanches, seraient celles qui pondent des œufs à coquille roux claire. Ces observations montrent qu'il y a une variabilité génétique entre les variétés de pintades étudiées en se basant sur la théorie de Mertens *et al.* (2010). Selon ces derniers, la couleur et la forme de la coquille dépendent avant tout de facteurs génétiques, mais peuvent être influencées par les maladies, les conditions d'élevage et les contraintes environnementales particulières. La variabilité de couleur et de forme de la coquille des œufs observée entre les variétés et au sein d'une même variété peut être attribuée au niveau d'hybridation liée au brassage des pintades dans les élevages. La concentration de coquille des œufs et la couleur de la coquille des œufs pourraient être utilisées comme des critères de sélection.

Sur la qualité interne des œufs, les pintades Bonapartes ont présenté une bonne coloration du jaune d'œuf après la pintade Noire. Le régime alimentaire étant les mêmes pour toutes les variétés, la petite taille des œufs des pintades Bonapartes serait un facteur favorisant la forte coloration du jaune noté au niveau des œufs de cette variété par rapport aux œufs des autres variétés de pintades. Le poids du jaune et du blanc d'œuf a varié de façon significative d'une variété à l'autre. Conformément au fait que la qualité de l'albumen est associée à la qualité de blanc épais mesurée par les unités Haugh (Mertens et *al.* 2010), les œufs des pintades Bonapartes (Tableau 26) ont eu les meilleures qualités du blanc d'œuf avec l'Unité Haugh la plus élevée suivis des œufs des pintades Blanches, Cendres, Communes et Noires. Les valeurs d'Unité Haugh obtenues sont supérieures au 74,97 obtenue par Alkan et *al.* (2013). Les proportions du jaune et du blanc d'œuf n'ont présenté aucune différence significative d'une variété à l'autre. Cette similarité des proportions du jaune et du blanc d'œuf est une preuve que quelle que soit la variation de la taille et du poids des œufs, les proportions du jaune et du blanc restent invariables à l'intérieur de la coquille et ceci indépendamment de la variété.

L'index du blanc a varié de façon très significative d'une variété à l'autre. Il en a été de même pour la hauteur du blanc. Les valeurs de l'index et de la hauteur du jaune et du blanc d'œuf enregistrées ont été supérieures à celles obtenues par Alkan et *al.* (2013) qui sont respectivement de 3,7 et 14,99 pour l'index et la hauteur du jaune d'œuf ; puis, 0,68 et 4,77 pour l'index et la hauteur du blanc d'œuf. Cette différence est liée au fait que Alkan et *al.* (2013) ont conservé les œufs à température ambiante pendant 24 heures avant l'évaluation de la qualité des œufs alors que dans la présente étude, seuls les œufs frais du jour ont été utilisés. Selon Dudusola (2009), l'indice du jaune et l'unité Haugh des œufs diminuent avec l'augmentation de la température et la durée de conservation.

Conclusion

Les pintades étant élevées dans les mêmes conditions, les variations significatives des qualités physiques externe et interne des œufs d'une variété à l'autre peuvent être attribuées à des variations génétiques existant entre les différents phénotypes étudiés. Ces variations de qualités physiques externe et interne des œufs peuvent être utilisées comme des critères de différenciation. Elles constituent une base de sélection en vue d'améliorer la productivité de la population de pintades locales. Ainsi, les variétés Bonapartes seront considérées comme des variétés qui pondent des œufs de petites tailles, les Blanches et les Noires comme celles qui pondent de gros œufs et les Communes et Cendre, celles qui pondent des œufs de taille moyenne. La couleur et la forme des coquilles d'œufs permettent d'avoir deux groupes de pintades, celles qui pondent des œufs à coquille roux claire (pintades Noires, Bonapartes et Communes) et les pintades qui pondent des œufs à coquille roux foncé (pintades Blanche et Cendre). Quant à la qualité physique interne, les pintades Bonapartes et Noires ont les meilleures colorations du jaune d'œuf. Le brassage des animaux divagants dans les élevages traditionnels pourrait expliquer les rapprochements observés entre les qualités des œufs des différentes variétés. D'autres études en cours sur la reproduction et la qualité chimique des œufs des

pintades femelles collectées sur plusieurs générations pourraient nous permettre de mieux apprécier les variations et la part génétique de ces variations.

