



HAL
open science

Characterization of local chicken populations (*Gallus gallus*) in Cameroon

Jean Claude Fotsa

► **To cite this version:**

Jean Claude Fotsa. Characterization of local chicken populations (*Gallus gallus*) in Cameroon. Life Sciences [q-bio]. AgroParisTech, 2008. English. NNT : 2008AGPT0094 . pastel-00004904

HAL Id: pastel-00004904

<https://pastel.hal.science/pastel-00004904>

Submitted on 20 Mar 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Institut des sciences et industries
du vivant et de l'environnement
UFR Génétique, Elevage et
Reproduction



Institut de Recherche
Agricole
Pour le Développement



Institut National de la
Recherche Agronomique
UMR Génétique et Diversité
Animales



Université de Dschang
Faculté d'Agronomie et des
Sciences Agricoles
Département des Productions
Animales

CARACTERISATION DES POPULATIONS DE POULES LOCALES (*Gallus gallus*) AU CAMEROUN

Thèse

Pour obtenir les grades de

**DOCTEUR D'AGROPARISTECH
et de**

DOCTOR OF PHILOSOPHY (Ph.D) DE L'UNIVERSITE DE DSCHANG

Discipline : Génétique animale/Génétique animale et Systèmes de Production

Présentée et soutenue publiquement par

Jean Claude FOTSA

le 16 décembre 2008

Direction de la thèse :

France : Pr. Etienne VERRIER (Professeur Supérieur)

Cameroun : Pr. Yacouba MANJELI

Co-direction (France):

André BORDAS (INRA/AgroParisTech, Jouy-en-Josas)

Xavier ROGNON (INRA/AgroParisTech, Paris)

Jury :

M. Etienne VERRIER

M. Yacouba MANJELI

Mme Michèle TIXIER-BOICHARD

M. Racine SAMBA SOW

Mme Elisabeth Le BIHAN-DUVAL

M. Badi BESBES

Professeur, AgroParisTech, France

Professeur, Université de Dschang, Cameroun

Directeur de Recherche, INRA, Jouy-en-Josas

Directeur de Recherche, ISRA, Dakar, Sénégal

Chargée de Recherche, INRA, Tours, France

Animal Production Officer, FAO, Rome, Italie,

Président

Examinateur

Examinatrice

Rapporteur

Rapporteur

Examinateur

CARACTERISATION DES POPULATIONS DE POULES
LOCALES (*Gallus gallus*) au cameroun

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie

*Ministère de la Recherche
Scientifique et de l'Innovation*

**INSTITUT DE RECHERCHE AGRICOLE
POUR LE DEVELOPPEMENT**

B.P. 2067 ou 2123 Yaoundé
Tél./Fax: (237) 222 33 62/222 59 24
E-mail : iradpnrva@yahoo.com
Site web: www.irad-cameroon.org



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland

*Ministry of Scientific Research
and Innovation*

**INSTITUTE OF AGRICULTURAL
RESEARCH FOR DEVELOPMENT**

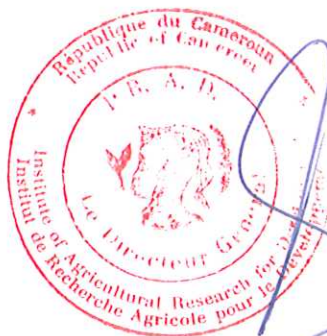
P.O.Box 2067 or 2123 Yaoundé
Tel/Fax: (237) 222 33 62/222 59 24
E-mail : iradpnrva@yahoo.com
Web site : www.irad-cameroon.org

Yaoundé, le 15 OCT 2008

N/Réf. 223 /IRAD/DG/DGA-DRS/10/2008

CERTIFICATION D'AUTHENTICITE

Le Directeur Général de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) certifie que la présente thèse intitulée « **Caractérisation des populations de poules locales (Gallus gallus) au Cameroun** », est le fruit des travaux originaux effectués à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) par Monsieur **Fotsa Jean claude**, chercheur. Cette thèse est codirigée par Pr. Yacouba MANJELI (Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang) du Cameroun et par Pr. Etienne VERRIER de l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro Paris Tech), 16 rue Claude Bernard, 75 231 Paris, de France en vue d'obtention respectivement des titres de Doctor of Philosophy (Ph.D) en Génétique Animale et Systèmes de Productions de l'Université de Dschang et de Docteur en Génétique Animale de l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro Paris Tech).




Dr. ZOK SIMON

REMERCIEMENTS

A la fin de ce travail, je voudrais exprimer mes sincères remerciements aux institutions et personnes ci-après sans qui, ce travail n'aurait pas eu lieu.

- La Direction Générale, la Direction de la Recherche Scientifique et la Coordination de Productions Animales et Halieutiques de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) pour avoir rendu possible toutes les démarches administratives avec tous les intervenants dans le cadre de ce travail et pour la facilitation de l'importation des poussins labels sur le territoire Camerounais, pour le soutien financier à travers le REPARAC et la Banque Africaine de Développement (BAD),
- L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) à travers l'Unité Mixte de Recherche 1236, Génétique et Diversité Animales, pour le soutien financier de ma thèse,
- Les enseignants du Département des Productions Animales de l'Université de Dschang pour tous les encouragements et soutiens académiques,
- Le Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricole (PNVRA) à travers son Coordonnateur National, Monsieur Mbili Oloumé Jean Pierre pour avoir permis la réussite de cette étude entièrement dans cette partie du pays à travers les enquêtes et la collecte d'œufs fécondés auprès des paysans,
- Les Délégués Provinciaux du MINADER du Sud et de l'Est, notamment Messieurs (Mbamzok Ntol Cyprien, Ella Ella Ferdinand). Les délégués départementaux de la Boumba et Ngoko et de Mbam et Kim (Messieurs Epian Blaise, Mbita Jean), les Chefs des Services Provinciaux du PNVRA du Centre (M. Mbooh Bassia Asser), Sud (M. Nkoum Ntyan Georges) et Est (M. Loa Christian), les superviseurs régionaux du PNVRA (Dr Gambia Fonkeu Roger du Dja et Lobo, Dr Djomika Jacques de la Kadéy, Evina Jean-Claude de Kribi, Messieurs Emanga de Mboumba et Ngoko, Zaman James d'Abong Mbang, Nang Alinda Maurice du Lom et Djerem, Vundi Fidel de Nyong et So'o, Ekotto Georges de la Haute Sanaga, Azemekong de Mefou et Afamba, Nkpwamba Emmanuel du Nyong et Kelle et du Nyong et Mfoumou, Ateba Noa Dominique, Mme Nkoumou Marie Jeanne de Mefou et Akono, Monsieur Evina Parfait Magloire de la Vallée du Ntem, Nywande Moïse André de Nyong et Mfoumou, Ateba Noa Dominique, Mvillongo Hubert de la Lékié), Monsieur Martin Aimé Ngoun (Culra Sud), les Agents Vulgarisateurs des Zones notamment Messieurs Fono Médjo, Etiga Bepga, Baninla Kilian Chin, Biwole Marcel, Mme Demba Akela Barbine, Mlle Meyong Jeannine, Monsieur Ngbwa Kyliane, Mme Monewosso Hélène, Messieurs Ottou Effa Pius, Ekata'a Nna Calvin, Mme Ndjeng Emilienne, Mme Zeh Ebolo Suzanne Sylvie, Messieurs Evoung Célestin, Massé Benoît, le Délégué d'Arrondissement d'Agriculture et du Développement rural d'Abong Mbang (Monsieur Noubisié Tchematchou Jaurès), les responsables des groupes d'initiative commune de Tchamongo (Mme Adon Doma Marie Claude), d'Akam Messi (Mme Mbo Salomé), de FAT 2 (Mme Djomo Martine). Toutes ces personnes se sont investis personnellement pour la conduite des enquêtes et à la collecte d'œufs locaux auprès des paysans. Tous les chefs de familles pour m'avoir donné toutes les informations désirées pour la réussite de cette étude dans la zone forestière,
- Le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) pour son soutien financier,
- Le Professeur Etienne Verrier, Chef du département de Science de la Vie et Santé à l'AgroParisTech et Directeur de l'UMR 1236 GDA, pour avoir fait correspondre mon

sujet de thèse aux thèmes des programmes de l'UFR (AgroParisTech) et de l'UMR 1236 (INRA de Jouy-en-Josas), pour avoir accepté de diriger ce travail en dépit de son programme lourdement chargé,

- Le Professeur Yacouba Manjeli, Doyen de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles et Directeur de thèse, pour tout son appui au niveau de l'Université de Dschang et pour avoir accepté de diriger ce travail au Cameroun, pour les conseils bienveillants et de nombreuses corrections qui ont enrichi les manuscrits de thèse,
- Le Professeur Tchoumboué Joseph, membre du comité de thèse, pour ses conseils bienveillants et pour tout son appui,
- Le Professeur Téguia Alexis, membre du Comité de thèse, pour ses conseils bienveillants et sa disponibilité permanente,
- Mme Michèle Tixier-Boichard, membre du comité de thèse, pour avoir accepté de m'accueillir dans le laboratoire UMR 1236, Génétique et Diversité Animales, en tant que Directrice de la structure d'accueil, la prise en compte dans le budget du laboratoire mes frais de scolarité, pour de nombreuses lettres de soutien à la recherche du financement au Cameroun et à l'échelon international, pour la visite effectuée au Cameroun dans le cadre de la validation des travaux menés en Station expérimentale de Mankon, pour avoir su trouver du temps pour lire et corriger tous mes manuscrits malgré son emploi de temps suffisamment chargé,
- Dr André Bordas, membre du comité de thèse et co-directeur de ce travail, pour son dévouement au suivi de la réalisation aussi bien des enquêtes que de toutes les phases de la partie expérimentale de ce travail, pour toutes les démarches visant à mettre à ma disposition le label T431, pour la direction des analyses statistiques et de l'orientation dans la rédaction du manuscrit de thèse, pour les blagues qui me détendaient (l'histoire de la moquette...), pour son souci de très bien faire dans tous les aspects de ma thèse et de l'encadrement au niveau du laboratoire, l'établissement de mon calendrier quotidien pour une avancée considérable de mon travail de thèse. En dernière analyse, entre autres conseils souviens-toi de ceci : Ecris ce que tu dois faire, fais ce que tu as écrit et écrit ce que tu as fait....
- Dr Xavier Rognon, membre du comité de thèse, pour l'accueil au sein de mon institution d'accueil et pour s'être investi personnellement pour mes différents déplacements dans le cadre de la co-tutelle, pour avoir été à l'origine du contact avec Dr Boniface Kayang de l'Université de Ghana en prélude à l'extraction d'ADN des échantillons sanguins des poules locales du Cameroun, pour la lecture et les corrections de mes manuscrits, pour avoir su trouver du temps à me consacrer en plus de la dispensation de ses cours en France et en Afrique et pour ses conseils bienveillants pour la suite,
- Monsieur Gérard Coquerelle, pour son assistance en 2003, 2005 et 2007 à la caractérisation phénotypique des poules locales du Cameroun à partir des photographies, pour sa disponibilité à m'aider à identifier les gènes à effets visibles chez la poule du Cameroun,
- Dr Francis Minvielle, Directeur Adjoint du Département de Génétique Animale, pour sa disponibilité à répondre à mes questions et pour son soutien moral, le don du livre que j'ai obtenu de lui, pour des anecdotes de détente lors des repas,
- Dr Didier Boichard, Directeur du Département de Génétique Animale, pour l'accueil inoubliable, son soutien matériel et moral pendant tous mes séjours en France,
- Monsieur André Neau, pour son soutien moral quand j'étais dans le besoin, sa compagnie lors du repas à la cantine, des mots bienveillants à mon endroit,
- Dr Poné Kamdem Dieudonné, membre du comité de thèse à l'IRAD, pour s'être investi personnellement pour la direction dudit travail à la Station Expérimentale de

Mankon, pour toutes les dispositions prises pour la collecte et l'acheminement des parentaux labels T431 à la station expérimentale de Mankon, l'assistance à la collecte de toutes les données expérimentales, la lecture et les corrections de tous les manuscrits, le soutien logistique et moral pour le succès de ce travail,

- Mr Tagny Georges, pour l'assistance au dédouanement et à la collecte des oiseaux labels T431 de l'aéroport de Douala,
- Mr Ngwa John, pour l'acheminement des oiseaux labels de l'aéroport de Douala à Bamenda,
- Dr Ngou Ngoupayou Jean Daniel, membre du comité de thèse à l'IRAD, pour sa disponibilité permanente lorsqu'il s'agissait d'apporter les corrections et les suggestions qui ont permis soit de réaliser ce travail soit d'améliorer sa lisibilité et sa compréhension,
- Dr Olivier David pour s'être investi personnellement pour la désactivation du stress alimentaire et sanitaire qui pouvait survenir faute de moyens financiers,
- Dr Njoya Aboubakar pour m'avoir rendu le sourire et le moral en 2005 en désactivant toute tentative de ma déstabilisation au moment où j'avais le plus besoin de concentration, je me rappelle de cette phrase : « On ne te fera rien »,
- Les Coordonnateurs Scientifiques des Productions animales et Halieutiques représentés successivement par les Dr Ekue Fabian Ndomo, Dr Tanya Vincent N, Dr Ndi Christopher pour tout l'appui lors de la réalisation de ce travail dans sa phase expérimentale, pour tout le soutien moral lorsque j'ai été déprimé du 25 Octobre 2004 à février 2005,
- Dr Mafeni Joseph Mase pour toute l'assistance, le suivi des sujets expérimentaux et la collecte momentanée des données,
- Tous les collègues de service pour avoir consolidé mon moral lors de cette étude,
- Dr Boniface Kayang de l'Université de Ghana, pour avoir rendu possible mon séjour au Ghana et mon travail d'extraction d'ADN à partir des échantillons sanguins des poules locales du Cameroun,
- Dr Onana Jean Michel, Madame Onana Cathérine, Madame Signing Marcelline, Monsieur et Madame Djeugou, Monsieur et Madame Mboutchouang pour la conservation des échantillons biologiques qui ont servi à la caractérisation moléculaire,
- Mme Talla Marcelline pour son soutien en télécommunication lors de mes multiples déplacements au cours des enquêtes chez les paysans des Provinces du Centre, du Sud et de l'Est,
- Monsieur Kouodikong Lazare, pour l'analyse partielle de ces données,
- Monsieur Signing Pierre, pour son soutien financier à la réalisation des enquêtes de terrain, le soutien moral, l'encadrement spirituel de ma famille pendant mon absence,
- Monsieur Mbiassi Silvère, comptable délégué à la station IRAD de Mankon, qui malgré ses tâches administratives, trouvait toujours du temps pour l'achat des aliments des sujets expérimentaux, la participation à la collecte des données depuis l'incubation jusqu'à la fin de la ponte en passant par les mesures anatomiques et la description phénotypique des animaux, les photographies en batterie et dans les bâtiments d'élevage,
- Mme Poné Malanie, pour tout le soutien logistique, moral, la cuisine des poulets pour la dégustation, les blagues qui me détendaient et me rendaient le sourire quand je le perdais et quand j'étais déprimé,
- Mlle Kaham Divine pour la réception des poussins T431, la collecte des données de caractérisation des poussins et des adultes parentaux locaux et labels, la fabrication des aliments et toute l'assistance morale,

- Mlle Fokam Nadine, pour la contribution à la prise des données sur les parentaux T431 de jour comme de nuit,
- M. Fokam Giraud, pour la saisie des données de ponte des sujets expérimentaux,
- Mmes Mengouloune Manjeli Kentouma et Pemboura Ntieche Zenabou Yvette et tous les enfants Manjeli pour l'accueil, toute l'affection morale et familiale qui ont meublé mon séjour à Dschang,
- Monsieur Mfossa Mbouobouo Daniel pour son affection, le respect et le soutien moral lors de mon séjour à Dschang,
- Tous les amis avec qui j'ai partagé le séjour à Dschang en 2007, pour leur accueil, collaboration et sympathie. Il s'agit notamment des Sieurs Pountougnigni Matenchi Youchahou, Mforain Mouansié Soilihou, Monkouop Loudi, Nsangou Salifou, Mfopou Yaoussouf,
- Mme Ndoping Beatrice, pour l'aide morale et le soutien pour la collecte des données pour les calculs de l'indice de forme,
- Messieurs Choupamom Jean et Limi Chouaïbou, pour l'assistance lors enregistrements et les pesées de tous les œufs expérimentaux, la casse et la collecte des données pour la qualité interne des œufs,
- Mlles Fidelity, Liliane, Mme Félicia pour la pesée des œufs expérimentaux,
- Mme NjiMbua Colette, pour toute son assistance lors de la collecte des données,
- Mme Fai Esther pour toute son assistance, lors de mon séjour à l'IRAD de Mankon et lors de la collecte des données d'éclosion,
- Mme Ngu Suzanne, infirmière vétérinaire, pour son dévouement au travail, le suivi indéfectible des animaux, la participation à la collecte des données à toutes les phases du travail en station,
- Messieurs Awah Richard et Nansé Martin pour leur assistance informatique,
- Dr Jean Louis Foulley, pour les conseils et dons de documents lors de mes séjours,
- Dr Louis Ollivier pour les entretiens fructueux et des conseils reçus,
- Dr Bertrand Bed'hom, pour le temps consenti à la réalisation de mon poster à présenter aux Journées de la Recherche Avicole de Tours en mars 2007, la réalisation de la page de garde de cette thèse, pour de nombreux soutiens d'encouragement,
- Dr Thomas Heams, pour les encouragements et les conseils prodigués lors de mon séjour à l'UMR 1236 en 2007,
- Dr Pinard-Van Der Laan M-H et Sandrine Ayuso-Thevenet, pour l'assistance que je recevais dans la limite de leurs temps,
- Jean Luc pour sa promptitude à renseigner et à aider,
- Mme Pascale Combard, secrétaire de l'UMR 1236 'Génétique et Diversité Animales' de Jouy-en-Josas, pour toute l'assistance lors de mon séjour en France,
- Mme Patricia, Secrétaire du Département de Génétique Animale pour tout le soutien à ma formation et assistance,
- Mme Manuella Ferre, Secrétaire de SGQA, pour l'assistance logistique et aide inestimable lors de mon séjour en 2007,
- Mme Annie Pech, pour toute l'assistance à la recherche bibliographique des articles dans les revues disponibles à la bibliothèque de l'UMR 1236 lors de la rédaction de mes manuscrits, les salutations quotidiennes et le partage des photos d'Amazonie,
- Mmes Valérie Loywyck, Agathe Vieau pour les encouragements et assistance diverse pour la réalisation de mon travail de thèse.
- Tous les stagiaires présents lors de mes séjours (Giliata Minozi, Souhel),
- Mlle Olympe Chazara, pour l'assistance, conseil et encouragement lors de la 7^{ème} Journée de la Recherche Avicole de Tours,

- Monsieur thiery Herman, pour toute l'assistance informatique, l'amélioration de mes conditions de travail au sein de l'UMR 1236 durant tous mes séjours,
- Monsieur Serges Thinoux pour toute l'assistance relative à la reliure et des copies des documents qui m'étaient offerts pendant mes séjours,
- Dr Racine Samba Sow de l'ISRA Dakar et Dr Elisabeth Le Bihan-Duval de l'INRA de Tours, rapporteurs de la présente thèse, dont les rapports ont été favorables pour sa défense publique à l'AgroParisTech, le 16 décembre 2008 à 14H30,
- Dr Badi Besbes, membre de jury de la présente thèse, pour avoir consacré du temps pour la lire et apporter une contribution nécessaire lors de la soutenance,
- Tous les amis avec qui j'ai partagé la résidence de l'INRA située à 4, rue de la manufacture, notamment Bonnot Aline, Mourock Jérôme, Bagher, Fatema, Leo, Zuzanna Kuprova, Nisrine Boumahou, Anaïs, Bellancille, Kaki, Oumar, qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements et ma profonde gratitude pour la bonne relation d'amitié, de solidarité et d'entente mutuelle entre nous pendant notre séjour à l'INRA,
- Tous mes frères et sœurs de la congrégation de Versailles Sud, pour leur accueil et les encouragements et pour des moments passés ensemble,
- Mon frère Henri Raynal à Saclay, pour le soutien spirituel pendant mon séjour à Jouy-en-Josas,
- Ma fille chérie et son mari, Mme Hérero Virginie et Monsieur Hérero Serges, pour l'accueil, le soutien logistique et moral pendant mon séjour en France, Je dis : Je vous aime et vous manifeste toute mon affection,
- Ma mère Magny Rachel qui a consenti toute son énergie pour m'élever et pour m'éduquer, merci ma chérie maman pour ton amour franc et tes conseils sages et bienveillants tout au long de ma vie et ma carrière professionnelle et qui s'achève aujourd'hui par ce parchemin longtemps désiré et attendu,
- Mon père Tatiétse Samuel, ton rêve est enfin réalisé, cher Papa, je te manifeste toute mon affection à travers ces quelques mots,
- Ma Grand'mère Mboua Pauline, pour ton soutien financier et conseils bienveillants tout au long de ma vie,
- Ma Chérie épouse, Fotsa Madeleine, pour toute son affection et le sacrifice financier consenti pendant toute cette longue période pour soutenir mes études et pour gérer mon absence,
- Mes enfants chéris (Gompé, Kenny, Deveza, Gue-Nude, Magny, Fotsa et KwagneThyam), pour avoir accepté de limiter votre ration quotidienne pour participer à ma formation doctorale. Je vous aime et vous dis merci en manifestant ma profonde reconnaissance pour votre conduite dictée par les Saintes Ecritures ; celles-ci vous ont aidé à gérer ma longue et dure absence dans les affaires familiales,
- Mes enfants Tadéfo Orel et Fokame Jéhu qui m'ont quitté respectivement le 02 janvier et 26 novembre 2007, je salue leur mémoire pour avoir vu ce parchemin de loin sans l'avoir touché. Vous me manquerez à tout jamais mes enfants. Sous une goutte larme de mélancolie et de regret, je dis : Reposez-vous en paix mes Chers Enfants!
- Merci à tous ceux que j'aurais oublié pendant ces six ans de thèse et qui méritent d'être cités à cette heureuse circonstance
- Toi le Dieu TOUT-PUISSANT, mon Créateur JEHOVAH qui a été au début et à la fin de tout mon parcours doctoral et pour avoir rendu tout possible, que Tu sois loué pour des temps indéfinis et pour des temps indéfinis par toutes les œuvres de tes mains !

DEDICACE

A ma Chérie épouse Fotsa Madeleine

A mes chéris enfants

Gompé Ivan Fotsa,

Kenny Mahaut Fotsa,

Deveza Eymard Fotsa,

Gue-Nude Nahum Fotsa

Magny Rachel Fotsa,

Fotsa Hermyonne Fotsa,

KwagneThyam Jafort Fotsa,

pour avoir accepté de consentir un si lourd sacrifice à gérer financièrement et moralement mes travaux et mon absence pendant ces six années.

A ma Chérie Maman Magny Rachel

A mon Cher Papa Tatiétse Samuel

A la mémoire de Fokame Jéhu Fotsa qui nous a quittés le 26 novembre 2007

A la mémoire de mon grand père Kouagne Tiam qui nous a quittés en 1998 en me conseillant de transformer sa machette en un outil précieux

A ma Grand-mère Mboua Pauline

A vous tous, toute ma gratitude et toute ma reconnaissance acquises pour toujours.

TABLE DE MATIERES

REMERCIEMENTS	4
DEDICACE	9
TABLE DE MATIERES	10
LISTE DES ABREVIATIONS	21
INTRODUCTION GENERALE	24
PARTIE 1. REVUE DE LA LITTERATURE	28
CHAPITRE 1. GÉNÉTIQUE DE L'ESPÈCE POULE (GALLUS GALLUS)	30
1.1. <i>ORIGINE ET DOMESTICATION</i>	30
1.2. <i>GENES A EFFETS VISIBLES</i>	32
1.2.1. Gènes affectant le squelette	32
1.2.2. Gènes affectant la structure du plumage	34
1.2.3. Gènes affectant la forme de la crête.....	38
1.2.4. Gènes affectant la couleur des tissus et des appendices.....	39
1.2.5. Gènes affectant la coloration du plumage.....	41
1.3. <i>AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE</i>	48
1.3.1. Le contexte	48
1.3.2. Généralités sur la sélection	49
1.3.3. Organisation de la sélection.....	52
1.3.4. Evolution des méthodes de sélection.....	53
1.3.5. Principaux paramètres zootechniques.....	54
1.4. <i>ANALYSE DU GÉNOME</i>	57
1.4.1. Première carte génétique ou carte classique de la poule	58
1.4.2. Construction de la carte moléculaire à l'aide de marqueurs anonymes.....	60
1.4.3. Séquençage du génome de la poule	61
1.4.4. Utilisations de la carte	63
CHAPITRE 2. RESSOURCES GENETIQUES AVICOLES	67
2.1. <i>CONCEPTS</i>	67
2.1.1. Notion générale sur les ressources génétiques	67
2.1.2. Différents types de populations	67
2.2. <i>METHODES D'ETUDES</i>	69
2.2.1. Inventaire.....	69
2.2.2. Caractérisation.....	69
2.2.3. Gestion de la variabilité	72
2.2.4. Gestion et conservation des ressources génétiques animales.....	73
2.3. <i>AVICULTURE FAMILIALE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT</i>	74
2.3.1. Contexte de l'aviculture familiale.....	74
2.3.2. Systèmes d'élevage des poules locales	75
2.3.3. Particularités du système de divagation	76
2.3.4. Importance épidémiologique	76
2.3.5. Caractérisation de la poule locale	77

2.3.6. Stratégies d'amélioration du système traditionnel de gestion des poules.....	86
2.3.7. Stratégies d'amélioration génétique des races indigènes de poules	88
2.4. <i>AVICULTURE AU CAMEROUN</i>	90
2.4.1. Aviculture moderne	91
2.4.2. Aviculture familiale.....	92
<i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	94
2.5. <i>THE STATE OF CAMEROON RURAL CHICKENS: PRODUCTION AND DEVELOPMENT</i> <i>PERSPECTIVES FOR POVERTY ALLEVIATION</i>	95
Summary	95
2.5.1. Introduction	96
2.5.2. Present Situation	96
2.5.3. Production constraints and perspectives for improvement of the rural chickens	98
2.5.4. Rural chickens and contribution to poverty alleviation.....	99
2.5.5. Conclusion.....	100
References	100
2.6. <i>CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES AVICOLES LOCALES AU CAMEROUN</i>	103
2.7. <i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	103
PARTIE 2: CARACTERISATION DES SYSTEMES D'ELEVAGE ET DES POPULATIONS DE POULES LOCALES A PARTIR DES ENQUETES DE TERRAIN.....	105
CHAPITRE 1. METHODOLOGIE GENERALE.....	107
1.1. <i>ZONES AGRO ÉCOLOGIQUES DU CAMEROUN</i>	107
1.2. <i>DISPOSITIONS GÉNÉRALES</i>	110
1.3. <i>ECHANTILLONNAGE ET CONDUITE DE L'ENQUÊTE</i>	111
CHAPITRE 2. EXPLOITATION DE LA POULE LOCALE (GALLUS GALLUS) EN ZONE DE FORET HUMIDE DU CAMEROUN	113
<i>Résumé</i>	113
<i>Abstract</i>	114
2.1. <i>INTRODUCTION</i>	114
2.2. <i>MATERIEL ET METHODES</i>	115
2.2.1. Présentation de la zone d'étude	115
2.2.2. Echantillonnage des élevages	115
2.2.3. Collecte des données	116
2.2.4. Analyse statistique des données.....	116
2.3. <i>RESULTATS</i>	116
2.3.1. Description de l'éleveur.....	116
2.3.2. Activités de l'éleveur.....	117
2.3.3. Système de production de la poule locale.....	118
2.3.4. Utilisation et commercialisation des produits de l'élevage.....	120
2.3.5. Principales contraintes.....	120
2.3.6. Perspectives d'amélioration.....	121
	11

2.4. DISCUSSION.....	121
2.4.1 L'éleveur et le contexte socio-économique.....	121
2.4.2 Les systèmes d'élevage.....	122
2.4.3. Contraintes.....	123
2.5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	124
Remerciements.....	125
Bibliographie.....	125
CHAPITRE 3. CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES (GALLUS GALLUS) DE LA ZONE FORESTIERE DENSE HUMIDE A PLUVIOMETRIE BIMODALE DU CAMEROUN.....	
	135
Résumé.....	135
Summary.....	136
3.1. INTRODUCTION.....	136
3.2. MATERIELS ET METHODES.....	137
3.2.1. Caractéristiques de la zone d'étude.....	137
3.2.2. Echantillonnage.....	138
3.2.3. Collecte des données.....	138
3.2.4. Analyses statistiques des données.....	138
3.3. RESULTATS.....	139
3.3.1. Performances zootechniques.....	139
3.3.2. Description phénotypique.....	140
3.3.3. Choix des reproducteurs dans les élevages.....	142
3.4. DISCUSSION.....	142
3.4.1. Analyse zootechnique comparative.....	142
3.4.2. Analyse de la variabilité phanéoptique.....	145
3.5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	147
Remerciements.....	148
Références.....	148
CHAPITRE 4. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS A EFFETS VISIBLES SUR LES PERFORMANCES PONDERALES ET LES MENSURATIONS CORPORELLES CHEZ LA POULE LOCALE DE LA ZONE FORESTIERE DENSE HUMIDE.....	
	163
RESUME.....	163
ABSTRACTS.....	164
4.1. INTRODUCTION.....	164
4.2. MATERIEL ET METHODES.....	165
4.2.1. Matériel animal.....	165
4.2.2. Techniques de couplage.....	166
4.2.3. Modes de conduite d'élevage.....	166
4.2.4. Analyse statistique.....	167
4.3. RESULTATS.....	167
4.4. DISCUSSION.....	168

4.5. CONCLUSION.....	169
REMERCIEMENTS	169
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	170
CONCLUSIONS SUR LA CARACTERISATION DE LA POULE LOCALE A PARTIR DES ENQUÊTES.....	174
PARTIE 3: CARACTERISATION DES PERFORMANCES DE POULES LOCALES EN STATION EXPERIMENTALE	175
3.1. INTRODUCTION.....	177
CHAPITRE 3.1 : MATERIEL ET METHODES	178
3.1.1. PRESENTATION DE LA STATION DE L'IRAD DE MANKON	178
3.1.2. MATERIELS ANIMAUX.....	179
3.1.2.1. Constitution du troupeau de reproducteurs	179
3.1.2.2. Suivi de la reproduction des parentaux locaux et label	180
3.1.3. Production des poussins expérimentaux	181
3.1.2.4. Elevage des animaux (parentaux et expérimentaux).....	182
3.1.2.4.1. Bagage et sexage	182
3.1.2.5. Identification des types génétiques en phase adulte.....	183
3.1.2.6. Prélèvement sur les reproducteurs locaux.....	183
3.1.3. METHODES D'ANALYSE.....	185
3.1.3.1. Analyse de variance.....	185
3.1.3.2. Méthode des couples.....	185
3.1.3.3. Analyse de la mortalité	185
CHAPITRE 3.2. PERFORMANCES EN PHASE JEUNE	186
3.2.1. Caractères mesurés	186
3.2.2.1. Incubation et éclosion	186
3.2.2.2. Mortalité	186
3.2.2.3. Croissance.....	186
3.2.2.4. Consommation alimentaire et efficacité alimentaire.....	186
3.2.3. RESULTATS.....	186
3.2.3.1. Performances d'incubation	186
3.2.3.2. Mortalités.....	187
3.2.4. DISCUSSION.....	190
3.2.4.1. Performances d'incubation	190
3.2.4.2. Mortalité	191
3.2.4.3. Performances de croissance et d'efficacité alimentaire des jeunes	191
3.2.4. CONCLUSION PARTIELLE.....	193
CHAPITRE 3.3. COMPOSITION CORPORELLE ET QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES COQS A 16 SEMAINES.....	194
3.3.1. CARACTERES MESURES	194
3.3.1.1. Composition corporelle	194
3.3.1.2. Qualité gustative de la carcasse	194

3.3.2. <i>RESULTATS ET DISCUSSION</i>	196
3.3.2.1. Composition de la carcasse.....	196
3.3.2.2. Qualité gustative de la carcasse.....	200
3.3.3. <i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	203
CHAPITRE 3.4. PERFORMANCES EN PHASE ADULTE.....	204
3.4.1. <i>CARACTERES MESURES</i>	204
3.4.1.1. Mortalité.....	204
3.4.1.2. Poids corporel et mesures.....	204
3.4.1.3. Ponte.....	204
3.4.1.4. Consommation et efficacité alimentaires.....	205
3.4.1.5. Composition de l'oeuf.....	205
3.4.2. <i>RESULTATS</i>	207
3.4.2.1. Mortalités.....	207
3.4.2.2. Poids corporels et mesures.....	207
3.4.2.3. Performances de ponte.....	212
3.4.2.4. Consommation alimentaire et efficacité alimentaire de 32 à 36 semaines.....	216
3.4.2.5. Caractéristiques physiques de l'oeuf.....	216
3.4.3. <i>DISCUSSION</i>	219
3.4.4. <i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	224
CHAPITRE 3.5. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS SUR LES PERFORMANCES EN STATION.....	225
3.5.1. <i>CARACTERES MESURES</i>	225
3.5.1.1. Identification des mutations à effets visibles.....	225
3.5.1.2. Performances pondérales et mesures squelettiques.....	225
3.5.2. <i>RESULTATS ET DISCUSSION</i>	225
3.5.2.1. Influence de la mutation K*K (vitesse d'emplumement) sur les performances pondérales.....	225
3.5.2.2. Influence des mutations CR et PTI sur les performances pondérales et mesures anatomiques.....	228
3.5.3. <i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	231
CONCLUSION SUR LA CARACTÉRISATION DES POPULATIONS DE POULES LOCALES EN STATION.....	232
PARTIE 4. CARACTERISATION MOLECULAIRE DES POULES LOCALES DU CAMEROUN	233
4.1. <i>MATERIEL ET METHODES</i>	235
4.1.1. Matériels animaux et échantillonnage.....	235
4.1.2. Extraction et purification de l'ADN total à partir des échantillons sanguins.....	236
4.1.3. Géotypage.....	236
4.1.4. Analyses des données.....	237
4.2. <i>RESULTATS</i>	237
4.2.1. Caractéristiques des marqueurs.....	237
4.2.2. Diversité génétique intra-population.....	241
4.2.3. Relations entre populations locales et lignées commerciales.....	242

4.3. <i>DISCUSSION</i>	245
4.3.1 Fiabilité des résultats	245
4.3.2. Diversité génétique des populations de poules camerounaises	246
4.3.3. Structuration génétique des populations locales et lignées commerciales	247
4.4. <i>CONCLUSION PARTIELLE</i>	248
PARTIE 5. DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES	250
5.1. <i>ANALYSE CRITIQUE DE LA METHODE CHOISIE POUR L'ETUDE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES AU CAMEROUN</i>	252
5.1.1. Méthode d'échantillonnage.....	252
5.1.2. Méthode de mise en place du troupeau expérimental et conditions d'élevage en station	252
5.1.3. Importance de la présence d'un témoin label.....	253
5.2. <i>POULE LOCALE, RESSOURCE GENETIQUE INTERESSANTE POUR L'AVICULTURE AU CAMEROUN ?</i>	254
5.2.1. Variabilité phénotypique	254
5.2.2. Variabilité génétique.....	256
5.2.3. Originalité de la poule locale par rapport aux lignées commerciales.....	258
5.3. <i>PROPOSITIONS POUR AMELIORER L'AVICULTURE VILLAGEOISE</i>	259
5.3.1. Contextes de l'amélioration des conditions d'élevage des poules locales	259
5.3.2. Stratégies génétiques d'amélioration des poules locales du Cameroun	261
5.3.3. Conservation des poules locales du Cameroun.....	266
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	268
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	271
ANNEXES.....	297
RESUME.....	300
ABSTRACTS	301

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Cartographie moléculaire des mutants classiques chez la poule (actualisée d'après Tixier-Boichard, 2002)	64
Tableau 2. Récapitulatif des performances des poules locales dans les pays en voie de développement	81
Tableau 3. Poids corporel, consommation alimentaire et mortalité des différents types génétiques de poules locales	82
Tableau 4. Echantillons d'ADN et moyenne d'hétérozygotie à partir d'un ensemble de microsatellites par écotype et par pays d'origine	83
Tableau 5. Ration formulae for rural local chickens	102
Tableau 6. Principales cultures pratiquées dans les exploitations par Province de la zone de forêt dense humide en pourcentage du nombre total d'élevages enquêtés.	128
Tableau 7. Effectifs moyens d'animaux élevés par espèce et par exploitation dans les Provinces de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun	129
Tableau 8. Raisons du choix de l'élevage des poules locales par rapport à d'autres espèces animales	130
Tableau 9. Caractéristiques du système d'élevage des poules locales par Province de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun exprimées en % d'éleveurs	131
Tableau 10. Caractéristiques de l'habitat des poules locales par Province dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	132
Tableau 11. Causes, périodes et symptômes de mortalités dans les élevages de poules locales en divagation dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.	133
Tableau 12. Contraintes et recommandations par Province dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	134
Tableau 13. Test de signification, poids corporel et mensurations corporelles par Province en moyennes des moindres carrés avec leurs erreurs standards et dimorphisme sexuel chez les poules locales de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun	151
Tableau 14. Performances mesurées et déclarées de ponte et de reproduction chez les poules locales de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale.	152

Tableau 15. Examen des poules locales par phénotype impliquant plusieurs locus dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.	153
Tableau 16. Fréquences phénotypiques et alléliques des gènes à effets visibles examinés lors de l'enquête et réparties par sexe et par Province de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	154
Tableau 17. Fréquences phénotypiques (%) pour les principaux gènes du plumage observés sur les photos de 455 poules locales (<i>Gallus gallus</i>) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	155
Tableau 18. Poids corporels et mesures squelettiques suivant le phénotype aux locus PTI, CR, NA et W chez les femelles de poules locales (<i>Gallus gallus</i>) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	172
Tableau 19. Poids et mesures squelettiques suivant le phénotype aux locus PTI, CR, NA et W chez les mâles de poules locales (<i>Gallus gallus</i>) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	173
Tableau 20. Effectif des poussins produits pour le démarrage de l'expérience en station.	181
Tableau 21. Moyennes des moindres carrés des performances d'incubation et test de signification par type génétique.	187
Tableau 22. Taux de mortalité chez les jeunes de 0 à 16 semaines par type génétique de poules locales et du témoin (label) au Cameroun.	188
Tableau 23. Moyennes des moindres carrés des poids à âges types, indice de consommation et mesures corporelles par type génétique chez les mâles....	189
Tableau 24. Moyennes des moindres carrés, poids à âges types, indice de consommation et mesures corporelles de 0 à 16 semaines chez les femelles selon le type génétique.....	190
Tableau 25. Moyennes des moindres carrés du poids des différents organes chez les mâles à 16 semaines en valeurs absolues selon les types génétiques au Cameroun.	197
Tableau 26. Moyennes des moindres carrés des pourcentages des différents organes chez les mâles à 16 semaines selon les types génétiques.....	198
Tableau 27. Moyennes des moindres carrés des mesures sur les carcasses chez les mâles âgés de 16 semaines selon les types génétiques.....	201
Tableau 28. Analyses sensorielles des morceaux dégustés par les panélistes chez les écotypes locaux et le label au Cameroun.	202
Tableau 29. Taux de mortalités (%) et test de signification chez les femelles adultes (18-52	

semaines).....	207
Tableau 30. Moyennes des moindres carrés des poids corporels à âges types et test de signification chez les mâles de 18 à 52 semaines selon les types génétiques au Cameroun.....	208
Tableau 31. Moyennes des moindres carrés des mensurations corporelles et test de signification chez les mâles à la 36ème semaine par type génétique au Cameroun.....	209
Tableau 32. Moyennes des moindres carrés des poids à âges types et test de signification chez les femelles de 18 à 52 semaines d'âge selon les types génétiques au Cameroun.....	210
Tableau 33. Moyennes des moindres carrés des mensurations corporelles et test de signification à la 36ème semaine chez les femelles selon les types génétiques au Cameroun.....	211
Tableau 34. Moyennes des moindres carrés des performances de ponte et test de signification selon les types génétiques.....	213
Tableau 35. Moyennes des moindres carrés de la consommation alimentaire et de l'efficacité alimentaire et test de signification de 32 à 36 semaines selon les types génétiques.....	217
Tableau 36. Moyennes des moindres carrés des composantes des oeufs et test de signification selon les types génétiques.....	218
Tableau 37. Influence des allèles d'emplumement (lent K*K et rapide K*N au locus K) et test de signification sur les performances pondérales en moyennes des moindres carrés chez les mâles selon les types génétiques.....	226
Tableau 38. Influence des allèles d'emplumement (lent K*K et rapide K*N au locus K) et test de signification sur les performances pondérales en moyennes des moindres carrés chez les femelles selon les types génétiques de 0 à 16 semaines.....	227
Tableau 39. Influence des mutations associées aux locus PTI (pattes emplumées) et CR (Huppe) sur les performances pondérales et mesures squelettiques chez les mâles locaux adultes selon les écotypes.....	229
Tableau 40. Poids corporels et mesures squelettiques associés aux locus PTI (pattes emplumées) et CR (Huppe) chez les femelles locales adultes selon les écotypes.....	230
Tableau 41. Origine et taille des échantillons de populations de poules étudiées.....	235
Tableau 42. Effectifs d'animaux, nombres d'allèles et hétérozygotie observée moyenne par	

type génétique et par marqueur microsatellite (la fixation d'un allèle dans une population est un cas rare indiqué en gras dans le tableau).....	239
Tableau 43. Hétérozygotie attendue (H_e) et observée (H_o), nombre moyen d'allèles par locus (A) et nombre efficace d'allèles par locus (A_e) dans les lignées commerciales et les populations de poules locales du Cameroun.	241
Tableau 44. Matrice des F_{ST} calculés entre paires de populations (sous la diagonale) et niveau de signification de la différenciation entre paires de populations (au dessus de la diagonale).....	242