Références

- Amer M. F., 1972. Egg quality of Rhode Island Red, Fayoumi and Dandarai. *Poult. Sci.*, 51(1), 232-238.
- Agwunobi L. N. & Ekpenyong T. E., 1990. Nutritive and economic value of Guinea fowl (*Numida meleagris*) production in developing countries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 50, 301-308.
- Alkan S., Karsli T., Galiç A. & Karaba K., 2013. Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of guinea fowl eggs. *KafkasUniv Vet FakDerg.*, 19(5), 861-867.
- Carter T. C., 1975. The hen's egg: Relationships of seven characteristics of the strain of hen to the incidence of cracks and other shell defects. *Br. Poult. Sci.*, 16, 289-296.
- Chrysostome C., 1995. Méthodologie de développement de la pintade au Bénin. Thèse de doctorat. *Institut national Agronomique de Grignon*, Paris, France. 190p
- Dahouda M., Tobeba S. S., Youssao A. K. I., Bani Kogui S., Yakoubou A. S. & Hornick J-L., 2007. Guinea fowl rearing constraints and flock composition under traditional management in Borgou Department, Benin. *Family poultry*, 17 (1 & 2), 3-14.
- Dudusola I.O., 2009. Effects of Storage Methods and Length of Storage on some Quality Parameters of Japanese Quail Eggs. *Tropicultura*, 27 (1), 45-48.
- Fajemilehin S. O. K., 2010. Morphostructural characteristics of three varieties of Grey breasted helmeted guinea fowl in Nigeria. *International Journal of Morphology*, 28(2), 557-562.
- FAO, 2004. Production en aviculture familiale: un manuel technique. FAO Production et Sciences animales, Rome. 98p.
- Gendron M. & Blentz G., 1970. La qualité de l'oeuf de consommation. *Nouv. Avic.suppl.* (125), 1-28.
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performance de ponte, de reproduction et de croissance de la pintade locale *Numida meleagris* en Algérie. *European Journal of Science Research.*, 47 (3), 320-333.
- Haugh R. R., 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43, 552-555.
- Houndonougbo P. V., 2011. Caractéristiques morphologiques et performances de croissance des différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin. Travail de fin d'études préalable au doctorat en Sciences Agronomiques. Université de Liège (Ulg), Gembloux Agro Bio Tech., Gembloux, Belgique. 80p
- Houndonougbo M. F., Chrysostome C. A.A. M. & Houndonougbo P. V., 2012. Performances de ponte et qualité des œufs des poules pondeuses ISA Brown alimentées avec des rations à base de feuilles séchées de manioc (*Manihot esculenta*, Crantz). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (5), 1950-1959.
- Mertens K., Perianu C., Kemps B., De Ketelaere B., Decuyper E. & De Beardemacker J., 2010. Nouvelles techniques non invasives d'évaluation de la qualité de l'œuf. *Jeudis WPSA*, France. 14p
- Obike O. M., Oke U. K. & Azu K. E., 2011. Comparison of egg production performance and egg quality traits of pearl and black strains of guinea fowl in a humid rain-forest zone of Nigeria. *Int. J. Poult. Sci.*, 10 (7), 547-551.

- Obike O. M., Oke U K. & Azu K. E., 2012. Phenotypic correlations among body weight, external and internal egg quality traits of pearl and black strains of guinea fowl in humid tropical environment. *Journal of Animal Science Advances*, 2 (10), 857-864.
- Oke U. K., Herbert U. & Nwachukwu E. N., 2004. Association between body weight and some egg production traits in the guinea fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas). *Livest.Res. Rural Dev.*, 16 (9).
- Sanfo R, Boly H, Sawadogo L & Ogle B, 2007. Caractéristiques de l'élevage villageois de lapintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicultura*, 25 (1), 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans le Plateau Central du Burkina Faso. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 7 (S), 115-121.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2012. Performances de ponte et caractéristiques des œufs de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans la région centre du Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 65 (1-2): 25-29.

Discussion générale et conclusions

Discussion générale

L'élevage de la pintade est répandu en Afrique subsaharienne et la pintade est élevée dans un système divagant presque de cueillette où plusieurs variétés sont élevées. Ces variétés qui diffèrent par le coloris de leur plumage sont très peu caractérisées. Au nord Bénin, la pintade constitue la pondeuse par excellence de cette région. Mais, son élevage est fortement limité par la mortalité élevée, la faible productivité et sa mauvaise performance. Il est alors nécessaire de caractériser les populations de pintade élevées pour mieux les valoriser dans un système d'amélioration génétique durable conciliant la station et le milieu villageois.

L'objectif de cette thèse est de faire la caractérisation phénotypique des populations de pintades (*Numida meleagris*) locales élevées au Bénin afin de mieux les valoriser dans des programmes d'amélioration génétique pour le développement du secteur avicole national. Pour atteindre cet objectif, une revue bibliographique a permis de faire l'état des lieux de l'élevage des pintades dans la région Ouest Africaine et de mieux orienter le reste de nos travaux pour une bonne caractérisation des variétés.

La partie expérimentation est constituée de cinq points. Le premier point a permis à travers une enquête et un suivi des élevages de pintades en milieu villageois, de recenser et de caractériser les variétés de pintades locales dans leur milieu d'élevage. Le deuxième point a été consacré à l'évaluation de l'influence de l'alimentation sur le potentiel de croissance des pintades locales en station. Le troisième point a été consacré à la caractérisation approfondie sur le plan morphologique, viscéral et sur les performances de croissance en condition améliorée des variétés rencontrées dans les élevages villageois. Le quatrième point a porté sur l'aspect reproduction des variétés de pintades locales élevées en condition améliorée. Le dernier point a permis d'évaluer la qualité physique externe et interne des œufs des variétés de pintades locales du Bénin (Commune, Bonaparte, Blanche, Cendre et Noire) afin de renforcer leur caractérisation.

Les pintades sont élevées au Bénin comme dans la plupart des pays Ouest Africains dans un système extensif dans lequel plusieurs variétés de pintades sont élevées pour la viande et les œufs (Sanfo et al., 2008; Dahouda et al., 2009; Moussa Mamadou et al., 2010; Boko et al., 2012; Moreki et Seabo, 2012; Obike et Azu, 2012). De point de vue phénotypique (coloris du plumage), les variétés de pintades locales, la Grise (39,6%) et la Bonaparte (38,5%) apparaissent comme les variétés dominantes dans les élevages au Bénin. Le nombre et la proportion de ces variétés dans les élevages en Afrique subsaharienne varient d'un pays à l'autre (Houndonougbo et al., 2017b). Au Burkina, la présence des variétés Commune, Noire, Lilas et Blanche a été rapportée par Sanfo et al. (2009) avec une forte proportion de la variété Commune (72,1%) suivi de la Noire (14,1%). D'après Moreki (2012), la Commune, la Bonaparte et la Cendre sont observées au Botswana alors que Fajemilehin (2010) et Ayorinde et al. (1988) rapporté par Sanfo et al. (2012) ont montré que les variétés Commune, Blanche, Cendre et la Noire sont présentes au Nigéria et au Niger où la variété Isabelle a été aussi observée en plus (Singh et al., 2010). Le système divagant dans lequel les pintades locales sont

élevées au Bénin et dans certains pays africains, favorise fortement le brassage entre les variétés (Dahouda, 2009; Boko, 2012 ; Sanfo et al., 2008 ; Fajemilehin, 2010). Ce système expose les pintades aux aléas climatiques, aux maladies, aux prédateurs et à la malnutrition selon les saisons qui affectent significativement leur productivité (Dahouda et al., 2008; Boko et al., 2012 ; Sanfo et al., 2007). Cet effet du système divagant sur la productivité oriente la préférence des éleveurs vers les variétés résistantes aux maladies et les plus prisées comme l'a souligné Sanfo et al. (2009). La valeur marchande selon Houndonougbo et al. (2017a) est fonction de la zone d'élevage et de la variété. Les faibles performances observées chez les variétés locales dans les élevages villageois fait penser à un faible potentiel génétique de ces dernières conformément aux observations de Singh et al. (2010). La différence de performance de croissance observée entre variétés dans les mêmes conditions d'élevage en milieu villageois soutien les causes génétiques de la faible productivité renforcée par les travaux de Sanfo et al. (2009) et Fajemilehin (2010) qui ont abouti à la même conclusion. Cette faible productivité est aussi influencée par les conditions (alimentation, les conditions sanitaires et les efforts physiques de déplacement) dans lesquelles elles sont élevées (David et al., 2005; Dahouda, 2009; Sanfo et al., 2009; Singh et al., 2010; Boko, 2012; Farougou et al., 2013; Nahashon et al., 2013).

L'influence de l'alimentation sur les performances des pintades locales au Bénin a été mis en exergue dans l'article 2 de la deuxième partie de la thèse où la qualité des acides aminés de synthèse (lysine et méthionine de synthèse) disponibles sur le marché Béninois est mise en cause dans cette étude (Houndonougbo et al., 2013). Cette qualité a affecté les performances de croissance (IC et GQM), l'efficacité alimentaire et la qualité de la carasse (muscle du bréchet et la pigmentation de la peau). Cette mise en cause pourrait aussi porter sur d'autres ingrédients utilisés dans la formulation de ration pour la pintade. L'inadéquation entre la table de composition chimique des ingrédients alimentaires utilisée et la composition chimique réelle des ingrédients disponibles a été mise en exergue dans cette étude et est conforme aux observations de Houndonougbo et al. (2008). En effet, la teneur en protéine des rations obtenues après analyse chimique a été en dessous des valeurs attendues (19 et 18 contre 23% pour démarrage et 17 et 16 contre 21% pour la croissance) par calcul (Houndonougbo et al., 2013). L'influence du disponible alimentaire dans les zones d'élevage a été souligné par Houndonougbo et al. (2017a) où la différence de performance des pintades dans trois zones agro-écologiques du Bénin a été observée. Des observations similaires ont été aussi soulignées dans les travaux de Singh et al. (2010). Mais la faible capacité d'ingestion alimentaire des pintades locales par rapport aux pintades améliorées observée par Halbouche et al. (2010) et Seigneurin et al. (2013) et dans la présente étude (article 4 deuxième partie) pourrait être une explication aux faibles performances de croissance et de reproduction des variétés locales de pintades observées.

En améliorant les conditions d'élevage et l'alimentation, les pintades locales performant mieux que dans le système d'élevage villageois (Article 3 deuxième partie). Cette même observation a été déjà faite par Houndonougbo et al. (2014) au Bénin, Sanfo et al. (2009 et 2012) au Burkina Faso, au Ghana par Konlan et Avorny (2013) et en Algérie par Halbouche et al. (2010). Cependant,

l'amélioration des performances n'a pas permis à ces variétés locales d'atteindre celle de 1,4 kg à 8 semaines obtenues sur les pintades améliorées par Nahashon et al. (2010) et Laudadio et al. (2012). Toutefois, les résultats de cette étude montrent un reste d'appétit de croissance à 16 semaines d'âge concordant avec les résultats de Sanfo et al. (2009) pour qui le point asymptotique de la croissance des pintades locales est obtenu à 22 semaines. La diversité de performance entre les variétés observées est conforme aux observations de Sanfo et al. (2008 et 2009) mais diverge sur le point de vue des variétés les plus performantes où Sanfo et al. (2008) et Fajemilehin (2010) classent différemment les variétés de pintades locales. Cette divergence pourrait s'expliquer par la divergence des conditions d'élevage et l'alimentation corroborée par Sanfo et al. (2007 et 2008). La diversité des performances entre variété explique la diversité génétique entre ces variétés locales de pintades alors que les poids moyens relativement faibles par rapport à celles des pintades améliorées seraient beaucoup plus imputables à la grande variabilité des performances des pintades au sein des variétés qu'à l'alimentation. Le rendement de carcasse élevé (77 à 85%) observé dans cette étude chez les pintades locales par rapport aux pintades améliorées (70%), traduit le faible niveau d'engraissement de ces dernières selon Richard et al. (1994). La variation du niveau d'engraissement entre ces variétés explique la variation du rendement carcasse entre variété de pintades et justifie une fois encore l'hypothèse de l'existence d'une diversité génétique entre ces variétés en accord avec Alleman et al. (1999) pour qui l'engraissement chez la volaille est génétique et héritable. Les performances des variétés de pintades n'ont pas suivi la théorie de Denbow (2000) établi chez les poulets, selon laquelle la vitesse de croissance est fonction de la longueur de l'intestin. La différence des exigences alimentaires entre variétés de pintades locales pourrait expliquer ces résultats et justifier les résultats différents de classement des variétés en fonction des performances obtenus par Houndonougbo (2011), Sanfo et al. (2008) et Fajemilehin (2010). La diversité génétique entre variété se renforce par la différence des mesures morphologiques entre variété. Mais l'analyse en composante principale (ACP) n'a pas permis de faire une démarcation entre les variétés. Ce mélange des variétés dans le plan constitué par le premier et le troisième axe dans les deux groupes constitués, explique l'effet du système divagant renforcé par la proximité des élevages sur le brassage entre les oiseaux de différentes variétés souligné par Sanfo et al. (2008 et 2015).