LISTES DES FIGURES

Figure 1. Organisation de la sélection en France.....	52
Figure 2. Carte présentant les zones agroécologiques du Cameroun	108
Figure 3. Présentation de la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.....	156
Figure 4. Poulailleur de poules locales dans le Mbam et Kim (Province du Centre).....	157
Figure 5. Coq à tarse emplumé (gène PTI), crête rosacée hérissée (gène R et HE) et botte de vautour (gène VH) dans le Nyong et Kellé (Province du Centre).	158
Figure 6. Poule huppée (gène CR), naine (gène DW*N) avec barbe et favori (gène MB) dans la Province de l'Est).	159
Figure 7. Coq hétérozygote pour la mutation 'cou nu', ayant un plumage doré (gène S*N au locus S) et une poule au plumage tout noir (gène E*E au locus E) en divagation dans la Province du Sud.	160
Figure 8. Coq au plumage noir cuivré (locus E allèle ER) et poule au plumage blanc récessif (locus C) dans la Province de l'Est.	161
Figure 9. Poule homozygote frisée (locus F) au plumage tout noir (locus E) dans la Province de l'Est.....	162
Figure 10. Parquets pedigrees des labels (a et b) et des écotypes locaux (c et d)	180
Figure 11. Processus de collecte et de traitement des échantillons sanguins chez les poules locales	184
Figure 12. Gestion de l'élevage des poules en ponte et collecte des données pour la caractéristique physique des oeufs en station au Cameroun.	206
Figure 13. Taux de ponte selon les types génétiques par période de 28 jours depuis l'entrée en ponte.	215
Figure 14. Figure des fréquences alléliques moyennes pour les marqueurs ayant le plus grand nombre d'allèles (LEI234, LEI094 et LEI034) ou le moins grand nombre (MCW098).....	238
Figure 15. Arbre des relations génétiques entre tous les individus sur la base de leur génotype pour 22 marqueurs microsatellites.	244

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN	: Acide Désoxyribonucléique
ADW	: Nanisme Autosomal
AF	: Aviculture Familiale
AI	: Aviculture Industrielle
ARNm	: Acide Ribonucléique messenger
AVZ	: Agent Vulgarisateur de Zone
B	: Barrure liée au sexe
BL*B	: Bleu
BR	: Brun
BRG	: Bureau sur les Ressources Génétiques
cc	: Blanc récessif
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CHA	: Charbon bois
cM	: centiMorgan
Cn-C	: Population de poules de la Province du Centre
Cn-E	: Population de poules de la Province de l'Est
Cn-S	: Population de poules de la Province du Sud
Cn-NO	: Population de poules de la Province du Nord-Ouest et de l'Ouest
CO	: Noir restreint type herminé
CCNRZ	: Comité Consultatif National sur les Ressources Zoo génétiques
CO*N	: Type sauvage ou Columbien
CB	: Cellulose Brute
CP	: Courte Patte
CR	: Huppe
CR*N	: Type sauvage
D ²	: Indice de distance de Mahalanobis
DB*B	: Brun noir ou noir restreint
D _{ST}	: Diversité entre population
DW*N	: Nanisme
DW*D	: Type normal
E	: Noir étendu
E*B	: Noir restreint
E*BC	: Type Buttercup
EDTA	: Acide Ethylène Diamino Tétra-Acétique

E*N : Type sauvage
 ER : Noir type bouleau
 E*S : Tête mouchetée (Speckled)
 ETL : Economic Trait Locus
 E*WH : Froment dominant
 E*Y : Froment récessif (Yellow)
 F : Frisé
 F*N : Type sauvage
 FAO : Food and Agricultural Organisation of the United Nations
 FIDA : Fonds International pour le Développement Agricole
 FM : Fibromélanose
 G : Rouge vif
 G*N : Type normal ou sauvage
 G_{ST} : Coefficient de différenciation génétique
 GTZ : Coopération Allemande au Développement
 HE : Hérissé
 HF : Plumage de poule
 H_S : Diversité Intra-population
 I : Inhibiteur du noir ou Blanc dominant
 ID : Inhibiteur du noir dans le derme
 ID*C : Crête double
 ID*M : Crête multiple
 IG : Crème
 INS : Institut National de Statistiques
 IRAD : Institut de Recherche Agricole pour le Développement
 IEMVT : Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
 INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
 IRZ : Institut de Recherches Zootechniques
 ISAG : Société Internationale de Génétique Animale
 K : Emplumement lent
 K*N : Emplumement rapide
 LAV : Lavende
 MB : Barbe et favori
 MH : Mahoganie
 MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
 ML : Mélanotic

MO : Moucheture
 MO*PI : Bariolé
 NA*NA : Cou nu
 NA*N : non cou nu ou type sauvage
 NO/OU ou (Cn-NO) : Nord-Ouest/Ouest
 P : Crête en Pois
 PB : Protéines brutes
 PBS : Phosphate Buffer Saline
 PCR : Polymerase Chain Reaction (= réaction en chaîne de polymérase)
 PGPA : Promotion de Groupement de Producteurs Agricoles
 PG : Dessin de plumage
 PG*N : Type sauvage
 PNVRA : Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricoles
 PO : Polydactylie
 PTI : Patte emplumée (Ptilopody)
 QTL : Quantitative Trait Loci
 R : Crête Rosacée
 RGA : Recensement Général Agricole
 RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism
 S*AL : Albinisme imparfait
 SAS : Statistical Analysis System
 SASSO : Société d'Aviculture et de Sélection du Sud Ouest
 SNP : Single Nucleotide Polymorphism
 S*S : Argenté
 S*N : Type sauvage
 SPSS : Statistical Package for Social Sciences
 TM : Tonne métrique
 USA : United State of America
 VH : Botte de vautour
 W : Gonosome ou chromosome sexuel W
 W*Y : Peau Jaune
 W*W : Peau et patte blanches
 Z : Gonosome ou chromosome sexuel Z
 ZW : Hétérogamétique
 ZZ : Homogamétique

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'aviculture villageoise ou familiale, dans la plupart des pays en développement, est rencontrée en milieu rural mais également dans les zones périurbaines et urbaines. L'aviculture industrielle quant à elle se pratique dans et aux alentours des centres urbains. L'aviculture familiale requiert de faibles niveaux d'intrants, contribue significativement à la sécurité alimentaire, la lutte contre la pauvreté, la gestion écologique saine des ressources naturelles et représente une source d'emplois pour les groupes défavorisés (Guèye, 1998, 2003 ; Khan, 2004).

Du fait qu'elle fournit la plus grande partie de viande et d'œufs consommés en milieu villageois comme c'est reconnu dans plusieurs pays africains et asiatiques (Aini, 2004), l'aviculture familiale est étroitement liée à la vie religieuse et socioculturelle de fermiers dotés de peu de ressources ; elle leur assure une stabilité économique en minimisant les risques et en renforçant la cohésion au sein de la communauté traditionnelle (Ngou Ngoupayou, 1990 ; Barua et Yoshimura, 1997; Guèye, 2003).

En Afrique en général, l'aviculture familiale est exploitée par plus de 80% des populations pour la plupart rurales. Elle joue un rôle important dans l'économie tant rurale qu'urbaine. Les effectifs se chiffrent en 1995 à 1 068 millions de poules, 16 millions de canards et 7 millions de dindons (Guèye et Bessei, 1995 ; Sonaiya, 1997 ; Guèye, 1999). En 2004, le cheptel mondial total de volailles familiales a été estimé à 16 194,9 millions de poulets, 1 019,5 millions de canards, 262,2 millions d'oies et 276,2 millions de dindons (www.fao.org) cité par Guèye (2005), soit une augmentation de 93,40%, 98,43%, 97,47% respectivement chez la poule, le canard et le dindon. Ces ressources génétiques avicoles, en système d'élevage traditionnel, sont formées d'une multitude de populations souvent mal caractérisées. Les aptitudes de ces populations résultent des effets combinés de la dérive génétique, des mutations, de la sélection naturelle et de l'action de l'homme, qui se sont cumulés depuis leur domestication dans différentes conditions de milieu.

Au Cameroun, les volailles qui constituent cette aviculture villageoise sont formées de 56 à 70% de populations de poules locales de petit format ayant une faible productivité et d'environ 24% de souches sélectionnées de poules et 6% d'autres espèces dites non conventionnelles (Ngou Ngoupayou, 1990, 1995 ; Tchoumboué *et al.*, 2000 ; Téleu Ngandeu et Ngatchou, 2006; Fotsa et Manjeli, 2001, Fotsa *et al.*, 2007). L'effectif des populations locales est passé de 13 millions en 1990 à 24,5 millions en 1995 puis à 35 324 167 en 2001 ;

ces populations sont élevées avec un investissement minimal et sans dépendance vis-à-vis de l'extérieur en intrants (Ngou Ngoupayou, 1990 ; MINEPIA-IEMVT-CIRAD, 1995 ; INS-Cameroun, 2001). Bien que numériquement importante, cette volaille demeure le parent pauvre en investissement et en encadrement car elle est élevée dans un système d'élevage rudimentaire qui peut subir jusqu'à 80% de perte en effectifs en fonction des variations climatiques (Belot et Hardouin, 1981 ; Agbédé, 1990 ; Ekue *et al.*, 2002). Ceci explique la faible productivité rapportée dans les différents travaux de recherche (Menfo, 1981; Fotsa et Manjeli, 2001), et qui pourrait être due non seulement au système d'élevage, mais aussi à un potentiel génétique limité ou insuffisamment exploité dans le contexte d'une sélection mal maîtrisée (Fotsa et Poné, 2001; Sarkar et Bell, 2006).

Les enquêtes (IRAD, 2002) ont révélé une connaissance limitée des poules locales qui se caractérisent par une importante hétérogénéité (Fotsa et Poné, 2001). Cette hétérogénéité a été montrée sur le plan moléculaire par une distance génétique considérable entre la poule locale du Cameroun et une lignée exotique, la German Dahlem Red, indiquant ainsi que la diversité génétique entre les deux populations offre des possibilités de bénéficier du phénomène biologique de la vigueur hybride dans un croisement (Mafeni *et al.*, 1997).

Mais tous ces travaux ne donnent cependant aucune information sur la variabilité génétique disponible au sein de cette population de poules locales. Cette information serait utile pour la valorisation des races traditionnelles par des actions génétiques visant à proposer, aux éleveurs camerounais, des souches adaptées dans leurs contextes régionaux et donnant des produits typiques, de qualités acceptées et appréciées par le consommateur. Or, la meilleure connaissance de la variabilité génétique passe par la caractérisation phénotypique et moléculaire (Sokefun et Asafa, 2000 ; Weigend et Romanov, 2001) des populations de poules locales (*Gallus gallus*) pour déterminer leur contribution potentielle à la production alimentaire (viande et œufs).

Le but de cette étude est de contribuer à une meilleure valorisation des poules locales du Cameroun. Plus spécifiquement, il s'agira d'un travail en cinq étapes suivantes:

1. La première étape porte sur la revue bibliographique de la situation générale de l'élevage des poules locales du Cameroun et leur contribution potentielle à la lutte contre la pauvreté.
2. La deuxième est relative à une enquête en milieu paysan qui permettra d'étudier le système d'élevage pratiqué et d'analyser le contexte socioculturel, socioéconomique et zootechnique, dans lequel se place l'élevage des populations de poules locales au Cameroun.

3. Dans la troisième étape, l'objectif est d'évaluer, en station expérimentale au Cameroun, le potentiel de production des écotypes Camerounais de poules locales par comparaison à celui d'une souche commerciale de type label.
4. Dans la quatrième phase, il est entrepris des études moléculaires à partir d'échantillons sanguins prélevés en Station sur le troupeau parental issu d'œufs collectés en milieu réel. L'objectif sera d'estimer la variabilité génétique au niveau moléculaire, avec des marqueurs microsatellites, mais également d'étudier leurs relations avec d'autres populations de poules, locales ou commerciales, déjà analysées avec les mêmes marqueurs dans le cadre du projet européen AVIANDIV.
5. En cinquième lieu, il est procédé à une discussion générale des résultats qui permettra d'en déduire les principales contraintes et de suggérer des stratégies de gestion durable et de valorisation de la poule locale du Cameroun.

**PARTIE 1. REVUE DE LA
LITTERATURE**

CHAPITRE 1. GENETIQUE DE L'ESPECE POULE (*GALLUS GALLUS*)°

CHAPITRE 2. RESSOURCES GENETIQUES AVICOLES

CONCLUSION PARTIELLE

CHAPITRE 1. GÉNÉTIQUE DE L'ESPÈCE POULE (*Gallus gallus*)

1.1. ORIGINE ET DOMESTICATION

Dans la plupart des cas, l'espèce poule désigne les deux sexes. A cause des caractéristiques spécifiques des femelles ou des mâles, l'espèce est souvent définie par le nom coq ou poule.

D'après Harrison (1978) cité par Coquerelle (2000), il y a plus d'un million d'années, le genre *Gallus* était probablement constitué d'une seule population s'étendant sur tout le continent eurasiatique. Pendant les périodes de glaciation, le genre *Gallus* se serait trouvé divisé en trois groupes: le groupe méditerranéen ou moyen-oriental, le groupe indien et celui d'Asie de l'Est. Seul le groupe indien aurait survécu et évolué pour donner naissance aux quatre espèces actuellement reconnues :

- *Gallus varius* : chez l'espèce, le coq est aussi appelé coq vert ou coq fourchu et présente de différence avec le coq domestique par son chant différent. Son plumage est verdâtre et la crête est non dentelée, le barbillon est unique et les plumes de la queue ont deux rectrices de plus. Il est trouvé le long de la côte de Java.
- *G. sonnerati* : le coq chez cette espèce est différent du coq de la Java par un plumage gris rappelant l'argenté sur une partie du corps et des plumes cornées au camail. On le rencontre en forêt dans le Sud-Ouest du Continent Indien.
- *G. lafayetti*: sa particularité réside sur la coloration de son plumage caractérisé par une poitrine brun clair orangé avec une tache violette en haut du cou et une tache jaune sur la crête. On le rencontre dans la zone boisée en Ceylan.
- *G. gallus* (coq rouge de jungle) : cet oiseau ressemble à certaines races domestiques de la variété rouge dorée à plastron noir si l'on fait référence aux coqs, ou dorée saumonée si l'on se réfère aux poules (Combattants, Ardennaise, Gauloise dorée, Leghorn dorée...). C'est l'espèce dont l'aire d'extension actuelle est la plus vaste.

Actuellement, cinq sous-espèces sont reconnues (Crawford, 1990 ; Coquerelle 2000) :

- *G. g. gallus* en Thaïlande et dans les régions voisines, à oreillons blancs ;
- *G. g. spadiceus* au Myanmar (Birmanie) et en Chine (Province du Yunnan), à oreillons rouges ;
- *G. g. jabouillei* au sud de la Chine et au Vietnam, à oreillons blancs et à

plumage plus rouge que doré ;

- *G. g. murghi* en Inde, à oreillons blancs ;
- *G. g. bankiva* endémique de l'Île de Java, à oreillons rouges et dont les plumes du camail et de la selle sont plus arrondies à leur extrémité.

La plupart des auteurs pensent que l'espèce ancestrale de la poule serait le *Gallus gallus* (poule de jungle Asiatique). Celle-ci donne non seulement des produits fertiles avec les poules domestiques actuelles mais partage en outre le chant et le plumage. Sa diffusion s'est effectuée graduellement, allant de l'Est à l'Ouest et a fini par couvrir le globe. La vitesse de diffusion a été estimée à 1,5-3 Km par an de l'Asie à l'Europe (Zeuner, 1963 cité par Crawford, 1990). Des découvertes archéologiques (West et Zhou, 1988), effectuées dans la Vallée de l'Indus et la province chinoise de Hebei, suggèrent que la poule domestique dériverait du coq rouge de jungle, depuis au moins 5400 ans avant J-C. La question d'une origine monophylétique ou polyphylétique de la poule domestique qui impliquerait une ou plusieurs des sous-espèces du coq rouge reste encore d'actualité (Crawford 1990). Les données récentes en génétique moléculaire (Liu *et al.*, 2006) ont tendance à favoriser l'hypothèse de l'origine polyphylétique, impliquant au moins trois grandes zones de domestication à travers l'Asie du Sud et du Sud-Est et les sous-espèces *Gallus gallus gallus*, *Gallus gallus jabouillei* et *Gallus gallus spadiceus*.

L'introduction des poules en Afrique n'est pas très documentée alors que sa production prend racine des pratiques traditionnelles anciennes. Elle constitue l'espèce domestique la plus élevée en Afrique car les familles gardent chacune un troupeau de 5 à 20 sujets (Guèye, 1997, 1998). En Egypte, la première représentation d'un coq remonte à 1400 ans avant J-C, mais aucune autre trace n'a pu être retrouvée jusqu'à environ 600 avant J-C. Cela pourrait s'expliquer par la diminution des échanges commerciaux avec l'Inde *via* la Mésopotamie (Coltherd, 1966). Puis, des restes squelettiques indiquent de nouveau sa présence en Egypte en 332 avant J-C, tandis que les recherches récentes en Afrique Sub-saharienne situent la présence des poules en Afrique au 5ème siècle de notre ère (MacDonald et Edwards, 1993), bien avant l'arrivée des européens. Il a notamment été suggéré que les poules présentes en Afrique ont des origines indiennes, liées au développement précoce des échanges commerciaux entre l'Inde et l'Afrique de l'Est (Carter 1971) cité par Crawford (1990).

1.2. GENES A EFFETS VISIBLES

Les caractères visibles, tels que la couleur ou la répartition des plumes, ont été utilisés par les éleveurs dans la gestion des populations de poules, et ont conduit à l'identification de 'races' ayant un aspect caractéristique. Dès le début du XXI^{ème} siècle, un mode de transmission mendélien a été mis en évidence pour la plupart de ces caractères visibles. De nombreuses mutations ont été décrites progressivement, certaines ont un effet sur les performances ou sur l'adaptation au milieu, et leur répartition ou leur fréquence peuvent renseigner sur l'histoire des populations depuis leur domestication. De multiples interactions entre ces gènes produisent une grande variété phénotypique. La synthèse qui suit s'inspire en particulier de l'ouvrage de G. Coquerelle (2000) et des chapitres de R.G. Somes et J.R. Jr. Smyth dans l'ouvrage collectif édité par Crawford (1990).

1.2.1. Gènes affectant le squelette

*Le gène du nanisme «DW*N» lié au sexe*

Le gène du nanisme au locus *DW*, lié au sexe, décrit par Hutt (1949) et apparaissant dans diverses populations (Guillaume, 1976) est complètement récessif. Sa caractéristique est le raccourcissement des os longs notamment les tarses. Ce gène est considéré comme étant l'une des mutations de l'espèce poule. Il n'a pas d'effets appréciables sur la taille du poussin d'un jour. Son effet est observé plutôt sur des poulets âgés à partir de 6 à 8 semaines et s'amplifie jusqu'à la maturité sexuelle où il réduit la taille d'environ 30% chez les femelles et de 40% chez les mâles. Il est observé une réduction progressive de la taille corporelle chez les sujets nains par rapport à ceux de taille normale et de même origine (Mérat, 1990b). Chez le poulet de chair, le gène du nanisme *DW*N* réduit le poids corporel et le poids de la viande respectivement de 37,4% et 42,8% à 9 semaines comparés à ceux du poulet normal *DW*DW* (Knizetová, 1993) ; cette réduction du poids s'accompagne d'une réduction du nombre de fibres musculaires de 21,2% et du diamètre des fibres musculaires de 6,0%. L'effet dépressif du gène du nanisme sur la croissance est expliqué par les modifications hormonales associées à cette mutation. En effet les nains montrent de faibles taux plasmatiques de tri iodothyronine (T3) et de facteurs de croissance (IGF-1) malgré des taux normaux voire augmentés de la thyroxine (T4) et de l'hormone de croissance (GH) (Tixier-Boichard *et al.*, 1989). En outre, la déiodination dans le foie est réduite malgré la présence de déiodinase dans les cellules hépatiques, et l'attachement de l'hormone de croissance aux cellules hépatiques est réduit chez les sujets portant la mutation nanisme (Mérat, 1990b).

Le gène du nanisme DW^*N ne réduit pas l'âge à la maturité sexuelle et la différence sur le nombre d'oeufs n'a pas été observée entre les sujets normaux et nains de souche chair (Marks, 1981). En outre, les poulettes naines pondent très peu d'œufs anormaux. Dans les souches lourdes, ce gène n'a pas d'effets défavorables ni sur la ponte ni sur l'éclosion ou la survie et ne diminue que modérément de 5 à 10% le poids des œufs (Mérat, 1990b). De la même étude il est observé que l'âge moyen au premier oeuf est retardé de quelques jours à deux semaines et le nombre d'oeufs est abaissé dans les populations « pondeuses », et davantage dans le type Leghorn plus léger que dans les types à oeuf brun, mais le nombre d'œufs ne subit pas de réduction dans les lignées « chair ».

Le croisement entre une lignée maternelle hémizygote « $DW/-$ » et des mâles normaux (DW^*N/DW^*N) donne une descendance de taille normale mais économise 20 à 25 % la consommation alimentaire de la reproductrice, qui, au surplus, produit un nombre de poussins un peu plus élevé qu'une poule lourde «classique» comparable, avec très peu d'œufs à deux jaunes ou sans coquille (Mérat, 1990b). La progéniture issue de ce croisement bénéficie d'une croissance normale avec toutefois un poids à l'abattage abaissé de 2 à 4%, à l'âge égal, pour les mâles seuls, hétérozygotes DW^*N/DW^*DW , sans effet décelable sur l'indice de consommation (Guillaume, 1976 ; Mérat, 1984).

Par ailleurs, l'économie d'aliment apportée par l'emploi de reproductrices «chair» nanifiées s'ajoute, dans certains climats, à une meilleure thermotolérance. En raison de la réduction du nombre d'œufs (5 à 15%) et du poids moyen des œufs chez les souches «ponte » nanifiées, quoique l'indice de consommation en moyenne ne soit pas affecté défavorablement, ce gène « DW^*N », en ambiance chaude, peut avoir une complémentarité avantageuse lorsque le gène NA «cou nu» existe ; ce dernier augmentant le poids des œufs et améliorant l'efficacité alimentaire des pondeuses «nanifiées» (Mérat, 1986).

L'identification moléculaire du gène de nanisme a été permise par le clonage du gène du récepteur de l'hormone de croissance, GHR , (Burnside *et al.*, 1991). Le séquençage de la région codante du gène GHR a été réalisé chez des poules Leghorn normales ou naines par Duriez *et al.*, 1993). Chez les femelles normales, la séquence correspond à la séquence publiée, à l'exception des nucléotides 185 et 186 qui portaient chacun la Cytosine au lieu de la Guanine. La substitution de ces deux nucléotides correspondrait au remplacement de la lysine 34 par l'asparagine (K34N) et de la Valine 35 par la leucine (V35L). Chez les poules naines, il est observé en plus de K34N et V35L, une substitution d'un nucléotide G au lieu de T à la position 679 de la séquence codante du gène GHR qui conduit au remplacement de la serine 199 par une isoleucine (S199I). Par ailleurs, en utilisant un jeu d'amorces se situant de part et

d'autre du site de la mutation, la confirmation a été faite que la substitution de S199I est toujours associée à la mutation du nanisme. L'examen des propriétés de liaison de l'hormone de croissance (GH) des membranes plasmiques des cellules exprimant le récepteur muté à la position S199I a montré huit fois moins d'affinité avec le récepteur GH par rapport au récepteur normal. Par ailleurs, l'équipe de Burnside *et al.* (1991) qui avait cloné le gène GHR, avait également identifié deux autres anomalies moléculaires dans le même GHR chez des poulets nains de type chair provenant de deux origines génétiques différentes. Il existe donc au moins trois anomalies moléculaires différentes du même gène lié au sexe chez les poulets qualifiés de 'nains'.

1.2.2. Gènes affectant la structure du plumage

Les principaux gènes qui affectent ce caractère sont 'Frisé' (*F*), 'Cou nu' (*NA*), 'Emplumement lent' (*K*), 'Huppe' (*CR*), 'Barbe et favoris' (*MB*), 'bottes de vautour' (*VH*) et 'tarse emplumé' (*PTI*).

Le gène frisé (F)

Le gène frisé (*F*) décrit en 1600 par Aldrovandi cité par Hutt, (1949) est très répandu dans les populations de poules locales de la zone intertropicale (Ibe, 1990 ; Fotsa et Poné, 2001). Le sujet homozygote F^*F/F^*F possède des plumes très frisées (comme crépues), fragiles et cassantes, au rachis très recourbé et aux barbes également très frisées. La mutation est incomplètement dominante, l'hétérozygotie se manifeste par des hampes et des barbes recourbées à un degré moindre que pour l'homozygote. La présence de la mutation *F* peut influencer les performances en milieu chaud, ce qui peut constituer un avantage adaptatif pour les poules locales en milieu tropical. Selon Horst (1987), Haanren-Kiso *et al.* (1988), le gène *F* à l'état hétérozygote F^*F/F^*N et en combinaison avec le gène cou nu (*NA*) augmente le nombre et la masse des œufs et diminue la mortalité de poulets à croissance modérée en condition de stress de chaleur. Chez des poulets de chair élevés à 32°C, la mutation frisé *F* augmente le gain de poids de 4 à 7 semaines d'âge et le poids corporel à 7 semaines (en l'absence du gène Cou Nu), mais n'a aucun effet sur le rendement de la carcasse (Yunis et Cahaner, 1999). Par ailleurs, Bordas et Mérat (1990c) ont comparé les génotypes hétérozygotes pour la mutation *F* et homozygote normal (plumage non frisé) chez des mâles et des femelles, jeunes au sol et à température modérée, ou adultes en cage à température élevée. Ces travaux ont montré l'absence d'effet du génotype frisé sur la croissance et sur l'indice de consommation des coquelets à 31°C, sauf peut-être entre les âges de 8 à 10

semaines où l'efficacité alimentaire des oiseaux frisés était légèrement inférieure. Ils ont, en outre, montré que la quantité de plumage rapportée au poids corporel n'était pas différente pour les deux génotypes comparés. Chez les poules en ponte, ces travaux n'ont montré aucun effet significatif de la mutation frisée à l'état hétérozygote sur le nombre d'œufs, l'âge au premier œuf, le pourcentage d'œufs anormaux ou cassés, le poids moyen des œufs, l'efficacité alimentaire et la mortalité.

Le gène cou nu (NA)

Le gène cou nu (*NA*) qui modifie la répartition des plumes sur le corps, est autosomal incomplètement dominant (Greenwood, 1927) ; le sujet homozygote $NA*NA/NA*NA$ est plus déplumé que l'hétérozygote $NA*NA/NA*N$ au niveau du cou mais aussi du ventre. En effet, toutes les surfaces emplumées (ptérylies) sont réduites sous l'effet de la mutation *NA*, et la face interne de la cuisse est presque nue chez les homozygotes. Cette réduction du plumage augmente ainsi la déperdition calorifique vers le milieu ambiant et, par la suite, le besoin énergétique et la consommation alimentaire en climat tempéré. Cette réduction du plumage a aussi une influence favorable sur les performances de l'oiseau quand la température ambiante est élevée. A une température intermédiaire se situant entre 24 °C et 25 °C, la croissance et l'efficacité alimentaire diffèrent peu entre les génotypes hétérozygote *NA* et homozygote normal. Vers 30 °C et au dessus, les homozygotes et les hétérozygotes cou nu sont plus lourds que les normaux et leur efficacité alimentaire est aussi bonne, sinon meilleure. On observe ainsi une interaction *génotype x environnement* très significative notamment pour la croissance et pour la ponte. Cependant ces caractères peuvent être corrigés par un contrôle de l'environnement, et éventuellement, pour la production d'œufs, par la combinaison avec le gène de nanisme lié au sexe (Mérat, 1986). Les poules 'cou nu' maintiennent mieux leur taux de ponte, et le poids moyen de l'œuf est supérieur (jusqu'à 3 – 4 g) à celui de leurs soeurs normales. Cet avantage est également noté pour le rendement à l'abattage (de 2% par suite de la réduction du plumage) et de viande notamment avec les pectoraux bien développés (Mérat, 1990c). Des résultats analogues ont été respectivement trouvés sur des croisements entre la race Fayoumi de petite taille et une population mi-lourde de type poulet de chair standard (Zein-El-Dein *et al.*, 1981, 1984). Il a été aussi clairement démontré (Cahaner *et al.*, 2003) que le poulet de chair à 'cou nu' a un avantage économique en climat chaud en raison d'une meilleure vitesse de croissance, d'une meilleure viabilité et d'un rendement en chair du bréchet plus élevé de 1 à 2 % par comparaison au témoin normalement emplumé. En associant des gènes cou nu *NA* et frisé *F*, certains auteurs (Mathur et Horst, 1990 ; Horst et

Mathur, 1994 ; Cahaner *et al.*, 1994) notent un effet avantageux de *F* d'environ 10% (du même ordre de grandeur que pour *NA*) à température élevée sur le poids corporel à 7 semaines, et de 15 % chez des sujets portant à la fois les mutations *NA* et *F*. En outre, les poules locales 'cou nu' ont montré une supériorité en quantité de viande par rapport aux poules locales naines (Safalaoh, 2001). Dans les conditions difficiles de l'élevage avicole rural, caractérisé par des contraintes alimentaires, sanitaires, logistiques et de stress thermique, les poules améliorées ont des difficultés d'adaptation et de survie, alors que leurs homologues portant le gène 'cou nu' et les poules locales portant cette mutation ont de bonnes performances de production avicole (Barua *et al.*, 1998). Les travaux de Fotsa et Poné (2001) ont montré la présence de la mutation *NA* au sein de la population des poules locales ce qui suggère qu'on peut utiliser l'avantage de ce caractère adaptatif pour améliorer le potentiel de production en milieu rural. Cependant, l'aspect extérieur de ces sujets, évoquant une 'tête de vautour', peut aussi avoir une connotation culturelle négative, ce qui risque d'influencer le développement de ce génotype dans les pays tropicaux qui l'admettent.

Le gène d'emplumement

Le déterminisme génétique des gènes d'emplumement caractérisant la vitesse de croissance des plumes a été étudié par Serebrovsky (1922). Cet auteur a mis en évidence une mutation dominante liée au sexe, notée *K* (gène d'emplumement lent) par rapport au type sauvage à emplumement rapide (*K*N*). Les poussins à emplumement rapide présentent des rémiges primaires et secondaires ainsi que les plumes de couverture bien apparentes, les rémiges étant plus longues que les plumes de couverture alors que les poussins *K* présentent des rémiges de la même longueur que les plumes de couverture. Cette mutation est utilisée pour l'autosexage du poussin à l'éclosion, par l'examen de la différence de longueur entre les rémiges et les plumes de couverture. Les homozygotes mâles *K*K/K*K* peuvent même avoir les rémiges plus courtes que les plumes de couverture. Le type sauvage correspond au type rencontré dans la plupart des races dites méditerranéennes, à emplumement rapide. Inversement, la plupart des races asiatiques, anglaises et américaines sont à emplumement lent *K*. Selon certains auteurs, le type sauvage est associé à une croissance rapide et à l'augmentation de la ponte ovulaire chez les poules locales (Nwosu et Ahana, 1987). Chez des poulets Leghorn blancs, Fotsa *et al.*(2001) n'ont pas trouvé d'effets significatifs de la mutation *K* sur la croissance à 10 semaines d'âge quoiqu'un léger avantage soit donné au génotype avec emplumement lent (*K*). A l'abattage, les carcasses du type sauvage présentent moins de sicots et moins de griffures que les animaux *K* (Coquerelle, 2000). Le principal effet

économique de la mutation *K* a été observé chez les poules Leghorn blanches, avec une augmentation de la mortalité due à la leucose (Harris *et al.*, 1984). Cet effet a été expliqué par la liaison génétique entre la mutation *K* et la présence d'une insertion rétrovirale endogène (Bacon *et al.*, 1988). Il n'est donc pas évident que la mutation *K* ait un intérêt adaptatif pour les poules locales en climat chaud, et sa présence est susceptible d'interagir avec l'incidence de maladies dues à des rétrovirus comme la leucose.

Le gène de la huppe CR

La huppe est due à la mutation *CR*, autosomale dominante incomplète (Hurst, 1905; Davenport, 1906). La huppe est un allongement des plumes situées à l'arrière de la crête et se présente sous différentes tailles et formes qui dépendent du même locus. Toutes les formes de huppe sont contrôlées par le locus *CR*, lié au locus *F* comme au locus *I* (plumage blanc dominant). Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut pas associer d'effets au locus *CR* sur les performances des poules ni savoir si les formes alléliques dépendent de gènes modificateurs ou s'il y a plusieurs allèles dominants sur le type sauvage *CR*N* au même locus. Cependant, les sujets homozygotes montrent parfois une déformation du crâne, et peuvent avoir des difficultés de vision, dues à un effet de gène mécanique. La huppe est fréquemment rencontrée dans les variétés ornementales.

Le gène barbe et favoris au locus MB

La présence de barbe et favoris (locus *MB*) constitue un caractère incomplètement dominant (Davenport, 1906). Les favoris consistent en un allongement des plumes portées horizontalement de chaque côté de la face, et la barbe en un allongement des plumes situées sous le bec à la verticale en direction du bas. Aucun effet de cette mutation n'a été décrit sur les performances des poules. Cependant, cette masse de plumes rendrait les poules plus sensibles à l'humidité et aux salissures d'aliment, ce qui peut favoriser certaines maladies respiratoires ou mycosiques (Coquerelle, 2000). De plus, les barbillons sont très réduits, voire absents, ce qui peut limiter l'adaptation à la chaleur par réduction des surfaces non emplumées.

Le gène de la botte de vautour

Le phénotype 'botte de vautour' est dû à une mutation à dominance incomplète *VH* (*vulture hocks*) notée par Davenport (1906) et Danforth (1929). Les animaux homozygotes *VH*VH* ont une partie des plumes postérieures du pilon allongées et rigides, et elles sont

dirigées vers l'arrière du corps. Toutes les races manifestant ce caractère ont également les tarses emplumés bien que le caractère tarse emplumé soit également présent chez les sujets ne présentant pas de botte de vautour. Il est cependant possible que le caractère 'bottes de vautour' à lui seul suffise pour avoir des tarses emplumés. Plusieurs races possèdent ce caractère (Boyer, 1956 ; cité par Coquerelle, 2000); ce qui suggère la présence d'ancêtres communs porteurs de la mutation *VH* dans la formation de ces races.

Les gènes pattes emplumées

Le phénotype patte emplumée (*PTI*) ou *ptilopody* est caractéristique de plusieurs races qui diffèrent très souvent entre elles par la position des plumes sur le tarse et les doigts. Plusieurs études ont été faites pour trouver le déterminisme génétique de ce caractère. De la dominance incomplète proposée par Hurst (1905) sur la race Cochin à la dominance de deux mutations indépendantes, chacune pouvant donner le tarse emplumé, d'après les travaux de Punnett et Bailey (1918) effectués sur la race Croad Langshans, Serebrovsky (1926) cité par Somes (1990) arrive à la conclusion sur la race Brahma qu'il s'agirait de deux gènes dominants. Cette conclusion a été approuvée par Dunn et Jull (1927) sur la race Nègre soie. De ces travaux, il est convenu que le caractère est gouverné par trois allèles *PTI-1*, *PTI-2* et *PTI-3* sur le locus *PTI*. Cette mutation serait associée à une meilleure croissance des poules locales au Nigéria (Ikeobi *et al.*, 2000). Elle est également présente chez les poules locales du Cameroun (Fotsa et Poné, 2001).

1.2.3. Gènes affectant la forme de la crête

Plusieurs types de crêtes sont couramment rencontrés chez les poules. Les formes de ces crêtes dépendent généralement des gènes situés aux locus R et P.

La crête rosacée est une mutation à dominance complète décrite au locus *R*. D'abord étudiée par Bateson (1902) puis par Bateson et Punnett (1906), la crête rosacée peut revêtir plusieurs formes sous l'effet des gènes modificateurs, allant de l'horizontal avec une pointe projetée vers l'arrière à la crête suivant la courbure de la tête avec la partie postérieure descendante. L'effet associé à ce locus est l'infertilité des coqs homozygotes R^*R/R^*R par rapport à leurs homologues hétérozygotes R^*R/R^*N et homozygotes R^*N/R^*N . D'après certaines études (Fox *et al.*, 1964; Crawford et Smyth, 1965 et Cook et Siegel, 1973 cités par Coquerelle, 2000), les homozygotes dominants sont moins actifs du point de vue accouplement et selon Crawford et Smyth (1964), la durée de fertilité est plus courte après insémination. Il est également montré que la motilité de leurs spermatozoïdes après stockage

est moindre (Petitjean et Cochez, 1966).

La mutation crête en pois est dominante incomplète au locus *P* (Bateson, 1902). Ce caractère est porté par plusieurs races. A l'état homozygote P^*P/P^*P , la crête est très petite et constituée de trois rangées de papilles, la rangée centrale étant la plus développée. Les animaux portant une crête en pois ont des barbillons de taille très réduite, ce qui est plus marqué chez les poules que chez les coqs tandis que les hétérozygotes P^*P/P^*N ont la crête suffisamment développée au point de tomber de côté et peut cacher l'oeil. Chez ces derniers, la rangée de papilles centrales est moins développée que les rangées latérales. A la naissance, il est facile de détecter les animaux portant cette mutation (Coquerelle, 2000). L'effet de cette mutation sur les performances zootechniques est une diminution de la croissance à 8 semaines et à 40 semaines, son effet est légèrement dépressif sur le poids corporel chez les femelles et diminue aussi leur consommation résiduelle de 1,8 % (Mérat, 1990c). Cette conclusion a été renforcée par la corrélation positive trouvée par Bordas et Mérat (1981) entre la taille des barbillons et la fraction « résiduelle » [à poids et ponte égaux] de la consommation alimentaire. En outre Mérat (1990c) a montré un effet favorable de la mutation *P* de 8 % sur le poids corporel des coqs P^*P/P^*P comparé à celui de leurs homologues P^*N/P^*N . Selon cet auteur, l'avantage observé chez les mâles et non chez les femelles serait probablement influencé par les hormones sexuelles.