En effet, les variétés sont représentées par les différents coloris de plumage des pintades rencontrées dans les élevages villageois. Les noyaux de la station sont constitués après la phase enquête et suivi en milieu villageois à partir des œufs collectés dans trois communes de chacune des trois départements concernés par cette étude. La constitution des noyaux reproducteurs à partir des pintades issues de l'éclosion de ces œufs, ne permet pas de dire dans la présente étude que ces variétés sont pures. Même si les oiseaux utilisés pour les différentes études en station dans le cadre de cette thèse sont issus de la reproduction entre pintades de même variété de ces noyaux, le caractère divagant des animaux en milieu villageois n'est pas en faveur de la pureté des variétés.

L'âge d'entrée ponte des pintades femelles a varié entre variété et au sein des variétés. Ces variations pourraient être liées à une variabilité génétique entre les

variétés, confirmant ainsi les résultats des études précédentes. La forte variabilité de poids et de nombre d'œufs pondus à l'intérieur des variétés est conforme aux résultats de Sanfo et al (2008) et confirme la possibilité d'améliorer les performances de croissance et de ponte par sélection au sein des variétés locales de pintades suggérée par Sanfo et al. (2008 et 2009). Le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par variété sont supérieures à la moyenne obtenue par Sanfo et al. (2009) mais inférieure à celle obtenue par Halbouche et celle Magali (2016) chez les pintades améliorées de souche parentale laissant penser à une possibilité d'amélioration de la ponte. Les variations observées de la taille et du poids des œufs entre variété corroborent la théorie de Obike et al. (2012) selon laquelle la taille et le poids des œufs sont proportionnelles au poids des oiseaux. Les valeurs de l'épaisseur de la coquille obtenues dans cette étude sont supérieures à celles obtenues par Obike et al. (2011) et Alkan et al. (2013) et ces différences pourraient être lié à l'âge de ponte selon FAO (2004). Par contre, la variabilité de l'épaisseur de la coquille observée entre variété serait probablement liée à la valeur génétique des variétés selon FAO (2004). Ces différences peuvent influencer les taux d'éclosion des œufs. Les valeurs de l'index obtenues sont similaires à celles obtenues par Oke et al. (2004) et Alkan et al. (2013). Selon Mertens et al. (2010), la couleur et la forme de la coquille dépendent avant tout de facteurs génétiques. Ainsi, la variabilité de la couleur et de la forme des œufs observée entre variété dépendent des variabilités génétiques entre les variétés étudiées. Du fait que l'index permet de mesurer la résistance mécanique des œufs selon Gendron et Blentz (1970), les variabilités observées entre variété pourraient être au même titre que la concentration et la couleur de la coquille, être utilisé comme critères de sélection pour limiter la casse des œufs pondus ou augmenter le taux d'éclosion des œufs.

La faible production de semence observée chez les pintades locales dans cette étude est conforme aux observations de Meyer et Rouvier (2009) et Pichereau (2012). Le taux de collectes fructueuses varie d'une variété à l'autre et au sein des variétés ($p < 0.001$). Une diversité génétique entre les variétés pourrait expliquer cette variabilité. Cette diversité génétique se serait manifestée par l'instinct de peur plus développé chez certaines variétés que d'autres et/ou par le nombre de mâles stériles variable d'une variété à l'autre (Dahouda, 2009; Pichereau, 2012). Cette variabilité entre variété et au sein des variétés pourrait être saisie comme opportunité pour l'amélioration de la production de semences par sélection dans la population des mâles. Une purification des variétés s'impose donc pour mieux les caractériser (caractérisation phénotypique et génomique). Le nombre de collectes de semence fructueuses par mâle a en général varié pendant les 6 mois de collecte sans qu'aucun candidat n'ait atteint la moyenne d'une collecte par semaine nécessaire pour l'insémination artificielle.

Sur le plan sanitaire, l'effet des conditions sanitaires sur les faibles productivités observées se justifie par la forte mortalité des jeunes pintadeaux observée dans cette étude (Houndonougbo et al., 2017a), dans d'autres études au Bénin et dans d'autres pays africains (Sanfo et al., 2008; Dahouda et al, 2009; Singh et al., 2010; Boko et al., 2012). Cette forte mortalité affecte plus certaines variétés de pintades que d'autres et risquent de faire disparaître les variétés les plus sensibles si rien n'est fait pour leur conservation. La diversité de sensibilité entre les variétés dans les mêmes

conditions d'élevage, peut être attribuée à la différence génétique entre ces dernières. Toutefois, cette mortalité est relativement faible en système amélioré indépendamment des variétés (Dahouda et al., 2009; Sanfo et al., 2015) et justifie l'effet environnemental sur la productivité faible observée en élevage villageois. L'effet environnemental sur le plan sanitaire est caractérisé par le microbisme richement fourni en ectoparasites, parasites gastro-intestinaux, bactéries et virus dans les élevages villageois qui héberges plusieurs espèces animales à pathologies croisées à la fois (Boko et al., 2012).

La diversité de pintade observée à travers la différence de coloris de plumage nécessite une caractérisation approfondie afin de mieux les orienter selon les objectifs de production des éleveurs qui sont prioritairement la viande et les œufs (Houndonougbo et al., 2017a). Le système divagant dans lequel les pintades locales sont élevées au Bénin peut être perçu comme un atout de récupération dans un programme de purification. Une étude approfondie sur la purification de ces variétés pourrait permettre de mieux faire leur caractérisation en intégrant en plus de la caractérisation phénotypique, la caractérisation génomique des variétés rencontrées. La diversité de performance observée entre les variétés et au sein des variétés locales au cours de nos travaux ouvre la voie à la possibilité d'améliorer les performances des pintades locales par sélection et ceci en améliorant les conditions d'élevage et d'alimentation conformément à la conclusion de Sanfo et al. (2008 et 2009). Le système divagant n'étant pas favorable au contrôle de la reproduction, il va falloir baser tout programme d'amélioration des pintades locales en station avec la possibilité de dissémination des résultats de l'amélioration (gain génétique) dans les élevages traditionnels à travers des élevages pilotes multiplicateurs.

Ainsi, le problème de la sensibilité des variétés aux conditions d'élevage qui affectent différemment la survie des pintades par variété sera prise en compte. La forte mortalité au démarrage dans les élevages pourrait être limitée par l'adoption du système d'élevage en semi-claustration où les pintadeaux seront mieux suivis sur le plan sanitaire et alimentaire afin d'assurer un bon démarrage des jeunes (Houndonougbo et al., 2017a). Pour lever l'influence négative de l'alimentation sur les performances et la productivité des pintades locales, il va falloir recenser les disponibles alimentaires, analyser leur composition chimique et évaluer leur taux d'incorporation afin de mieux les valoriser dans les rations pour pintade (Nahashon et al., 2007; Dahouda et al., 2008; Sanfo et al., 2009; Halbouche et al., 2010).

Concernant l'aspect reproduction, la variabilité de l'âge d'entrée ponte entre variété et intra-variété, la forte variabilité de poids et de nombre d'œufs pondus par les femelles et le taux de collectes de semences fructueuses par les mâles entre variété et à l'intérieur des variétés renforcent l'idée de la possibilité d'amélioration de la productivité des pintades locales pour ces caractères. L'amélioration de la production de semences sera en faveur de l'insémination artificielle indispensable pour le contrôle de performances dans les programmes d'amélioration par sélection en station (milieu contrôlé) des variétés de pintades locales. Elle permettra aussi de palier à l'instinct monogame des pintades. La variabilité de la taille et du poids des œufs peut être utilisée par les éleveurs comme indicateur de choix des variétés à élever comme se fût le cas au Bénin chez les poules pondeuses où les éleveurs choisissent les souches « Harco » pour leurs gros œufs et les « Isa Brown » pour leur

nombre d'œufs plus élevé que ceux des « Harco ». Du fait que l'index permet de mesurer la résistance mécanique des œufs selon Gendron et Blentz (1970), les variabilités observées entre variété pourraient être au même titre que la concentration et la couleur de la coquille utilisées comme critères de sélection pour limiter la casse des œufs pondus ou augmenter le taux d'éclosion des œufs. Les variations de qualités physiques externe et interne des œufs en générale peuvent être utilisées comme des critères de différenciation. Ces différentes variations inter et intra variété laissent croire à une variabilité génétique entre les variétés et offrent une grande opportunité d'amélioration des performances de production par sélection des variétés locales de pintades dans la sous-région Ouest Africaine.

Conclusions et perspectives

Cette étude a permis, après avoir fait l'inventaire des caractéristiques des variétés de pintades locales en Afrique subsaharienne, de recenser puis de caractériser les variétés de pintades élevées au Bénin en système traditionnel et en système amélioré (station). Plusieurs facteurs sont à l'origine des faibles performances observées en système traditionnel et en station chez les pintades locales.

Sur la base de la couleur du plumage, neuf variétés de pintades locales sont identifiées et élevées dans un système de divagation principalement pour la viande et les œufs. Certaines variétés, à cause de leur sensibilité aux maladies et de leur faible adaptabilité aux conditions d'élevage traditionnel sont menacées de disparition si rien n'est fait pour leur conservation. La méconnaissance de la composition chimique des ingrédients alimentaires locaux entrant dans les aliments pour pintades locales ne favorise pas l'élaboration de rations efficaces pour pintade.

La variabilité observée entre et au sein des différentes variétés étudiées sur le plan performance de croissance et de reproduction, sur les différentes mesures morphologiques et viscérales, puis sur les qualités physiques internes et externes des œufs confirment l'idée d'une variabilité génétique au sein de la population de pintades locales déjà soulevée par d'autres auteurs. Ces différentes variabilités observées constituent une opportunité pour améliorer la productivité de ces variétés par sélection.

Au regard de tous les résultats obtenus dans cette étude, nos futures recherches vont se focaliser sur:

- Une évaluation de la composition chimique des ingrédients alimentaires par des méthodes d'analyses chimique ou par l'utilisation du SPIR ainsi que l'évaluation de leur digestibilité par les variétés de pintades locales pour permettre de formuler des aliments efficaces pouvant induire une amélioration significative des performances de ces dernières.
- Une étude comparée des besoins alimentaires des variétés élevées en fonction du sexe pour permettre de moderniser les courbes de croissance afin de faire ressortir les paramètres cinétiques par l'équation de Gompertz (vitesse de maturation et point d'inflexion)
- Une étude sur la reproduction, la qualité physique et chimique des œufs des pintades femelles collectées sur plusieurs générations pour permettre de mieux apprécier les variations et la part génétique de ces variations.

- Des travaux complémentaires de recherches concernant la variation génétique inter et intra-variété pour permettre de mieux clarifier la part génétique des différences entre variété de pintades rencontrées et de déterminer l'héritabilité.
- Une étude sur la sensibilité aux maladies et au stress des variétés qui pourra être valorisée dans les programmes d'amélioration par sélection pour améliorer la productivité.
- La mise en place d'un programme d'amélioration génétique par sélection des variétés locales rencontrées au Bénin nécessaire pour l'amélioration de leur productivité.
- Organiser et former les éleveurs pour mieux assurer une diffusion des variétés sélectionnées.
- Enfin, la mise en place d'une organisation et d'un système de contrôle de la filière alimentation des animaux domestiques où le rôle régalién de l'Etat sera défini et assumé.