1.2.4. Gènes affectant la couleur des tissus et des appendices

1.2.4.1. Couleur de la peau des tarse

La peau et les pattes peuvent présenter différentes colorations, selon qu'il y a présence ou absence de xanthophylles dans l'épiderme, présence ou absence de mélanines dans le derme ou l'épiderme. Trois locus interviennent principalement : le locus *W* sur la coloration jaune ou blanche de l'épiderme, le locus *ID* sur la coloration gris ardoise du derme, le locus *E* sur la coloration noire de l'épiderme (Coquerelle, 2000). La coloration de la peau et des pattes par des xanthophylles est contrôlée par le locus *W*. L'allèle sauvage, dominant (W^*W) ne permet pas la fixation de xanthophylles dans la peau, les tarse, le bec et la graisse ; alors que la mutation récessive autosomale W^*Y donne une patte jaune chez l'homozygote (Bateson, 1902). Les pigments xanthophylles alimentaires s'accumulent progressivement et le phénotype est facilement identifiable à partir de l'âge de 8 semaines. Ce phénotype est très répandu dans de nombreuses races (Cornish, Leghorn, Plymouth, Rhode Island, Wyandotte) et se retrouve donc dans les lignées commerciales de chair, de type industriel et du type label, de même que chez les pondeuses commerciales, à œufs blancs ou bruns. L'intensité de la

coloration jaune du tarse est fonction de l'alimentation, du sexe et de l'âge, et peut varier entre races (Collins *et al.*, 1955). Ainsi, les tarses de coqs peuvent être moins colorés que ceux des poules avec une même ration alimentaire. Certains gènes liés au sexe, comme la mutation 'Barrure' ou 'argenté' réduisent l'intensité de la coloration jaune du tarse (Jaap, 1955).

La présence ou l'absence de mélanines dans le derme sont déterminées par le locus *ID*, lié au sexe, où 3 mutations *ID*ID*, *ID*C*, *ID*M* ont été décrites. Punnett (1923) montre que l'allèle dominant *ID* (inhibiteur du pigment noir dans le derme), empêche le dépôt de mélanine dans le derme des tarses et donne une coloration du tarse blanche ou blanc rosé. L'allèle sauvage, récessif, permet le dépôt de mélanine et donne la coloration du tarse gris bleu ardoisé de la poule de jungle ; cependant ce phénotype n'est pas clairement visible avant l'âge de 8 semaines. Les tarses gris bleus sont courants dans les populations locales du Cameroun et/ou les races de type méditerranéen à l'instar de la Bresse Gauloise. La présence simultanée de la mutation *W*Y* 'peau jaune' et de l'allèle sauvage au locus *ID* conduit à une coloration verte de la patte. L'allèle *ID*M* permet un dépôt très précoce de mélanine, il fonce la couleur des tarses quand il est combiné avec la mutation 'noir étendu' au locus *E*, et il donne aux yeux une couleur rouge soutenu. L'allèle *ID*C* colore le bec et un peu le plumage. La mutation *I* (blanc dominant) diminue l'intensité de la coloration gris-ardoisé du type sauvage, mais n'a pas d'effet sur les allèles *ID*M* et *ID*C*. Le locus *E*, qui contrôle la répartition du pigment noir du plumage sera décrit plus loin, mais il faut noter que l'allèle dominant 'Noir étendu' à ce locus permet la présence de mélanine dans l'épiderme des tarses qui lui donne une apparence noire, différente de celle produite par le gène *ID*, et susceptible de cacher la présence d'une coloration jaune de la peau.

1.2.4.2. Couleur de la peau et du tissu conjonctif

La coloration noirâtre du tissu conjonctif est due à la mutation autosomale dominante *FM* (pour fibromélanose) étudiée par Kuklenski (1915) cité par Coquerelle (2000). En association avec le génotype sauvage au locus *ID*, qui permet le dépôt de mélanine, la mutation *FM* produit une pigmentation noire intense de l'enveloppe des muscles, des nerfs, des tendons, des vaisseaux sanguins, des gonades, du mésentère, du périoste. Ce phénotype est caractéristique de certaines races asiatiques (Coquerelle, 2000), et notamment de la race Silkie chinoise, et de la race Kadakanath indienne (Crawford, 1990).

1.2.4.3. Coloration des crêtes, barbillons et lobe auriculaires

La présence ou non des pigments xanthophylles affecte également la crête et les barbillons. Il a été montré (Deakin et Robertson, 1935) que la coloration de la crête dépend du locus autosomal *G*. Le type sauvage *G*N* donne la crête et les barbillons rouge vif, alors que l'allèle muté *G*G*, accentue la couleur jaune des appendices en présence de la mutation *W* au moment de la maturité sexuelle, puis la tête des coqs se rapproche de la coloration « normale » tandis que celle des poules devient rose pâle. Les auteurs ci-dessus ne notent cependant pas d'anomalie en présence du génotype sauvage au locus *W*. La coloration 'blanche crème' des oreillons présente chez certaines races à peau jaune (Landaise, Leghorn) correspond à la présence de pigments xanthophylles due au génotype *W W*.

La mutation *FM* donne à la crête et aux barbillons une couleur violette foncée tandis que les oreillons, les tarsi et le bec sont bleus. La coloration noire ou bleuâtre de l'épiderme de la face et des appendices, présente chez certaines races, est d'origine génétique et semble liée aux allèles *E*E* et *E*ER* décrits plus loin, mais toutes les races portant ces allèles n'ont pas cette pigmentation. Cela indique que ces allèles sont nécessaires mais pas suffisants, car d'autres facteurs génétiques non encore élucidés peuvent intervenir notamment le gène dominant incomplet nommé *FP* (pour forte pigmentation) dans la race Ardennaise d'après Anonyme (1995) cité par Coquerelle (2000).

Les oreillons blancs sont caractéristiques des races méditerranéennes. Certaines plus anciennes races continentales européennes ont des oreillons blancs tandis que d'autres présentent des oreillons bleuâtres. Les oreillons rouges sont caractéristiques des races asiatiques (Coquerelle, 2000). Le déterminisme génétique de la coloration du lobe auriculaire est complexe et polygénique (Warren, 1928 ; Louvier, 1934 cités par Coquerelle, 2000).

1.2.5. Gènes affectant la coloration du plumage

Le plumage peut être coloré de noir, de gris, de bleu ou vert optique et de brun grâce aux eumélanines noires et brunes. Les phaeomélanines sont responsables des colorations jaunes à rouges. Les xanthophylles ne semblent pas intervenir dans le plumage de l'espèce *Gallus*. D'une manière générale, il semble que les poules pondeuses ayant un plumage de couleur claire aient une meilleure efficacité alimentaire (aliment ingéré par kg de masse d'œufs pondus) que les poules de couleur foncée (Mérot, 1967).

1.2.5.1. Inhibition de la pigmentation

Trois locus sont reconnus pour inhiber la synthèse des deux types de mélanine (locus *C*

et locus *S* allèle albinos) ou de l'eumélanine seulement (locus *I*) ou de la phaeomélanine seulement (locus *S*).

L'allèle sauvage *C*N* au locus *C*, autosomal, permet la coloration du duvet et du plumage par les pigments noirs, bruns et rouges. Par conséquent toutes les races colorées portent cet allèle. Le phénotype blanc récessif dû à l'allèle *C*W* (Bateson et Punnett, 1906) donne à l'état homozygote un duvet jaune très clair et des rémiges blanches chez le poussin d'un jour. Le plumage est blanc, les yeux colorés. Parfois le duvet des poussins peut être « fumé » les rémiges étant blanches mais le plumage adulte est blanc. Il peut se trouver que le duvet présente des traces de rouge doré autour de la crête ou sous forme de rayures très diluées sur le dos. A l'état adulte, le plumage sera soit blanc uniforme, soit avec un reflet rosé très clair sur la zone pile des coqs, ou saumoné devant le cou et en haut de la poitrine chez la poule indiquant ainsi la présence des allèles sauvage au locus *E*, et au locus *CO*. Des études ont montré que les oiseaux portant l'allèle sauvage *C*N* au locus *C* sont plus lourds à 8 semaines que les homozygotes blancs et les poules adultes colorées sont plus lourdes et pondent des œufs plus gros que les poules blanches (Mérat, 1967). On sait maintenant que le locus *C* correspond au gène de la tyrosinase, enzyme clé pour la synthèse des mélanines (Tobita-Teramoto *et al.*, 2000 ; Chung Ming *et al.*, 2006).

La mutation *I* est incomplètement dominante (Bateson, 1902) et inhibe la formation des eumélanines et dans une moindre mesure celles des phaeomélanines dans le duvet et le plumage. Le poussin peut donc être jaune très clair ou présenter plus ou moins de rouge. L'adulte ne présente pas de noir dans son plumage qui peut être blanc ou rouge doré à sous-plumage clair. Le locus *I* correspond au gène codant pour la protéine PMEL17, qui est un constituant du mélanosome, organite de stockage des mélanines (Kerje *et al.*, 2004). Les animaux porteurs de la mutation *I* à l'état hétérozygote avec les allèles déterminant l'extension du noir (locus *E*) peuvent présenter des taches ou des plumes noires et (ou) une couleur de fond blanc sale. L'allèle sauvage est récessif et permet la pigmentation du plumage. Par conséquent, toutes les races présentant du noir, du noir dilué, ou du noir barré dans leur plumage sont homozygotes pour l'allèle sauvage au locus *I* et au locus *C*.

L'inhibition de la couleur rouge est due à la mutation argentée *S*S* au locus *S* lié au sexe (Sturtevant, 1912). L'allèle sauvage et récessif *S*N* déterminent une couleur allant du froment clair au rouge acajou, en passant par le rouge doré. Son expression peut être modifiée par plusieurs gènes. Cet allèle est le type sauvage présent dans les différentes sous-espèces de *Gallus gallus* et dans toutes les races dorées ainsi que dans la plupart des races à noir étendu,

chez lesquelles le doré est masqué par l'effet d'autres locus, et, dans une moindre mesure, dans certaines races blanches. La mutation argentée S^*S est incomplètement dominante, les mâles hétérozygotes pour cette mutation peuvent présenter des traces de phaeomélanine et leur couleur dépend aussi de leur génotype à d'autres locus. De plus, les eumélanines brunes peuvent être parfois confondues avec les phaeomélanines, notamment chez les races saumonées de génotype sauvage au locus CO .

Le locus S peut être utilisé pour le sexage à un jour dans les croisements colorés à noir restreint. Pour y réussir, la souche paternelle doit être homozygote pour l'allèle sauvage la souche maternelle doit être argentée, tous les fils seront de type argenté et les filles seront dorées comme le père. A l'éclosion, les femelles sont rouge doré et les mâles sont jaune blanchâtre. Le locus S présente un troisième allèle, dénommé 'albinisme imparfait' S^*AL , qui supprime les deux types de mélanines, et n'existe que dans des lignées expérimentales. Il a été récemment démontré que le locus S correspond au gène codant pour la protéine SLC45A2 (Gunnarsson *et al.*, 2007).

1.2.5.2. Extension et restriction du pigment noir sur le plumage

L'extension du pigment noir dans le plumage est principalement contrôlée par le locus E , dont l'action est cependant soumise à l'effet de gènes modificateurs, ML , CO et DB .

- Le locus extension du noir ' E ', autosomal, comprend 8 allèles allant de l'allèle dominant noir étendu E^*E à l'allèle récessif E^*Y avec très peu de noir (Morejohn, 1955; Brumbaugh et Hollander, 1965; Moore et Smyth, 1972). Le locus E correspond au gène codant pour le récepteur à l'hormone mélanostimulante (Kerje *et al.*, 2003).

- L'allèle E^*E donne l'expression maximale de la couleur noire. Le plumage est uniformément noir chez le coq et chez la poule. Les tarse sont généralement noirs (épiderme). Les hétérozygotes peuvent ressembler à des porteurs de E^*R et aucun coq hétérozygote pour l'allèle E n'est complètement noir sans l'action complémentaire de gènes mélanisants comme ML .

- L'allèle E^*R donne un plumage à noir étendu mais laisse apparaître soit le rouge doré, soit l'argenté. Les tarse, sans être aussi noirs qu'avec l'allèle E , sont néanmoins plus foncés qu'avec les autres allèles de la série. La poule est plus noire que le coq, le rouge doré ou l'argenté pouvant être réduits au seul camaïlé chez la femelle. Le coq peut ressembler au type sauvage mais avec toutes les rémiges noires, et présenter un maillage argenté ou doré sur le devant du cou et le haut de la poitrine. La coquille de l'œuf des poules à plumage noir étendu (E^*E et E^*R) est plus épaisse et est plus colorée que celle des poules à plumage noir

restreint (Mérat, 1970).

- l'allèle $E*WH$ (froment) est récessif aux précédents, mais reste dominant par rapport à d'autres allèles de la même série. Chez le poussin froment, le duvet est jaune clair en présence de la mutation argentée $S*S$ ou doré $S*N$ avec le type sauvage et peut présenter de légères traces de rayures sur le dos ou sur la tête. A l'état adulte, le coq présente le même patron que celui du type sauvage mais avec un sous-plumage plus clair. La poule quant à elle a la poitrine crème à doré clair mais n'est pas saumonée comme le type sauvage. Son plumage a peu de noir sur le dos et le dessus des ailes qui est de couleur brun clair. Les rémiges primaires sont bien noirâtres. Les oiseaux portant cet allèle ont très peu de tarsi gris bleuté car $E*WH$ diminue très fortement l'expression de l'allèle sauvage au locus ID .

- l'allèle $E*N$ est le type sauvage (ou encore $e+$) trouvé par définition chez *Gallus gallus* et donne un poussin au duvet rayé par trois bandes longitudinales sur le dos. La bande centrale plus large et de couleur brune continue sur la tête, les deux bandes latérales plus étroites étant brun noirâtre, et le poussin semble maquillé. Chez le coq, la poitrine, les cuisses, le ventre, la queue et les rémiges primaires sont noirs, et la base de la queue présente une touffe duveteuse blanchâtre. Le camail, la selle, le dessus des ailes et du dos ainsi que la partie visible des rémiges secondaires sont soit rouge doré, soit blanc argenté suivant l'allèle présent au locus S , et le sous-plumage est gris. Chez la poule, la poitrine est d'un saumoné soutenu se dégradant vers les cuisses, le ventre est grisâtre, la queue et les rémiges sont noires bordées de doré ou d'argenté, le camail est doré ou argenté flammé de noir. Le dessus du corps et des ailes est finement pointillé de noir, ce qui donne une teinte fauve clair avec le rouge doré ou grise avec l'argenté, et le sous-plumage est grisâtre.

- l'allèle $E*B$ (b pour *Brown*) donne un poussin au duvet présentant la barre dorsale centrale brune élargie et plus ou moins nette et la tête brun chocolat. Le plumage du coq adulte est semblable à celui du type sauvage. Chez la poule adulte, le plumage ressemble à celui de la poule sauvage sauf pour la poitrine qui n'est pas saumonée mais présente le même pointillé (plus grossier que chez la poule de type sauvage) que sur le dos et les ailes.

- l'allèle $E*S$ (s pour *speckled*) donne un poussin au phénotype très proche de celui du type sauvage pour le dos mais différant pour la tête, avec un 'maquillage' incomplet. Les poules adultes ressemblent à celles du type Brown mais en moins foncé. Les coqs adultes ont le même aspect que celui du type sauvage.

- l'allèle $E*BC$ (bc pour *buttercup*) selon Smyth *et al.* (1980) donne un poussin au duvet rayé mais la bande centrale est discontinue sur la tête, de même que les bandes latérales sur le dos. Chez les animaux adultes, le plumage du coq est celui de type sauvage et celui de

la poule ressemble au type Brown.

- l'allèle E^*Y (y pour *yellow*) est le plus récessif alors que E^*WH est dominant sur l'allèle sauvage. Jeffrey (1974) différencie ces deux allèles noir restreint en fonction de la présence de plumes noires au niveau du camail : E^*WH n'y induit pas de plumes noires, alors que E^*Y permet les plumes noires au cou et sur la selle du coq. On observe donc un dimorphisme sexuel pour la plupart des allèles, mais le locus CO peut modifier ce dimorphisme.

Plusieurs locus sont décrits comme modificateurs du noir : ML et CHA renforcent l'action du locus E alors que CO et DB la restreignent.

La mutation ML (*mélanotic*) est autosomale incomplètement dominante et noircit des zones normalement rouges en présence de l'allèle doré S^*N au locus S , notamment dans la zone pyle. Moore et Smyth (1971) ont obtenu une lignée noire homozygote pour l'allèle E^*B et pour la mutation ML . D'après cette étude, les poussins d'un jour ne sont pas noirs, le sous-plumage des coqs adultes présente beaucoup de blanc et les adultes n'ont pas de pattes noires. L'hétérozygotie pour la mutation ML fonce le plumage en présence des allèles E^*N et E^*B , mais n'a pas d'effet sur les femelles homozygotes pour E^*WH . Les homozygotes pour la mutation ML sont noirs avec l'homozygotie pour E^*B et presque noirs avec l'homozygotie pour E^*N et E^*WH , mais le saumoné reste apparent chez les femelles.

- La mutation récessive CHA^*C (*cha* pour *charcoal* ou de charbon bois, Crawford, 1986) a un effet mélanisant en présence des allèles E^*WH , E^*Y , E^*B . Cet effet s'exprime chez le jeune mais n'est pas visible à l'éclosion. Les races homozygotes pour E^*B et ML , ayant le plumage adulte noir étendu mais pas le duvet à un jour, et n'ayant pas les pattes noires, portent un facteur mélanisant qui pourrait bien être CHA (Jeffrey, 1974).

- La mutation CO^*C , autosomale dominante (Smyth et Somes, 1965), supprime le dimorphisme sexuel. La mutation CO supprime presque complètement le pigment noir en présence des allèles E^*B , E^*N et E^*WH . L'action de CO est plus marquée chez les coqs que chez les femelles. Les coqs homozygotes pour l'allèle sauvage au locus CO , ont tous le phénotype du coq de jungle, et les poules ont la poitrine saumonée.

- La mutation DB^*B (pour *dark brown*) a été mise en évidence par Moore et Smyth (1972) dans la race Fayoumi dorée barrée. Ces auteurs ont constaté que cette mutation transforme la coloration du duvet normalement noir des animaux E^*R en brun foncé et se comporte comme un dominant incomplet. En présence des allèles E^*WH , E^*B et E^*N , Moore *et al.* (1978) rapportent que le pigment noir est limité aux ailes et à la queue chez les coqs homozygotes $DB DB$. D'après Campo et Alvarez (1988) cités par Coquerelle (2000), la

mutation $DB*B$ se traduit, à l'état hétérozygote, par des taches rouges sur le bout des plumes noires de la poitrine chez les coqs. Chez les femelles, s'il agit bien comme un dominant en présence des allèles $E*N$ et $E*B$, il agit par contre comme un récessif avec l'allèle $E*R$.

1.2.5.3. Intensité de la pigmentation

1.2.5.3.1. Dilution de tous les pigments (eumélanine et phaeomélanine)

La mutation LAV (*lavender*) est récessive autosomale (Brumbaugh *et al.*, 1972). Elle est responsable de la dilution du noir en gris clair appelé aussi perle et de la dilution du rouge doré en chamois-crème. Ce caractère est trouvé chez les variétés dites lavande, perle ou porcelaine.

1.2.5.3.2. Dilution du noir.

Deux mutations sont connues pour diminuer l'intensité du noir : CHO (pour *chocolate*) et BL (pour *blue*).

La mutation CHO est liée au sexe (Carefoot, 1985) et remplace l'eumélanine noire par de l'eumélanine brune. Elle semble rare.

La mutation $BL*B$ (*pour blue*) illustre la dominance intermédiaire (Bateson et Punnett, 1906 ; Lippincott, 1918). Ces auteurs comparent les animaux non mutés, dont les eumélanines ont la forme de bâtonnets et donnent un coloris noir, et les animaux hétérozygotes $B*BL/BL*N$ qui ont des eumélanines ayant une forme arrondie donnant une coloration gris bleuté. Les sujets homozygotes $BL*BL/BL*BL$ sont d'une coloration blanchâtre plus ou moins tachetée de bleu ou de noir. Le mutant BL est présent dans les variétés telles la bleue Gauloise, la Flèche, Coq de Pêche du Limousin ou Combattant du Nord et des races blanches, comme la Leghorn. Les poulettes hétérozygotes pour la mutation $BL*B$ ont une mortalité significativement réduite comparée à leurs sœurs homozygotes normales (Mérat, 1973).

1.2.5.3.3. Gènes modifiant la pigmentation rouge doré

Les locus responsables de la modification de la pigmentation rouge dorée sont : MH (pour *acajou*) et IG (pour *crème*).

La mutation $MH*M$ (*mahogany* ou *acajou*) est dominante autosomale (Brumbaugh et Hollander, 1966). Elle diminue la quantité de pigment noir sur le dos et les ailes, et fonce le rouge avec certaines combinaisons génétiques (Smyth, 1990). De nombreuses races portent ce caractère notamment la Rhode Island Red, la New Hampshire et le Combattant Indien brun faisan (*dark*).

La mutation récessive autosomale *IG* (*inhibitor of gold* ou crème) a été mise en évidence par Taylor (1932) et donne à l'état homozygote un phénotype très clair proche de l'argenté *S* chez le coq, mais plutôt chamois jaunâtre chez la poule. D'après Smyth (1990), le duvet des poussins homozygotes *IG IG* à l'éclosion est plus clair que celui des animaux porteurs de l'allèle normal, mais pas chez les oiseaux de type sauvage au locus *E*.

1.2.5.4. Dessins de plumage

1.2.5.4.1. Le plumage coucou

Ce type de plumage dépend du locus *B* (barrure liée au sexe) décrit par Spillman (1908). Cet allèle se traduit chez le poussin par une tache blanchâtre sur la tête. Elle est plus étendue chez le poussin homozygote que chez l'hétérozygote et chez les femelles hémizygotés. De plus, les poussins noirs [*E ML*] et barrés ont des tarsi plus clairs que ceux des hétérozygotes et hémizygotés. Grâce à la tache et aux tarsi, on peut sexer les poussins de race pure [*E ML*]: homozygotes *B/B* pour les mâles et hémizygotés *B/-* pour les femelles. Avec les allèles *E*N* et *E*B*, le duvet des poussins homozygotes *B/B* est beaucoup plus clair que celui des hétérozygotes et hémizygotés. Le plumage des adultes montre des bandes transversales de couleur gris clair à blanchâtre sur chaque plume. Les bandes transversales plus claires sont également visibles sur le sous-plumage si celui-ci est foncé. Les plumes des coqs homozygotes présentent des bandes décolorées plus larges que les plumes des coqs hétérozygotes et que celles des femelles hémizygotés. Par conséquent, le plumage des coqs en race pure est plus clair que celui des femelles. Il est par ailleurs noté que la mutation d'emplumement lent (*K*) rend le dessin de la barrure plus net et les bandes sont rendues plus claires avec la présence de l'allèle *Co* (Smyth, 1990).

1.2.5.4.2. Le plumage caillouté et le bariolé

De nombreuses variétés de plumage présentent plus ou moins de taches blanches à l'extrémité distale de toutes les plumes, ou de certaines plumes, et parfois sur toute l'étendue de certaines plumes. Ces variations sont attribuées au locus *MO* (*mottled* ou moucheture).

La mutation *MO*MO* est autosomale et récessive (Hutt, 1949) et donne une tache blanche en bout de plume désignée par le terme caillouté en Français. Le reste de la plume peut être noir ou comporter une zone étroite, noire, en forme de V, séparant la tache blanche terminale de la plume de sa partie colorée par les phaeomélanines (rouge foncé à chamois ou saumoné). On peut aussi appeler ces variétés présentant un V sous la tache blanche par tricolore, pailleté, mille fleurs, porcelaine. Le génotype homozygote muté en présence des

allèles noir étendu *E* et *E*R* diminue l'étendue du noir sur le duvet à la naissance : les côtés de la tête, le dessus du corps ainsi que le bout des ailes sont alors blancs jaunâtres. En présence des autres allèles, il semble n'avoir pas d'effet. L'allèle *MO*PI* donne le phénotype panaché ou bariolé qui comprend des plumes totalement blanches mêlées à des plumes colorées et colorées tachetées de blanc. L'existence d'un deuxième locus *PI* (*pour pied*) a parfois été suggérée mais jamais confirmée.

La présence d'un dessin sur les plumes, de type liseré ou lacé, dépend du locus *PG* (*pattern gene*) associé par Carefoot (1986) à des pointillés noirs diffus sur la plume de la poule sauvage. La mutation *PG*PG* organise le pointillé en trois bandes elliptiques pour former le maillé. En présence de *DB* et *E*R*, *PG* donne la barrure autosomale de type foncé (bandes noires parallèles sur fond argenté ou doré) à l'exemple de la race Fayoumi égyptienne. Ces barrures noires ne sont pas visibles sur le sous-plumage celui-ci étant généralement gris, et sont présentes dans les deux sexes. En présence de *DB* et *E*B*, *PG* donne une barrure autosomale uniquement chez les femelles. Cette barrure est plus étroite avec *E*R* et mieux dessinée. Associés à *DB* et *E*BC*, *PG* donne la barrure autosomale modifiée. Avec le type sauvage *CO*N* et la mutation *ML*, *PG* donne le liseré double qui se différencie du maillé par la bordure noire de la plume, du type Combattant Indien ; en l'absence de *ML*, la combinaison de *PG* et *CP*N* donne le « perdrix maillé » de la Brahma (*E*B*). Le liseré simple avec la plume bordée de noir est obtenu avec l'association des mutations *CO*, *ML* et *PG*. Par ailleurs, l'association des mutations *ML*, *DB* et *PG* correspond au pailleté noir, le bout de la plume étant taché de noir comme chez la Hambourg pailletée (Carefoot, 1985).

1.3. AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

1.3.1. Le contexte

La production d'oeufs et de viande de volailles a connu une évolution spectaculaire au XX^e siècle, pour aboutir à une véritable industrie avicole dans les pays développés. Ceci s'explique par des améliorations dans les domaines de l'élevage, de l'habitat, de la nutrition, de la santé et de la sélection rationnelle aussi bien chez les poulets de chair (Jego *et al.*, 1995) que chez la poule pondeuse (Besbès et Protais, 1995). Le cas de la poule est spécifique car elle est l'espèce qui constitue le socle de notre étude. Ses performances zootechniques ont connu une avancée spectaculaire sous l'effet de la sélection en raison de son cycle de reproduction rapide et avec un intervalle de génération de un an en moyenne.

L'augmentation considérable de la taille des élevages et la facilité de l'exploitation d'une variabilité génétique à travers un meilleur contrôle de l'environnement ont été faits (Tixier-Boichard, 1992). Cela a permis de mettre à la disposition du consommateur des produits de qualité en mettant l'accent sur les caractères de qualité qui ont pris le pas sur le caractère quantité. Pour les poulets de chair, les sélectionneurs orientent la recherche vers une production de poulet jouissant d'une bonne qualité de la carcasse. Ainsi, après la réduction de l'engraissement, la qualité des carcasses et en particulier les parties nobles de la carcasse représentent les objectifs de la filière (Beaumont et Chapuis, 2003). Ces caractères sont hautement héréditaires et montrent par conséquent de fortes possibilités d'amélioration génétique chez le poulet (Le Bihan-Duval *et al.*, 1998) en élevage intensif. Chez les poules pondeuses, les caractères relatifs à la qualité des oeufs (solidité de la coquille, proportion du jaune et la recherche du poids optimum de l'oeuf) ont reçu une attention soutenue (Tixier-Boichard, 1992) mais pourraient bénéficier des nouvelles avancées faites sur la caractérisation moléculaire de la coquille (Nys *et al.*, 2001).

1.3.2. Généralités sur la sélection

La première mission du sélectionneur est l'amélioration zootechnique de l'animal par la modification de son patrimoine génétique. D'après Protais et Donal (1988), la firme de sélection doit détenir les lignées de base, le schéma de sélection, le mode de fabrication de la souche, la transmission du progrès génétique à travers son mode de distribution et doit promouvoir des technologies nécessaires à la pleine expression du potentiel génétique des animaux. Depuis la mise en place des techniques modernes de sélection suite aux travaux de Lush et Hazel, les oiseaux commerciaux (pondeuses ou poulets) sont produits par des croisements à double étage tel que définie la Figure 1 prenant en compte les lignées grand-parentales et parentales. Les objectifs dans ces schémas de sélection étant de bénéficier de la complémentarité (contribution inégale pour un caractère donné des lignées mâles (pour la croissance) et des lignées femelles (pour la ponte) et de la vigueur hybride (phénomène lié au croisement) donnant des sujets aux performances supérieures à la moyenne de celles de leurs parents, voire au meilleur de ses deux parents.

Des préalables doivent être remplis par un caractère pour faire l'objet d'une sélection efficace. Pour cela, il faut que le caractère soit mesurable et que la mesure elle-même enregistre correctement les variations du caractère ; qu'elle soit répétable, héréditaire (valeur de l'hérédité élevée) et qu'elle puisse être prise sur un échantillon important de sujets.

La sélection est faite sur plusieurs critères simultanément pouvant être en synergie

(corrélations positives) entre certains ou en opposition (corrélations négatives) entre d'autres critères. Mais pour ce dernier cas, il est possible au sein d'une population donnée de trouver des animaux améliorateurs sur les deux critères qu'il faudra choisir comme reproducteurs.

Sélection du poulet de chair

La sélection du poulet de chair a pour objectif principal de minimiser le prix de revient du produit final. Pour atteindre cet objectif, la filière connaît une organisation des acteurs. Il s'agit notamment de sélectionneur, de multiplicateur Grand-Parental, de multiplicateur Parental, d'engraisseur, d'abatteur et transformateur, de consommateur. La spécialisation des acteurs à chaque étage permet une lecture efficace de leur intervention.

Pour arriver au produit final, le recours au croisement discontinu est systématique: deux lignées mâles donnant naissance au coq parental et deux lignées femelles donnant naissance à la poule parentale. Le produit final est donc un croisement de 4 lignées. Dans la mesure où la croissance est négativement corrélée à la qualité du squelette, la viabilité, l'instabilité des pattes et à la présence d'ampoules au bréchet, une sélection judicieuse s'avère nécessaire pour éviter la dégradation de la qualité marchande. Un volet important concernant la qualité de la viande en sélection est l'amélioration des qualités de carcasses qui prend en compte le rendement en carcasse, le pourcentage de graisses et le pourcentage de morceaux nobles (viande de filet). D'autres critères sélectionnés chez les poulets de chair sont spécifiés selon les lignées. Les critères de sélections des différentes lignées qui suivent sont tirés de Protais et Donal (1988).

Dans les lignées femelles

Le nombre d'oeufs et l'éclosabilité sont sélectionnés. Les contrôles se font pendant la première moitié de la ponte pour réduire l'intervalle de génération. Mais il faut surveiller le poids adulte et les besoins alimentaires qui ont tendance à augmenter en réponse à la sélection sur la croissance effectuée à l'âge juvénile. Néanmoins cette contrainte peut être levée à travers le rationnement en élevage et en ponte mais également en utilisant les parentales naines.

Dans les lignées mâle

La fertilité est sélectionnée sur de jeunes reproducteurs de façon à réduire considérablement l'intervalle de génération.

Sélection du poulet label

Le poulet label est une poule de référence. Il a la caractéristique d'être de qualité supérieure au poulet de chair standard à croissance rapide dont l'âge d'abattage est de 42 jours. Pour ce type de poulet, la conformation demeure le critère le plus important car le poulet doit avoir un développement important de filet et avoir un bon rapport viande/os. Par ailleurs, l'état d'engraissement doit être à un optimum au risque d'être refusé par le consommateur si le poulet est trop gras ou trop maigre. Mais les contraintes de production du poulet label (coût de production très élevé comparé à celui du poulet standard) constituent des facteurs limitants pour son exploitation dans les pays en développement.

Sélection de la poule pondeuse d'œufs de consommation

L'objectif est de produire les œufs de qualité au moindre coût tout en considérant l'évolution des préférences de consommateurs (habitudes et goût). Des paramètres techniques sont pris en compte.

Pour la production d'œufs

Elle est le critère qui permet d'améliorer l'accroissement du nombre d'œufs produit par poule durant sa vie économique. Ce critère prend en compte le pic de ponte (actuellement de 92-95%, il est difficile à faire progresser), l'âge de la maturité sexuelle (s'efforcer à gagner un jour par an) et la persistance de ponte (la production s'accroît par sélection d'environ 1 % par an, soit 3 œufs).

Pour la taille de l'œuf

Le but recherché est d'atteindre le poids optimal (60 à 62,5 g en moyenne) rapidement sans produire des œufs trop gros en fin de ponte. Mais malgré la forte corrélation entre le poids de la poule et la taille de l'œuf à différents âges, il est possible d'atteindre cet objectif si on s'en tient à l'évolution du poids de l'œuf de certaines souches.

La solidité de la coquille

Elle est étudiée sur des critères qui lui sont liés notamment: le pourcentage de coquille, l'épaisseur de la coquille, la densité et la déformation de la coquille sous une charge constante.

Autres caractères:

- La couleur de la coquille est un critère dépendant de la préférence des

consommateurs. Elle doit être sélectionnée sur la base de l'homogénéité de la couleur d'un œuf à l'autre à l'intérieur d'un lot.

- La couleur du vitellus quant à elle, peut être facilement modifiée à travers l'alimentation.

- Le rapport jaune / blanc semble être difficile à être modifié par la sélection étant donné que l'œuf dans son ensemble doit être un milieu nutritif équilibré pour le développement embryonnaire.

- L'efficacité alimentaire est un caractère qui peut être amélioré de l'ordre de 40g de réduction de l'aliment par kg d'œuf.

1.3.3. Organisation de la sélection.

Selon Tixier-Boichard (1992), le schéma de sélection comprend en général une sélection intra population (Sélection intra population = SIP) au niveau des lignées dites grand parentales comprenant de 100 à 300 pères et de 500 à 2500 mères, suivie de deux étapes de croisement. On croise toujours le même sexe de la lignée E, soit le mâle avec l'autre sexe de la lignée F, ainsi la lignée E est appelée la parentale 'père' et la lignée F, la parentale 'mère'. Dans certains schémas de poulet de chair, la lignée E peut être une lignée particulière, très lourde, sélectionnée directement en l'absence de lignées grand parentales A et B.

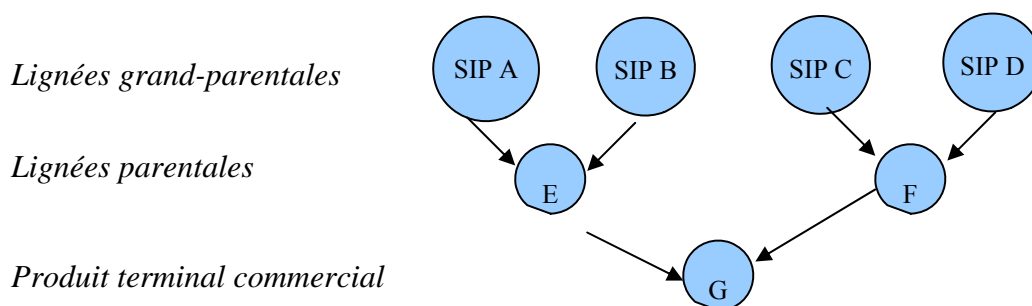


Figure 1. Organisation de la sélection en France

En général, on essaye de prendre en compte à la fois les performances en pur des lignées A, B, C, D et les performances de leurs descendants en croisement, E et F. On peut aussi choisir de sélectionner A et B sur des caractères complémentaires, nombre d'œufs et poids moyen de l'œuf par exemple, que l'on souhaite voir associés chez le descendant E. L'usage du croisement est un facteur important de la standardisation de la production commerciale car il permet d'obtenir des produits aux performances homogènes et plus résistants au stress et aux maladies.

Une autre particularité de la Figure 1 est le sexage. Les femelles en E sont éliminées et les mâles en F le sont également. En G, les mâles sont éliminés pour les souches de ponte. Pour faciliter l'usage du sexage, les sélectionneurs ont préféré l'utilisation des gènes liés au sexe ayant un effet morphologique simple car le sexage par voie morphologique s'est avéré très coûteux et exigeant une main d'œuvre très qualifiée. Il s'agit principalement de gènes de coloration du plumage (blanc/doré; barré/non barré) (Mérat, 1988). Plus tard, on s'est tourné vers un gène lié au sexe affectant la vitesse de l'emplumement, identifié à l'éclosion du fait que certaines souches possédaient un gène autosomal dominant de couleur blanche. Mais malheureusement, le gène d'emplumement est associé à une grande sensibilité à la leucose qui est une maladie virale dans les souches de pondeuses à œufs blancs (Haaren-Kiso *et al.*, 1988). Pour le moment, des études ont montré que cette mutation *K* a une liaison avec l'insertion d'un rétrovirus pour constituer un gène viral endogène.

A partir de la Figure 1, on peut introduire un gène nouveau à un stade du croisement. Par exemple le gène de nanisme récessif lié au sexe qui peut être fixé dans la lignée C. Transmis aux femelles F, ce gène du nanisme récessif sera transmis à leurs fils G, normaux de part l'allèle normal reçu de leur père E. On bénéficie donc des effets du gène sur la reproductrice sans trop affecter le produit commercial final (Tixier-Boichard, 1992). Les performances des reproducteurs sont transmises aux descendants à travers un déterminisme génétique supposé polygénique qui doit être modélisé en cohérence avec le modèle génétique et selon les objectifs de l'étude désirée.

Au Cameroun, les élevages traditionnels de poulets locaux sont tenus par des paysans pour satisfaire leurs besoins quotidiens et non dans un souci d'amélioration génétique. Face aux contraintes de faible productivité des poules traditionnelles, certains s'exercent dans des croisements non contrôlés en milieu paysan. Faute de suivi, ces initiatives sont abandonnées. Des Sociétés de production des poussins d'un jour existent. Elles importent les parentaux, selon leurs dires, de la France, de la Hollande, des Etats-Unis, de l'Angleterre et d'Allemagne. D'après Téleu Ngandeu et Ngatchou (2006), les ressources génétiques importées dans le secteur avicole au Cameroun, outre les oies et les cailles, sont composées de Hybro lourd, Jupiter chair, Hybro P 2000, Derrick 109, Hubbard chair et Rhode Island.

1.3.4. Evolution des méthodes de sélection.

Les gènes contrôlant les principales performances chez les volailles tels que montrés par Mérat (1986, 1990a, 1990c) et Douaire *et al.* (2001) ont eu des répercussions sur les modes de sélection avicole dans la mesure où il a été possible d'associer les caractères

quantitatifs et morphologiques ou polymorphismes biologiques. Les études moléculaires ont identifié des zones de génomes pour leur effet sur différents caractères et pourront désormais être intégrés dans les schémas de sélection, soit intra-lignée par sélection assistée par marqueur (SAM), soit dans des croisements suivis d'introgression (Tixier-Boichard *et al.*, 1997). D'après Beaumont et Chapuis (2003), utiliser les marqueurs répartis sur l'ensemble du génome facilite et accélère l'introduction après croisement d'un nouvel allèle dans une population dite receveuse (Hillel *et al.*, 1993) en permettant de repérer les individus porteurs de l'allèle favorable et ayant éliminé les autres zones du génome donneur. A l'état actuel de connaissance, il est possible de prédire le croisement entre deux souches grâce à la similarité des empreintes génétiques des animaux des deux origines (Haberfeld *et al.*, 1996).

1.3.5. Principaux paramètres zootechniques

Les performances d'un individu ou valeurs phénotypiques sont déterminées par des effets génétiques et des effets du milieu à partir de certains paramètres qui ne sont pas toujours constants et qui continuent d'évoluer sous l'effet de la sélection. Nous passons en revue certains de ces paramètres qui vont être utilisés dans notre étude.

1.3.5.1. Croissance.

La croissance se définit chez les animaux comme étant une augmentation de la taille (hypertrophie), du nombre de cellules (hyperplasie) et du liquide biologique (Widdowson, 1980). D'après Soltner (1981), la croissance est un phénomène complexe englobant l'accroissement en poids avec l'âge (notion quantitative) et le développement qui est la réalisation progressive de l'état adulte (évolution qualitative). Le processus physiologique de la croissance est dynamique, de la conception embryonnaire jusqu'à la maturité. La croissance prend en compte les composantes des carcasses (viande, os et peau) qui dépendent de l'âge des animaux et des niveaux de nutrition (Moran, 1977) et elle est évaluée à travers des paramètres tels que le poids et le gain de poids. Ce caractère a un aspect héréditaire qui montre qu'il est contrôlé par plus d'une quinzaine de gènes (Chambers, 1990).

1.3.5.2. Reproduction

Une augmentation génétique de la vitesse de croissance ou de poids corporel jeune a une influence négative sur les caractères de reproduction chez les coquelets. Les corrélations estimées ou réalisées sont négatives entre le poids corporel et la motilité des spermatozoïdes. En outre, les éjaculats issus des lignées de coqs sélectionnées pour le meilleur poids corporel

jeune contiennent des spermatozoïdes ayant un taux métabolique faible et des pourcentages élevés de morts et d'anormaux par rapport aux spermatozoïdes obtenus chez des lignées sélectionnées pour le faible poids corporel jeune (Chambers, 1990). Par ailleurs, les coqs des lignées à croissance rapide produisent un volume élevé d'éjaculats avec de faibles concentrations en spermatozoïdes.

Chez les femelles, il a été observé des effets génétiques négatifs plus importants sur l'augmentation de la vitesse de croissance ou le poids corporel jeune sur certains caractères de reproduction. Notamment les corrélations génétiques et le progrès génétique entre le poids corporel jeune et la production aviaire normale (Kinney, 1969). Il existe en outre, une divergence apparente entre l'augmentation de la production ovarienne et la baisse de la production aviaire qui compte pour une augmentation d'œufs anormaux (double vitellus, extracalcification de la coquille, ponte interne) et une régression progressive des follicules en croissance (Hocking *et al.*, 1987). La maturité sexuelle, l'âge au premier œuf est fonction de l'âge, du poids corporel et de la composition corporelle.

Il a été montré par Siegel et Dunnington (1985) qu'en accouplement naturel, le comportement nuptial est une composante importante dans le processus de la fertilisation. Ainsi, les oiseaux issus des lignées légères ont des parades nuptiales et des accouplements plus fréquents que chez des sujets des lignées lourdes. En outre, il faut associer aux coqs légers une libido et une efficacité d'accouplements plus importantes et déterminantes pour des taux d'éclosion plus élevés chez ces mâles par rapports aux résultats obtenus chez les lignées de coqs lourds pour les deux caractères. La conséquence est que la fertilité et l'éclosabilité sont non seulement très faibles chez des lignées chair mais sont des caractères très faiblement héréditaires avec des valeurs toujours inférieures à 0,1 (Kinney, 1969). Les aberrations chromosomiques sont très élevées chez des souches et lignées lourdes et seraient à l'origine d'une grande part des mortalités embryonnaires et de la réduction de leur taux d'éclosion (Fechheinmer, 1971).

1.3.5.3. Production de la viande

La production de la viande peut être évaluée d'une part par le rendement de la carcasse notamment le rendement des parties spécifiques (bréchet, dos, ailes, pilon et cuisses) et le rendement de certains tissus (muscle, gras, peau et os). Cette production peut s'exprimer d'autre part en terme de la qualité de la viande. La qualité de la viande tient compte du standard de la conformation, la fraîcheur, l'évaluation sensorielle à travers la flaveur, la jutosité et la tendreté des parties cuisinées et enfin la composition chimique de la carcasse liée

aux quantités ou proportions de protéines, du gras et des cendres (Chambers, 1990).

Il existe des différences génétiques entre souches et lignées de poules pour ces caractères ci-dessus. Des corrélations positives entre la vitesse de croissance et le rendement de la carcasse ont été rapportées par Jaap *et al.* (1950b), Davis et Hutto (1953), et Bouwkamp *et al.* (1973) pour des poulets de poids vif ou de poids carcasse égaux. Ces résultats complètent ceux de Bouwkamp *et al.* (1973) qui n'observent pas de différences entre des poulets de chair de souche commerciale ayant des carcasses de taille égale pour le rendement de carcasse. D'autres auteurs (Jaap, 1941 ; Stotts et Darrow, 1952 ; Davis et Hutto, 1953 ; Hathaway *et al.*, 1953 ; Morrison *et al.*, 1954 ; Orr, 1955 ; Moran *et al.*, 1970) notent des différences pour les divers caractères entre des races et lignées qui se distinguent par la conformation, le poids corporel et dans une certaine mesure le standard de la race, les Cornish, White Rock et leurs croisements étant supérieurs à New Hampshire et à toutes les autres races. Des différences entre souches pour la valeur nutritionnelle des carcasses notamment en fraîcheur, protéine et en gras ont été rapportées (Goodwin *et al.*, 1969). L'analyse des carcasses des souches de chair (Cornish, White Rock (WR) et leurs croisements respectifs) montre que la souche WR avait 2 à 4% plus de gras que celui des autres souches (Moran *et al.* 1970).

1.3.5.4. Mesures de la conformation et du squelette

Le fait que la quantité de viande chez le poulet augmente à mesure qu'il croit traduit une corrélation génétique entre la croissance, la conformation et les mensurations du squelette. Ainsi Frischkneck et Jull (1946) rapportent que les poulets à croissance rapide ont une bonne qualité de carcasse. Les paramètres estimés pour ladite croissance se rapportent à la proportion de viande de bréchet, la longueur du tarse, la profondeur et la largeur du bréchet. En utilisant les corrélations génétiques entre caractères chez les Cornish âgés de 59 jours, Ricard et Rouvier (1968) montrent à partir d'une analyse en composantes principales que la composante la plus importante, comprenant la longueur du tronc corrélée au poids vif, représente 50-60% de la variation du poids vif ; la composante comprenant la carcasse compacte incluant l'angle du bréchet corrélé à la largeur du tarse comptant pour 18-20% de la variation du poids vif.

1.3.5.4.1. Rendement de la carcasse et de la viande

La croissance rapide a été le facteur essentiel pour augmenter les rendements des carcasses habillées et éviscérées représentant 44 différentes souches et croisements (Jaap *et*

al., 1950a, 1950b). Pour chaque unité augmentée pour le poids corporel, les poids des carcasses habillées et éviscérées augmentaient respectivement de 0,913g et 0,727g. Des légères différences pour le rendement de la carcasse ont été notées entre les diverses souches et croisements; le rendement le plus élevé ayant été celui des Cornish en pur ou des croisés Cornish.

1.3.5.4.2. *Le gras abdominal*

Le gras abdominal n'est pas favorable pour une bonne qualité de carcasse et une production efficiente surtout lorsqu'il est en quantité importante. Il est montré que la quantité et la proportion du gras abdominal chez les poulets de chair augmentent jusqu'à dix semaines d'âge (Leeson et Summers, 1980). Les corrélations impliquant le poids du gras abdominal sont toujours plus élevées que celles impliquant la proportion de gras abdominal. D'après certaines études (Becker *et al.*, 1984 ; Cahaner et Nitsan, 1985), la réduction du poids corporel par le poids du gras abdominal réduit légèrement la corrélation entre le poids corporel et le poids du gras abdominal. Etant donné que le gain de poids est négativement corrélé au gras abdominal avec des valeurs toujours supérieures à 0,50, il s'en déduit que toute sélection dans le but d'accroître le poids corporel augmentera le gras abdominal. Par ailleurs, la sélection dans le but de réduire le gras abdominal n'entrave pas le progrès génétique pour l'augmentation du poids corporel sauf s'il y a réduction soit de l'intensité de sélection soit de l'efficacité des procédures de sélection (Chambers *et al.*, 1984 cité par Chambers (1990); Leenstra *et al.*, 1986).

Par ailleurs, le gras abdominal a une influence génétique négative sur l'efficacité alimentaire car il réduit le rendement de la carcasse et est cause de rejet de la viande par les consommateurs (Siegel, 1984; Marks, 1988). Il a également un effet phénotypique négatif sur la reproduction (Siegel et Dunnington, 1985) ; mais ce dernier cas peut être corrigé chez les reproducteurs commerciaux en pratiquant la restriction alimentaire au cours de l'élevage.

1.4. ANALYSE DU GÉNOME

Le caryotype normal de la poule ($2n = 78$) est constitué de 38 paires d'autosomes, morphologiquement différents et classés par ordre de taille décroissante, et d'une paire de chromosomes sexuels Z et W. Les femelles sont hétérogamétiques (ZW) et les mâles homogamétiques (ZZ). La taille du gonosome Z est intermédiaire entre celle du 4 et celle du 5 tandis que le gonosome W a une taille et une morphologie semblables à la 8ème paire. Les huit premières paires chromosomiques sont des macrochromosomes dont les 6 premières

paires représentent approximativement 65% de la longueur totale du caryotype (Fechheimer, 1990) cité par Ladjali (1994). Parmi les 8 paires de macrochromosomes, 3 paires sont submétacentriques (1, 2 et 8) ayant leur centromère situé à peu près dans la région médiane, 2 paires sont télacentriques (4 et 7) ayant leur centromère situé en région subtélomérique et 3 paires sont acrocentriques (3, 5 et 6) avec leur centromère en région terminale. Les deux chromosomes sexuels sont métacentriques. La morphologie des 30 paires de microchromosomes est beaucoup plus homogène, la plupart sont acrocentriques.

La construction de la carte génétique, au sens large, consiste à localiser les gènes les uns par rapport aux autres sur les chromosomes. La distance entre les gènes exprimée en centiMorgans mesure leur taux de recombinaison génétique et permet d'établir la carte génétique, dite aussi carte de liaison ('linkage map' en Anglais). Différents outils ont également été développés afin de préciser la position des gènes et de construire la carte physique: ainsi la localisation par hybridation directe d'une sonde moléculaire sur le chromosome permet de localiser un gène dans une région chromosomique alors que le séquençage complet du génome permet de donner la position d'un gène en termes de nombre de bases de l'ADN.

Chez le poulet, la construction de la carte génétique a commencé avec la localisation de mutations morphologiques pour aboutir à une première carte dite 'carte classique'. Ensuite, le développement des marqueurs moléculaires a permis de construire une carte beaucoup plus complète couvrant tous les chromosomes avec un réseau de marqueurs. Enfin, la séquence du génome complet a été publiée en 2004 (Hillier *et al.*, 2004).

1.4.1. Première carte génétique ou carte classique de la poule

Le poulet est la première espèce d'élevage à avoir eu une carte classique assez développée, en raison, d'une part, du nombre assez élevé de mutations morphologiques et, d'autre part, de la facilité à produire des familles assez grandes pour étudier la ségrégation d'un gène à effet visible. Il faut au moins 50 descendants d'un même père, et si possible une centaine, pour pouvoir conclure de façon fiable à la liaison ou à l'indépendance entre deux mutations transmises par un même père hétérozygote. Ce travail a été commencé avec le gène barré (*B*) par Spillman (1908) qui fut le premier à constater que ce gène était lié au chromosome Z chez la poule. La première carte génétique classique a été élaborée à partir de la compilation des analyses de ségrégation et des études des chromosomes par Hutt (1936), puis elle a été revue et complétée par Etches et Hawes (1973) et par Bitgood et Somes (1993) cités par Groenen et Crooijmans (2003) pour aboutir à la version plus récente récapitulée par

Schmid *et al.* (2000). Cette dernière carte incluait 119 locus identifiés par des mutations morphologiques, des polymorphismes biochimiques ou par des points de cassures chromosomiques. Avec cette carte, 44 locus ont été cartographiés sur 7 groupes de liaison autosomaux et sur le chromosome Z. En outre, 38 locus ont été assignés à un des groupes sans position précise, 12 locus étaient assignés aux microchromosomes, et 16 ont été liés deux à deux mais non associés à un groupe de liaison (Bitgood et Somes, 1990). Parmi les gènes localisés se trouvent plusieurs gènes à effets majeurs qui ont été utilisés en sélection animale, comme le nanisme ou le cou nu, ainsi que de nombreux gènes de coloration du plumage.

Une nomenclature a été adoptée (Etches et Hawes, 1973 ; Conférence de St Paul, 1980), dix groupes de liaison ont été définis. Les groupes de liaison III, VII, VIII et X ont été assignés à des chromosomes spécifiques (1, 6, 7 et 17). Le chromosome Z correspondait au groupe V et le W au groupe VI. Environ 95 gènes ont été localisés plus ou moins précisément chez la poule (Telloni *et al.*, 1976 ; Bitgood *et al.*, 1980 ; Somes, 1988). Une nouvelle nomenclature des gènes a été proposée par Crittenden *et al.* (1996). Cette nomenclature établit une nouvelle liste de directives définissant les symboles géniques et alléliques chez les volailles, destinée à remplacer les règles précédemment publiées pour faciliter la gestion informatique des données de la carte génétique. Cette liste a été approuvée par le deuxième Séminaire International sur la cartographie du génome aviaire, réuni lors du congrès de la Société Internationale de Génétique Animale (ISAG) en 1994, et par le Comité aux espèces aviaires du programme national de recherche sur les génomes du Département d'Agriculture des Etats-Unis. Avec cette nouvelle nomenclature, le locus est suivi d'une étoile et le type sauvage est noté N pour normal. Ainsi pour le gène de nanisme lié au sexe, le symbole du locus est *DW*, et l'allèle sauvage est noté *DW*N* alors que la mutation est notée *DW*DW*. A la fin des années 1990, il a été décidé de ne plus utiliser la nomenclature en chiffres romains pour les groupes de liaison de la carte classique et de les remplacer par le numéro du chromosome, de 1 à 38, en conservant Z et W pour les chromosomes sexuels.

La carte génétique s'affine au fur et à mesure qu'une nouvelle liaison est trouvée entre un gène et un groupe de liaison déjà identifié. Plusieurs études sur la cartographie générale du génome de la poule ont été discutées et passées en revue par Tixier-Boichard (1994). La variabilité de la précision de la cartographie dépend de la taille de l'échantillonnage et le fait que certaines études expriment le taux de recombinaison en unité autre que le centiMorgan (cM). L'utilisation des marqueurs moléculaires a permis de confirmer, mais parfois de corriger, la position d'un gène sur la carte classique. A l'heure actuelle, la carte classique n'est plus beaucoup utilisée, sauf pour certaines mutations qui n'ont pas encore été localisées.

Par exemple, on connaît la position chromosomique de la mutation ‘Blanc Dominant’ (locus *I* – gène *PMEL17*) sur le groupe de liaison E22 correspondant à un microchromosome ; la carte classique a établi une liaison entre le locus *I* et deux autres mutations, ‘plumage frisé’ (locus *F*) et ‘huppe’ (locus *CR*) mais la position précise des locus *F* et *CR* sur le chromosome n’est pas encore connue.

1.4.2. Construction de la carte moléculaire à l'aide de marqueurs anonymes.

Comme pour la carte classique, la construction de la carte moléculaire requiert la production de familles informatives, c’est-à-dire de familles assez grandes et dont les parents sont si possible hétérozygotes pour un grand nombre de marqueurs. On réalise généralement un premier croisement entre deux lignées très éloignées pour obtenir des animaux F1 qui sont ensuite croisés entre eux ou croisés en retour avec une des lignées parentales. Il est important de définir une population de référence sur laquelle le plus grand nombre possible de marqueurs seront typés. La première population de référence a été produite à Compton en Angleterre par Nat Bumstead à partir de lignées de poules Leghorn (Bumstead et Palyga, 1992), une seconde population a été produite par l’USDA aux USA à partir d’un croisement entre une lignée consanguine de poule de jungle et une lignée Leghorn (Cheng *et al.*, 1995), et une troisième population a été produite aux Pays-Bas (Wageningen) à partir de lignées commerciales de poulet de chair (Crooijmans *et al.*, 1996).

Le développement des marqueurs moléculaires a mobilisé plusieurs équipes en Europe et aux USA. L’objectif était de mettre en évidence une variation génétique de nature mendélienne dans tout le génome, qui soit révélé par des méthodes de laboratoire utilisables à grande échelle. Entre les années 1970 et 1980, la découverte des RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) a permis de produire la première carte génétique, publiée par Bumstead et Palyga (1992) basée sur l’analyse de liaison entre une centaine de marqueurs RFLP sur la population de référence de Compton. Un RFLP est un fragment d’ADN plus ou moins long qui résulte de l’action d’une enzyme de restriction qui coupe l’ADN en un site spécifique. Ce site est présent en de multiples points dans le génome mais il est seulement coupé par l’enzyme s’il n’a pas subi de mutation, d’où les différentes longueurs possibles révélées ensuite par hybridation avec diverses sondes d’ADN marqué. Les RFLP sont longs à révéler, demandent une quantité importante d’ADN et ne sont pas très polymorphes. Le développement des marqueurs microsatellites a représenté un travail très important mais a permis des progrès également très importants. Le microsatellite correspond à une séquence d’ADN de quelques bases, répétée en tandem, située en un point précis du

génomique et dont le nombre de répétitions peut varier beaucoup, chaque nombre différent correspondant ainsi à un allèle de longueur différente. Ces marqueurs sont d'abord identifiés par une recherche systématique des séquences répétées dans une banque d'ADN, suivie du clonage du fragment contenant la répétition et du séquençage de ce fragment pour déterminer les amorces qui serviront au typage PCR (Polymerase Chain Reaction). Le génotype correspondant à un microsatellite donné peut être déterminé de façon automatisée grâce à la technique PCR.

Le développement de la PCR dans les années 90 a révolutionné l'étude du génome. Il est utile de tester l'unicité des amorces, afin de vérifier qu'elles n'amplifient pas plusieurs zones du génome (Vignal et Besbes, 2005). Certaines amorces utilisées chez la poule peuvent être utilisées dans d'autres espèces d'oiseaux telles que la caille et le canard ; mais le taux de succès est faible, et il est généralement nécessaire de développer des marqueurs moléculaires propres à chaque espèce. Après la réaction d'amplification du fragment d'ADN contenant le marqueur microsatellite, le polymorphisme de longueur de ce fragment peut être révélé par migration sur un gel à haute résolution, ce qui est le plus souvent réalisé par un séquenceur ; car il s'agit de détecter de très petites différences de longueur (parfois une seule base, souvent 2 bases, et quelquefois plus). Le séquenceur est couplé à un ordinateur qui enregistre le signal et permet une exploitation semi-automatique des résultats.

Une fois révélé, un microsatellite est alors localisé par analyse de liaison avec des marqueurs voisins (autres microsatellites, RFLP ou gènes codants) et assigné à un chromosome. Ceci permet de constituer un maillage régulier de tous les chromosomes.

L'ensemble de ces travaux a abouti à la publication d'une carte consensus de plus de 1000 marqueurs couvrant la plus grande partie du génome de la poule (Groenen *et al.*, 2000). Malheureusement, il est vite apparu que les microchromosomes étaient sous-représentés dans cette carte ; car ils sont souvent pauvres en séquences répétées mais riches en gènes (McQueen *et al.*, 1998). L'identification moléculaire des microchromosomes a bénéficié d'une autre approche, consistant à localiser par hybridation *in situ* des sondes fournies par la construction de banques de Chromosomes Artificiels Bactériens (BAC) contenant des fragments de chromosomes de poulet (Fillon *et al.*, 1998). Le positionnement ordonné des BAC sur les chromosomes a ensuite permis de construire la carte physique (Crooijmans *et al.*, 2000 ; Wallis *et al.*, 2004).

1.4.3. Séquençage du génome de la poule

A la suite du programme international du séquençage du génome humain, il a été

décidé d'étendre cette approche à d'autres espèces animales, afin d'enrichir l'analyse comparative des génomes. L'espèce poule a été la première espèce animale d'élevage choisie ; car elle est aussi un modèle très utilisé en biologie du développement et en immunologie. La communauté scientifique a souhaité disposer de la séquence complète du génome pour l'étude de la fonction des gènes et de leurs séquences régulatrices. Une femelle d'une lignée consanguine de poule de jungle (lignée déjà utilisée pour établir la carte génétique) a été choisie pour réaliser le séquençage.

La séquence du génome publiée en 2004 (Hillier *et al.*, 2004) a apporté énormément d'informations sur la structure du génome : elle a confirmé la fréquence relativement faible des séquences répétées ; elle a aussi permis d'identifier des gènes très conservés avec les gènes des mammifères ou, au contraire, des gènes ayant divergé. Les exons (portion de séquence de gène, présente dans l'ARNm mature, dans laquelle se trouvent les séquences d'ADN traduites en protéines) étant bien conservés, les amorces PCR y sont préférentiellement choisies pour des études de polymorphisme entre individus. La connaissance de la structure des gènes permet aussi de connaître la taille des introns et de cibler ceux dont la taille est suffisamment petite pour être compatible avec une PCR. Dans le cas d'une recherche de polymorphisme, l'amplification d'un petit intron sera recherchée, le taux de mutations y étant plus élevé.

La séquence du génome a également révélé la présence de séquences non codantes mais conservées entre espèces, ce qui suppose que ces séquences aient une fonction, sans passer par la production d'une protéine. Cependant, l'alignement des séquences obtenues a été difficile pour certains microchromosomes, pour lesquels les bases de données sont encore très incomplètes. C'est notamment le cas du microchromosome 16, portant le complexe majeur d'histocompatibilité.

Sur le plan de la construction de la carte génétique, la détermination de l'ordonnancement linéaire des quatre bases nucléotidiques (Adénine, Cytosine, Guanine et Thymine) ou séquençage permet de localiser tout gène ou marqueur génétique. La séquence génomique permet donc de réunir toutes les informations pour obtenir une connaissance complète de la structure du génome chez le poulet. Il s'agit ensuite de comprendre le fonctionnement du génome, de la séquence, codante ou pas, à la construction du phénotype de l'animal.

Simultanément à la réalisation de la séquence du génome, un projet international a consisté à comparer la séquence du génome total de trois animaux différents (un poulet de chair, une poule pondeuse Leghorn, une poule chinoise Silkie) avec la séquence de référence

de la poule de jungle (Wong *et al.*, 2004). Les résultats ont permis d'identifier 2,8 millions de positions polymorphes entre ces 4 génomes, il s'agit ici d'un polymorphisme d'une base, par exemple une adénine remplacée par une guanine, qui est dénommé Single Nucleotide Polymorphism (SNP). Les SNP représentent une nouvelle catégorie de marqueurs, très nombreux, peu polymorphes (deux allèles seulement le plus souvent) et dont le typage peut être automatisé à grande échelle, (dizaine de milliers de SNP typés). Par conséquent, la séquence du génome ouvre la voie à de nouvelles approches de l'étude de la variabilité et de la diversité génétiques, avec l'utilisation de marqueurs plus nombreux.

1.4.4. Utilisations de la carte

Les développements survenus en biologie moléculaire et la mise en œuvre de la cartographie génétique systématique offrent des pistes nouvelles pour l'étude de la variabilité génétique et l'amélioration génétique chez la poule (Minvielle, 1998).

L'une des premières applications est d'établir un lien entre les mutations classiques et les marqueurs anonymes ou microsattellites. Cette carte intègre la carte classique et la carte moléculaire et ouvre ainsi la voie à l'identification moléculaire des mutations causales ayant des effets phénotypiques majeurs. Si à priori il n'y a aucune connaissance sur la position du mutant sur le chromosome, la cartographie devra être faite en passant en revue tout le génome avec les marqueurs moléculaires. Les coûts de typage importants peuvent être réduits en typant des échantillons de mélanges d'ADN formés en fonction du phénotype comme cela a été proposé pour les plantes (Michelmore *et al.*, 1991) et utilisé pour la localisation de la mutation polydactylie (Pitel *et al.*, 2000). A l'heure actuelle, la cartographie de 14 mutants classiques et d'un groupe sanguin a été établie à l'aide de marqueurs moléculaires (Tableau 1). La cartographie de la mutation polydactylie sur le bras court du chromosome 2 (45 cM) par Pitel *et al.* (2000) a permis de proposer des marqueurs pour d'autres mutations telles que *M* (multiple spurs) et *D* (duplex comb) à partir du précédent groupe de liaison IV. Parmi les groupes de liaison de la cartographie classique, le groupe de liaison N° 1 qui contient cinq mutations notamment: courte patte (*CP*), crête rosacée (*R*), glande uropygiale (*U*), lavande (*LAV*) et amétopodia ou absence de métatarse et métacarpe (*MP*), est l'unique qui ne soit pas encore connecté à la cartographie moléculaire. L'intégration des cartes moléculaire et classique bénéficierait de la cartographie des mutations 'huppe' (*CR*) et 'plumage frisé' (*F*),

Tableau 1. Cartographie moléculaire des mutants classiques chez la poule (actualisée d'après Tixier-Boichard, 2002)

Mutation classique et symbole du locus	Position, carte classique	Marqueur moléculaire Gène candidat identifié	Position actualisée, estimée en cM à partir du télomère du bras court du chromosome	Références sur les études moléculaires
Extension de l'eumélanine, <i>E</i>	Chr 1	Alpha-MSH receptor, <i>MCIR</i>	Microchromosome	Takeuchi <i>et al.</i> , 1996 Sazanov <i>et al.</i> , 1998 ; Kerje <i>et al.</i> , 2003
Nanisme autosomal, <i>ADW</i>	Nd	<i>LEI0146</i>	1p (169 cM)	Ruyter-Spira <i>et al.</i> , 1998b
Crête en pois, <i>P</i>	1p	<i>ALVE1</i>	1p (209 cM)	Barlett <i>et al.</i> , 1996
Oeuf bleu, <i>O</i>	1p	<i>ALVE1</i>	1p (203 cM)	Barlett <i>et al.</i> , 1996
Polydactylie, <i>PO</i>	IV	<i>MCW0071</i>	2p (45 cM)	Pitel <i>et al.</i> , 2000
Cou Nu, <i>NA</i>	ch 1?	<i>ADL0237</i>	3q (278 cM)	Pitel <i>et al.</i> , 2000
Groupe sanguin P, <i>CPPP</i>	ch 1?	<i>MSU0084</i>	3q (317 cM)	Crittenden <i>et al.</i> , 1996
Blanc Dominant, <i>I</i> ,	II	<i>MCW0188 – PMEL17</i> gene	E22 (0 cM)	Ruyter-Spira <i>et al.</i> , 1997 Kerje <i>et al.</i> , 2004
Plumage de poule <i>HF</i>	Nd	Aromatase gene (<i>CYP19</i>)	10 (30 cM)	Dunn <i>et al.</i> , 1999
Nanomélie,	Nd	Aggrecan <i>AGCI</i>	10 (71 cM)	Li <i>et al.</i> , 1993; Jones <i>et al.</i> , 1997
Inhibiteur de la mélanine du derme, <i>ID</i>	Z	<i>MSU0035</i>	Z (214 cM)	Levin <i>et al.</i> , 1993
Nanisme lié au sexe, <i>DW</i>	Zp	Growth hormone receptor, <i>GHR</i>	Zp (52 cM)	Burnside <i>et al.</i> , 1991; Crittenden <i>et al.</i> , 1993
Emplumement lent, <i>K</i>	Zp	<i>ALVE21</i>	Zp	Bacon <i>et al.</i> , 1988; Levin and Smith, 1990
Argenté, <i>S</i>	Zp	<i>SLC45A2</i>	Zp	Gunnarson <i>et al.</i> , 2007

liées à la mutation blanc dominant (*I*) sur le groupe de liaison E22. Il est probable que le nombre de mutants classiques cartographiés avec des marqueurs moléculaires va augmenter, à condition qu'il existe toujours des porteurs de ces mutations conservés au titre des ressources génétiques avicoles (Schmid *et al.*, 2000).

La deuxième application est de localiser des gènes à fonction connue. Si on peut identifier un polymorphisme dans le gène, il s'agit d'une analyse de liaison classique entre deux polymorphismes (le marqueur et le gène). Si on ne trouve pas de polymorphisme dans le gène, la recherche d'un fragment de la séquence codante dans le génome permet en principe de localiser le gène, mais, s'il se trouve dans une région mal couverte par la séquence, il est aussi possible d'utiliser un panel d'hybrides irradiés. Les hybrides irradiés sont des cellules, d'une autre espèce que la poule, qui ont intégré de façon aléatoire des fragments de chromosomes de poule. Une simple amplification PCR d'un fragment du gène permet de déterminer la région chromosomique portant le gène, l'intérêt de cette méthode est qu'il n'est pas nécessaire de connaître un polymorphisme dans le gène pour le localiser. Un panel de 96 hybrides a été produit en France (Morisson *et al.*, 2002) et a permis d'établir une carte des gènes assez précise, dite 'carte RH'. Ce panel est aussi couramment utilisé pour confirmer la position de certains gènes, notamment pour les microchromosomes mal couverts par la séquence globale (Morisson *et al.*, 2007).

La carte génétique est aussi très utilisée pour localiser dans le génome des régions gouvernant des caractères quantitatifs, d'intérêt économique, dénommés QTL (Quantitative Trait Locus) ou ETL (Economic Trait Locus) (Vignal et Besbes, 2005). De nombreux projets de détection de QTL ont été réalisés, sur le poulet de chair comme sur la poule pondeuse, et les principaux résultats ont été analysés par Hocking (2005). C'est le poids corporel qui a été le caractère le plus étudié, certains QTL sont identifiés dans différentes populations et ont une portée générale, alors que d'autres ne sont détectés que dans une étude. D'une manière générale, la taille des dispositifs de détection doit être assez grande pour éviter d'avoir des résultats faussement positifs qui ne seraient pas confirmés par la suite. Une fois les régions QTL identifiées, il s'agit de rechercher les gènes susceptibles d'intervenir sur les performances dans cette région chromosomique. Pour cela, l'étude de la relation entre génotype et phénotype fait appel à l'analyse simultanée de l'expression de plusieurs gènes dans l'approche dite « génomique fonctionnelle ».

La connaissance de nombreux marqueurs moléculaires permet logiquement d'affiner l'analyse de la diversité génétique. Il est possible de quantifier le niveau de variabilité du génome d'une population et de le comparer aux populations voisines dans le même pays ou à des populations commerciales par exemple. Les applications des outils moléculaires à la caractérisation de la diversité génétique sont détaillées dans une autre section de ce chapitre introductif. Enfin, une autre application est d'améliorer l'identification des animaux et la traçabilité des produits. Le génotypage pour quelques marqueurs très informatifs, en pratique

10 à 15 marqueurs, permet de vérifier la parenté d'un animal et de l'identifier de façon unique. Cette identification peut permettre à terme la traçabilité de ses produits commerciaux. Cette possibilité a été démontrée chez les bovins mais n'a pas encore été exploitée commercialement chez le poulet (Minvielle, 1998).

En conclusion, il ressort que la connaissance du génome du poulet a connu des progrès spectaculaires en 15 ans, depuis la parution de la première carte moléculaire. De nouveaux outils sont maintenant disponibles à la fois pour identifier précisément les gènes contrôlant le phénotype des animaux et aussi pour caractériser les ressources génétiques, les préserver et les utiliser.

CHAPITRE .2. RESSOURCES GENETIQUES AVICOLES

2.1. CONCEPTS

2.1.1. Notion générale sur les ressources génétiques

D'après Charrier (2006), les ressources génétiques sont une fraction de la diversité génétique générale du vivant dont les hommes font usage par la domestication et la sélection. C'est également le fruit de réflexion et d'expérimentation conduites par les professionnels pour répondre aux nécessités (alimentation, santé etc.) et aux ambitions des sociétés actuelles qui sont entre autres le profit, le pouvoir etc. Dans le domaine animal, éleveurs et sélectionneurs se partagent la responsabilité de l'usage et de son évolution. L'idée de ressources génétiques a émergé progressivement au cours du siècle passé de la conjonction des avancées de la connaissance biologique (génétique mendélienne, génétique quantitative, génétique des populations, génétique moléculaire ...), du développement corrélatif de techniques et de pratiques (marquages moléculaires et séquençage, en masse et avec de hauts débits).

L'expression 'Ressources Génétiques' est actuellement attribué à des objets, parties du monde vivant, allant des séquences d'acides nucléiques chimiquement caractérisées à des individus, à des populations, voire des complexes plurispécifiques d'êtres vivants génétiquement identifiées. En France, la notion de gestion des ressources génétiques fait l'objet d'une Charte Nationale : elle est mise en oeuvre par des réseaux reconnus institutionnellement, et parfois relayée par des initiatives d'origines associatives ou individuelles (Charrier, 2006).

2.1.2. Différents types de populations

Une classification des populations animales domestiques en tant que ressources génétiques a été proposée par Lauvergne (1982). Son principe est de décrire les différents types de populations issues de la domestication d'une espèce sauvage en tenant compte des notions de génétiques des populations, de génétique quantitative, aussi d'histoire et de sociologie. Ce principe permet de distinguer quatre catégories de populations animales.

2.1.2.1. La population domestique traditionnelle.

La population traditionnelle dériverait des populations sauvages par accumulation de mutations à effet visible. Elle est rarement stable génétiquement car sa constitution génétique

varie à cause des forces qui modifient sa structure génétique, notamment la mutation, la migration, la sélection, le système d'accouplement et sa taille. Elle se caractérise en outre par une importante variabilité morphologique, dans un système d'élevage encore dépendant du milieu. La gestion de cette population traditionnelle n'est pas rigoureuse et n'a aucun objectif de sélection.

2.1.2.2. La race standardisée

Elle se caractérise par un aspect morphologique tel que désiré par un ensemble d'éleveurs (notion de standard) qui sont groupés en association raciale avec un cadre législatif. Elle est très souvent sujette à des effets fondateurs et de dérive génétique potentiellement importants, et la migration est limitée (standard, livre généalogique). La sélection des reproducteurs sur les caractères morphologiques souhaités repose sur les caractères souvent contrôlés par des gènes à effets majeurs (morphologie, couleur, etc.). L'effectif est variable et les généalogies sont très suivies. Il peut y avoir association entre un type morphologique et une culture locale, et parfois aussi un système d'élevage.

2.1.2.3. Lignée sélectionnée

Elle est issue d'une population de base le plus souvent réduite à une race mais pouvant être constituée d'un « mélange » de races avec suivie des généalogies rigoureuses. Le choix rationnel des reproducteurs pour la lignée sélectionnée fait appel aux méthodes de la génétique quantitative. La gestion de la population fait appel à des paramètres économiques et le système de production est souvent intensif. Du fait de la diminution de l'effectif génétique et de l'augmentation de la consanguinité, sous l'action de la sélection, il peut y avoir, à plus ou moins long terme, apparition de problèmes liés à la réduction de la variabilité génétique.

2.1.2.4. Lignée consanguine

La lignée consanguine est issue des appariements d'individus apparentés se ressemblant génétiquement. Elle est un niveau ultime de « différenciation » d'une population avec perte de variabilité pour la fixation d'une caractéristique ou d'un ensemble de caractéristiques. Produite dans un contexte essentiellement expérimental, la lignée consanguine peut représenter l'asymptote de variabilité minimale vers laquelle va tendre une lignée intensément sélectionnée. A la suite de ce qui précède, le concept de ressources génétiques animales fait appel à une combinaison de facteurs tels que la génétique, la sociologie, l'économie, facteurs qu'il faut toujours tenir en compte pour évaluer et gérer les

ressources génétiques animales (Tixier-Boichard, 2006).

2.2. METHODES D'ETUDES

2.2.1. Inventaire

Pour la plus part des espèces domestiquées, il existe des inventaires des races et des populations qui sont régulièrement mis à jour par des organismes professionnels et techniques (ruminants, porcs, chevaux, lapins, espèces aviaires, etc.) ou des laboratoires de recherche. Ces organismes détiennent des données généalogiques et individuelles relativement précises. Au niveau européen, un inventaire des races bovines, équinnes, porcines, ovines et caprines a été réalisé (B.R.G, 1998). En France, une mise à jour des données générales sur les races et des éléments de généalogie concernant certaines espèces animales, conduite par le Bureau de Ressources Génétiques (BRG), a été réalisée en 1994. Le principe général pour les différentes races est d'avoir des données démographiques générales, des informations descriptives ainsi que d'éléments sur les principales utilisations et les performances. En 1990, une base de données FAO nommée *Global Databank for Farm Animal Genetic Resources* a été créée à partir de la base de données de la Fédération Européenne de Zootechnie (FEZ) mis en place en 1988. Celle de la FAO prend en compte les différentes espèces domestiques utilisées dans le monde pour l'agriculture et l'alimentation. A cette occasion, la FAO a sollicité les différents pays afin qu'ils recensent leurs ressources génétiques avicoles. L'inventaire de la diversité génétique animale dans divers domaines est en cours d'exécution dans les pays en développement à l'exemple du Cameroun (C.C.N.R.Z, 2003).

2.2.2. Caractérisation

De manière globale, les ressources génétiques disponibles sont d'autant plus et mieux utilisées qu'elles sont bien connues et donc caractérisées. A l'heure actuelle, les bases de données renseignent peu ou pas sur les caractères zootechniques notamment sur les éléments qui intéressent les intervenants dans la filière des animaux domestiques. Nous citerons entre autres les éléments d'ordre historique (évolution), géographique (localisation), culturel (pratiques d'élevage et usages) et socioéconomique (valeurs d'échange des animaux et de leurs produits). En effet, les pistes d'utilisation future d'une race et les raisons de sa persistance dans un paysage agricole dépendent bien de la relation homme-animal-environnement.

D'après Verrier *et al.* (2005), la caractérisation de la variabilité génétique fait appel à différentes sources d'informations telles que les phénotypes (couleur, aspect du plumage,

taille, poids, vitesse de croissance, production aviaire), les généalogies (état civil des animaux) et les marqueurs (biochimiques et moléculaires: microsatellites, SNP etc.); ces derniers pouvant être non fonctionnels et neutres ou bien signant des gènes fonctionnels.

2.2.2.1. Indicateurs de la variabilité génétique au sein des populations

La gestion génétique des populations se raisonne en tenant compte à la fois des phénomènes susceptibles de modifier la variabilité génétique propre à ces populations (variabilité intra-population) et la diversité génétique qui existe d'une population à l'autre (variabilité entre populations). Il est indispensable de mettre en oeuvre des mesures de leur gestion en établissant un bilan de la variabilité à l'aide d'indicateurs appropriés.

La disponibilité de marqueurs permet d'avoir une mesure de la diversité des allèles et des combinaisons d'allèles. Un premier indicateur est le nombre total d'allèles pour un locus donné. Mais si le nombre d'individus typés est faible et le marqueur très polymorphe (microsatellite par exemple), non seulement les allèles rares auront peu de chance d'être échantillonnés, mais ce paramètre pourrait être sous-estimé. L'indicateur de variabilité génétique intra-population le plus utilisé, sous le nom d'indice de diversité, est celui de Nei (1987). Cet indice nommé H ou taux d'hétérozygotes est fondé sur les fréquences alléliques et est défini comme étant la probabilité que deux gènes pris au hasard représentent des allèles différents sous les hypothèses de Hardy-Weinberg. Selon la même approche, on définit le nombre efficace d'allèles (A_e) comme étant l'inverse de la probabilité que deux gènes pris au hasard représentent le même allèle. Si les fréquences sont toutes égales entre elles, le nombre efficace d'allèles est égal au nombre total. Dans les autres cas, le nombre efficace est inférieur au nombre total: il est d'autant plus faible que les fréquences sont déséquilibrées. L'estimation de ces deux paramètres est moins sensible aux aléas d'échantillonnage, les allèles les plus fréquents étant ceux qui 'pèsent' le plus dans la valeur calculée.

Dans le cas d'une population fermée, il est possible d'utiliser toutes les généalogies connues pour simuler, entre deux générations quelconques, les variations de fréquences alléliques attendues sous les hypothèses de neutralité des marqueurs et de dérive génétique. Entre deux générations, la comparaison entre les variations de fréquences alléliques observées dans une population soumise à sélection et celles simulées sous hypothèse de dérive seule, devrait permettre de distinguer les régions du génome évoluant sous l'effet de la dérive (diversité génétique neutre) de celles évoluant en réponse à la sélection effectuée (diversité génétique adaptative). Des essais dans ce sens (Laval *et al.*, 2003) cités par Verrier *et al.* (2005) indiquent que, parmi les nombreux paramètres conditionnant l'efficacité du suivi de

diversité intra-population à l'aide de marqueurs, un échantillonnage aussi exhaustif que possible de la génération des fondateurs et un niveau élevé de polymorphisme des marqueurs chez les fondateurs sont déterminants.

Certains indicateurs de variabilité génétique tels que les notions de parenté et de consanguinité (Wright, 1922 ; Malécot, 1948) sont centraux en génétique quantitative et des populations. Ces notions permettent de décrire la constitution génétique d'une population et sont essentielles pour quantifier l'impact de la dérive génétique dans les petites populations. En outre, elles permettent de décrire avec précision les liaisons entre deux individus donnés et de quantifier la ressemblance qui peut exister pour leurs valeurs phénotypiques respectives pour un caractère quantitatif : à ce titre, ces notions sont au coeur du principe des méthodes d'évaluation génétique des reproducteurs ainsi que de celles visant à estimer la part de variation des caractères complexes qui est d'origine héréditaire.

2.2.2.2. Indicateurs de la variabilité génétique entre populations

La variabilité entre populations peut être appréhendée par la mesure du coefficient de différenciation génétique (G_{ST}) de Nei (1973; *in* Nei, 1987), dans le cadre de l'analyse par décomposition hiérarchique de la diversité génétique. La diversité totale de l'espèce peut être décomposée en diversité intra-population (H_S) et diversité entre population (D_{ST}). Ces indices étant calculés sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy-Weinberg, ils ne dépendent que des fréquences alléliques observées. Ce coefficient de différenciation génétique (G_{ST}) indique la part de la variabilité totale au sein d'un ensemble de populations qui est due à des différences moyennes entre populations.