Références générales

- Alkan S., Karsli T., Galiç A. & Karaba K., 2013. Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of guinea fowl eggs. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 19 (5), 861-867.
- Alleman F., Bordas A., Caffin J., Daval S., Diot C., Douaire M., Fraslin J.M., Lagarrigue S. & Leclercq B., 1999. L'engraissement chez le poulet : Aspects métaboliques et génétiques. *INRA Production Animale*, 12(4), 257-264.
- Ayorinde K. L., Oluyemi J. A. & Ayeni J. S. O., 1988. Growth Performance of Four Indigenous Helmeted Guinea Fowl varieties (*Numida Meleagris Galeata Pallas*) in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth. Afr.*, 36, 356-360.
- Blanchet M., 2011. L'activité pintade gérée à 100 % par Grimaud Frères sélection. *Filières avicoles, septembre 2011*. <http://www.grimaudfreres.com/actualites/4-revue-de-presse.html> (09/09/2014).
- Boko C. K., 2012. *Salmonella enterica* dans les mortalités de pintadeaux au Bénin : Etude de terrain, comparaison des souches, et activité antibactérienne des extraits de plantes locales. Thèse de doctorat. Université de Liège (Ulg), Liège, Belgique. 113p
- CCN, 2013. Etat des ressources zoogénétiques du Bénin, Rapport National. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Benin.pdf> (du 10/09/2017).
- Dahouda M., Toleba S.S., Youssao A.K.I., bani kogui S., Yacoubou Aboubakari S. & Hornick J.-L., 2007. Guinea fowl rearing constraints and flock composition under traditional management in Borgou Department, Benin. *Family Poultry*, 17 (1&2), 3-14.
- Dahouda M., Senou M., Toleba S.S., Boko C. K., Adandedjan J.C. & Hornick J. L., 2008. Comparaison des caractéristiques de production de la pintade locale (*Meleagris numida*) en station et dans le milieu villageois en zone soudano-guinéenne du Bénin. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/daho20211.htm>
- Dahouda M., 2009. Contribution à l'étude de l'alimentation de la pintade locale au Bénin, et perspectives d'améliorations à l'aide de ressources non conventionnelles. Thèse de doctorat. Université de Liège (Ulg), Liège, Belgique. 174p

- David J. E., Havalee T. H., Cindy I. B. & Richard L. M., 2005. Blood flow in Guinea fowl *Numida meleagris* as an indicator of energy expenditure by individual muscles during walking and running. *J. Physiol.*, 564(2), 631-648.
- Denbow, D.M., 2000. Gastrointestinal anatomy and physiology. *Sturkie's avian physiology*, fifth edition, Chapter 12, 299-325.
- Fajemilehin S. O. K., 2010. Morph structural characteristics of three varieties of grey-breasted helmeted guinea fowl in Nigeria. *Int. J. Morphol.*, 28(2), 557-562.
- FAO, 2004. Production en aviculture familiale: un manuel technique. *FAO Production et Science animales*, Rome. 98p.
- FAO, 2008. Food and Agriculture Organization, Banques de données FAOSTAT : Agriculture. <http://faostat.fao.org/site/>. Consulté le 19 décembre 2008.
- FAO, 2009. FAOSTAT statistical database. Rome (available at www.fao.org). <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>
- FAO, 2013. Rapport national d'aide à la préparation du Deuxième Rapport sur l'État des Ressources Zoogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le Monde, incluant des données spécifiques au secteur servant pour L'État de la Biodiversité pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le Monde. <http://www.fao.org/3/a-i4787e/i4787f02.pdf> (10/09/2017)
- FAO, 2015. Secteur Avicole Bénin. Revues nationales de l'élevage de la division de la production et de la santé animales de la FAO. No. 10. Rome, p:74. <http://www.fao.org/3/a-i4583f.pdf> (11/09/2017)
- FAO, FIDA & PAM., 2015. The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress, Food and Agriculture Organisation Publications, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4646e/i4646e07.pdf> (11/09/2017)
- Gendron M. & Blentz G., 1970. La qualité de l'oeuf de consommation. *Nouv. Avic.suppl.* (125), 1-28.
- Halbouche M., Didi M., Bourezak N. & Lamari S., 2010. Performance de Ponte, de Reproduction et de Croissance de la Pintade Locale *Numida Meleagris* en Algérie. *Eur. J. Sci. Res.* 47 (3), 320-333.
- Houndonoubo M. F., Chwalibog A. & C. A. A. M. Chrysostome., 2008. Nutritional and economic values of by-products used in poultry diets in Benin: the case of soybean, cotton and palm kernel meals. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20(11). Retrieved November 7th, 2008. From <http://www.lrrd.org/lrrd20/11/houn20174.htm>.
- Houndonoubo P. V., 2011. Caractéristiques morphologiques et performances de croissance des différentes variétés de pintades locales élevées au Bénin. Travail de fin d'études préalable au doctorat en Sciences Agronomiques. Université de Liège. Gembloux Agro Bio Tech., Gembloux, Belgique. 80p
- Houndonoubo P.V., Bindelle J., Chrysostome A.A.M.C., Hammami H. & Gengler N., 2017b. Characteristics of guinea fowl (*Numida meleagris*) breeding in West Africa: A Review. *TROPICUTURA*, 35(3), 222-230.
- Houndonoubo P.V., Chrysostome A.A.M.C., Reis Mota R., Hammami H., Bindelle J. & Gengler N., 2017a. Phenotypic, socio-economic and growth features of Guinea fowls raised under different village systems in West Africa. *African Journal of Agricultural Research (AJAR)*, 12(26), 2232-2241.
- Houndonoubo P. V., Houangni M. S. M., Houndonoubo F. M., Chrysostome A. A. C., Beckers Y., Bindelle J. & Gengler N., 2013. Effet de la provenance et de la proportion des acides aminés (Lysine et Méthionine) sur les performances zoo économiques de la pintade locale grise (*Numida meleagris*) élevée au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé, Togo, série A*, 15(2), 113-123.