L'analyse des relations génétiques entre les populations est faite à partir de plusieurs méthodes passées en revue (Darlu et Tassy, 1993) pour rendre plus évidente la divergence génétique et des relations phylogénétiques entre les populations. Les méthodes dites phénétiques fondées sur l'élaboration d'arborescences (phénogrammes) à partir de tableaux (matrices) de distances génétiques sont couramment utilisées. Ces distances génétiques, calculées à partir des fréquences alléliques, sont définies à un ensemble de marqueurs et sont en général analogues à des distances géométriques. Différents indices pour leurs calculs ont pu être proposés (Laval *et al.*, 2002). De manière générale, la distance génétique entre deux populations croît avec les différences alléliques entre elles: la distance génétique est nulle pour deux populations ayant des fréquences alléliques rigoureusement identiques à tous les locus observés (il en va ainsi de la distance d'une population avec elle-même), elle est maximale pour deux populations qui n'ont aucun allèle en commun.

La construction d'un phénogramme à partir d'une matrice de distances génétiques obéit à un principe qui est celui d'agréger en premier les populations les plus proches et de regrouper en dernier les ensembles les plus distants. Des méthodes pour ce type de classification sont couramment utilisées, notamment celle de l'UPGMA (Sneath et Sokal, 1973) et celle de Neighbor-joining (Saitou et Nei, 1987).

De la même manière que le polymorphisme moléculaire présenté ci-dessus, les mesures morphométriques et les performances mesurées peuvent être synthétisées par des paramètres intra-population (moyenne, variance) et des indices de distance biométrique (D^2 de Mahalanobis, par exemple) peuvent être calculés.

2.2.3. Gestion de la variabilité

La gestion et la préservation de la variabilité génétique entre et intra-populations passent par le maintien de toutes les populations existantes. Plusieurs méthodes sont envisagées afin de dégager des priorités de conservation face à des moyens limités mais des paramètres tels que la volonté des éleveurs, leur dynamisme et leur degré d'organisation entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de la conservation des races menacées.

2.2.3.1. Principes et mesures simples de gestion

Dans les populations d'élevage, les reproducteurs mâles sont les moins nombreux et ce sont les voies conduisant à leur choix et la manière dont ils sont utilisés qui ont le plus d'impact sur l'évolution génétique, qu'il s'agisse de progrès génétique ou d'évolution de variabilité. Leur choix devra respecter quelques principes bien établis par la théorie de la génétique des populations résumée ainsi qu'il suit: (i) les reproducteurs mâles doivent être aussi nombreux que possible, (ii) les tailles de descendance des reproducteurs mâles doivent être homogènes et (iii) les reproducteurs mâles doivent être renouvelés rapidement. Si les deux premiers principes découlent de l'expression analytique de l'effectif génétique d'une population, le renouvellement rapide des mâles, dont l'efficacité est prouvée par la simulation, constitue un moyen de bien représenter les gènes des fondateurs femelles et d'éviter de favoriser outrageusement les gènes d'un reproducteur mâle donné.

2.2.3.2. L'apport potentiel des marqueurs

Les marqueurs moléculaires donnent un aperçu de la variabilité génétique. La manière dont les marqueurs peuvent être utilisés à des fins de gestion a été rapportée par Verrier et Rognon (2000). De manière générale, les marqueurs permettent tout d'abord d'affilier les

animaux à des familles dans les situations où il est malaisé ou impossible d'enregistrer un état civil. Cela donne ainsi accès aux méthodes de gestion de la variabilité et au delà, il est possible de choisir les reproducteurs présentant le plus de variabilité pour un ensemble de marqueurs. Deux principales stratégies permettent d'aller dans ce sens: choisir préférentiellement des reproducteurs hétérozygotes ou choisir préférentiellement des reproducteurs porteurs d'allèles rares. Les études effectuées pour tester l'efficacité de telles méthodes montrent qu'une telle sélection est très efficace pour les régions du génome proches des marqueurs employés mais qu'elle doit être réalisée en complément des méthodes usuelles si l'on s'intéresse à l'ensemble du génome (Verrier *et al.*, 2005).

2.2.3.3. Importance de la caractérisation moléculaire

Les données moléculaires sont aujourd'hui nombreuses pour plusieurs espèces et permettent de mieux appréhender l'analyse et la structuration de la diversité génétique entre races, et au sein des races, et de préciser les apparentements. Elles devraient aussi aider à raisonner les choix de conservation (races, effectifs..) et contribuer à une plus large valorisation du matériel. Dans le cas de sélection ou d'élevage récent, l'approche moléculaire devrait aussi permettre de distinguer les animaux des filières de production de ceux des populations naturelles et d'étudier l'impact sur la structure des populations naturelles des « échappées » d'animaux élevés (B. R.G, 1998).

2.2.4. Gestion et conservation des ressources génétiques animales

Le maintien de la variabilité génétique des populations animales domestiques (mammifères, volailles) est réalisé pour l'essentiel *in situ* ou sur pied car les animaux sont utilisés le plus souvent pour la production. La gestion sur pied peut être facilitée par la cryoconservation de semences (conservation *ex situ*) qui permet, par le biais de l'insémination artificielle, une meilleure gestion des mâles parentaux en vue de limiter la consanguinité. Enfin, la cryoconservation de semences et d'embryons est aussi utile pour le renforcement, voire la reconstitution de races en voie d'extinction (B.R.G, 1998).

On peut résumer la situation des différents types de populations en fonction de leur statut et des objectifs que l'on se fixe. Ainsi par exemple on a :

- les races menacées: l'objectif majeur est d'éviter la disparition pure et simple de ces populations, les méthodes de gestion s'efforçant de limiter l'élévation de la consanguinité,
- les races locales: l'avenir n'est pas menacé. L'objectif est que ces populations ne tombent pas dans la catégorie précédente, le meilleur moyen étant alors de retrouver à chacune de ces races une niche « écologique » (exploitation d'un milieu présentant des

contraintes particulières) et/ou « économique » (filère courte, produits bénéficiant d'une indication d'origines ou de qualité, etc.)

- les races exploitées et sélectionnées à une échelle nationale ou internationale. L'objet majeur est de combiner progrès génétique et maintien de la variabilité intra-population.

Dans les pays en développement, la conservation des ressources génétiques animales ne peut représenter une priorité que si elle est liée à la lutte contre la pauvreté. La tendance d'un certain nombre d'experts internationaux semble être de promouvoir la conservation *in situ* autant que possible mais de ne pas trop s'illusionner sur les chances de réussite, dans des pays où la gestion des populations animales ne fait habituellement pas l'objet d'une organisation spécifique (Collectif, 2005) cité par Verrier (2006). La cryoconservation paraît en revanche plus sûre dans ces conditions et représente une garantie face à des menaces, d'ordre sanitaire par exemple. Ce mode de conservation est également plus « parlant » et plus convaincant auprès des organismes internationaux potentiellement financeurs (Verrier, 2006).

2.3. AVICULTURE FAMILIALE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

2.3.1. Contexte de l'aviculture familiale

Selon les statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, www.fao.org) cité par Guèye (2005), la population humaine mondiale a été estimée à 6 301,5 millions en 2003 dont 4 971,9 millions (78,9%) vivant dans les pays en voie de développement, pendant ce temps les statistiques de l'élevage indiquent que les volailles sont les espèces animales de ferme les plus nombreuses. Selon ces statistiques, ces volailles produisent dans les pays en voie de développement 37 312 917,74 tonnes métriques (TM) de viande de poulet; 2 729 130,78 TM de viande de canard; 2 038 638,7 TM de viande d'oie; 450 017,74 TM de viande de dindon; 16 510 de viande de pigeon et d'autres oiseaux; 38 940 955,73 TM d'œufs de poule et 4 816 052,2 TM d'œufs, excluant les œufs de poules. Partout dans le monde en voie de développement, l'élevage des volailles s'intègre dans ce qui est appelé l'Aviculture Familiale et est pratiquée par les communautés locales depuis des générations. Ces communautés sont formées de tous les groupes ethniques et semblent être impliquées dans de petites fermes ou ménages ruraux, de beaucoup de ménages périurbains et de quelques ménages urbains, et il est probable que ce système continue ainsi dans les années à venir (Guèye, 2005) si une race plus productive n'est pas à la disposition des éleveurs.

L'aviculture familiale est une activité complémentaire du système fermier qui contribue à son bien-être général dans les pays en voie de développement (Sonaiya et Swan,

2004 ; Nuru Miah, 2004). La consommation occasionnelle de ces produits intervient comme source précieuse de protéines dans la ration alimentaire. La vente des oiseaux et une partie de leur production aviaire constituent autant de sources de revenus pour le fermier à majorité féminine. Au sein de nombreuses sociétés, la volaille locale joue un rôle socioéconomique indéniable. Cette volaille constitue une des rares opportunités d'épargne, d'investissement et de protection contre le risque (Sonaiya et Swan, 2004).

Dans certains pays, l'aviculture familiale, représentée majoritairement par les poules locales, constitue approximativement 90% de la production avicole totale (Branckaert et Guèye, 1999). Au Bangladesh, elle représente plus de 80% de la production nationale et occupe 90% des 18 millions de ménages ruraux. En plus, 78% des oeufs et 86% de la viande de volaille sont produits par les petits fermiers, dans le système d'élevage en divagation (Huque, 2002; Nuru Miah, 2002). D'après Bhuiyan *et al.* (2005), les populations de poules indigènes produisent environ 75% des œufs et 78% de la viande consommés par chaque famille.

Au Nigeria, l'aviculture familiale représente approximativement 94 pour cent de l'élevage avicole total, et compte pour 4 pour cent environ de la valeur totale estimée des ressources animales du pays. Elle représente 83 pour cent de l'ensemble des volailles nationales estimé à 82 millions de sujets.

En Ethiopie, la volaille rurale concourt à 99 pour cent de la production totale de viande de poulet et d'œufs (Tadelle *et al.*, 2000). Tandis que qu'en République Dominicaine, elle contribue pour 23% du revenu de la production animale (Rauen *et al.*, 1990).

2.3.2. Systèmes d'élevage des poules locales

Les systèmes de gestion du troupeau habituellement pratiqués en milieu paysan sont le semi-intensif et extensif pour la plupart. Dans le système semi-intensif, les abris (souvent derrière la case d'habitation) sont construits pour les poules à l'intérieur d'une concession avec barrière en matériaux localement disponibles tels que les bambous de raphia ou les bambous de chine et les planches. Les toits sont faits de chaumes, nattes et rarement de tôles ondulées. Les mangeoires et les abreuvoirs sont également faits avec les matériaux locaux ou avec des objets de récupération ; nous citerons entre autres : les poulaillers calebasse chez les MAFA des monts Mandara ; poulailler « OBUS » ou Koukoule ; poulailler « canari » ou GAHE et le poulailler «Case» (Ngou Ngoupayou, 1990 ; Barua et Yoshimura, 1997). Bien que les oiseaux soient laissés en divagation pendant la journée pour compléter leur alimentation en plus de quelques graines et déchets de cuisine distribués par moment par le

paysan (Safalaoh, 2001), ils sont circonscrits dans une aire bien délimitée. Ils sont enfermés dans leurs abris pendant les nuits.

Dans les systèmes extensifs qui sont les plus pratiqués (Aini, 1990 ; Yami, 1995 ; Ekue *et al.*, 2002), les poules ne sont pas confinées. Les abris de fortune sont construits et sont plus ou moins utilisés par les poules. Les oiseaux sont abandonnés à eux-mêmes pour leur alimentation et dorment le plus souvent dans des cuisines et parfois sur des branches d'arbres (Yami, 1995 ; Barua et Yoshimura, 1997) ; les abris construits ne leur servant que pour se protéger pendant la nuit contre les prédateurs. Dans ce système, des graines et autres déchets de cuisine sont sporadiquement distribués avec ou pas de l'eau (Aini, 1990 ; Safalaoh, 2001) ; les poules dans ce cas ne peuvent pas valablement exprimer leur potentiel génétique dans un environnement délétère.

2.3.3. Particularités du système de divagation

Le système de faibles intrants et faibles productions est la base de l'élevage en divagation. Il assure une autoreproduction et accouplement, croit en une survie naturelle, avec très peu de protection contre les risques pathologiques (Khan, 2004). L'habitude alimentaire en divagation est surtout énergétique glanée autour des cases d'habitation et complétée avec des protéines animales telles que les vers de terre, les insectes et autres cadavres (Ndegwa *et al.*, 2001). La faible productivité relevée çà et là dans la littérature et qui est associée à l'absence de l'amélioration génétique de la poule locale en est la principale conséquence (Ndegwa *et al.*, 1998). Cependant, une modification dans le système pourrait aider à rehausser les performances et par conséquent le niveau de revenus générés (Tchoumboué *et al.*, 2000 ; Ndegwa *et al.*, 2001). Il a été montré qu'une unité de divagation avec la poule indigène pondant en moyenne 60 œufs sans intrants est tout aussi bénéfique que la variété améliorée pondant 120 œufs ou la petite exploitation commerciale de pondeuse pondant 300 œufs (Jensen, 1996 ; Rajni et Narhari, 2002).

2.3.4. Importance épidémiologique

En système extensif d'élevage, les poules de race locale sont sujettes à de nombreuses maladies dont les signes cliniques rappellent ceux de la pseudo peste aviaire dans 60% de cas, maladies qui déciment le troupeau à concurrence de 80 à 100% de l'effectif pendant les saisons sèches et les intersaisons (Belot et Hardouin, 1981) et de 10 à 90% selon Beard et Hanson (1988). Agbédé *et al.* (1990) ont montré les risques que comportaient la négligence sanitaire des petits élevages de poulets (toutes variétés et sexe confondus) pour l'ensemble de

la population avicole du Cameroun, que la pseudo peste aviaire était représentée dans les Provinces de l'Est, l'Ouest et du Nord avec des taux respectifs de 52%, 48% et 47% de cas. Les mortalités affectaient considérablement les poussins (53%) jusqu'à l'âge de quatre semaines en milieu rural (Agbédé *et al.*, 1995). Dans une récente étude à Santa et Ndop dans la province du Nord-Ouest du Cameroun, Ekue *et al.* (2002) ont montré que la prévalence des maladies aviaires (virale, bactérienne et parasitaire) était plus importante en saison de pluies qu'en saison sèche mais à de degrés différents selon les âges ; les plus sensibles étant respectivement les poussins, les poulets et les adultes.

Au Nigeria, les éleveurs ont révélé que les maladies les plus couramment rencontrées dans les élevages sont la pseudo peste aviaire (61%), les maladies respiratoires (14%), la variole aviaire (7%), la pullorose/diarrhée (7%) et le choléra (4%), résultats ultérieurement confirmés par les analyses du laboratoire (Atteh, 1989). En effet, ces épidémies affectent très négativement la structure du troupeau villageois et réduisent considérablement les revenus du fermier. N'étant pas habituellement assistés par les vétérinaires, les éleveurs sont obligés tant bien que mal d'utiliser les médicaments à usage humain pour soigner les oiseaux affectés. Ils pratiquent aussi la médecine traditionnelle en composant les décoctions, les infusions formées des racines, des écorces d'arbres, les graines, les fruits divers et les feuilles qu'ils donnent à boire aux oiseaux malades. Les résultats sont mitigés et parfois positifs. Certains travaux dans ce domaine sont dignes de confiance et méritent d'être encouragés notamment dans la prévention et le traitement de la coccidiose et celui des parasites (Agbédé *et al.*, 1993 ; Tchoumboué *et al.*, 1996).

La poule locale présente une forme de résistance à certaines maladies. Tel est le cas de la poule Fayoumi d'Egypte qui a la réputation d'être relativement résistante à divers agents pathogènes : virus de sarcome de Rous (Price, 1958) ou coccidiose (E-Tenella) par comparaison avec une lignée Rhode Island (Hamet et Mérat, 1982 ; Hossary et Galal, 1995 ; Pinard *et al.*, 1998). Par ailleurs, Adjovi (1990) a montré que les oiseaux adultes développaient une prémunition contre la coccidiose alors que les poussins en souffraient. En outre, les travaux de Banga-Mboko *et al.* (2000) ont montré que les lignées normales (NA^*N/NA^*N) ont été plus résistantes à la coccidiose (*E-necatrix*) que la lignée hétérozygote cou nu (NA^*NA/NA^*N).

2.3.5. Caractérisation de la poule locale

La biodiversité peut être décrite à plusieurs niveaux allant des observations phénotypiques aux données moléculaires. La caractérisation des poules locales a fait l'objet

de très peu d'études et par conséquent ne sont sélectionnées pour une production précise telle que la production de chair ou des œufs. Pour une étude systématique de ces populations, il a été nécessaire de passer en revue les travaux de caractérisation morphologique, zootechnique et moléculaire.

2.3.5.1. *Caractéristiques morphologiques*

La diversification des volailles sur plusieurs caractères à effets visibles tels que la taille (normale ou naine), la nature de la crête (simple, rosacée, double, en pois et en noix) et la structure du plumage (lisse et frisé), ont été rapportées au Cameroun (Fotsa et Poné, 2001) et en Tunisie (Bessadok *et al.*, 2003). Ces études ont montré que les populations de poules locales offrent une variété de couleurs dont le hasard des croisements entremêle les différentes teintes de plumages ; les plumes sont soit unicolores soit multicolores réalisant des schémas très irréguliers ou pouvant aussi former des dessins parfaitement réguliers (plumage barré). D'autres locus occupés par les gènes *NA* (cou nu), *F* (frisé), *PO* (Polydactylie), *CR* (huppe), *PTI* (tarse emplumé), *P* (pois), *R* (rosacée), ont été identifiés et pourraient être pris en compte dans des programmes d'amélioration génétique afin de produire des génotypes adaptés à la production avicole fermière au Cameroun.

Par ailleurs, les travaux de Ngou Ngoupayou (1990) font ressortir des différentes souches de poules locales qui constituent les critères importants pour le choix du consommateur sur le marché local. Ainsi, selon cette étude, les souches *DZAYE* et *DONGWE*, respectivement au plumage blanc et noir de la tribu Mandara du Nord Cameroun, dominent le marché local à des prix très élevés. Ces souches sont très sollicitées pour la pharmacopée traditionnelle et des pratiques magiques. Tandis que la souche *TSABATA* au plumage de coloris mixte (gris, blanc et noir) et la souche *ZARWA* sont respectivement appréciées pour la viande et pour la bonne production en œufs. Chez les populations de poules locales, l'utilisation du gène d'emplumement *K*K* et *K*N* (Nwosu et Ohana, 1987) permet un autosexage des oiseaux à l'éclosion (Fotsa *et al.*, 2001) et les études récentes montrent que la coloration du duvet à l'éclosion permet d'identifier chaque sexe chez les poules locales Dandarawi d'Egypte (Abdellatif, 2001). Cette méthode d'autosexage tient compte des moyens limités que possèdent les accoueurs ou les opérateurs économiques des pays du Sud. La diversité de ces caractères morphologiques rejoint les conclusions des travaux antérieurs effectués dans d'autres aires géographiques (Oluyemi, 1979 ; Aini, 1990 ; Ramlah, 1996 ; Kitalyi, 1997 ; Missohou *et al.*, 1998 ; Benabdeljelil et Arfaoui, 2001 ; Al-Rawi et Al-Atari, 2002). Ces études de description morphologique montrent une diversité phénotypique qui n'est en fait que l'expression d'un pool de gènes qui, s'ils étaient utilisés à bon escient,

seraient d'une grande utilité pour l'amélioration de la productivité de la poule locale du Cameroun.

La caractérisation morphologique s'est aussi basée sur la coloration du plumage, la coloration des yeux et sur les types de crêtes en rapport avec le type de production donnée. C'est ainsi qu'au Soudan l'on peut citer la souche *Baladi* pour la viande et la souche *Betwil* pour la ponte (Musharaf, 1989), les races *Fayoumi* et *Dandarawi* d'Egypte pour les caractères de production (Zaza, 1992), la race *Beldi* du Maroc pour son efficacité alimentaire (El Houadfi, 1990), la poule *Fulani* de coloris blanc, la poule *Djeligodji* ou *Dori*, la poule *Kondé* et la poule *du centre* du Burkina Faso pour le coloris varié du plumage, le type de crête et la couleur des yeux (Berte, 1987).

En Tunisie (Bessadok *et al.*, 2003), la population locale du poulet garde une variabilité génétique lui permettant de garantir un niveau minimum de production d'œufs et de viande d'une qualité recherchée par les consommateurs. Elle lui permet aussi de sauvegarder une réserve de gènes différents (coloration, forme, rusticité et autres) d'une valeur très précieuse. Il a été montré que les oiseaux aux pattes emplumées (gène *PTI*) ont une bonne aptitude à la production de la viande alors que leurs homologues aux pattes non emplumées ont une bonne ponte ovulaire et une excellente aptitude à l'éclosion (Ikeobi *et al.* 2000). Pour ce qui concerne les types de crêtes, celles qui sont simples et larges non seulement jouent un rôle thermorégulateur pour la déperdition de la chaleur selon Van Kampen (1974), mais elles favorisent un meilleur poids corporel et la ponte des œufs plus gros (Ikeobi, 1984); ces caractères sont les plus importants sous les conditions de sélection naturelle et d'adaptation dans lesquelles évoluent les poules locales. Ainsi, il pourrait être convenu que les divers gènes répertoriés chez les poules locales pourraient être utilisés pour améliorer les caractères de production.

Les travaux ci-dessus passés en revue montrent que la poule locale présente une grande diversité phanéroptique, signe de la primarité de la race (Missohou *et al.*, 1998). Cette grande diversité peut servir de base à la création de souches rustiques et plus performantes.

2.3.5.2. Performances zootechniques de la poule locale

La caractérisation zootechnique s'est basée sur les caractères de production, reproduction, aptitudes à transformer l'aliment en viande à partir des ingrédients non conventionnels. De nombreuses souches et races exotiques introduites dans les pays en développement expriment avec les populations de poules locales une large gamme de performances qui sont fonction soit des conditions d'élevage, soit du type génétique, soit de

ces deux facteurs réunis. Les travaux qui suivent donnent un aperçu général sur le potentiel de production des différents types génétiques dans le but de situer leurs performances les uns par rapport aux autres en zones tropicales. Ils permettent en plus de formuler des stratégies d'amélioration de la productivité des poules traditionnelles.

La poule indigène, toutes variétés confondues, a un poids à l'éclosion de 32,7g et des poids vifs à une semaine, cinq et dix semaines, respectifs de 40,04g ; 199g ; 583g (Fotsa, 1985). Ces faibles poids seraient fonction de la petite taille des œufs d'où sont issus les poussins ; car selon Hartmann *et al.* (2002), les sujets issus des gros œufs sont plus lourds. Les performances de ces poules, élevées dans un système intensif (Yami, 1995 ; Fotsa et Manjeli, 2001 ; Bessadok *et al.* 2003), sont de loin inférieures à celles des poules améliorées et à celles des croisements directs et réciproques. L'étude comparative de l'écart de performances entre les parents et les hybrides montre que l'expression de la vigueur hybride dépend de la distance génétique entre les races croisées. Ainsi, la combinaison des deux races (locale et exotique) donne un effet hétérosis de 4% (Fotsa et Manjeli, 2001) et a ainsi confirmé les résultats des travaux de Benazzouz *et al.* (1998) sur les races de pigeons marocains. Cependant, d'autres travaux montrent qu'une alimentation équilibrée et consommée par les poulets locaux en milieu contrôlé (station), permet d'avoir des performances meilleures que celles réalisées par les poulets élevés en milieu rural (Bessadok *et al.*, 2003) et par conséquent s'accordent avec ceux de Steverink (1993). Par ailleurs, l'évaluation des performances des poules locales a permis de relever les insuffisances de ce matériel génétique dans la plupart des travaux (Tableau 2).

Comparées aux performances des poules sélectionnées avec 42,8g et 1025g respectivement pour les poids à l'éclosion et à 10 semaines (Fotsa et Manjeli, 2001), celles des poules locales sont de loin inférieures respectivement de 23,6 % et 43,12 %. On peut citer entre autres : sa petite taille avec un poids vif de 50g pour un poussin de trois semaines et les poids de 579g, 1050g et de 1140g respectivement pour un poulet de quatre mois, une poule et un coq adultes (Belot et Hardouin, 1981). D'après cette même étude, la poule locale produit des œufs dont le poids moyen est de 44,02g, une entrée en ponte autour de la 20^{ème} semaine et un taux de ponte de 24% bien que cette dernière donnée soit difficilement vérifiable en zone rurale.

La comparaison entre les différents types de poules locales au Bangladesh montre que les oiseaux 'cou nu' (Na) et le type Hilly ont eu les meilleures performances de croissance et une meilleure productivité comparée aux autres groupes génétiques (Tableau 3) et se présentent par conséquent comme des oiseaux aux potentialités futures énormes (Paul et

Tableau 2. Récapitulatif des performances des poules locales dans les pays en voie de développement

Paramètre	Performance	Pays	Auteurs	
Poids adultes (g)	Femelles	1206	Tunisie	Bessadok <i>et al.</i> (2003)
		1050	Cameroun	Belot et Hardouin (1981) ; Ngou Ngoupayou (1990)
		1108-2020	Tanzanie	Msoffe <i>et al.</i> (2001)
		1200-1400	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)
	Mâles	1620	Tunisie	Bessadok <i>et al.</i> (2003)
		1140	Cameroun	Belot et Hardouin (1981) ; Ngou Ngoupayou (1990)
		1621-2915	Tanzanie	Msoffe <i>et al.</i> (2001)
	Mâles et Femelles	1020	Sénégal	Missohou <i>et al.</i> (1998)
		1650-2200	Afrique du Sud	van Marle-Köster et Casey (2001)
	Entrée en ponte (jours)	112-154	Afrique du Sud	van Marle-Köster et Casey (2001)
		162-166	Iraq	Al-Rawi et Al –Atari (2002)
		161	Sénégal	Horst (1997)
210-240		Belize et Guatemala	Mallia (1999)	
180		Guinée	Mourad <i>et al.</i> (1997)	
120		Mali	Ministère Français de la Coopération et du Développement (1991)	
140		Cameroun	Belot et Hardouin (1981)	
174		Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)	
150		Côte d'Ivoire	Ministère Français de la Coopération et du Développement (1991) ;	
			Hartmann <i>et al.</i> (2003)	
		148.6	Tanzanie	
Production d'œufs	128 (Dandarawi)	Egypte	Horst (1991)	
	141 (Fayoumi)	Egypte	-- /--	
	91	Afrique du Sud	van Marle-Köster et Casey (2001)	
	40-60	Ethiopie	Yami (1995)	
	31-40	Nigeria	Dafwang, (1989) ; Sonaiya et Olori (1990)	
	60	Sénégal	Missohou <i>et al.</i> (1998)	
	78	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)	
	40-80	Cameroun	Ngou Ngoupayou (1990)	
	40-50	Belize et Guatemala	Mallia (1999)	
	50	Soudan	Wilson (1979)	
	127	Tunisie	Bessadok <i>et al.</i> (2003)	
	30-120	Bangladesh	Paul et Huque (2000)	
	Taux de mortalité annuelle (%)	80	Guinée	Mourad <i>et al.</i> (1997)
80-100		Cameroun	Belot et Hardouin (1981)	
77		Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)	
Nombre de couvée par an	2-3	Sénégal	Guèye (1995)	
	3.8	Guinée	Mourad <i>et al.</i> (1997)	
	3	Mali, Burkina Faso, Niger	IEMVT-CIRAD (1989) ; Bantiéni et Modibo (2000)	
	2-6 (moyenne = 3)	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)	
Nombre d'œufs par couvée	10.5	Guinée	Mourad <i>et al.</i> (1997)	
	6-19	Mali	Bantiéni é et Modibo (2000)	
	12.4	Sénégal	Missohou <i>et al.</i> (1998)	
	8-20 (moyenne = 14)	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)	
	14	Cameroun	Tchoumboué <i>et al.</i> (2000)	

Huque, 2000).

Les mêmes conclusions ont été faites (aux 26ème et 36ème jours) avec la poule locale *Mandarrah* d'Egypte comparée aux autres types génétiques (RIR, White Leghorn) alors que la poule *Fayoumi* par contre a obtenu un poids corporel intermédiaire (Pinard *et al.*, 1998). Toutefois, des différences entre variétés pour ce qui concerne le poids corporel ont été rapportées par Ramlah et Kassim (1992). De ces travaux, il en ressort que les poids corporels

à 32 semaines chez la variété de poules marron clair (1340 grammes) et marron foncé (1374 g) étaient plus élevés que chez la variété noire (1230 g) et blanche (1251 g). Ces observations ont été ultérieurement confirmées à 73 semaines d'âge avec respectivement les poids de 1730 g, 1678g, 1470g et 1416g pour les mêmes variétés ci-dessus citées. Pour les performances de ponte, les mêmes auteurs ressortent la diversité génétique entre les variétés de poules locales ; le plus faible taux de ponte ayant été enregistré chez la variété blanche (9,9%) et le meilleur, mais sans différence significative, ayant été enregistré chez les variétés marron clair, marron foncé et noire (15,2% à 17,2%).

Tableau 3. Poids corporel, consommation alimentaire et mortalité des différents types génétiques de poules locales

Types génétiques	Poids corporel (g)			Consommation alimentaire (g)			Mortalité (%)	
	1 jour	56 jours	140 jours	7 jours	56 jours	140 jours	Démarrage	Finition
Cou nu	25,33	255,5	1164	5,58	28,11	73,49	1	7
Hilly	25,55	291,0	1420	5,68	48,11	74,21	2	9
Yasine	29,4	250,0	1401	6,68	51,27	98,62	2	12
Desi	26,9	241,0	1177	4,33	26,5	72,48	1	6

Source : Paul et Huque (2000)

2.3.5.3. Caractérisation moléculaire chez la poule domestique

La relation entre phénotype et génotype antérieurement décrite dans le cas des gènes à effet phénotypique majeur, a connu une évolution dans le temps. En effet, l'amélioration remarquable des outils biochimiques et moléculaires a permis de nos jours, d'identifier la nature moléculaire des gènes majeurs et de mieux comprendre leur mode d'action (Tixier-Boichard, 2002). Ces outils sont utilisés chez les volailles pour évaluer la variabilité et les distances génétiques entre des lignées de poules en utilisant, entre autres méthodes, les marqueurs microsatellites (Vanhala *et al.*, 1998 ; Tixier-Boichard *et al.*, 2001 ; Weigend et Romanov, 2001). Ces marqueurs microsatellites ont montré leur utilité pour déterminer la diversité génétique et la phylogénie des organismes, notamment à l'intérieur et entre les populations de la même espèce (Buchanan *et al.*, 1994 ; Barker *et al.*, 1997 ; MacHugh *et al.*, 1994 ; 1998) et pour les cartes du génome et la détection de locus quantitatif (Pundir *et al.*, 2000 ; Weigend et Romanov, 2001). Le rôle de ces microsatellites est de ranger et de

condenser l'ADN en chromosomes eucaryotiques (Stallings *et al.* 1991), afin de déceler les différences génétiques qui existent entre races et populations (Siegel *et al.*, 1992). Ces différences génétiques sont créées à partir des mutations et recombinaisons, suivies des modifications génétiques, sélection naturelle et artificielle, et migration (Lush, 1994).

Horst *et al.* (2000) ont comparé les différents écotypes par usage des marqueurs microsatellites (Tableau 4). Il en ressort que la GDR (German Dahlem Red) est groupée avec les écotypes nigériens indiquant ainsi que ces derniers ont connu un plus grand mélange avec les lignées européenne et américaine par rapport à d'autres écotypes.

Tableau 4. Echantillons d'ADN et moyenne d'hétérozygotie à partir d'un ensemble de microsatellites par écototype et par pays d'origine

Pays d'origine	Ecotype	Effectif d'ADN étudié	Moyenne d'hétérozygotie
Tanzanie	Singida	20	0,64 ± 0,22
	Sondea	20	0,55 ± 0,20
	Iringa	20	0,60 ± 0,19
	Mbeya	20	0,59 ± 0,21
	Coast	20	0,59 ± 0,24
	Arusha	20	0,67 ± 0,24
	Dodoma	20	0,54 ± 0,24
Nigeria	Ile-Ife	15	0,59 ± 0,24
	Kaduna	15	0,55 ± 0,27
	Ilorin	9	0,56 ± 0,23
	Makurdi	13	0,61 ± 0,20
	Jos	4	0,64 ± 0,33
	Shagamu	11	0,58 ± 0,29
India	Naked Neck	20	0,63 ± 0,20
	Kadakhath	26	0,66 ± 0,22
	Aseel	20	0,45 ± 0,32
	Frizzle	20	0,71 ± 0,15
Bolivie	Nord-Est	20	0,56 ± 0,18
	Nord-Ouest	20	0,52 ± 0,20
	Centre	20	0,59 ± 0,24
	Nord	20	0,55 ± 0,28
Allemagne	Dahlem rouge	20	0,49 ± 0,22

Source : Horst *et al.* (2000).

Le dendrogramme de cette même étude montre que la poule locale du Nord-Ouest du Cameroun est groupée avec les lignées indiennes et boliviennes. Sont-elles alors ses ancêtres ?

A partir de la suggestion selon laquelle plus une race ou une population est éloignée plus probable elle est porteuse des caractéristiques génétiques uniques, l'estimation des distances génétiques par les moyens du marqueur moléculaire peut produire une information utile pour l'évaluation initiale des ressources génétiques avicoles (Weigend et Romanov, 2001). Ainsi, pour évaluer la variabilité et la divergence génétiques entre 8 lignées de poules d'origines génétiques différentes dont 3 hybrides (White Leghorn), 3 lignées Finnish Landraces, RIR et une lignée hybride 'chair' en utilisant les marqueurs microsatellites, Vanhala *et al.* (1998) ont montré que tous les locus microsatellites ont été polymorphes, le nombre d'allèles variant de 4 à 13 par locus et de 1 à 10 par lignée ; l'hétérozygotie observée allait de 0.00 à 0.91 avec les valeurs minima et maxima moyennes par lignée respectives de 0,29 et 0,67 pour White Leghorn et la lignée 'chair'. Selon la même étude, les distances génétiques ont confirmé la classification de Finnish Landraces en des lignées différentes. En outre, selon l'arbre phylogénétique, les lignées étaient divisées en 3 groupes avec White Leghorn formant un groupe, deux lignées Landraces le 2ème groupe et une lignée Landrace, RIR et les lignées 'chair' le 3ème groupe (Vanhala *et al.*, 1998). Pareillement, les premiers résultats du projet européen sur la biodiversité avicole (AVIANDIV) à partir du typage microsatellite d'un pool d'ADN de 51 races différentes de poules ont montré que les populations de poules de jungle, les races traditionnelles non sélectionnées et les lignées 'chair' ont été des populations très hétérogènes qui pourraient inclure une grande portion de la diversité génétique des races testées (Weigend et Romanov, 2001) ; par contre, les souches hautement sélectionnées (pondeuses et des lignées expérimentales) étaient caractérisées par un faible polymorphisme indiquant ainsi un haut degré de similarité de fréquences de gènes entre elles surtout si elles sont très proches les unes par rapport aux autres. Ce faible polymorphisme indique ainsi une réduction de la variabilité génétique au sein de ces oiseaux (Siegel *et al.*, 1992). Tel a été le même résultat entre les poulets commerciaux de souche 'chair' et 'ponte' (Siegel *et al.*, 1992). Cependant, ces mêmes auteurs ont trouvé que la distance génétique entre les poules sauvages de jungle et les poules pondeuses a été identique à celle qui a été trouvée entre les poules sauvages de jungle et les poulets de 'chair'.

Ailleurs, au Bangladesh, Okada *et al.* (1987) ont calculé les distances génétiques des fréquences alléliques au niveau de 4 groupes sanguins et de 8 locus de protéines plasmatiques des poules locales *Desi*. Ils ont conclu que les distances génétiques entre chaque couple de

populations locales étaient faibles et par conséquent, les poules *Desi* du Bangladesh ont été considérées comme appartenant à une seule race. Cependant, l'étude a montré que ces poules et celles d'autres pays asiatiques étaient éloignées. Par ailleurs, Maeda *et al.* (1987) ont étudié le polymorphisme de protéine plasmatique au niveau de 17 locus des poules locales du Bangladesh et ont observé que 9 de ces locus (plasma esterase-1, plasma amylase-1, plasma amylase-3, plasma alcaline phosphate, plasma alcaline phosphate-2, plasma albumine, plasma transférase, plasma postalbumin et haémoglobine-1) étaient polymorphes. Parmi ces locus, seul le polymorphisme au niveau de plasma amylase-3 était nouveau et apparaissait pour la première fois dans la population de poulets locaux du Bangladesh. En outre, la valeur du polymorphisme la plus élevée a été attribuée aux poulets locaux *Desi* lorsque ceux-ci ont été comparés aux poules sélectionnées (RIR, White Cornish, Australorp, Brown Leghorn, White Leghorn), aux poules locales japonaises et aux poules locales d'autres pays asiatiques pour le polymorphisme des protéines plasmatiques.

Les analyses moléculaires ont révolutionné la détermination du sexe chez les oiseaux à tout âge en révélant les fréquences d'ADN sur le chromosome spécifique W ou Y (Uryu *et al.*, 1989 ; Kagami et Tomita, 1992 ; Clinton, 1994).

Par ailleurs, lorsqu'il faut utiliser deux populations différentes de poules, la vigueur hybride est nécessaire pour rehausser les performances à travers les caractères d'importance économique. Cependant, il n'y a aucune méthode efficace pour prédire le niveau de la vigueur hybride qu'on aura en croisant les individus issus des populations différentes, c'est pour cela que les travaux de Habersfeld *et al.* (1996) montrent que les empreintes génétiques par l'ADN permettent de mesurer la distance génétique et les niveaux de la vigueur hybride chez les poules appartenant à deux populations distinctes. Ces conclusions ont été ultérieurement confirmées par celles de Mafeni (1995) et de Mafeni *et al.* (1997) entre les populations de poules locales du Nord-ouest du Cameroun et la lignée German Dahlem Red (GDR). Cette technique a permis de montrer que la distance génétique entre les poules locales du Nord-Ouest du Cameroun et la lignée allemande (GDR) était très éloignée avec une valeur de 79,8% suggérant l'existence d'un réservoir considérable de diversité génétique entre les deux populations. La raison de cette différence, selon les auteurs, proviendrait des effets hétérosis très élevés dus aux croisements effectués en faveur des gains de poids corporel et de la production des œufs au cours de leurs travaux. De même il est relevé que la distance génétique entre une lignée consanguine Leghorn et la poule locale du Cameroun est de 78,5% et entre cette lignée consanguine Leghorn et la German Dahlem Red (GDR), elle est de 82,2%. Ces résultats montrent que la poule locale du Nord-Ouest du Cameroun est plus

proche de la lignée consanguine Leghorn que de la lignée German Dahlem Red.

L'utilité des empreintes génétiques par l'ADN a été aussi mise en évidence. Il s'agit de l'identification d'une lignée (Dunnington *et al.*, 1990), de la mesure du lien entre des populations (Dunnington *et al.*, 1991 ; Hillel *et al.*, 1991), de l'estimation des distances génétiques (Haberfeld *et al.*, 1992) et de la détermination des associations avec les locus des caractères quantitatifs (QTL) (Plotsky *et al.*, 1990).

Chez d'autres espèces animales à l'exemple du buffle, l'utilisation des marqueurs microsatellites pour la caractérisation génétique a montré que les allèles situés à différents locus variaient de 4 à 7 et l'hétérozygotie de 0,4 à 0,92 (Pundir *et al.*, 2000).

Chez une population nouvelle de poule Bélizienne de grande taille au plumage doux et de type 'cou nu' caractérisée par sa grande production en viande et en œufs teintés brun clair, Mallia (1999) a montré que le gène 'cou nu' (Na) était fixé sur le chromosome 1 sur lequel se trouvaient aussi les gènes P (Pea comb), O (Blue egg) mais sans linkage significatif (Bitgood *et al.*, 1980).

Le polymorphisme des poulets locaux recensés par les travaux passés en revue et des informations obtenues sur le terrain témoigne de l'originalité des ressources génétiques de la population locale qui laisse croire que malgré l'origine asiatique de l'espèce *Gallus* selon Shanawany et Banerjee (1991), le Cameroun est aussi sa destination après les différents mouvements migratoires des hommes et de leurs animaux au cours des siècles reculés. Les récents développements biotechnologiques offrent des opportunités nouvelles pour l'étude du génome. C'est ainsi qu'à partir de l'expansion des facilités d'établissement de la carte génétique et de transfert de gènes, un important nombre de races et lignées qui sont présentement menacées de disparition représentent un pool de diversité génétique qui pourrait être d'une valeur appréciable pour les programmes d'amélioration génétique (Weigend et Romanov, 2001). Selon ces mêmes auteurs, une bonne compréhension de l'étendue et de la nature de la diversité génétique est un élément essentiel pour évaluer les conséquences de la sélection pour les caractères économiques sur la biodiversité et pour l'anticipation de l'impact possible de l'introduction des animaux ainsi créés dans le troupeau. La présente étude apporte une contribution indispensable pour la bonne compréhension de la diversité génétique avicole des populations de poules locales (*Gallus gallus*) au Cameroun.

2.3.6. Stratégies d'amélioration du système traditionnel de gestion des poules

Selon Conroy *et al.* (2004), dans les situations de nombreux, sinon de la plupart des pays en développement, créer les conditions nécessaires pour un modèle semi-intensif, semi-

confiné engendrera des coûts élevés. Ainsi, selon le même auteur, si certains aspects (alimentaire, sanitaire, génétique, logement et gestion des élevages) ne marchent pas bien, les conséquences pourraient être plus graves que ce qu'elles auraient pu être dans les systèmes d'élevage en divagation. Par exemple, les risques sanitaires augmentent dans des systèmes d'élevage plus intensifiés. Ainsi, si les programmes de vaccinations se détérioraient, ceci pourrait résulter en une mortalité ou morbidité qui affecterait de grands effectifs de volailles. Et, étant donné les coûts élevés de ce système, les aviculteurs se trouveraient endettés. D'après Hajime Nabata (1997), de forts taux de mortalité rencontrés dans certains projets qui visaient à promouvoir des systèmes d'élevage semi-intensifs, ont résulté en une délinquance dans les remboursements des crédits. Pour assurer la réussite des modèles proposés par les différents auteurs, le Fonds International de Développement Agricole (FIDA) a recommandé que les modèles de production 'ne doivent pas requérir un grand investissement initial'.

C'est en tenant compte de cette recommandation du FIDA que le 'Modèle Amélioré d'Élevage en Divagation' a été proposé par Conroy *et al.* (2004). Ce modèle recommande qu'un programme de développement en aviculture devrait être mis en œuvre avec des mesures requérant peu, sinon pas, d'argent (Etape 1) ; par la suite, des voies pour améliorer la commercialisation des volailles pourraient être identifiées (Etape 2) ; lorsque des canaux efficaces de commercialisation seraient identifiés et mis en place, des interventions requérant de plus fortes dépenses et des niveaux d'organisation plus élevés (par exemple la complémentation utilisant les aliments de volailles, vaccination contre la pseudo-peste aviaire) pourraient être envisagées (Etape 3).

De même, compte tenu du rôle de l'aviculture familiale pour la régénération de revenu, l'éradication de la pauvreté, la création d'emplois pour les femmes, le renforcement de la nutrition et la sécurité alimentaire pour des populations vivant dans l'extrême pauvreté renforcée par la malnutrition selon Nuru Miah (2004), des recherches ont suggéré des modèles qui permettront d'améliorer le système traditionnel d'élevage des poules en divagation grâce à des technologies simples et moins coûteuses.

Entre autres modèles, nous citerons le modèle Bangladeshi qui inclut entre autres la formation des groupements villageois, l'existence d'un système d'octroi de crédit et d'épargne, des services de fourniture d'intrants (vaccins/médicaments, provendes, cheptels parents), des sélectionneurs et des accoueurs (Khan, 2004). Une étude d'impact initialement menée et rapportée par Khan (2004) a montré qu'après quelques années le nombre de bénéficiaires vivants en dessous du seuil de pauvreté a baissé de 80 à 50%.

2.3.7. Stratégies d'amélioration génétique des races indigènes de poules

Etant donné que l'aviculture constitue l'une des composantes les plus importantes de l'élevage dans les pays en développement, plusieurs approches d'amélioration génétique et de développement en aviculture ont été élaborées et proposées dans de nombreux pays. Le but de ces approches ayant été de proposer des perspectives durables pour des programmes d'amélioration génétique et de développement de la filière ; ces deux actions permettraient conjointement d'améliorer la nutrition des populations humaines et de lutter contre la pauvreté par une production accrue de viande et d'œufs.

Nous relevons ci-après certains succès et insuffisances rencontrés lors de la mise en œuvre des stratégies d'amélioration génétiques des races locales dans des pays en développement.

Des croisements entre les populations de poules locales et sélectionnées ont été faits au Cameroun dans le but d'améliorer leurs performances productives à partir des excellentes qualités que possèdent leurs homologues à haut rendement (Menfo, 1981 ; Fotsa, 1985 ; Fotsa et Manjeli, 2001). Il en est de même dans les zones rurales où des tentatives ont été entreprises dans le même but en substituant les coqs améliorés aux coqs locaux dans les troupeaux de poules locales ; ce processus a été un échec dû au manque de suivi et à la résistance des éleveurs de poules locales à éliminer leurs coqs indigènes (Belot et Hardouin, 1981).

L'expérience du Botswana a été moins encourageante, où le poulet de chair a été la volaille exploitée en remplacement du poulet local (Badubi et Ravindran, 2002). Des résultats finaux similaires ont été rapportés des Philippines. Au Zimbabwe, Mophosa *et al.* (2002) ont rapporté une mortalité chez les poussins de 70-80% dans le système d'élevage en divagation. Cependant, l'utilisation d'unités maternelles a changé de scénario. L'expérience indienne, avec de très fortes productions avicoles utilisant des poussins mâles d'un jour, n'a pas été aussi encourageante à cause de l'absence d'une planification visionnaire. Ainsi, d'autres tentatives ont été menées en Inde (Khan, 1983, 1994) mettant en exergue le système de faibles intrants et fortes productions en relation avec la disponibilité présente de ressources à travers l'introduction du poulet à haute production et acceptable sur le marché. L'hypothèse avancée par cet auteur était d'introduire dans les zones rurales et tribales des oiseaux ayant des caractères phénotypiques du poulet indigène, mais avec un niveau de production supérieur. Quelques-uns de ces caractères phénotypiques devaient comprendre : la taille du corps et sa forme maigre; le chromatisme plumeux multiple; la couleur rose de la peau et des pattes

faiblement bleuâtres ; la production d'œufs allant jusqu'à 110-120 en 4 -5 couvées avec une fréquence de couaison à intervalles plus longs ; le type de viande indigène plus savoureuse. Ces traits phénotypiques ont rendu l'entrée plus facile de ces types animaux dans le marché intérieur de viande comme poulet indigène à des prix presque similaires.

Au Bhutan, par exemple, l'approche du remplacement entier des poulets locaux par des souches améliorées, qui sont supposées être plus performantes pour qu'une plus grande production d'œufs et une meilleure nutrition des populations humaines soient obtenues (Nidup *et al.* 2005), a été pratiquée avec rarement de succès faute de suivis par les structures étatiques et le manque d'adhésion des paysans à ces différentes opérations. Une tendance similaire est rapportée dans de nombreux pays (Kitalyi, 1997) où des enquêtes ont montré que les aviculteurs ont préféré conserver leurs poulets indigènes pour des raisons sociales, culturelles et économiques, d'où l'expérience indienne citée ci-dessus par Khan (1983, 1994).

Des introductions sous formes d'œufs à couver, de poulettes à l'entrée en ponte ou par des coqs RIR donnés aux femmes en vue de croisements améliorateurs comme le cas de « l'opération coq », ont échoué à cause de forts taux de mortalités (Kaiser, 1987, Creevy, 1991 ; Kitalyi, 1997). Des souches exotiques, peu adaptées aux conditions villageoises, sont devenues de mauvaises couveuses et par conséquent ont montré de manière générale une faible efficacité reproductive au niveau rural (Sonaiya et Swan, 2004 ; Nidup *et al.*, 2005)

L'échec des stratégies faisant intervenir des croisements entre les poulets exotiques et les locaux ou vis-versa, s'explique par le fait que ces croisements ont été laissés uniquement aux aviculteurs qui n'ont pas de connaissances solides sur les volailles acquises de même que les connaissances et compétences nécessaires en amélioration génétique animale. Les aviculteurs comptent le plus souvent sur un accouplement naturel au hasard plutôt qu'une stratégie planifiée de croisement chez les volailles. Par ailleurs, selon Nidup *et al.* (2005) bien que les pathologies soient un facteur limitant majeur, il y a également le manque d'une intervention professionnelle dans le domaine de la vulgarisation, avec une mauvaise offre de techniques d'élevage et de programme d'amélioration génétique animale.

En se basant sur les faits rassemblés, il est évident que le poulet local demeure la principale volaille élevée en milieu paysan. Il est également montré que l'introduction des souches de poulets exotiques n'a pas obtenu le résultat escompté sur le programme général de développement de l'aviculture familiale. Les aviculteurs continuent de préférer leurs poulets locaux à l'introduction des poulets exotiques, ce qui nécessite d'autres stratégies de développement de l'aviculture villageoise qui puissent tenir compte du desideratum des paysans dont l'objet de l'élevage de poulets locaux diffère d'une région à l'autre ; certaines

utilisations exigent des écotypes particuliers de poulets locaux (aspect et couleur particulière de plumage, etc.)

Quoique de meilleures méthodes de gestion puissent améliorer significativement les performances des races de poules locales, certains chercheurs ont estimé qu'il existait également un besoin de sélection génétique (Nwosu, 1979). Cependant, il est important de relever que si l'amélioration génétique de races locales pouvait être bénéfique selon Nwosu (1979) et Ahmad et Hashnath (1983), il est essentiel d'évaluer les races locales pour la sélection (Sonaiya et Swan, 2004). D'après Katule (1991), le croisement avec des races améliorées, suivi d'une sélection au sein de ces populations composites est préférable. D'autres chercheurs (Horst, 1989 ; Haaren-Hiso *et al.*, 1995) ont préconisé la modification des races locales par l'utilisation des gènes dominants tels que *NA* (cou nu), *F* (frisé), *DW*N* (nanisme) et *K* (faible emplumement) afin d'améliorer la productivité dans les programmes de sélection de l'aviculture à petite échelle des pays tropicaux. Les caractères morphologiques, comprenant le développement de la crête, des barbillons et de l'allongement des pattes, permettant une meilleure dissipation de la chaleur pourront être envisagés favorablement pour être incorporés dans le développement des races locales plus productives en zones tropicales. Néanmoins, des efforts seront poursuivis afin de maintenir la poule locale comme ressource génétique d'avenir dans les pays en voie de développement afin d'atténuer les souffrances dues à la pauvreté et à la malnutrition.

2.4. AVICULTURE AU CAMEROUN

Au Cameroun, l'élevage avicole peut être subdivisé en deux systèmes de production différents: l'aviculture familiale (AF) rencontrée principalement en milieu rural mais également dans les zones périurbaine et urbaine, et l'aviculture moderne ou industrielle (AI) qui est pratiquée essentiellement dans les villes et aussi dans leurs périphéries. Les deux types d'élevage sont complémentaires et ne font pas l'objet d'une compétition puisque chacun a une particularité spécifique qui participe à la sécurité alimentaire nationale. Le premier se caractérise par l'exploitation fermière de quelques individus à un maximum de 20 sujets (Ngou Ngoupayou, 1990), est pratiqué par des paysans dotés de peu de ressources pour la satisfaction quotidienne (Teleu Ngandeu, 1993, 1994) des besoins familiaux (épargne, alimentation, rites et traditions). Le second quant à lui est pratiqué comme activité rémunératrice avec des effectifs variant d'une centaine à des dizaines de milliers d'individus (Ngou Ngoupayou, 1990).

2.4.1. Aviculture moderne

L'élevage moderne au Cameroun est composé de l'élevage semi-industriel et de l'élevage industriel. L'élevage semi industriel est pratiqué par les éleveurs ayant d'effectif inférieur à 2500 sujets. Dans ces élevages, le niveau de performances varie énormément d'une bande à l'autre dans la même exploitation et entre exploitations (Téguia *et al.*, 1992). De la même étude, il ressort également que le niveau de productivité pour les principaux paramètres techniques d'intérêt économique est encore très en dessous des normes optimales attendues. L'élevage industriel est assuré par des opérateurs économiques comprenant des accoueurs (Société de Provenderies du Cameroun, Elevage Promotion Afrique), des producteurs de poulets de chair qui élèvent des effectifs variant de 25 000 à 50 000 et les reproducteurs d'oeufs ayant des effectifs allant de 50 000 à 450 000. Les principaux intervenants sont des entreprises locales plus ou moins affiliées par joint-venture à de multinationales (Tchoumboué *et al.*, 1992 ; Teleu Ngandeu et Ngatchou, 2006). Ils utilisent des bâtiments fonctionnels où les normes zootechniques de production sont maîtrisées et les conditions de biosécurité assurées. De ces faits, les poulets de chair atteignent des performances comparables à celles des pays industrialisés avec des poids allant de 1,8 kg à plus de 2 kg à 42 jours d'âge associés à un indice de consommation alimentaire d'environ 2 (Teleu Ngandeu et Ngatchou, 2006). Les souches utilisées pour la ponte entrent en ponte en moyenne à 24 semaines correspondant à 10% de ponte. Le pic de ponte est atteint entre 31 et 49 semaines selon les bandes chez les Backcock-380 (Tchoumboué *et al.*, 1992). Certaines souches produisent 280 à 300 oeufs par cycle de ponte avec toutefois des moyennes nationales d'environ 260 oeufs par an (Teleu Ngandeu et Ngatchou, 2006). Les taux de mortalités varient de 3 à 5% pour les poulets de chair et de 15 à 25% chez les pondeuses.

La production des poussins d'un jour pour les éleveurs locaux est assurée par des accoueurs utilisant des parentaux importés à un jour d'âge ou à travers l'achat et l'incubation des oeufs fécondés importés.

Dans ces systèmes d'élevage, les aliments sont fabriqués par des opérateurs économiques en produisant des provendes adaptées à chaque stade de développement des animaux. Les soins vétérinaires contre les maladies virales, bactériennes et parasitaires sont assurés par des vétérinaires. Ces derniers importent des antibiotiques, des antiparasitaires, des acaricides et autres désinfectants pour les mettre à la disposition des éleveurs locaux. Ils s'approvisionnent de la plupart des vaccins du Laboratoire National Vétérinaire du Cameroun pour prévenir les maladies très courantes dans les élevages au Cameroun notamment la

pseudo peste aviaire, la bronchite infectieuse, la maladie de Gumboro, les salmonelloses, le choléra aviaire etc.

2.4.2. Aviculture familiale

Au Cameroun, l'élevage de la poule locale est pratiqué par plus de 70% de la population et de ce fait est considéré comme l'élevage conventionnel. Toute autre espèce est considérée comme faisant partie de la volaille non conventionnelle. Le développement qui suit situe la poule locale dans cette aviculture traditionnelle conventionnelle et donne un bref aperçu sur l'élevage non conventionnel.

2.4.2.1. Place de la poule locale dans l'aviculture traditionnelle

Le recensement général Agricole de 1984 a montré que 95% de fermes avaient moins de 30 poulets par éleveur. Une analyse du rôle de l'aviculture villageoise à petite échelle dans l'industrie avicole nationale montre que 75% de population de volaille de race locale est tenue par les petites exploitations ayant chacune un effectif moyen de 10 à 13 poulets (Ngou Ngoupayou, 1990). Ces populations de poules locales contribuent pour près de 10 % au produit intérieur brut et produit 1,8 Kg de viande de poulets et 20 œufs par habitant consommés annuellement (Poné, 1998). En outre, ces sujets sont, pour la plupart, élevés dans un système extensif caractérisé par l'absence d'une alimentation équilibrée, de logement adéquat, de soins vétérinaires appropriés et d'une bonne conduite de l'élevage (Bélot et Hardouin, 1981 ; Fotsa *et al.*, 2007a, 2007c). C'est ainsi que ces poules se distinguent par une faible productivité, leur petite taille de format moyen et léger dont la structure et la conformation ont été identifiées par Hill (1954) et confirmées ultérieurement (Fotsa et Manjeli, 2001 ; Fotsa et Poné, 2001). Les conclusions des travaux effectués dans d'autres localités géographiques confirment ceux cités ci-dessus (Oluyemi, 1979 ; Aini, 1990 ; Musharaf *et al.*, 1990 ; Le Viet Ly, 1995 ; Ramlah, 1996 ; Kitalyi, 1997 ; Guerne-Bleich, 2001 ; Al-Rawi et Al-Atari, 2002).

Une attention particulière sur les facteurs relatifs au milieu, à la gestion et au génotype de ces populations de poules locales est indispensable. Ces trois facteurs sont interdépendants si bien que l'amélioration d'un seul donnera des résultats décevants au regard des efforts consentis. C'est dans cette optique que de nombreuses études ont été menées pour améliorer le confort (alimentation et conditions d'élevage) des poules locales et ont obtenu quelques améliorations sur les performances de croissance et de ponte qui, par la suite, ont montré leurs limites (Guèye et Bessei, 1995 ; GTZ/PGPA, 2001, 2002). D'où la nécessité d'une

amélioration du matériel génétique qu'est la poule locale en plus de son environnement afin de rehausser ses performances. Ainsi, des croisements entre les populations de poules locales et les races sélectionnées ont été faits dans le but de bénéficier de l'effet biologique de la vigueur hybride et de la complémentarité des caractères de productivité numérique et pondérale (Menfo, 1981; Fotsa, 1985 ; Fotsa et Manjeli, 2001) dans l'optique d'amélioration des conditions alimentaires des paysans en produits carnés en même temps que leur revenu.

2.4.2.2. *La place de la poule dans la vie économique et socioculturelle des populations*

En Afrique en général, l'aviculture traditionnelle intègre le mode de vie des populations rurales. C'est ainsi que la satisfaction des premiers besoins financiers des producteurs et de leur demande en protéines animales fait beaucoup plus appel aux produits de la basse-cour. Les revenus tirés de cette production sont souvent destinés à l'acquisition des biens de consommation et à toutes sortes de dépenses personnelles et familiales. Les impératifs socio-culturels (accueil de l'hôte, dons, mariages, baptêmes, rituels, pharmacopée traditionnelle) constituent également un des motifs essentiels de la production des volailles en milieu rural (Ngou Ngoupayou, 1990, 1995 ; Mopate *et al.*, 2000). L'autoconsommation, lorsqu'elle s'effectue, est le plus souvent circonstancielle, en ce sens qu'elle intervient beaucoup plus à l'occasion des événements de grande importance cités ci-dessus y compris le sacrifice aux ancêtres. D'après Douffissa (1987), Ngou Ngoupayou (1990, 1995), Teleu Ngandeu et Ngatchou (2006), les œufs sont rarement consommés mais sont destinés à l'incubation pour constituer les oiseaux de remplacement. Des observations analogues ont été faites au Bangladesh (Barua et Yoshimura, 1997) et au Tchad (Mopate *et al.*, 2000). Pour certains peuples, la poule locale fait partie de l'identité, voire du ménage. Les coqs constituent les réveils dans certains villages et des alarmes ou vigiles de concession dans d'autres.

Le poulet local représente avec les œufs les précieux cadeaux qu'un paysan offre à un visiteur de marque (Douffissa, 1987 ; Iyawa, 1988 ; Ngou Ngoupayou, 1990, 1995 ; Fotsa et Poné, 2001).

La poule locale est très recherchée pour sa pigmentation et pour la saveur de sa chair et de ses œufs (Ngou Ngoupayou, 1990 ; Poné, 1998). Des travaux faits ailleurs qu'au Cameroun montre que la chair de la poule locale est riche en protéines (42,2-46,1%) avec un faible taux de gras (28,8-36%) (Mukherjee, 1990 ; Missohou *et al.*, 1998 ; van Marle-Köster et Casey, 2001 ; Al-Rawi et Al-Atari, 2002). La carcasse éviscérée de la poule locale à l'âge adulte est de 64% pour les mâles et 54% pour les femelles au Nigéria (Joseph *et al.*, 1992) et

est de 79% pour les mâles et 67% pour les femelles à 25 semaines d'âge au Sénégal (Buldgen *et al.*, 1992).

En dépit de la faible productivité de la poule locale, les prix de vente de poules locales sur le marché sont élevés (Poné, 1998 ; Fotsa et Poné, 2001) comparés à ceux des poulets sélectionnés. Ainsi, on note 2000-3500 F.CFA et 3000-6000 F.CFA respectivement pour une poule et un coq adultes d'un poids respectif de 1 kg et 1,5 kg et 100 F.CFA pour le prix unitaire d'un œuf de 40 grammes en moyenne. En plus de la vente des oiseaux sur pied et de leurs œufs, d'autres bénéfices sont obtenus de manière informelle. La volaille traditionnelle transforme les déchets de cuisine en protéines (viande et œufs) disponibles pour le paysan. Il a été aussi montré que les fientes de poules et les bouses de vache servent de substrats pour la production d'asticots (Mpoame *et al.*, 2004) pouvant servir de complément protéinique dans l'alimentation du poulet (Téguia *et al.*, 2002). Dans le cas des asticots, les fientes de poules ont obtenu une productivité plus soutenue et plus importante que la bouse de vaches (Mpoame *et al.*, 2004). La fumure organique, à partir de la fiente de poule, stimule le développement des lombrics dans le sol ; ces lombrics constituent avec les insectes et les termites des sources de protéines de ces mêmes poulets au cours de la divagation. Aussi, en picorant les jeunes herbes et autres plantes, les poules traditionnelles participent au désherbage de la ferme.

2.4.2.3. Elevage traditionnel non conventionnel

L'élevage non conventionnel au Cameroun est celui des espèces autres que la poule locale. Il s'agit notamment de l'élevage des canards, des oies, des pigeons, des dindons et des pintades représentant environ 6% de l'effectif national avicole du Cameroun (Fotsa *et al.*, 2007b). Leur distribution géographique sera décrite plus loin.

L'ensemble de ces travaux aussi bien au Cameroun qu'ailleurs démontre que la contribution de la poule locale à la sécurité alimentaire des ménages ruraux est loin d'être sous estimée.

CONCLUSION PARTIELLE

Des travaux ponctuels faits jusqu'alors montrent que la poule locale a une faible productivité dans un système rudimentaire d'élevage. Pour cerner le goulot d'étranglement, la situation de l'aviculture villageoise mérite d'être passée en revue dans le but de préconiser des pistes d'amélioration de son système. Les différentes pistes permettront à cette aviculture de contribuer significativement à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté en milieu paysan.

2.5. THE STATE OF CAMEROON RURAL CHICKENS: PRODUCTION AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES FOR POVERTY ALLEVIATION

Fotsa J.C¹ , Poné Kamdem D² , Manjeli Y³ , Ngou Ngoupayou J.D¹.

- ^{1.} *Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Box. 30 189 Yaoundé, Cameroon. Tel : (237) 954 24 98 or (237) 201 22 58 Fax : (237) 223 35 38. E-mail: fotsajc2002@yahoo.fr.*
- ^{2.} *Station Spécialisée de Recherche Agricole pour le Développement de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun.*
- ^{3.} *Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang B.P.222 Dschang, Cameroun.*

(Published in *Ghanaian Journal of Animal Science*, 2007, vol 2 & 3 (1), 175-180).

Summary

Estimated at 70% of the thirty five millions total Cameroon flock, the rural chickens provide just about 50% of the annually yielded poultry products (meat and eggs). The present review substantiates the fact that the low production levels experienced with the rural chickens is justified by existing constraints such as low productivity, heterogeneous genetic materials, neglect from the owner, erratic supply of feedstuffs and clean water, high disease incidence and lack of adequate housing. Rural chickens fulfill important socioeconomic and sociocultural advantages: source of income, intensive taste: there is also a high demand associated to the high demographic rate. It is postulated that the formulation of a sustained government policy to encouraging the rural poultry sub-sector through a sound long-term research and development remains the most challenging task for all Cameroonians, especially in the quest to alleviating rural poverty.

Key words: Rural poultry, present state, constraints, perspectives, poverty alleviation, Cameroon

2.5.1. Introduction

Cameroon is a country located in the central Africa zone. Latitude 5-6° north and longitude 10-11 East. About 70% of its 17 millions inhabitants are rural, living through subsistence agricultural practices. As the majority of rural Cameroonians live below poverty line, the Cameroon Government in its strategic poverty alleviation document has contemplated poultry development, due to its quick turnover rate (République du Cameroun, 2003). Two main sub-sectors characterize the poultry industry in Cameroon: Traditional and modern. The later is a recent urban phenomenon, input intensive and essentially an urban market oriented activity. The traditional sector is widely sprayed in the rural areas and holds over 70% of the estimated 35 millions national poultry flock size (INS, 2001). However, this numeric advantage provides only about 50% of the poultry meat and eggs consumed by Cameroonians, although these birds also fulfill other important social uses such as source of income, gifts to important guests and involvement in some traditional rites (Fotsa and Poné, 2001; Ekue *et al.*, 2002). There is also a niche demand on products from local breeds of fowls where consumers prefer the more intense taste of their meat and eggs. Based on the above considerations, especially for the positive impact chickens could play in rural poverty alleviation strategies. However, the state of production and development is not well known. This review was initiated to study the present state of the Cameroon rural chickens and to suggest strategies for its enhancement.

2.5.2. Present Situation

2.5.2.1. Genetic types and strains reared

Chickens are reared in all agro-ecological zones of Cameroon and no real breed is stabilized. Quantitatively, *Gallus* is the dominant genus although scanty numbers of *Anas* (ducks), *Numida* (Guinea fowl), *Meleagris* (Turkey), *Anser* (Geese) and *Columba* (Pigeon) are found (Ngou Ngoupayou, 1990). Ekue *et al.* (2002) reported that in the North West Province of the western highlands of Cameroon, the genus *Gallus* ranked first in numbers (76.9%), followed by *Anas* (15.5%) and *Columba* (7.6%).

Phenotypically, the main genetic type of *Gallus gallus* show a colorful feather pattern that varies in shape and size due to a great genetic variability. The population or genetic resources or strains also possess genes of tropical relevance such as naked neck (Na), dwarf (dw) and frizzle (F), which could be useful in genetic improvement programs. Other characteristics of the rural chicken are the presence of crested head (Cr), feathered shanks (P^{ti}), simple (r^+ , p^+) to rose (R p^+), walnut (R P) or pea comb (P r^+), and polydactyl (Po) phenotypes (Mafeni *et al.*,

1997; Fotsa and Poné, 2001). Genetic variability which might be confirmed by molecular study.

2.5.2.2. Management

2.5.2.2.1. Housing

Despite the comparative cost advantages of the rural chickens to produce meat and eggs, it is always difficult to understand the lack of interests provided by their caretakers who in nearly 90% of cases consider the activity as secondary (Agbede *et al.*, 1990; Bell *et al.*, 2000; Ekue *et al.*, 2002).

Housing is an exception not the rule as some classes of chickens might be allowed to share a corner in the caretaker kitchen (Ekue *et al.*, 2002). Thus, chickens often roost on tree branches; hide in abandoned structures or in fortune catches. When a nightshade is available, this is made of locally available materials, which are seldom deprived from parasites (Douffissa, 1987). Globally, the productivity in this sector remains low as a result of neglect.

2.5.2.2.2. Feeding

Challenged by ‘survival of the fittest’ syndrome, Cameroon local chickens roam about the homestead, scavenging for food and surviving their offsprings through constant adaptations to harsh environmental constraints. Available foods include grass, insects, vermin and crop residues. Occasionally, the owner provides them with weaviled maize, and other by-products from cooking (Ekue *et al.*, 2002).

2.5.2.2.3. Health environment of the rural chicken

The rural chicken living environment is conducive to many epizootic diseases that negatively affect their livability. Newcastle disease is the major threat, killing yearly 60% to 99% of the flock, especially during transitions between rainy and dry seasons (Belot and Hardouin; 1981; Ekue *et al.*, 2002). Agbédé *et al.* (1990) reported that in the East, West and Northern Provinces of Cameroon, Newcastle disease was prevalent in 52%, 48% and 47% of collected blood samples, respectively. Based on farmers’ description, Ekue *et al.* (2002) reported that chicken disease symptoms varied depending on classes of chickens and were composed of cough, diarrhoea, dizziness, ataxia, sudden death, apathy, swollen head and shanks, pendiculous crop, scabies on eye lids and comb. These diseases were more prevalent in the rainy than the dry season (November to March). The same authors reported that internal parasite infestation of rural chickens included *Ascaridia galli*, *Capillaria sp.*, *Heterakis*

gallinarum, *Strongyloides avium*, *Syngamus trachea* and *Railletina spp.* In earlier studies, Ngou Ngoupayou (1990) and Agbede *et al.*, (1990) reported rural chicken diseases to be Salmonellosis, Coccidiosis, Gumboro, Infectious Bronchitis, Newcastle disease and Fowl Pox.

2.5.3. Production constraints and perspectives for improvement of the rural chickens

The rural chicken is numerically important in Cameroon but fails to provide the expected output. This is mainly due to environmental and genetic constraints as depicted below for improvement prospects.

2.5.3.1. Rural chickens and breeding

The rural genetic types of chickens are less performing than improved exotic breeds/strains. Growth is slow while egg production is irregular, interrupted by hen broodiness. Mortality is high and mating is random given ways to unwanted inbreeding (Menfo, 1981; Ngou Ngoupayou, 1990; Mafeni *et al.*, 1997; Ekue *et al.*, 2002). Fotsa and Manjeli (2001) reported growth of local poultry to be 32.7g, 40.4g, 199g and 583g at day-old, one week, five weeks, and ten weeks of age, respectively. In an earlier study, Belot and Hardouin (1981) reported live body weights of local chickens under rural situation to be 50 g, 579 g, 1050 g and 1140 g at 3 weeks old, 4 months-old, adult hen and adult cock, respectively. The variability in the genetic potentials of rural chickens is known (Mafeni *et al.*, 1997; Fotsa and Poné, 2001). However, research works toward their selection for possible improvement using genes of relevant tropical economic importance are still at its infancy stage (Horst, 1990). Areas of interests center primarily around crossbreeding between local strains and exotic breeds (Menfo, 1981; Fotsa and Manjeli, 2001), studies on production and management systems on-farm and on-station (Belot and Hardouin, 1981; Endeley, 1983; Ngou Ngoupayou, 1990, 1995; Agbédé *et al.*, 1990; Tchoumboué *et al.*, 2000), phenotypic characterization (Fotsa and Poné, 2001) and molecular characterization (Mafeni, 1995; Mafeni *et al.*, 1997). However little is being done toward conserving or preserving the genetic potentials of Cameroon local chickens.

The fact that rural chickens are well adapted to their environment would suggest the urgency to creating a data bank for fear to lose these valuable genes potential. In as much as the decision for genetic conservation should be backed by arguments like endangered species, specific adaptation to a given environment, presence of genes of economic and scientific

importance, breed cultural values and history, consideration in applied and fundamental research, there is a need through technological evolution to use molecular markers in the initial step to evaluating relevant genetic resources (Ruane, 1999; Delany, 2000).

2.5.3.2. Feeding systems

The intrinsic nature of rural chicken environment and management could easily justify their poor productivity. Despite the abundance of feedstuffs in the rural areas, little attention is given to feeding them to chickens, rationally. The perception is that rural chickens can survive with little feed supplements. Water is not readily made available and if so of questionable hygienic conditions.

Given the prevailing situation, some proposals have been made to alleviate the poor nutritional status of rural chickens. Feed formulae (Table 5) are now elaborated by GTZ/PGPA (2000) using available feedstuffs. Other innovations (GTZ/PGPA, 2000 and 2002; Ekue *et al.*, 2002) in the routine management of rural flocks included daily provision of feed and water in locally made feeders and drinkers and provision of night shades. Current innovations are geared toward the design and testing of prototype housing equipped with a rotational run that will allow the semi-confinement of rural chickens (Poné *et al.*, 2005; personal communications). These suggested packages are likely help in improving the productivity of rural chickens while limiting annual losses incurred through thieves, vehicle accidents and predation.

2.5.3.3. Diseased environment

Generally, most producers are powerless before the numerous epizooties that kill their chickens. Thus, they resorted to ethnoveterinary practices that offer different levels of successes (Tchoumboué *et al.*, 1996; Ekue *et al.*, 2002). Meanwhile, ethnoveterinary practices remain practical alternatives, as orthodox drugs are scarce in remote areas. Recent studies suggest reduction in mortality by 10% when roaming chickens are vaccinated against NCD (Tchoumboué *et al.*, 2000).

2.5.4. Rural chickens and contribution to poverty alleviation

The rural family poultry is characterized by low purchased inputs, which makes it accessible to nearly every family or household. Flock size varies from 5 to 20 birds, which are reared extensively and face few socio-economic constraints. Thus, they constitute a good source of

protein and ready cash amounting to about 10-20% of the income earnings in rural areas. Economically, the rural chicken provides job to about 1.6 millions rural families that average 8 persons. The derived benefits are crucial to the livelihood of these populations as chickens are kept for food, income and other social values, traditional rites and local pharmacopoeia (Ekue *et al.*, 2002). Beyond the rural set-up, other beneficiaries of the rural chickens are the new types of businessmen called “Buyam-sellam” who buy from the rural areas and supply the big town markets with live chickens and fresh eggs. Price wise, the rural chickens are more expensive than exotic ones. A 1-year old cockerel weighing about 1.9 kg sold at about 4.000 FCFA (6.09 €) as compared to 2.500 FCFA (3.81 €) offered for a broiler chicken intensively fed and weighing about 2 kg at 8 weeks-old. A rural chicken egg of about 45 g sold at 100 FCFA (0.15 €) as against 50 FCFA (0.08 €) for an exotic chicken’s egg weighing about 55 g (Poné, 1998; GTZ/PGPA, 2002). Reasons attributed to the high prices of rural chicken meat and eggs stem from popular belief that rural eggs are more delicious with its deeper yellow yolk than intensively reared chicken eggs. The meat of rural chicken is also tasteful and compact with a higher meat to bone ratio (Obioha *et al.*, 1983).

With a population growth of 3% per annum, urbanization in Cameroon is expected to reach 50% by the tune of 2015. This is undeniably a social challenge for job creation but a golden mine for the demand of agricultural products of which poultry could take a lead as annual intake per capita for poultry products stands at 1.8 kg and 20 eggs (Poné, 1998). Conclusively, farmers involved in rural chickens keeping would have everything to gain.

2.5.5. Conclusion

Chicken production could be contemplated for poverty alleviation in rural areas, provided it is considered a revenue generation activity. Prospects of these would stem from improvement of production management practices, preservation and characterization of local chicken genetic materials and production of small sizes (50 doses) vaccines.

References

- Agbédé, G., Demey, F., Verhulest, A. and Bell, J.G., 1990. Prévalence de la maladie de New Castle dans les élevages traditionnels de poulets au Cameroun. In: Seminar Proceedings on small holder rural poultry production. Thessaloniki, Greece. 2: 49-54.
- Bell, J.G., Fotso T.M, Amara A et Agbede G., 2000. Dynamique de la volaille villageoise dans la région de Dschang, Cameroun. In Sonaiya, E.B. (ed) 2000. Issues in family poultry development research. Proceedings of International Workshop. December 9-13, 1997. M’ Bour, Senegal. 308 p.

- Belot, J. and Hardouin, J. 1981. Observation sur l'élevage traditionnel de petits ruminants et de la volaille en milieu villageois au Cameroun. Rapport technique provisoire. Institut de Médecine Tropicale "Prince Léopold". Anverpern, Belgique. 41p.
- Delany, M., 2000. Importance of biodiversity preservation for research and industry. In: Proceedings of the XXI World's Poultry Congress, Montreal.
- Douffissa, A., 1987. L'élevage avicole traditionnel dans le Mbéré. Contact 4 (3): 85-93.
- Ekue, N. F., Poné D.K., Mafeni J. M., Nfi A.N and Njoya, J., 2002. Survey of the traditional poultry production system in Bamenda area, Cameroon. In: Characteristics parameters of family poultry production in Africa. Results of a FAO/IAEA Co-ordinated Research programme IAEA. 15-25.
- Fotsa, J.C., and Manjeli, Y., 2001. Analyse comparée des performances de croissance en claustration des poussins de souche locale, d'une lignée Jupiter et de leurs croisements F1. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin. 2 (2): 181-192.
- Fotsa, J.C. and Poné D.K., 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. Bulletin RIDAF 11(2): 13-19.
- GTZ/PGPA, 2000. Élevage de poules de race locale en milieu paysan : Comment faire mieux ? 27p.
- GTZ/PGPA., 2002. Évaluation de la phase pilote Élevage amélioré des poules de race locale en milieu paysan dans la région du Centre III. 63p.
- Horst, P., 1990. Report on a mission to IRZ station in Cameroon to recommend breeding research projects to be integrated into IRZ'S on-station programme with special reference to on-going poultry research projects, pp 20.
- INS-CAMEROUN, 2001 Institut National de la Statistique: Cameroun en chiffres, pp 25.
- Mafeni, J., Wimmers, K. and Horst, P., 1997. Genetic diversity in indigenous Cameroon and German Dahlem red fowl populations estimated from DNA fingerprints. Archive of Animal Breeding. 40:581-589.
- Menfo, A., 1981 Studies on the performance of crosses of Warren SSL and indigenous breeds of poultry at Nkolbisson (Project report, ENSA, Yaoundé – Cameroon). 45p
- Ngou Ngoupayou, J.D., 1990. Country report on small holder rural poultry production in Cameroon. In: Seminar Proceedings on small holder rural poultry production. Thessaloniki, Greece. 2: 39-41.
- Ngou Ngoupayou, J.D., 1995. The role of small-holders in poultry production in Cameroon. ANRPD Newsletter, 5 : 3-4.
- Obioha F.C., Nwosu C.C., Gowen F., Etim D.B., Obanu. Z., Ihemelandu E and Onuora G.I., 1983. Comparative meat yield and anthropometric indices of the Negerian native chicken and an exotic strain. World Rev. Ani. Prod. 19 (1) : 59 – 64.
- Poné, D.K., 1998. Poultry management and marketing of its products. A joint CPDM Sessions Conference. 13th -14th August. Bamenda Congress Hall, Cameroon. 12 p
- Republique du Cameroun, 2003. Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP). Avril 2003.
- Ruane, J., 1999. A critical review of genetic distance studies in conservation of animal genetic resources. Journal of Animal Breeding and Genetics, 116: 317-323.
- Tchoumboué, J., Mpoame, M. and Akamba ava, M. D. G., 1996. Essai comparé de traitement de nématodes de poulet au "Sodivermyl"-Baird et à l'écorce de Combretum Sp. (Combretacée). Tropicultura 14: 4 – 5.
- Tchoumboué, J., Manjeli, Y., Téguia, A. and Ewane, N. J., 2000. Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'ouest Cameroun. Science Agronomique et Développement, 2 (1): 6-14.

Tableau 5. Ration formulae for rural local chickens

Ingredients (100 ml drinking glass)	Ration 1	Ration 2	Ration 3
Maize	3	0	1.5
Cassava root meal	1	4	3
Cassava leaf meal	1	2	2
Cotton seed cake	1	1	0
Fish meal	1	0	1
Soya beans	1	2	1.5
Bone meal or oyster sea shell meal or wood ash	A handful	A handful	A handful
Kitchen salt	A pinch	A pinch	A pinch
Total (Kg)	1	1	1

Source: GTZ/PGPA (2000) ; Project “Promotion des Groupements de Producteurs agricoles.”

2.6. CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES AVICOLES LOCALES AU CAMEROUN

Des travaux de recherche ont été entrepris aussi bien dans les instituts de recherche que dans les Universités à caractères agricoles mais pas pour la conservation et la préservation de cette ressource génétique de haute estime. Les activités de recherche actuellement entreprises par les différents intervenants ont porté sur les croisements entre les souches de poules locales et les souches ou lignées importées et sur l'analyse des performances (Menfo, 1981 ; Fotsa, 1985 ; Fotsa et Manjeli, 2001), l'étude des systèmes de gestion et de production aussi bien dans leur milieu naturel qu'en milieu contrôlé (Belot et Hardouin, 1981 ; Endeley, 1983 ; Ngou Ngoupayou, 1990, 1995 ; Agbédé *et al.*, 1990 ; Tchoumboué *et al.*, 2000), la caractérisation phénotypique (Fotsa et Poné, 2001) et moléculaire (Mafeni, 1995 ; Mafeni *et al.*, 1997), mais pas dans le domaine de la conservation et de la préservation de ce patrimoine génétique.