- Houndonougbo P. V., Chrysostome A. A. C, Houndonougbo F. M., Hedi A., Bindelle J. & Gengler N., 2014. Evaluation de la qualité externe et interne des oeufs de cinq variétés de pintades locales élevées au Bénin. *Rev. CAMES*, 2(2), 42-47.
- Konlan P. S. & Avornyo K. F., 2013. The effect of wetland on guinea fowl (*Numida meleagris*) egg productivity and fertility during the dry season in the guinea savannah ecological zone of Ghana. *Journal of Agriculture Research*, 2(9), 126-131.
- Laudadio V., Nahashon S. N. & Tufarelli V., 2012. Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum* L.) as a substitute for soybean meal. *Poult. Sci.*, 91, 2988-2996.
- MAEP, 2011. Etat des lieux de l'Aviculture au Bénin. Projet d'Appui au Développement de l'Aviculture au Bénin, Cabinet CIMES, 55p.
- Mertens K., Perianu C., Kempes B., De Ketelaere B., Decuyper E. & De Beardemacker J., 2010. Nouvelles techniques non invasives d'évaluation de la qualité de l'œuf. *Jeudis WPSA*, France. 14p.
- Moreki J. C. & Seabo D., 2012. Guinea Fowl Production in Botswana. *Journal of world's poultry research* 2(1), 01-04.
- Nahashon S.N., Adefope N., Amenyenu A. & Wright D., 2007. Effect of varying metabolizable energy and crude protein concentrations in diets of pearl gray guinea fowl pullets. 2. Egg production performance. *Poult. Sci.*, 86(5), 973-82.
- Nahashon S.N., Aggrey S.E., Adefope N.A., Amenyenu A. & Wright D., 2010. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. *Poult. Sci.*, 89, 52-57.
- Obike O. M., Oke U. K. & Azu K. E., 2011. Comparison of egg production performance and egg quality traits of pearl and black strains of guinea fowl in a humid rain-forest zone of Nigeria. *Int. J. Poult. Sci.*, 10 (7), 547-551.
- Obike O. M., Oke U. K. & Azu K. E., 2012. Phenotypic correlations among body weight, external and internal egg quality traits of pearl and black strains of guinea fowl in humid tropical environment. *Journal of Animal Science Advances*, 2 (10), 857-864.
- Oke U. K., Herbert U. & Nwachukwu E. N., 2004. Association between body weight and some egg production traits in the guinea fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas). *Livest. Res. Rural Dev.*, 16 (9). <http://www.lrrd.org/lrrd/16/16oke16072.htm>.
- Richard F. H., Marche G. & Bihan-Duval E. L., 1994. Essai d'amélioration par sélection de la quantité de la carcasse du poulet de chair. *IRA production Animale*, 7(4), 253-261.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Ogle B., 2007. Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura*, 25(1), 31-36.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2008. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 61(2), 135-140.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2009. Performances de production de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans le plateau centre du Burkina Faso. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 7(S), 115-121.
- Sanfo R., Boly H., Sawadogo L. & Brian O., 2012. Performances de ponte et caractéristiques des oeufs de pintade locale (*Numida meleagris*) en système de conduite améliorée dans la région centre du Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 65 (1-2), 25-29.

- Sanfo R., Ouoba Ima S., Salissou I. & Tamboura H. H., 2015. Survie et performances de croissance des pintadeaux en milieu contrôlé au nord du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(2), 703-709.
- Singh B., Barwal R. S. & Singh B., 2010. Performance of guinea fowl in Tarai and Bhabar area of Uttarakhand. *Poult. Sci.*, 45(1), 71 -73.

Annexes

Annexe N° 1

FICHE D'ENQUETE

Présentation et raison de la visite : nous sommes venus ici dans le cadre d'apprendre comment les paysans mènent leurs activités agricoles et principalement l'aviculture (élevage de la volaille). Vos réponses seront strictement utilisées à des fins de recherche et seront gardées confidentielles.

I – IDENTIFICATION ET GENERALITES

Zone Agro écologique :

Département/Commune :

Arrondissement :

Village/Quartier :

Date de l'interview

(jour/mois/année) :

Nom du chef de ménage

Nom de l'enquêteur :

Code

A. Composition et activités du ménage

- 1- Combien de personnes sont membres du ménage dans le sens qu'elles vivent sous le même toit et subviennent aux besoins ensemble
 Nombre de femme Enfants Collatéraux Tontine Accès au crédit
- 2- Quelle est la principale activité du Chef de ménage ?
- 3- Quelles sont les activités secondaires du Chef de ménage ?
- 4- Qui s'occupe ou l'aide dans l'exercice de ces activités ?
- 6- Elevez- vous des animaux ? Oui Non
 Si Oui lesquelles

Types d'animaux	Effectifs					Destination d'importance	ordre
	0-6sem	6-12 sem mâle	6-12 sem femelle	>12 sem mâle	>12 sem Femelles		
Poulets							
Dindes							
Canards							
Pintades							
Autres précisez							

Pourquoi n'élevez vous pas tel type de volaille ?

Objectif de production (utilisez méthode de cailloux pour prioriser)

	Cérémonie	Consommation	Vente	Réception des invités
Poulets				
Dindes				
Canards				
Pintades				
Autres précisez				

Pour les produits de vente est

	Œufs	La viande	Les deux à la fois
Poulets			
Dindes			
Canards			
Pintades			
Autres précisez			

B- Elevage

7-A quel membre du ménage appartient les pintades ?