La conservation et la préservation de ces populations de poules locales sont nécessaires parce que les fermiers y sont très attachés à cause de la valeur gustative de la viande et des œufs, de la solidité des coquilles, des prix très élevés sur le marché comparés à ceux des poules commerciales et la facilité de l'élevage. En outre, ces poules occupent actuellement une place de choix dans la recherche appliquée et fondamentale pour les scientifiques (Delany, 2000).

2.7. CONCLUSION PARTIELLE

Les études bibliographiques de l'élevage de la poule locale montrent qu'elle est l'espèce la plus élevée avec des effectifs variant de 5 à 20 sujets par ménage au Cameroun. La valeur marchande de la poule locale est plus élevée comparée à celle des poules sélectionnées. Les contraintes relevées montrent que les poules locales sont élevées dans un système rudimentaire caractérisé par la divagation avec un suivi sanitaire hasardeux au moyen de la pharmacopée traditionnelle et des produits pharmaceutiques. Les logements et une politique nationale de préservation de cette ressource génétique animale sont inexistantes. Il est toutefois relevé que la place de la poule locale, pour assurer la sécurité alimentaire et les activités socioéconomiques et rituelles au Cameroun, est très importante. Vivant et s'adaptant dans des conditions difficiles, les poules locales du Cameroun rencontreraient des difficultés qui limiteraient leur productivité. Pour les cerner, une étude systématique du système d'élevage et

leur contexte sont indispensables à travers des enquêtes de terrain. Il s'agira plus spécifiquement du système de gestion et de la caractérisation phénotypique de la poule locale dans la zone forestière de forêt dense humide.

**PARTIE 2: CARACTERISATION DES SYSTEMES
D'ELEVAGE ET DES POPULATIONS DE POULES
LOCALES A PARTIR DES ENQUETES DE TERRAIN**

CHAPITRE 1. METHODOLOGIE GENERALE

CHAPITRE 2 : EXPLOITATION DE LA POULE LOCALE (*Gallus gallus*) EN ZONE DE FORET HUMIDE DU CAMEROUN

Fotsa J C, Rognon X, Tixier-Boichard M, Ngou Ngoupayou J D, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Bordas A

Publié dans le *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, (2007), **55**, 59-73.

CHAPITRE 3. CARACTÉRISATION PHÉNOTYPIQUE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES (*Gallus gallus*) DE LA ZONE FORESTIÈRE DENSE HUMIDE À PLUVIOMÉTRIE BIMODALE DU CAMEROUN.

Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, G Coquerelle, Poné Kamdem D, Ngou Ngoupayou J D.,

Manjeli, Bordas A

Soumis et accepté dans *Animal Genetic Resources Information*, 2008.

CHAPITRE 4. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS A EFFETS VISBLES SUR LES PERFORMANCES PONDERALES ET LES MESURES CORPORELLES CHEZ LA POULE LOCALE DE LA ZONE FORESTIERE DENSE HUMIDE

Fotsa J C¹, Poné Kamdem D², Rognon X³, Tixier-Boichard M³, Manjeli Y⁴, Bordas A³*

Soumis et accepté dans le *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, (2008).

CONCLUSIONS SUR LA CARACTERISATION DE LA POULE LOCALE A PARTIR DES ENQUÊTES

CHAPITRE 1. METHODOLOGIE GENERALE

1.1. ZONES AGRO ÉCOLOGIQUES DU CAMEROUN

Le Cameroun se caractérise par une grande diversité de climats et de végétations: un climat tropical sec au nord, un climat tempéré au centre du pays et un climat pluvieux et sec sur la bordure littorale, le climat équatorial règne sur le plateau sud (*Figure 2*). Le climat tropical sec se caractérise par des précipitations peu abondantes au Nord et à l'Extrême-Nord du pays. Le climat équatorial présente des caractéristiques suivantes: pluies abondantes mais régulières, températures élevées (+26°C).

Le territoire Camerounais peut être découpé en cinq zones agroécologiques où sont fortement liées les activités agricoles, économiques et les potentialités géographiques.

Zone 1 : Zone soudano-sahélienne

La zone soudano-sahélienne a une altitude variant de 0 à 500 m ; une pluviométrie moyenne de 500 mm d'eau ; une température variant de 28 à 45°C ; une hygrométrie variant de 30 à 65%. La zone couvre approximativement les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord. Elle couvre une superficie de 10,2 millions d'hectares, dont 0,56 mis en culture. Sa population de près de 2,7 millions d'habitants est en majorité rurale (77,6%). Elle est plus dense dans la province de l'Extrême-Nord qui regroupe 69% des habitants sur un tiers de la superficie de la zone, avec une répartition assez équilibrée (85% de la population y occupe moins de 65% de la superficie). La population de la province du Nord est à la fois moins dense et moins bien répartie (73% de la population y occupe seulement 26% de la superficie). Les principaux produits d'élevage sont les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et la volaille.

Zone 2 : Zone des hautes savanes guinéennes

La zone des hautes savanes guinéennes recouvre essentiellement la province de l'Adamaoua ainsi que la partie septentrionale des départements du Mbam (Province du Centre) et du Lom-et-Djerem (Province de l'Est). Elle couvre 28% de la superficie du Cameroun et est constituée dans sa grande partie par un vaste plateau d'altitude comprise entre 900 et 1500 m, avec des sommets atteignant 1800 m. C'est une zone de savane d'altitude à climat tropical à deux saisons par an. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1500 mm, avec environ 150 jours de pluies. La température est modérée avec une

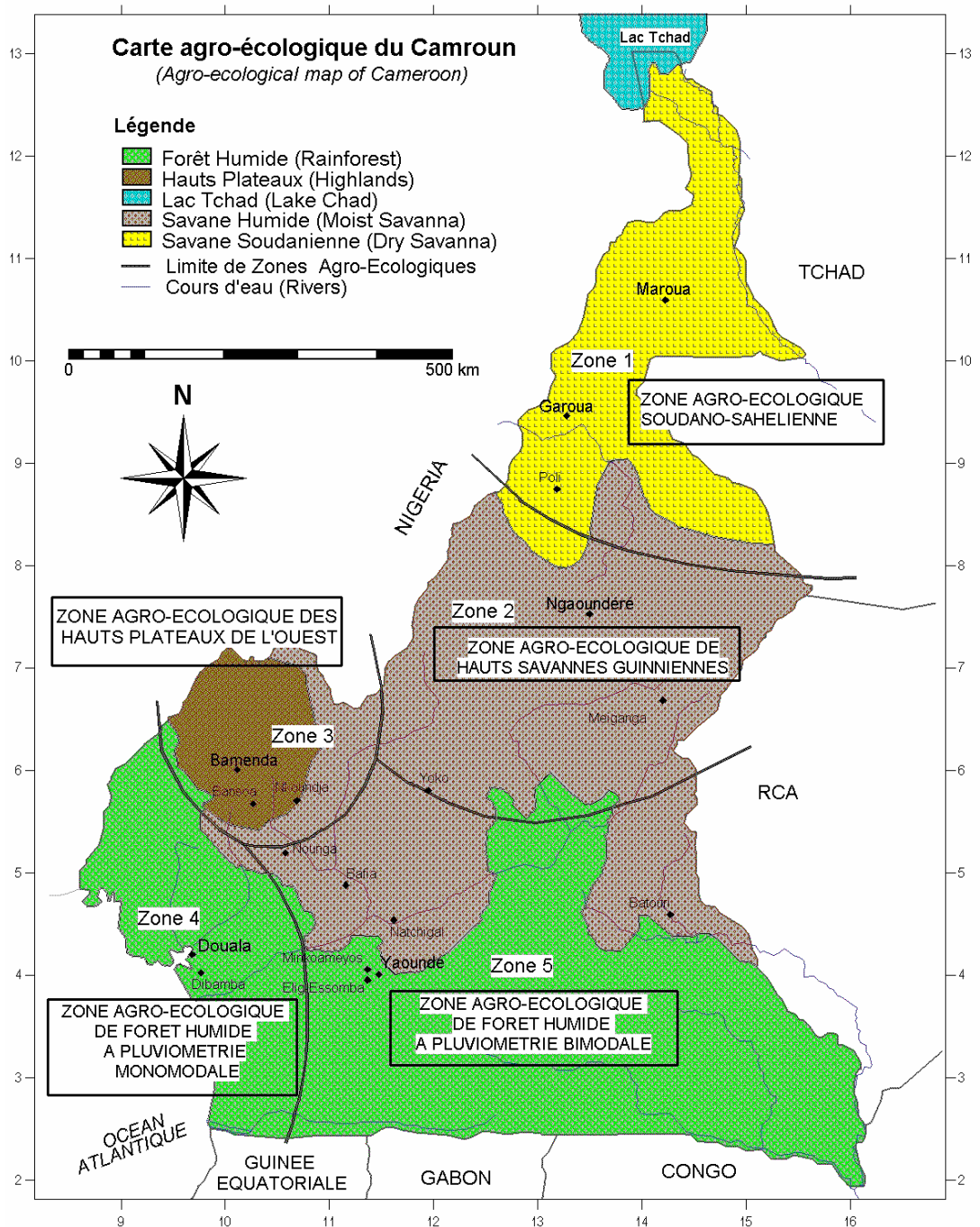


Figure 2. Carte présentant les zones agroécologiques du Cameroun

moyenne mensuelle de 20 à 26° C et une hygrométrie annuelle variant de 43-88%. Les sols sont perméables à capacité de rétention d'eau moyenne. Ce sont des sols ferrallitiques bruns ou rouges et des sols hydromorphes. Dans son ensemble, la végétation est caractérisée par de vastes savanes arbustives et arborées.

Les hautes savanes guinéennes sont caractérisées par l'importance de leur cheptel et par leur tradition d'élevage pur. Les bovins et les petits ruminants constituent respectivement 28 et 14% du cheptel national (1^{ère} et 3^{ème} places par rapport aux autres zones). Toutefois, l'élevage des autres espèces animales y est négligeable. Les études sur l'aviculture traditionnelle en milieu rural et leur impact sur les activités paysannes ont été faites en 1987 et 1988 respectivement par Doufissa et Iyawa.

Zone 3 : Zone des hauts plateaux de l'Ouest

La zone des hauts plateaux de l'Ouest couvre les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest et est à une altitude moyenne de 1240 m avec une température moyenne annuelle de 19°C et une hygrométrie supérieure à 80%. Les précipitations annuelles moyennes sont de 2000 mm. La zone totalise 3,1 millions d'ha (6% du territoire national) et rassemble 2,6 millions d'habitants (près de 25% de la population totale), pour une densité de 93 habitants au km². La population est à plus de 80% constituée des agriculteurs et éleveurs.

Près de 80% des exploitations agricoles possèdent de la volaille et de petits ruminants en élevages traditionnels familiaux. Selon les résultats d'une enquête menée en 1991, il existe dans la zone III environ 27.000 éleveurs de moutons, 89.000 éleveurs de chèvres, 77.000 porciculteurs et 220.000 éleveurs de volailles. Des travaux de caractérisation phénotypique et socio économique ont été faits de 1993 à 2006 (Téleu Ngandeu, 1993; Poné, 1998; Fotsa et Poné, 2001; Keambou, 2006).

Zone4. Zone forestière humide à régime pluviométrique monomodal

La zone forestière humide mono modale couvre les provinces du Littoral et du Sud-Ouest, ainsi que la bordure côtière de la province du Sud. Elle a une altitude variant de 0 à 500 m, une température de 22 à 29°C, une hygrométrie variant de 85 à 90% et recevant en moyenne 3000 mm d'eau annuellement. Elle occupe une superficie de 4,5 millions d'ha, dont 282.000 ha cultivés. Sa population (2,2 millions d'habitants) est particulièrement dense dans les parties fertiles des départements du Mounjo dans le Littoral, du Fako et de la Mémé dans le Sud-Ouest.

On peut distinguer deux grands systèmes de production : le système café/cultures vivrières-petit élevage/cacao et le système champ des ouvriers/plantations industrielles.

Zone 5. Zone forestière humide à régime pluviométrique bimodal

La zone de forêt humide bimodale (Composée de forêts denses semi décidues et sempervirentes dominées par des Sterculiacées et des Ulmacées, et de forêts secondaires dominées par endroits par *Chromoleana odorata*) s'étend sur la majeure partie du plateau sud-camerounais entre 500 et 1000 m d'altitude. La température moyenne annuelle est de 25°C et une hygrométrie variant de 99,6% à 100%. Elle reçoit en moyenne 2000 mm d'eau annuellement. Elle couvre les provinces du Centre (dix départements), du Sud (quatre départements) et de l'Est (quatre départements), sur une superficie totale de 22,5 millions d'hectares. Les systèmes d'élevage les plus répandus sont les élevages traditionnels avicoles, ovins, caprins, et porcins. Cependant autour de Yaoundé, les élevages modernes se sont multipliés.

En dehors du diagnostique réalisé par l'IRAD (2002) portant sur les informations d'ordre générale sur les activités agronomiques et zootechniques, des études systématiques de caractérisation des élevages et des populations de poules locales n'ont pas encore été faites dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

1.2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

L'étude sur le terrain commence en juillet 2003 par une rencontre avec le Coordonnateur National du Programme National de Vulgarisation et Recherche Agricole (PNVRA) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Au cours de cette rencontre, l'objectif du travail lui a été présenté en même temps que la zone d'étude et les raisons du choix de ladite zone. Cette rencontre a permis de solliciter son concours pour mon introduction au niveau des autorités Provinciales du PNVRA se chargeant d'encadrement des paysans des Provinces du Centre, du Sud et de l'Est. Séance tenante, les contacts avec les Services Provinciaux desdites Provinces ont été pris pour signaler l'arrivée d'une mission de recherche dans leurs structures respectives et demandant leur entière collaboration pour la réussite de ladite mission. En outre leurs contacts téléphoniques ont été relevés et ont permis la prise des rendez-vous et l'explication avec précision et concision du travail à faire. Le calendrier à suivre a été déterminé. Suivant ledit calendrier, tous les rendez-vous ont été pris et devaient se poursuivre jusqu'en Mars 2004. Ainsi l'étude commence en juillet 2003 par une pré-enquête chez 15 éleveurs du Mfoundi et de la Lékié Cette phase a permis d'ajuster la trame d'enquête. Pour cette deuxième phase, des dispositions particulières devraient être prises.

Ainsi, avant la descente sur le terrain, les dispositions pratiques de séjours et de conduite des travaux dans les lieux d'étude ont été prises par téléphone une semaine au paravent avec les intervenants désignés par la structure locale du PNVRA des zones concernées. A l'arrivée, une réunion a été tenue avec le personnel (Superviseurs régionaux, le délégué chargé de la communication avec la recherche etc.) désigné par la Délégation Provinciale de l'Agriculture et du Développement rural pour la conduite à tenir avant, pendant et après l'enquête. Notamment une parole introductive me présentant et les membres du groupe par l'Agent de Vulgarisation de Zone (AVZ) dans son rayon d'action, l'intervention pour une section de l'enquête précise et ceci à tour de rôle et les blagues pour mettre l'interviewé à l'aise. Une évaluation des dépenses à effectuer a été évoquée comprenant le carburant, la compensation journalière du fermier et une motivation de l'équipe devant effectuer la mission. La précision selon laquelle, les animaux devraient être capturés la veille et mis dans des cages pour des mesures particulières (pesées des oiseaux, oeufs, mesures corporelles et description des parties visibles et des appendices) y compris des prises de photographies individuelles. De ces mises au point au cours de la concertation, le rendez-vous a été pris pour le lendemain à 4 heures afin de rencontrer le fermier dans son domicile à 6 heures. A la fin de la concertation, les informations ont été obtenues de l'administration locale du développement rural pour le remplissage de la partie introductive de la trame d'enquête concernant l'éleveur et son milieu géographique. L'altitude de la zone d'étude a été prise directement à l'aide d'un altimètre.

1.3. ECHANTILLONNAGE ET CONDUITE DE L'ENQUÊTE

Sur la base des critères prédéfinis dans la conduite de l'enquête, les Agents vulgarisateurs de Zones ont orienté le choix des éleveurs pour l'échantillonnage. Ces critères portaient sur l'importance des effectifs de poules locales en âge de se reproduire et de l'éloignement suffisant entre fermiers dans un village pour éviter des échanges d'animaux possibles. Ainsi, au total six éleveurs, choisis dans trois villages et ayant chacun un effectif d'au moins sept poules, ont été interviewés dans chaque département à partir d'un questionnaire rédigé en Français et traduit en langue locale par un agent de vulgarisation ou un traducteur sur place en cas de besoin. L'enquête est conduite chez le fermier par une équipe formée d'un chercheur, d'un agent de vulgarisation, d'un traducteur et parfois d'un haut responsable du développement rural. Les femmes ont été interviewées en présence de leur époux pour éviter toute susceptibilité.

Les départements concernés dans la Province du Centre ont été: Lekié, Nyong et So'o, Nyong et Mfoumou, Nyong et Kelle, Mefou et Akono, Mfou, Mbam et Kim, Mbam et Inoubou, Haute Sanaga. Ceux de la Province du Sud ont été: Vallée du Ntem, Mvila, Dja et Lobo, Océan (zone monomodale). Ceux des départements de la Province de l'Est ont été: Haut Nyong, Lom et Djerem, Kadéy, Boumba et Ngoko.

Au cours de la visite chez l'éleveur, les informations recherchées portaient sur l'éleveur, son élevage, le système d'élevage pratiqué, l'utilisation et la commercialisation des produits d'élevage, les performances de production et de reproduction. L'entretien se terminait par la visite du poulailler (abri), la pesée des oeufs et des sujets (préalablement rassemblés) et les mensurations corporelles pour les données quantitatives, la description des appendices et des pattes pour les données qualitatives et la photographie individuelle pour la description des gènes de plumage chez les oiseaux.

A la fin de la visite chez le paysan, un pôt de solidarité est pris et une compensation de sa journée lui était payée. Dès la fin de la prise des informations relatives à la mission, une compensation financière est donnée aux membres de l'enquête. Au total, 96 ménages ayant 751 poules locales dont 185 coqs et 566 poules ont été enquêtés. Les effectifs des ménages et des oiseaux ont été répartis comme suit :

- Province du Centre : 54 ménages et 427 poules dont 94 coqs et 333 femelles
- Province du Sud : 18 ménages et 134 poules dont 42 mâles et 92 femelles
- Province de l'Est : 24 ménages et 190 poules dont 49 mâles et 141 femelles.

CHAPITRE 2. EXPLOITATION DE LA POULE LOCALE (*Gallus gallus*) EN ZONE DE FORET HUMIDE DU CAMEROUN

Fotsa J C^{1*}, Rognon X², Tixier-Boichard M², Ngou Ngoupayou J D¹, Poné Kamdem D³, Manjeli Y⁴, Bordas A²

1. Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 30 189 Yaoundé, Cameroun E-mail : fotsajc2002@yahoo.fr ; Tel : (237) 954 24 98, Fax : (237) 223 35 38 /223 33 62 /222 59 24.

* Correspondant

2. INRA/AgroParisTech, UMR 1236 Génétique et Diversité Animales, 78352 Jouy-en-Josas France
3. Station Spécialisée de Recherche Agricole de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun
4. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

(Publié dans le *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique* (2007), **55**, 59-73).

USES OF LOCAL CHICKENS (*Gallus gallus*) UNDER THE HUMID FOREST ZONE OF CAMEROON

Résumé

Une étude est menée avec pour objectifs d'une part de caractériser le système de production des poules locales dans la zone forestière humide et d'autre part de cerner les axes d'intervention relatifs aux contraintes repertoriées. Ainsi, 96 ménages ont été échantillonnés dans 48 villages répartis dans 16 départements des Provinces du Centre, Sud et Est.

Les principaux résultats montrent que les poules locales représentent 69,4% des espèces élevées sous la responsabilité des femmes (57%). Certaines des motivations avancées pour l'élevage des poules locales sont l'adaptation au milieu (56%), l'alimentation (27%) et traditions culturelles (15%). Les contraintes relevées incluent les épidémies (21%), la croissance lente (20%), la prédation (20%), l'absence de formation des éleveurs (18%) et la ponte faible (12%). L'augmentation de la productivité des poules locales passe par l'encadrement technique des éleveurs (53%) et la mise à leur disposition de sujets locaux améliorés (46%) qui garderaient leur saveur en valorisant les ressources alimentaires locales.

Un appui institutionnel soutenu par une recherche appropriée dans ce secteur avicole est nécessaire pour améliorer les conditions de vie des femmes rurales majoritaires dans l'activité et qui pourra constituer une véritable arme contre la pauvreté.

Mots clés : Cameroun, poule locale, système d'élevage, développement rural.

Abstract

A study was carried out to characterize the production system of local chickens in the humid forest zone in order to identify and propose solutions to constraints associated with their low productivity in rural area. Thus, 96 households were sampled in 48 villages spread out within 16 Divisions of the Centre, South and East Provinces.

Major results shew that local chickens represented 69.4% of species raised and were mainly kept by women (57%). Some of the major reasons for keeping local chickens were listed as : adaptation to local environment (56%), availability of food (27%) and cultural traditions (15%). Reported constraints included epidemics (21%), slow growth (20%), predators (20%), lack of training for producers (18%) and low egg production (12%). Any improvement in the productivity of local chicken will focus on the training of farmers (53%) and supply of improved local chickens (46%) that maintain desired flavour and are able to utilize available local feed resources. Institutional support backed by appropriate research in this sector is needed to improve the livelihoods of rural women that would constitute a suitable tool for poverty alleviation.

Key words: Cameroon, local fowl, production systems, rural development.

2.1. INTRODUCTION

Peuplé de près de 17 millions d'habitants⁽¹⁾, le Cameroun compte 70% de ruraux qui tirent l'essentiel de leurs ressources alimentaires de l'agriculture⁽²⁾ et pratiquent également l'élevage des poules locales. Cet élevage représente 16% de la production agricole et constitue une source de revenu pour près de 30% de ruraux⁽³⁾. Estimées environ à 70% des 35 millions de poules élevées au Cameroun⁽⁴⁾, les poules locales sont à croissance lente sur le plan zootechnique et présentent une grande diversité sur le plan phénotypique^(5,6,7). En raison de la faible productivité obtenue dans un système divagant, les poules locales contribuent seulement à 10% du Produit Intérieur Brut (PIB) et fournissent 20 œufs et 50% des 3,6 kg de viande consommés par an et par habitant au Cameroun^(1,3). Cette faible contribution peut être

en partie attribuable au système d'élevage inadéquat⁽⁸⁾, au matériel génétique hétérogène⁽⁹⁾ et à un défaut d'investissement. Des enquêtes antérieures ont permis de cerner les contraintes liées au développement de cette aviculture traditionnelle dans quelques zones agro-écologiques du Cameroun notamment la zone des Hautes Savanes Guinéennes⁽¹⁰⁾ ou les Hauts Plateaux de l'Ouest⁽¹¹⁾. Cependant, l'élevage des poules locales dans la zone agro-écologique de forêt humide est très peu étudié, alors que cette région représente 47,3% du territoire national. Le choix de cette zone se justifie par la conservation ancestrale des rites et traditions pratiquées par de nombreuses ethnies au nombre desquelles se trouvent les pygmées, premiers habitants du Cameroun. Toutefois, les élevages semi industriels et industriels se développent autour des grands centres urbains. L'intérêt de notre étude est non seulement d'élargir la documentation sur cet élevage mais aussi de proposer des solutions permettant de valoriser la poule locale pour améliorer les revenus des populations en milieu rural Camerounais et plus spécifiquement : décrire les caractéristiques socioéconomiques des éleveurs, les systèmes d'élevage, l'utilisation et la commercialisation des produits d'élevage et les contraintes.

2.2. MATERIEL ET METHODES

2.2.1. Présentation de la zone d'étude

La zone forestière humide à pluviométrie bimodale s'étend sur la majeure partie du plateau sud-Camerounais entre 500 et 1000 m d'altitude. Elle couvre administrativement les Provinces du Centre, du Sud et de l'Est.

Deux saisons de pluies intercalent les deux saisons sèches dont la première va de juin à mi-août et la deuxième de novembre à mi-mars. La température moyenne est de 23°C. En saison des pluies, elle varie de 18 à 28°C et de 16 à 31°C en saison sèche. L'humidité relative (HR) est comprise entre 80 à 85% d'avril à novembre et de 70 à 80% pour le reste de l'année.

La zone possède un cheptel avicole représentant près de 25% de l'effectif avicole national. Toutefois, grâce à la forêt dense, elle bénéficie d'espaces peu explorés, susceptibles d'abriter des types génétiques et des modes d'élevage encore non identifiés. La disponibilité en espace permet un système d'élevage extensif pour les poules, les caprins et les porcins.

2.2.2. Echantillonnage des élevages

L'enquête a exclusivement porté sur l'aviculture traditionnelle et n'a pas concerné les élevages semi industriels ou industriels, cependant les possibilités d'introduction de ces filières ont été abordées par le questionnaire. L'étude a donc été réalisée dans 48 villages

répartis dans les 16 départements des provinces du Centre, du Sud et de l'Est du Cameroun, à l'exception des départements du Mfoundi (ville de Yaoundé) dans le Centre, et de l'Océan (situé dans la zone monomodale) dans le Sud.

2.2.3. Collecte des données

Entre décembre 2003 et mars 2004, à l'intérieur de chaque département, 3 villages ont été choisis par les Agents Vulgarisateurs de Zones (AVZ) sur la base de l'éloignement suffisant pour limiter les échanges d'animaux et de la présence d'élevages familiaux de taille suffisante. Deux éleveurs par village, ayant chacun au moment de l'enquête un effectif d'au moins sept sujets adultes en âge de se reproduire, ont été choisis par les AVZ et interviewés par le même enquêteur suivant un questionnaire rédigé en français et traduit oralement en langue locale si nécessaire. Une trame d'enquête plus complète que dans les études antérieures a été élaborée, afin de décrire le plus précisément possible les conditions d'élevage rencontrées. Les informations recueillies ont concerné l'éleveur, son élevage, le système d'élevage et les contraintes, l'utilisation et la commercialisation des produits d'élevage et les perspectives. Au total, 96 ménages ont été enquêtés dont 54 dans la Province du Centre; 18 au Sud et 24 à l'Est.

2.2.4. Analyse statistique des données

Les analyses statistiques (fréquences, moyenne, erreur standard, etc.) des données sont faites en utilisant le logiciel SPSS/PC (1996). Dans le cas de questions à réponses multiples, chaque réponse était proposée indépendamment des autres, et l'éleveur pouvait choisir oui ou non pour chacune des réponses possibles, l'une après l'autre. Il pouvait aussi ajouter une autre réponse. Ainsi, dans le cas du questionnement sur les motivations, 15 réponses étaient proposées. Le taux de citation de chaque réponse a été calculé par le rapport du nombre de réponses positives à cette question sur le nombre total de réponses exprimées. Un autre type d'analyse des motivations, utilisant pour chaque caractère le nombre de réponses par rapport au nombre total d'éleveurs, a également été utilisé.

2.3. RESULTATS

2.3.1. Description de l'éleveur

L'âge des éleveurs varie entre 30 et 60 ans dans près de 61 % de cas au Centre, 89% au Sud et 75% à l'Est. L'activité agronomique constitue la principale occupation du paysan où l'élevage

occupe une place secondaire représentant près de 21% de son temps. L'élevage des poules locales concerne les femmes dans 56,6% des cas. Cependant, le pourcentage de femmes ayant répondu directement à l'enquête varie selon la province (83% dans le Centre, 50% dans le Sud et 37 % dans l'Est). D'une manière générale, les paysans ne reçoivent aucune formation, à l'exception de quelques éleveurs du Centre et du Sud qui ont reçu un encadrement général sur l'agronomie et/ou parfois zootechnique. Le niveau de scolarisation est également faible ; 50% d'éleveurs interviewés n'ont pas le Certificat d'Etudes Primaires à l'Est, 48% au Centre et 67% au Sud.

2.3.2. Activités de l'éleveur

Les principales cultures pratiquées par les éleveurs enquêtés (Tableau 6) sont : le manioc (17%), le maïs (16,2%), les arachides (15,2%), les tubercules de macabo (13,3%), les bananes et les bananes plantains (12,3). La plupart de ces produits (le maïs, le soja, les racines de manioc et des bananes tendres) entrent dans l'alimentation de base des animaux et en particulier la poule locale.

Un seul élevage porcin a été rencontré dans un village de la Province du Sud en plus de l'élevage avicole, alors que plusieurs espèces de mammifères étaient rencontrées dans le Centre et dans l'Est. La présence de canards est cependant décrite seulement chez les éleveurs enquêtés dans les provinces du Centre et du Sud. En tenant compte de toutes les espèces animales telles que les ovins et caprins, les canards et les porcs, la poule locale représente 69,4% des effectifs présents au moment de l'enquête sur l'ensemble de la zone agro-écologique (Tableau 7). Si on se réfère aux effectifs annuels déclarés par les éleveurs, les poules locales représenteraient 85,4% du cheptel total. Le ratio mâle/femelles moyen est de un coq pour trois femelles au Sud et à l'Est contre un coq pour quatre femelles au Centre.

D'autres activités telles que le commerce, le travail salarié, la couture, l'artisanat, les prestations des services sont marginalement pratiquées.

Les motivations pour l'élevage des poules locales sont nombreuses et leur importance relative varie selon les provinces (Tableau 8). La valeur gustative des sujets locaux est la plus souvent citée par les éleveurs (74% à 96% des éleveurs) suivie par l'adaptation au milieu (48% à 96 % des éleveurs) et le comportement maternel des reproducteurs (de 37% à 72% des éleveurs). En plus des 15 réponses proposées, les éleveurs ont formulé des réponses nouvelles, également récapitulées dans le tableau 8. Il est possible de regrouper l'ensemble des réponses en 4 grandes catégories : alimentation (valeur gustative, quantité de viande, quantité des

oeufs...), adaptation (facilité d'élevage, rusticité, longévité...) culture et traditions (couleur du plumage, rites..), finances (prix élevé à la vente). On constate que l'alimentation et l'adaptation sont les motivations les plus importantes, cependant il existe des différences entre provinces. En effet, la motivation la plus fréquemment déclarée par les éleveurs de la province du Centre est alimentaire, alors que les éleveurs des deux autres provinces placent en premier l'adaptation. Ensuite, les éleveurs de la province de l'Est donnent plus d'importance à la motivation culturelle et rituelle que les éleveurs de la Province du Sud.

2.3.3. Système de production de la poule locale

2.3.3.1. *Modes de conduite*

L'élevage en divagation représente 79,6% de cas dans le Centre contre 20,4% pour le système semi-divaguant alors que la divagation est totale au Sud et à l'Est. La production mixte (viande et oeufs) est totalement pratiquée par les éleveurs du Sud et de l'Est contre 84% au Centre où certains éleveurs ont une activité spécialisée sur la production de viande (Tableau 9).

2.3.3.2. *Habitat*

Les poules dorment sur les branches d'arbres ou sur la toiture des cases d'habitation (Tableau 10). Les abris nocturnes sont couverts de tôles ondulées au Centre et au Sud et quelquefois à l'Est. Le sol est généralement nu et sans litière avec des lieux aménagés pour la ponte. Les surfaces occupées par les poules dans leurs abris varient selon les effectifs.

2.3.3.3. *Équipement*

L'utilisation et les types de mangeoires et abreuvoirs ne sont pas identiques dans toutes les provinces. Dans la province du Centre, 35,2% d'éleveurs utilisent les mangeoires contre 16,7% dans le Sud et 12,5% dans l'Est. 64,8% d'éleveurs utilisent les abreuvoirs dans le Centre contre 33,3% dans le Sud et 54,2% à l'Est. Les équipements utilisés sont en matériaux de récupération et de type traditionnel. Selon les éleveurs, l'ignorance constitue la principale raison de la non utilisation de ces équipements dans toute la zone forestière (66,2%) suivie de la négligence (25,6%) et le manque de moyens financiers (8,3%).

2.3.3.4. *Alimentation*

Les aliments les plus distribués sont essentiellement énergétiques : maïs, tubercules de manioc et des résidus de cuisine (Figure 3d). Dans les provinces du Centre et du Sud on peut y ajouter la banane douce, les tubercules de macabo, les fruits, le riz et la provende (aliment commercial complet) pour les plus nantis. Les aliments, à l'exception du riz et de la provende,

sont produits sur l'exploitation. De plus, certains éleveurs fabriquent eux-mêmes, sans assistance technique, un aliment composé avec une formulation personnelle, utilisant les produits de leurs champs et, parfois, des produits achetés comme le tourteau de coton ou le riz.

Les éleveurs ont déclaré apporter l'aliment aux oiseaux à 87% dans le Centre, 94% au Sud et 96% à l'Est. Cet aliment est distribué de façon intermittente deux à trois fois par jour notamment le matin dès l'ouverture du poulailler, l'après-midi et/ou le soir.

Les sources d'approvisionnement en eau sont variables. Les eaux usées prédominent dans la plupart des cas (34,1% au Centre, 69% au Sud et 57,6% à l'Est). L'utilisation d'autres sources rares inclue la SNEC (Société Nationale des eaux), les puits, les ruisseaux et les cours d'eau.

2.3.3.5. Santé

Globalement, la santé des oiseaux en zone rurale est très précaire avec un taux global de mortalité variant de 40 à 50% selon les provinces (Tableau 11). La plus grande partie a lieu avant la maturité sexuelle (53% à l'Est et un peu plus de 60% au Centre et Sud). Elles sont dues par ordre d'importance aux maladies dans le Centre (48,4%) et à l'Est (54,4%) et à la prédation au Sud (47,2%). D'une manière générale, les mortalités sont relativement plus fréquentes pendant l'intersaison (25,8% des cas en 2 mois) et pendant la saison sèche (57,4% des cas en 4 mois). Cependant, certains éleveurs de la province de l'Est signalent que la saison de pluies est particulièrement critique pour les poussins, car la densité importante de la forêt dans cette province engendre une forte augmentation de l'humidité. Les symptômes des maladies sont variés (Tableau 11). Les plus fréquents sont les diarrhées (25%) et la toux (19,1%).

Les éleveurs font souvent recours à la pharmacopée traditionnelle en utilisant des traitements à base de certaines écorces d'arbres, les fruits et les feuilles sous forme de décoctions et des infusions dans l'eau de boisson. Ce type de traitement est prédominant à l'Est, alors que dans le Centre et le Sud on note l'usage des produits vétérinaires et pharmaceutiques, respectivement dans 44,9% et 50% des cas. La vaccination contre les maladies virales n'est pratiquée que par 16,7% d'éleveurs dans le Centre et à l'Est et par 27,8% d'éleveurs dans le Sud. Les raisons évoquées pour l'absence de la protection vaccinale sont : la non maîtrise de la technique vaccinale (47,1%), l'ignorance (32,9%), la pauvreté (16,6%) et la négligence (5,7%) au Centre ; l'ignorance (50,0%), la négligence (27,8%), la pauvreté (16,7%) et la non maîtrise de la technique de vaccinale (5%) au Sud; l'ignorance (54,2%), la négligence (16,7%) et la non maîtrise de la technique vaccinale (12,5%) sont les principales raisons à

l'Est.

2.3.4. Utilisation et commercialisation des produits de l'élevage

Les oiseaux en exploitation avicole villageoise (Tableau 9) sont utilisés pour la reproduction (27%) ; l'autoconsommation (26,5%) ; les dons (23,9%) et la vente (18,5%). Les produits avicoles (viande et œufs) permettent l'amélioration de l'alimentation des éleveurs en protéines animales dans 48,9% des cas, l'amélioration de leurs revenus à 30,1%, l'entretien des relations et la consolidation de l'harmonie et de la cohésion sociales à 20,9%.

Au sein de la famille, les produits avicoles reviennent majoritairement aux femmes, puis aux hommes et très rarement aux enfants avec des pourcentages respectifs de : 69,8 ; 24,5 et 5,7 au Centre, de 52,3 ; 42,9 et 4,8 au Sud et de : 53,8 ; 40,8 et 5,4 à l'Est. Par ailleurs, les décisions de ventes de ces animaux et leurs produits sont prises par les femmes dans 54,7% de cas contre 42,6% réservés aux hommes et 2,8% aux enfants dans la province du Centre. Au Sud et à l'Est ce sont les hommes qui prennent les décisions de ventes, respectivement dans 62,7% et 57,8% de cas.

Les prix de vente dépendent beaucoup plus de la taille et du format du poulet (63,2%) que de l'apparence physique du client (29,5%) et du prix pratiqué sur le marché (6,6%). Les ventes se passent entièrement au domicile de l'éleveur dans le Centre et le Sud contre 77,9 % à l'Est. En outre, les éleveurs du Sud et de l'Est vendent préférentiellement les coqs (60%) alors que ceux du Centre déclarent plus souvent vendre indifféremment un sexe ou l'autre dans 59% de cas.

Les prix moyens de vente des coqs et des poules sont respectivement de 3296 ± 217 F.CFA et 2925 ± 300 F.CFA au Centre, de 3083 ± 298 FCFA et 2000 F.CFA au Sud et de 2475 ± 330 F.CFA et 2000 ± 154 F.CFA à l'Est. Les œufs sont en général gardés pour la reproduction et ne sont vendus exceptionnellement que pour les cas de la pharmacopée traditionnelle au prix de 100 F.CFA l'unité.

2.3.5. Principales contraintes

Les principales contraintes (Tableau 12) sont les épidémies, la prédation et la croissance lente, puis, dans une moindre mesure, sur la méconnaissance des techniques d'élevage, la faible production d'œufs par couvée et, le vol. Pour surmonter ces contraintes, les éleveurs sollicitent un encadrement technique (53,3%) et la mise à leur disposition d'un matériel génétique avicole local amélioré (45,7%).

2.3.6. Perspectives d'amélioration

Les besoins prioritaires en matériel génétique des fermiers sont en faveur de géotypes locaux plus performants et mieux adaptés aux conditions environnementales, ne demandant pas de coûts d'investissements supplémentaires et ayant la flaveur identique à celle des poules locales ordinaires. Les raisons en faveur de ce changement de matériel génétique sont : l'amélioration des performances de leur cheptel ; la production d'un surplus commercial et l'augmentation de leurs effectifs. D'autres éleveurs, par contre, ne partagent pas cet avis en raison du manque de temps à consacrer aux animaux et des contraintes techniques ; néanmoins ils changeraient d'avis si les nouveaux géotypes produisaient mieux (en performance de croissance, ponte et en revenus) que les leurs.

2.4. DISCUSSION

2.4.1 L'éleveur et le contexte socio-économique

La prédominance des femmes observée dans notre enquête, est liée au fait que l'élevage des poules locales est une activité traditionnellement féminine^(1,8) dans la plupart de pays africains. Pour lutter contre la pauvreté qui affecte généralement les femmes et les enfants⁽¹²⁾, un appui institutionnel à l'élevage de la poule locale serait indispensable et surtout le relèvement du taux de scolarisation féminin en zone rurale. Le pourcentage de femmes qui se sont présentées personnellement à l'enquête est faible à cause du désir et de l'insistance des hommes de répondre au questionnaire à la place de leurs épouses, probablement pour leur éviter tout contact direct avec les visiteurs^(13,14). Le fait que les femmes soient les premières bénéficiaires de l'utilisation des produits animaux, de leur commercialisation et de la gestion du patrimoine avicole, est très courant dans la société traditionnelle^(11,15), car elles constituent avec les enfants les couches les plus vulnérables. Mais l'immixtion des hommes dans la décision de vente de ces produits dans certaines provinces est due à des considérations sociologiques qui leur donnent ce droit de gestionnaire de la famille au détriment des femmes, comme c'est le cas dans la plupart des sociétés Africaines⁽¹⁴⁾.

Les cultures vivrières et de rente, qui constituent la première occupation des paysans, répondent aux besoins alimentaires quotidiens de la famille et engendrent aussi des revenus. Mais ces derniers sont souvent saisonniers et précaires car très fluctuants. Aussi, l'élevage de la poule traditionnelle pourrait constituer une réelle opportunité pour améliorer la qualité alimentaire et les rentrées financières^(1,8). L'importance des poules locales dans les économies

rurales^(5,14,16) se justifie par leurs effectifs dans les exploitations familiales^(1,17). Le rapport mâle/femelle de 1 coq pour 3 ou 4 poules concorde avec celui trouvé dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun⁽¹¹⁾, mais reste faible comparé à ce qui est rapporté au Maroc^(18,19). Au Mali, ce ratio est de 1 coq pour 14 poules⁽²⁰⁾. Ce rapport donne aux éleveurs la possibilité de dégager un surplus de coqs pour des besoins financiers, socioculturels, rituels et religieux ultérieurs^(8,21). Les motivations pour l'élevage des poules locales intègrent des critères auxquels les populations sont attachées. Notamment la rusticité, la saveur, la couleur et la qualité du plumage et le comportement maternel des animaux^(1,22,23). Ces critères influencent le choix de reproducteurs dans le troupeau familial. Ils sont à prendre en compte avant d'initier tout programme de sélection ou de croisement, afin d'éviter de fournir des animaux qui ne répondent pas à l'attente des éleveurs, soit en raison d'un manque d'adaptation à la vie en système divagant, soit par l'apparition de caractères indésirables pour la poule locale, tel qu'une couleur brune de la coquille d'œuf.