	Nombre				
	0-6sem	Pintadeaux femelles en croissance	Pintadeaux mâles en croissance	femelles	Mâles
Chef de ménage					
Epouse 1					
Epouse 2					
Epouse 3					
Enfants					
Autre (précisez)					
Total					

8- Obtention des animaux

a) Quelle est la provenance de vos pintades?
importation d'autres localités du pays?

importation d'un pays voisin ?
Achat dans un élevage voisin ?

Achat sur le marché local locale ?

b) Partez-vous de jeunes animaux pour agrandir votre cheptel? Oui Non
précisez

c) Elevez-vous un type spécifique de pintade ? Oui / Non Lequel ?
Pourquoi ?

d) achez vous pour (utiliser la méthode de cailloux pour prioriser) agrandir l'effectif?

A cause d'un caractère désiré ?

Récapitulatif de l'origine des animaux

9- Les variétés élevées

- a) Existe-il une différence entre les pintades que vous élevez ?
 b) Quels sont vos critères de différenciations des pintades ?
 c) Quels sont les différents types de pintades que vous élevez ?
 Votre préférence (utiliser la méthode de cailloux pour classer)?
 d) Pouvez-vous nous attraper chaque type et en faire une description détaillée ? Si oui Demandez à chaque fois l'effectif par variété et complétez le tableau ci-dessous

Variété	Pintadeaux	Pintadeaux femelles en croissance	Pintadeaux mâles en croissance	Femelles	Mâle	Particularités

e) De toutes les variétés (types) que vous avez citées lesquelles préférez-vous ?

Pourquoi ?

Objectifs visés dans l'élevage (Utiliser la méthode de cailloux pour prioriser)

	Poids	Œufs pondus	Couleur plumage	Résistance	Autres
Poulets					
Pintades V1					
Pintades V2					
Pintades V3					
Pintades V4					
Pintades V5					
Pintades Vn					

- f) Existe-t-il des variétés issues des pintades sauvages ?
Si oui comment les reconnaître et peut-on avoir une description détaillée. (Inscrire dans le tableau page 4-5)
- g) Quel est le sexe que vous achetez pour améliorer ou accroître votre cheptel et pourquoi ?

Quel est le mode de croisement que vous utilisez ?

- h) Quel est le prix de vente moyen des pintades ?
- i) Variation du prix en fonction du plumage

Quel plumage et/ ou variété se vend facilement ? (Utiliser la méthode de cailloux pour classer?)

- j) Comment décidez- vous du prix de vente ?

	Variété	Pintadeaux	Pintades femelle en croissance	Pintades mâle en croissance	femelle	Mâle
Période de fête						
Saison sèche						
Saison des pluies						

- k) Combien avez-vous vendu depuis les fêtes à ce jour ?
- l) Qui achète vos produits commerçants éleveurs consommateur féticheurs (utiliser la méthode de cailloux pour classer?)
- m) Vos pintades sont t elles maintenues à cause de la conservation de vos races ? de leur productivité ? de leur résistance ? sélection ? (Utilisez la méthode de cailloux pour prioriser)
- n) Critères de sélection des pintades destinées à quitter l'élevage
- plus faibles
 - moins productif
 - plus âgée
 - mâles

Plus jeunes

- o) Principaux facteurs environnementaux qui affectent la productivité des pintades que vous élevez (utiliser méthode de cailloux pour prioriser)
- saison
 - pluie
 - température
 - humidité
 - autres
 - aucun
- p) Principaux facteurs environnementaux qui affectent la productivité des pintades que vous élevez et que vous contrôlez (utiliser méthode de cailloux pour prioriser)
- saison
 - pluie
 - température
 - humidité
 - autres
 - aucun
- q) Par quelles dispositions (utiliser méthode de cailloux pour prioriser)
- Construction d'habita
 - Réchauffement
 - Parcage dans la cuisine
 - Autres à précisez
 - Aucun
- r) jjj

10) Quelles sont les difficultés rencontrées?

11) Quelle est la résistance des différentes variétés à :

Variété	Eto uffement	Piétinement	Diarrhée	Helminthose	Particularités

12) Résistance des variétés aux maladies : citez les variétés par ordre de résistance

13) Faites-vous de la sélection des femelles pour la reproduction ? Oui/Non
Si oui suivant quels critères ? (Utiliser la méthode de cailloux pour prioriser)

- couleur de plumage
- Poids
- Aspect générale
- Nombre d'œuf
- présence d'un caractère recherché
- tempérament
- état de conformation
- fertilité
- résistances aux maladies
- résistance des pintadeaux
- autres.

- 14) Quelles sont vos principales axes d'amélioration de votre élevage (Utiliser la méthode de cailloux pour prioriser)
- alimentation
 - soins vétérinaires
 - hygiène
 - habitat
 - conduite d'élevage
 - introduction de sang nouveau
- 15) ddfdf

D'après vous quelles sont les variétés les plus demandées (classez par ordre d'importance.

Mots de remerciements et annoncez à l'éleveur que vous pourrez repassez dans son élevage pour des photos des différentes variétés et faire des prélèvements en vue des analyses de laboratoire.

Individus(se x) Nom local de la variété	Caractéristique fondamentale	Utilisation	Utilité	Forme des barbillons	Couleur des yeux	Couleur des pattes	Type	Tenue	Présence d'un élément sur pattes	Couleur et aspect du plumage	Spot dans le Plumage	Autres

Annexe N° 4

Fiche de suivi mensuel de l'exploitation

Nom de l'éleveur Village Arrondissement

N° Observation Plumage des
pintades femelles Type génétique des pintades femelles

Effectif début	Mouvement de la variété N°						Effectif final
	Eclos	Achats	Ventes	Morts	Autoconsommé	Pertes	
Pintadeaux 0 à 6 semaines							
Pintadeaux de 6 à 12 semaines							
Pintades mâles de 3 à 6 mois							
Pintades femelles de 3 à 6 mois							
Pintades mâles de plus de 6 mois							
Pintades femelles de plus de 6 mois							