Le circuit de commercialisation de la filière 'poule locale' est loin d'être formel. Il dépend des circonstances religieuses, occasionnelles, rituelles et de la réforme de l'animal qui stimulent la vente^(1,5,17). En tenant compte du prix de vente des œufs et des poulets commerciaux qui représente respectivement le tiers et 59% de celui des produits des poules locales^(7,18,24), ce circuit devrait se développer afin de rentabiliser le secteur^(1,25) et d'en faire une activité plus rentable et pourvoyeuse d'emplois⁽²⁴⁾. Cette activité aidera les couches défavorisées à sortir de la pauvreté et de la malnutrition et en utilisant un processus de commercialisation qui leur évitera d'employer des moyens subjectifs tels que l'état de la trésorerie familiale, l'apparence physique et le prix pratiqué sur le marché⁽²⁶⁾. Par ailleurs, malgré l'autoconsommation, les dons et les ventes assez récurrents, la pérennité de l'espèce poule est préservée à travers la conservation de la grande majorité d'œufs pour la reproduction^(1,27). Cette tendance, bien que notée antérieurement ailleurs⁽²²⁾, s'explique dans la mesure où les poules et les œufs, en plus du fait qu'ils améliorent leur alimentation en protéines animales et leurs revenus familiaux, constituent pour l'éleveur un des moyens pour la consolidation des liens familiaux et amicaux. C'est pourquoi une famille ayant 10 à 15 poules locales peut avoir de la viande et des œufs à sa disposition à moindre coût, aussi bien pour la consommation que pour des dons aux visiteurs de marque⁽²⁸⁾.

2.4.2 Les systèmes d'élevage

L'habitat observé chez les éleveurs est construit en matériaux localement disponibles. Les

cuisines sont aussi utilisées comme poulailler avec des coins aménagés pour la ponte et comme poussinière afin de limiter le vol et la prédation. En l'absence d'un habitat, les poules perchent sur des branches d'arbres et/ou se reposent sur les toitures des maisons^(1,15). Cette situation les expose davantage à la prédation et aux intempéries diverses qui concourent à l'accroissement de la mortalité et à la réduction des effectifs et par conséquent du revenu du paysan. C'est pour limiter ces pertes que des modèles d'habitat ont été mis au point par la Cameroun-GTZ⁽²⁹⁾.

Le manque d'engouement pour l'utilisation des équipements d'élevage peut être dû non seulement à la sous scolarisation et la pauvreté des populations enquêtées mais également à la non formation des éleveurs aux techniques d'élevage et au fait que l'activité reste secondaire. Le manque d'eau potable et la distribution intermittente de l'aliment essentiellement énergétique et de résidus de cuisines aux poules sont des facteurs réduisant la productivité des poules locales en milieu paysan^(15,22). Une amélioration de l'hygiène⁽⁹⁾ et une formulation des rations alimentaires à base des sous-produits locaux disponibles amélioreraient la productivité de ces poules en milieu rural⁽²⁴⁾.

Les causes de mortalité qui réduisent considérablement les effectifs confirment et complètent celles observées dans des études antérieures^(11,27) en quantifiant les composantes caractéristiques de la mortalité des poules locales. Il est de la responsabilité des institutions gouvernementales de mettre en place un minimum de prophylaxie^(9,30) à travers la production et le conditionnement de doses de 20 à 50ml de vaccins et des antibiotiques pour protéger les poules contre les maladies virales et les traiter contre les maladies bactériennes⁽²⁴⁾. Cette prophylaxie est particulièrement importante pendant les saisons sèches et les transitions saisonnières⁽³¹⁾. Des savoirs endogènes faisant appel à la pharmacopée traditionnelle qui se sont montrés efficaces pour certains cas de parasitismes intestinaux⁽³²⁾, pourraient amortir les coûts de traitements en zone rurale et réduire le lourd tribut que payent les poulets locaux en conditions villageoises divagantes.

2.4.3. Contraintes

Les différences et les convergences entre les Provinces sur le système d'élevage, les contraintes et les innovations ont été analysées. Sur l'ensemble des critères étudiés dans cette enquête, il ressort que les éleveurs du Centre semblent mieux préparés à moderniser l'élevage des poules locales : l'existence d'un élevage semi-divagant, la distribution de compléments alimentaires, la plus grande motivation pour les critères de production de viande, le plus fort

retour des produits aux femmes qui s'investissent dans cet élevage, montrent que l'élevage de la poule locale est considéré comme un moyen d'améliorer la sécurité alimentaire et les revenus financiers de la famille. Ces différences révèlent sans doute les préférences culturelles des populations, mais aussi l'influence de la présence de grands marchés, car la province du Centre entoure la ville capitale, et les critères de production et de revenu financier sont plus avancés dans cette province. Cependant, le taux de vaccination pratiqué dans le Centre est inférieur à celui pratiqué dans le Sud, donc des progrès importants restent à faire dans les trois provinces pour améliorer l'état sanitaire. L'éventualité des croisements non contrôlés entre poulets industriels et poules locales n'a pas été relevée lors de cette enquête, dans aucune des trois provinces. Enfin, l'importance de la qualité gustative est commune aux trois provinces, et reste un facteur déterminant du développement de l'élevage avicole dans ces zones rurales.

Dans l'ensemble des 3 provinces, les éleveurs attendent une aide technique plutôt que des subventions, ce qui indique clairement l'importance de la mise en place d'un programme d'encadrement et de formation. Cela montre aussi que les éleveurs sont conscients que l'élevage des poules locales pourra contribuer à améliorer leurs revenus et l'approvisionnement alimentaire, tout en conservant la biodiversité, si des améliorations techniques sont apportées par les Institutions de recherche et/ou de développement rural du pays.

2.5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La poule locale de la zone forestière est au centre de nombreuses circonstances de la vie socioculturelle, économique et religieuse de la communauté. Ses deux atouts sont, d'une part, la qualité gustative, et, d'autre part, l'adaptation au milieu, qui lui permettent de contribuer à la sécurité alimentaire des paysans. Afin de lutter contre la pauvreté de ces familles, l'enjeu est d'augmenter la production, tout en répondant aux attentes culturelles des éleveurs. Pour cela, des contraintes d'ordre technique peuvent être minimisées en mettant l'accent sur l'encadrement des éleveurs, en leur donnant les moyens d'accéder à un meilleur contrôle sanitaire et en mettant à leur disposition des oiseaux locaux plus productifs mais toujours adaptés aux conditions locales, notamment par l'utilisation d'aliments locaux et la résistance aux transitions climatiques (saison sèche/saison des pluies/saison sèche). Les stratégies d'amélioration font généralement appel à la sélection ou au croisement, ou à une combinaison des deux. Il est indispensable de caractériser plus précisément ces populations de poules

locales sur le plan zootechnique et sur le plan de leur diversité génétique, afin de choisir la meilleure stratégie susceptible de proposer des sujets rustiques plus productifs.

Remerciements

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

Bibliographie

1. Téleu Ngandeu E. et Ngatchou A. (2006). Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Projet OSRO/GLO/MUL, 1.
2. RGA-Cameroun. (1984). Recensement Général Agricole du Cameroun. Ministère de l'Agriculture, Cameroun.
3. Poné Kamdem D. (1998). A joint CPDM Sessions Conference, Bamenda, Cameroon, 1.
4. INS-Cameroun. (2001). Institut National des Statistiques-Cameroun, 1.
5. Ngou Ngoupayou J.D. (1990). CTA Proc. on Rural Poult. Prod. Thessaloniki, 39
6. Fotsa J.C. Manjeli Y. (2001). Annales des Sciences Agronomiques du Bénin, 181.
7. Fotsa J.C. Poné Kamdem D. (2001). International Network for Family Poultry Development, 13.
8. Bell J G. Fotzo T.M. Amara A. Agbede G. (2000). Proceedings of the International Workshop, M'Bour, Sonaiya (Ed), 308.
9. Téleu Ngandeu E. (1993). Contact, 21.
10. Douffissa. (1987). Contact, 85.

11. Ekue F.N. Poné K.D, Mafeni M.J, Nfi A.N, Njoya J, (2002). Results of a FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme IAEA, 15.
12. Khan A.G. (1994). ICAR Ad hoc Project, J.N. Agriculture University, Jabalpur M.P., India.
13. Guèye E.F. (1997). ILEIA Newsletter, 20.
14. Guèye E.F. (1998). World's Poultry Science Journal , 73.
15. Barua A. Howlidars M.A.R. Yukiniri Yoshimura. (1998). World's Poultry Science Journal, 279.
16. Horst K. ter. (2002). Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 7.
17. Ngou Ngoupayou J.D. (1995). ANRPD Newsletter, 3.
18. Benabdeljelil K. Arfaoui T. Johnston. P (2001). 10th International Conference. Ass. Inst.Trop.Vet. Med. Copenhagen, 133.
19. Benabdeljelil K. Arfaoui T. (2001). Animal Genetic Resources Information, 87.
20. Bantiéni T. Modibo. S. (2000). Proceedings of the International workshop, M'Bour, Sonaiya (Ed), 111.
21. Guèye. E.F. (2007). Proceedings of the World's poultry Science Association. Bangkok, WPSA (Ed), 9.
22. Safalaoh A.C.L. (1997). Animal Genetic Resources Information, 61.
23. Missohou, Sow et Ngwe-Assoumou C. (1998). Animal Genetic Resources Information, 63.
24. Fotsa J.C. Poné Kamdem D. Manjeli Y. Ngou Ngoupayou J. D. (2007). Ghana Society of Animal Production , *(in press)*.
25. Sarkar K. Bell. J.G. (2006). Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 16.
26. Fotsa J.C. Bordas A. Rognon X. Tixier-Boichard M. Poné Kamdem D. Manjeli Y. (2007). Journée de la Recherche Avicole, Tours, 414.
27. Mopate M.Y. Hendrikx P. Imadine. Idriss A. (2000). Proceedings of the International Workshop, M'Bour, Sonaiya (Ed), 214.

28. Safalaoh A.C.L. (2001). World's Poultry Science Journal, 179.
29. Cameroun-GTZ/PGPA, (2000). Projet 'Promotion des groupements de producteurs agricoles', 1.
30. Cameroun-GTZ/PGPA. (2002). Projet 'Promotion des groupements de producteurs agricoles', 1.
31. Brunet X. Marchant J.N. Colmet-Daage S. Saunders M. (1983). Projet (10/80-10/82) Burkina-Faso. Notes de synthèse n° 2, 1.
32. Tchoumboué J. Mpoame M.. Akamba Ava M.D. (1996). Tropicultura , 4.

Tableau 6. Principales cultures pratiquées dans les exploitations par Province de la zone de forêt dense humide en pourcentage du nombre total d'élevages enquêtés.

Principales cultures	Provinces ¹		
	Centre	Sud	Est
Manioc	15,09	16,75	19,20
Maïs	14,30	15,88	18,5
Arachide	12,40	16,75	16,47
Macabo	12,65	14,08	13,18
Banane – plantain	10,69	13,33	13,00
Igname	11,82	08,8	04,55
Patate	08,22	07,07	05,25
Fruitiers	04,61	03,67	09,85
Canne à sucre	0,800	03,67	-
Soja	03,96	-	-
Haricot	02,77	-	-
Concombre	02,69	-	-

¹ : Les cases portant les tirés montrent l'absence de ces cultures dans les Provinces concernées

Tableau 7. Effectifs moyens d'animaux élevés par espèce et par exploitation dans les Provinces de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

Espèce animale / sexe	Provinces		
	Centre	Sud	Est
Poules locales			
Mâle ¹	2,20 ± 0,21	3,67 ± 0,27	4,00 ± 0,35
Femelle ¹	8,78 ± 0,70	10,00 ± 0,47	13,00 ± 1,37
Mâle ²	7,84 ± 1,48*	8,00 ± 0,81	9,25 ± 1,43
Femelle ²	29,91 ± 5,58	27,33 ± 3,95	25,25 ± 3,15
Canards			
Mâle	0,77 ± 0,41	0,67 ± 0,27	-
Femelle	1,33 ± 0,54	1,33 ± 0,27	-
Ovins			
Mâle	0,22 ± 0,14	-	0,50 ± 0,43
Femelle	0,88 ± 0,58	-	0,75 ± 0,41
Caprins			
Mâle	1,78 ± 0,44	-	1,25 ± 0,65
Femelle	2,69 ± 0,61	-	3,75 ± 2,16
Porcs			
Mâle	0,22 ± 0,14	1	0,25 ± 0,22
Femelle	1,22 ± 0,66	1	0,75 ± 0,41

*Moyenne ± erreur standard ;

1 : Effectif actuel des poules au moment de l'enquête chez le paysan ;

2 : Effectif annuel de l'éleveur à partir duquel les sorties sont effectuées.

Tableau 8. Raisons du choix de l'élevage des poules locales par rapport à d'autres espèces animales

Modalités de réponse	Taux de citations en % du total des réponses exprimées par Province			Taux de citations en % du nombre total d'élèveurs
	Centre	Sud	Est	
Valeur gustative	18,72	11,76	14,35	82,30
Conformation	7,80	8,09	5,83	40,60
<i>Sécurité alimentaire protéique*</i>	5,06	0,00	0,72	{17,8
<i>Production de la viande</i>	3,12	0,00	1,45	
Quantités d'œufs	2,73	0,00	0,00	7,30
Taille	0,78	0,74	0,00	3,10
Alimentation	38,21	20,59	22,35	
Adaptation au milieu	10,14	11,76	13,62	67,7
Comportement maternel	5,75	9,56	10,2	48,9
<i>Facilité d'élevage</i>	2,34	4,31	15,08	15,6
Vie en plein air	6,24	5,88	7,21	35,4
Rusticité	4,68	11,03	2,18	36,4
Longévité	5,06	7,40	3,64	29,2
Résistance aux maladies	7,41	7,40	0,00	28,1
Docilité	4,00	8,09	0,72	22,9
<i>Disponibilité en poules pour la reproduction</i>	0,00	0,00	2,18	28,3
Précocité sexuelle	0,78	0,74	0,00	3,1
Adaptation'	46,40	66,17	54,83	
<i>Prix élevé à la vente</i>	5,06	2,94	1,45	18,8
Finances	5,06	2,94	1,45	
<i>Elevage par tradition</i>	1,60	0,74	0,00	45,8
<i>Dons et rites</i>	0,78	0,00	0,72	13,5
Couleur du plumage	7,41	5,88	13,38	34,4
Qualité du plumage	2,00	2,94	5,83	17,2
Couleur de l'œuf	0,39	0,74	1,44	4,20
Culture et Traditions	12,18	10,30	21,37	

(*En italique : réponses aux questions non incluses dans le questionnaire)

Tableau 9. Caractéristiques du système d'élevage des poules locales par Province de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun exprimées en % d'éleveurs

Paramètre	Provinces		
	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)
Mode de conduite			
Divagation	79,63	100	100
Semi-divagant	20,37	-	-
Type de production			
Production mixte	84,44	100	100
Production pour la chair	15,56	-	-
Destination des animaux			
Reproduction	27,02	27,97	26,05
Autoconsommation	26,55	27,97	24,85
Dons	23,79	22,89	24,9
Vente	18,51	18,00	19,1
Échange	04,13	03,17	05,1
Destination des œufs			
Reproduction	44,77	47,3	44,33
Autoconsommation	34,45	31,22	36,51
Dons	09,66	08,27	14,18
Vente	10,39	13,21	04,98
Échange	0,73	-	-
Raisons de prélèvement des produits avicoles ruraux (viande et œuf)			
Amélioration de l'aliment	48,66	52,06	46,15
Amélioration du revenu	28,81	33,37	28,24
Entretien des relations et cohésion sociale	22,53	14,57	25,61

Tableau 10. Caractéristiques de l'habitat des poules locales par Province dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Caractéristiques	Provinces		
	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)
Type			
Branches d'arbre	20,32	54,73	48,88
Cuisine	52,10	30,97	32,63
Poulailler	24,34	09,55	08,5
Habitat abandonné	03,24	04,77	10,00
Superficie moyenne t			
< 10 m ²	31,48	60	95
> 10 m ²	69,52	40	05

Tableau 11. Causes, périodes et symptômes de mortalités dans les élevages de poules locales en divagation dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Libellé	Provi nces			
	Causes	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)
Mortalités totales		45,37	38,77	48,52
Accidents		05,78	06,01	14,19
Avant 18 Semaines		02,80	01,31	02,00
Après 18 semaines		2,98	4,70	12,19
Prédation		45,85	47,21	31,42
Avant 18 Semaines		35,20	42,90	28,00
Après 18 semaines		10,65	04,31	03,42
Maladies		48,37	46,78	54,39
Avant 18 Semaines		25,00	16,68	23,29
Après 18 semaines		23,37	30,00	31,10
Période de grande mortalité				
Saison sèche 6 mois		54,34	61,11	56,67
Intersaison 2 mois		24,26	22,22	30,83
Saison des pluies 4 mois		21,40	16,67	12,5
Symptômes de maladies				
Diarrhées		31,2	18,58	24,35
Toux		16,03	20,65	20,63
Encéphalomyélite		06,93	18,43	12,65
Somnolence		10,26	10,65	12,56
Ailes tombantes		06,16	08,12	11,1
Variole		05,42	11,77	05,35
Salive gluante		00,47	09,23	11,58
Autres signes		02,35	02,57	01,78

Tableau 12. Contraintes et recommandations par Province dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

	Provinces		
	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)
Contraintes			
Maladies	17,84	24,11	19,80
Prédation	21,66	21,92	16,33
Croissance lente	13,98	20,90	23,96
Non maîtrise des techniques d'élevage	24,11	19,23	09,65
Faible production d'œufs	05,49	10,64	19,65
Vol	01,67	03,17	10,63
Autres (accidents...)	18,03	0,00	0,00
Recommandations			
Encadrement technique	59,89	50,00	50,00
Octroi des poules locales améliorées	36,96	50,00	50,00
Subvention	02,13	0,00	0,00

CHAPITRE 3. CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES (GALLUS GALLUS) DE LA ZONE FORESTIERE DENSE HUMIDE A PLUVIOMETRIE BIMODALE DU CAMEROUN.

Fotsa J.C¹, Rognon X², Tixier-Boichard M², G Coquerelle², Poné Kamdem D³, Ngou Ngoupayou J D¹., Manjeli Y⁴. Bordas A²

- 1. Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 2123 Yaoundé, Cameroun E-mail : fotsajc2002@yahoo.fr; Tel : (237) 99 54 24 98 / (237) 22 00 57 15 Fax : (237) 22 23 33 62 / 22 22 59 24.*
- 2. UMR INRA/AgroParisTech Génétique et Diversité Animales, Bâtiment 211, 78352 Jouy-en-Josas Cedex France*
- 3. Station Spécialisée de Recherche Agricole de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun*
- 4. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.*

Accepté dans le Bulletin d'Information sur les Ressources Génétiques Animales (AGRI) 2008

Résumé

La caractérisation phénotypique des populations de poules locales a été réalisée dans la zone forestière humide. Pour cela 751 poules adultes issues de 48 villages répartis dans 16 départements des Provinces du Centre, Sud et Est a été utilisés. Le choix des villages a tenu compte de leurs éloignements les uns des autres et de la taille des élevages par ménage. Les données ont été obtenues pour le poids et les mensurations corporelles, les photographies ainsi que des observations à l'œil nu. Les principaux résultats montrent que les oiseaux du Sud et de l'Est ont des poids comparables de 1400 g chez les mâles et de 1160 g chez les femelles, mais significativement ($P \leq 0,05$) inférieurs à ceux du Centre avec 1665 g et 1259 g respectivement. Par ailleurs, les animaux du Centre sont plus hauts sur pattes. La ponte annuelle déclarée est de 54 œufs au Sud contre 51 au Centre et 49 à l'Est tandis que le taux d'éclosion est généralement supérieur à 80%.

La faible fréquence (1 à 10%) d'un assez grand nombre de mutations (tarse emplumé, huppe, cou nu, barbe et favoris, frisé, nanisme) caractérise la diversité morphologique. En revanche,

la mutation « peau jaune » est présente avec une fréquence importante (50 à 60%). La coloration du plumage est très variable, avec une fréquence plus élevée des couleurs noire étendue (locus *E*) et argentée (locus *S*).

Mots clés : Cameroun, poules locales, performances, phanéoptique, forêt humide.

Summary

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

Birds from South and East Provinces were similar in body weights with around 1400g for males and 1160g for females but lower than 1665g and 1259g for males and females birds for the Centre, the latter being heavier and higher in size than their counterparts from South and East. Annual egg production calculated from farmers' declaration was higher for birds in South with 54 eggs versus 51 and 49 in Centre and East Provinces respectively, while hatchability was generally above 80%.

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

Key words: Cameroon, local chicken, performances, phaneroptic, humid forest.

3.1. INTRODUCTION

Les volailles locales représentent une activité primordiale en zone rurale pour l'obtention d'un revenu à travers la vente d'œufs et d'oiseaux. Au Cameroun, les populations de poules locales, de faible productivité, représentent 70% du cheptel avicole. Les souches sélectionnées de poulet constituent 24% du cheptel avicole, alors que les autres espèces de volailles représentent 6% (Fotsa et al. 2007a). L'effectif des populations de poules locales est passé de 13 millions en 1990 à plus de 35 millions en 2001 (Ngou Ngoupayou, 1990 ; INS-Cameroun,

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

3.2. MATERIELS ET METHODES

3.2.1. Caractéristiques de la zone d'étude

Le périmètre géographique étudié est une zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale qui couvre les Provinces du Centre, du Sud et de l'Est et représente 47% du territoire national. Elle s'étend sur la majeure partie du plateau sud camerounais entre 500 et 1000 m d'altitude (Figure 1). Deux saisons de pluies intercalent les deux saisons sèches dont la première va de mi-juin à août et la deuxième de mi-novembre à mi-mars. La température moyenne est de 23° C. En saison des pluies, elle varie de 18 à 28° C et de 16 à 31° C en saison sèche. L'humidité relative est comprise entre 80 à 85% d'avril à novembre et de 70 à 80% pour le reste de l'année. Cette forte humidité relative est génératrice de rosée pendant les saisons sèches. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1600 mm avec les valeurs extrêmes allant de 1500 à 2000 mm. Les systèmes d'élevage les plus répandus sont les élevages traditionnels avicoles, ovins, caprins, et porcins. Cependant autour de Yaoundé, la capitale, les élevages semi-intensifs et intensifs se développent.

3.2.2. Echantillonnage

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

3.2.3. Collecte des données

Chaque sujet a fait l'objet d'une description directe portant sur les caractères phanéroptiques notamment la couleur du barbillon, du lobe auriculaire, de la peau, du tarse et des yeux selon la nomenclature décrite par Coquerelle (2000). Chaque oiseau était photographié afin de réaliser la description précise du plumage en cohérence avec les travaux de Somes (1990), Smyth (1990) et Coquerelle (2000). Sur les 751 animaux observés, 455 ont une photographie interprétable.

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

3.2.4. Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques descriptives (fréquence moyenne, écart-type) concernant les données

qualitatives, comme la couleur de la coquille, ont été faites avec le logiciel SPSS/PC (1996). Les coefficients de variation ont été calculés par sexe et par province, par le rapport de l'écart type phénotypique à la moyenne phénotypique.

Les données quantitatives (poids corporel, longueur du tarse, diamètre du tarse et longueur du barbillon) ont été soumises à l'analyse de variance portant sur les facteurs Province et sexe à l'aide de la procédure GLM du logiciel SAS (2005). Le modèle est ci-dessous décrit:

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

μ = Moyenne générale de la population

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

S_j = Effets dus au sexe (Mâle et femelle)

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

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

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

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

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

3.3. RESULTATS

3.3.1. Performances zootechniques

Poids et mesures corporelles. Sur l'ensemble des Provinces étudiées, le poids moyen des coqs est de 1535g avec un écart-type de 403g et celui des poules est de 1220g avec un écart-type de 258g. Le coefficient de variation du poids adulte est plus élevé chez les mâles des provinces du Centre et de l'Est (26 à 27%), mais il est nettement plus faible (12,5%) chez les mâles de la province du Sud. Chez les femelles, le coefficient de variation du poids varie de 14% dans la province du Sud, à 18% dans la province de l'Est et 22% dans la province du Centre. La longueur du tarse montre un coefficient de variation plus faible, de 6% à 10% selon le sexe et la province, et le diamètre du tarse montre un coefficient de variation assez modéré chez les femelles (9% à 11%) et un peu plus élevé chez les coqs (9,5% à 18%). L'analyse de variance ressort un effet très significatif de la Province et du sexe pour tous les caractères étudiés, avec

une interaction significative entre sexe et Province pour tous les caractères sauf le diamètre du tarse (Tableau 13). Les résultats montrent que les animaux du Centre sont plus lourds que ceux de l'Est et du Sud qui ne diffèrent pas entre eux, quelque soit le sexe. Les longueurs de tarse ne diffèrent pas significativement entre Provinces chez les femelles alors que les mâles de la Province du Centre ont des tarses plus longs que ceux des Provinces du Sud et de l'Est. En revanche, il y a un effet de la Province sur le diamètre du tarse chez les femelles comme chez les mâles. Les longueurs de barbillons chez les femelles sont très faibles et ne diffèrent pas entre Provinces alors que, chez les mâles, il y a des différences hautement significatives entre Provinces d'où l'interaction *Province*Sexe* observée. Le dimorphisme sexuel, défini par l'écart entre sexes rapporté à la moyenne des mâles, est plus grand chez les animaux du Centre pour le poids et la longueur du tarse mais pas pour le diamètre du tarse ni pour la longueur des barbillons (tableau 13).

Ponte et caractéristiques des œufs. Les productions annuelles par femelle annoncées par les éleveurs sont de 51 œufs au Centre, 54 œufs au Sud et 49 œufs à l'Est réparties en moyenne sur 4 couvées soit environ 13 œufs par couvée dans toute la zone forestière (Tableau 14). Les œufs produits sont utilisés pour la reproduction à 79,1 %. Le taux moyen d'éclosion à partir des chiffres annoncés est de 79,7 % au Centre, 83,3 % au Sud et 89,9 % à l'Est. Par poule, le nombre moyen de poussins élevés annuellement est de 19. Le poids moyen des œufs mesurés chez 60 éleveurs parmi les 96 visités est d'environ 44 grammes et ne diffère pas en fonction de la Province. Il n'existe que deux modalités pour la couleur de la coquille : elle est le plus souvent blanc crème et plus rarement brune. Le taux d'œufs bruns est plus élevé dans la province Sud. La texture des œufs est mate à 100 % au Sud et à l'Est tandis qu'au Centre, certains œufs ont une texture brillante (4,6 %).

3.3.2. Description phénotypique

La description phénotypique ainsi que l'interprétation génétique des caractères de coloration et de morphologie observés chez les poules locales sont consignées dans les tableaux 15 et 16. Pour chaque caractère observé, on indique d'abord la fréquence du phénotype sauvage, puis les variations observées sont présentées avec le nom du locus contrôlant cette variation. On observe ainsi des couleurs variées pour le tarse. Les sujets ayant de la mélanine dans le derme (locus *ID*) représentent 12,3% de la population totale. Il peut s'agir d'animaux à patte grise représentant le type sauvage (1,2%) ou à patte verte (10,8%), dans ce cas le locus *W* 'peau jaune' est également impliqué. Les pourcentages d'animaux à patte blanche (37,4 %) ou jaune

(33,8 %) sont assez importants et la couleur noire du tarse est observée pour 17 % de la population. La fréquence des animaux à tarse jaune apparaît plus faible que celle des animaux à peau jaune car il est possible que la présence de la mutation 'peau jaune' (locus *W*) soit mal détectée chez les animaux ayant des tarses noirs et porteurs de mutations eumélaniques aux locus *E* (extension du noir) et *ML* (mélantique). L'examen visuel de la peau du corps a permis d'identifier des animaux à peau blanche ou à peau jaune en proportions égales dans la Province du Centre, mais les Provinces du Sud et de l'Est montrent une plus forte proportion d'oiseaux à peau jaune respectivement dans 66,4% et 69 % de cas. Dans l'ensemble des Provinces, la couleur rouge orangé des yeux est prédominante à 93 % contre des proportions identiques de 3,5% pour les couleurs brun noir ou jaune. Les crêtes observées sont de type simple à 98%, le restant se partage entre les crêtes de type rosacé (locus *R*) et pois (locus *P*). Il est observé toutefois chez certaines poules, l'absence de crêtes avec quelques protubérances et la présence de la crête double (locus *D*) chez un certain nombre de coqs.

Par ailleurs, on trouve des phénotypes (Figures 3 à 5) 'tarses emplumés' (locus *PTI*), 'huppé' (locus *CR*) et 'cou nu' (locus *NA*) dans la province du Centre avec des fréquences de l'ordre de 9 à 12% pour l'ensemble des deux sexes (Tableau 16). Le phénotype 'huppé' est également présent dans la Province de l'Est mais il est rare dans la Province du Sud. Les phénotypes 'tarses emplumés' et 'cou nu' sont bien plus rares dans les provinces du Sud et de l'Est que dans celle du Centre et correspondent à des fréquences alléliques très faibles.

D'autres phénotypes tels que 'barbe et favoris' (locus *MB*) 'nanisme' (locus *DW*) et 'frisé' (locus *F*) sont observés à l'Est avec des fréquences phénotypiques faibles (Figures 7 et 10), le phénotype frisé a été trouvé à une très faible fréquence dans la province du Centre. Les fréquences alléliques correspondantes pour ce gène 'frisé' (*F*) sont de 0,15% dans le Centre et de 1,4% à l'Est. Par ailleurs on trouve une proportion assez importante de poules ergotées (16,31%) dans la population de poules de la Province de l'Est comparée à celle des autres Provinces.

L'analyse des photographies prises sur 455 poulets locaux a permis d'identifier les principaux gènes de coloration du plumage tels que décrits et présentés dans le Tableau 17. Il ressort qu'il n'existe pas de différences significatives pour les locus identifiés entre les Provinces chez les femelles. Chez les mâles par contre, les oiseaux des Provinces de l'Est et du Sud se distinguent aux locus *E* et *S* avec des fréquences plus élevées des phénotypes foncés ou argentés par rapport à ceux du Centre.

3.3.3. Choix des reproducteurs dans les élevages

Les éleveurs déclarent ne pas introduire d'animaux commerciaux dans leurs élevages. Lorsque l'éleveur souhaite renouveler ses reproducteurs, il le fait le plus souvent en utilisant des animaux provenant d'un autre village. A l'Est et au Sud, 88% et 79% des éleveurs introduisent des animaux venant de villages voisins tandis que dans le Centre l'introduction d'animaux et l'utilisation à l'intérieur d'un même village sont des pratiques d'importance équivalente (56% et 44% respectivement). Les éleveurs déclarent tenir compte des caractères des parents pour choisir, dans leur troupeau, les poussins qu'ils vont garder comme futur reproducteur. Parmi les éleveurs interrogés, plus de 90% des éleveurs du Centre et du Sud préfèrent les caractères '*ponte et poids corporel*' et le restant se répartissant entre '*poids corporel*' et '*phénotype*'. A l'Est, les critères portent beaucoup plus sur le '*phénotype*', par rapport aux caractères '*ponte et le poids*' et le '*poids corporel*' respectivement dans 60 %, 25 % et 15 % des cas.

3.4. DISCUSSION

3.4.1. Analyse zootechnique comparative

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

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

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

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

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

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

(Mallia, 1998). Les différences de longueur de barbillons sont susceptibles de refléter l'adaptation climatique, car le barbillon est une zone d'échanges de chaleur importante qui joue un rôle dans la thermorégulation.

Ponte et reproduction. Les valeurs moyennes du nombre d'œufs par couvée et le nombre de couvées annuelles observées dans la zone de forêt permettent une production moyenne annuelle d'œufs comparable à celle rapportée dans la province de l'Ouest au Cameroun (Tchoumboué et al. 2000), mais légèrement supérieure à celle rapportée au Sénégal (Missohou et al. 1998). Une étude réalisée au Maroc indique une production totale annuelle de 78 œufs, légèrement supérieure à ce qui est observé ici (Benabdeljelil et Arfaoui, 2001). De manière générale, la production annuelle rapportée dans la littérature pour les poules locales varie entre 25 et 150 œufs ; le résultat obtenu dans cette enquête se situe plutôt parmi les valeurs faibles de cette gamme de variation. Le poids des œufs trouvé au cours de notre étude est comparable à celui signalé par Tchoumboué et al. (2000) dans les hauts plateaux de l'Ouest et par Shanawany et Banerjee (1991) pour certains génotypes *Tikur et Gebsuma* éthiopiens. Cette valeur est intermédiaire entre celles des poids des œufs de la poule Fayoumi et de la Dandarawi d'Égypte qui sont respectivement de 42 et de 48g (Guèye, 1998). Certains poids (31,7g) inférieurs à ceux de cette étude ont été trouvés au Sénégal (Missohou et al. 1998) alors que chez la poule locale iraquienne les valeurs variaient entre 52,5 à 54,9g (Al-Rawi et Al-Athari, 2002). Les différences de performances relevées par de nombreux auteurs peuvent être dues soit à l'âge des oiseaux, soit à la variabilité génétique de poules locales soumises longtemps à la sélection naturelle, soit au système d'élevage notamment à l'alimentation, et à la gestion quotidienne des élevages, soit à l'effet combiné de tous ces facteurs (Fotsa et Poné, 2001 ; Sarkar et Bell, 2006 ; Fotsa et al. 2007a).

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

En ce qui concerne les provinces du Centre et du Sud, le taux d'éclosion est similaire à ce qui a été rapporté par Tchoumboué *et al.*, (2000) pour l'Ouest du Cameroun, mais la province de l'Est présente un taux d'éclosion supérieur. La comparaison avec les résultats publiés pour d'autres pays est difficile en raison du nombre important de facteurs de variation de ce caractère (le taux de fertilisation, les conditions de stockage des œufs, le poids des œufs et

l'aptitude de la poule à couvrir). Les valeurs moyennes publiées varient le plus souvent entre 60 et 90% pour les populations de poules locales en Afrique (Guèye, 1998).

3.4.2. Analyse de la variabilité phanéoptique

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

Caractères relatifs à la coloration. Les différentes couleurs observées sur les tarse sont déterminées par des effets combinés des séries alléliques au locus lié au sexe *ID* ('inhibitor of dermal melanin' 3 mutations récessives connues, *ID*ID*, *ID*M*, *ID*C*) et au locus autosomal *W* ('wheaten' une mutation récessive connue, *W*W*) qui contrôlent respectivement la présence de mélanines dans le derme du tarse et la présence de pigments xanthophylles dans l'épiderme (Bateson, 1902 ; Mc Gibbon, 1974). La présence de mutations à ces deux locus, seules ou combinées, expliquent la présence de tarse gris, jaunes ou verts, en proportions variables entre les différentes Provinces ; en fonction des accouplements réalisés entre les animaux des mêmes villages ou avec des coqs améliorateurs provenant d'autres régions. La présence du phénotype 'peau jaune' avec une fréquence très importante (50 à 69%) pourrait résulter de l'introduction d'animaux importés, à un stade plus ou moins ancien dans l'histoire des populations de la zone forestière du Cameroun. Le caractère 'peau jaune' a également été trouvé avec une fréquence notable (38%) dans la province de l'Ouest (Keambou, 2006). Cette mutation 'peau jaune' a été introduite en Europe avec les races asiatiques au 19^{ème} siècle, elle est présente chez certains poulets de chair et chez les poules pondeuses Leghorn et Rhode

Island Red. Elle est également très fréquente (80 à 90%) dans des lignées de poules locales développées en Irak (Al-Rawi et Al-Athari, 2002).

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

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

Caractères relatifs à la structure du plumage et aux appendices non emplumés. Certains gènes majeurs jouant sur l'emplumement, le format ou la crête améliorent l'adaptation à la chaleur. Ainsi, les mutations *NA* 'cou nu' et *F* 'frisé' ont, à l'état homozygote, des effets importants sur l'adaptation à la chaleur, en améliorant notamment l'efficacité alimentaire, le poids corporel, la ponte, la masse d'œufs (Mérat, 1986, Haaren-Kiso et al. 1988). Cependant, ces mutations apparaissent peu fréquentes chez les poules locales de la forêt dense, où la température ambiante n'atteint pas de valeurs extrêmement élevées. Les crêtes simples majoritairement rencontrées dans les tropiques comme dans le cas de la forêt dense humide du Cameroun, non seulement jouent un rôle thermorégulateur pour la déperdition de la chaleur (Van Kampen, 1974) mais favoriseraient un meilleur poids corporel et la ponte des œufs plus gros (Ikeobi, 2000).

La présence d'autres mutations peut indiquer un choix préférentiel des éleveurs en l'absence de valeur adaptative démontrée, c'est le cas des phénotypes 'tarse emplumé' (locus *PTI*) 'huppé' (locus *CR*) ou encore 'barbe et favoris' (locus *MB*) (Davenport, 1906 ; Serebrovsky et Petrov, 1930 cités par Somes, 1990) pour lesquels aucun effet majeur n'a été décrit sur le plan zootechnique, mais qui contribuent à différencier les animaux les uns des autres et peuvent

avoir une valeur culturelle. Le phénotype tarse emplumé est assez fréquent (22%) dans la province de l'Ouest (Keambou, 2006), et il apparaît un gradient Est-Ouest pour la présence de ce phénotype (moins de 5% à l'Est, environ 10% au Centre, plus de 20% à l'Ouest). Ce caractère est absent des lignées commerciales, et son origine chez les poules du Cameroun reste à déterminer.

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

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

3.5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les poules locales de la zone de forêt dense humide présentent une diversité phénotypique. La description phanéroptique identifie des gènes à effets visibles dont les interactions donnent un chromatisme plumeux très variable, ce qui confère à cette population de poules une place socioculturelle et rituelle importante. Les gènes à effets visibles ne représentent qu'une faible partie du génome et sont soumis à sélection directe de la part de l'éleveur. Une analyse

moléculaire à travers l'usage des marqueurs microsatellites permettra de mieux évaluer la diversité au niveau du génome de la population de poules locales, et de la comparer avec les résultats obtenus dans d'autres populations avec les mêmes marqueurs.

Remerciements

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

Références

- Agbédé, G.B., Téguia, A. & Manjeli, Y. 1995. Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. *Tropicultura*, 13 (1), 22-24.
- Al-Rawi, A.A. et Al-Athari, A.K. 2002. Characteristics of indigenous chickens in Iraq. *Animal Genetic Resources Information*, 32, 87-93.
- Bauer, H. 1931. Untersuchungen an sporetragenden hennen. *Arch. Geflügelkd.*, 341-363.
- Bessadok, A., Khochlef, I. & El-Gazzah, M. 2003. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie, *Tropicultura*, 21 (4), 167- 172.
- Benabdeljelil, K., Arfaoui, T. & Johnston, P. 2001. Traditional poultry farming in Morocco. 10th International Conference of the Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine (AITVM) "Livestock, Community and environment" Copenhagen Denmark, 133-142.
- Benabdeljelil, K. & Arfaoui, T. 2001. Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flock of Morocco. Current statement and future outlook, *Animal Genetic Resources Information*, 31, 87-95.
- Coquerelle, G. 2000. Les poules: diversité génétique visible. INRA, pp 181.
- Fotsa, J. C. & Poné, D. K. 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. *International Network for Family Poultry Development*, 11 (2), 13-19.
- Fotsa, J-C., Bordas, A., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Poné Kamdem, D. & Manjeli Y. 2007a. Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances à celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun. *Journées de la Recherche Avicole (Tours)*, 414-417.
- Fotsa, J.C., Pone K.D., Manjeli, Y. & Ngou Ngoupayou, J.D. 2007b. The State of Cameroon Rural Chickens: Production and Development Perspectives for Poverty Alleviation. *Ghanaian Journal of Animal Science*, Vol 2 & 3, 175-180

- Fotsa, J.C., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Ngou Ngoupayou, J.D., Poné Kamdem, D. Manjeli, Y. & Bordas, A. 2007c. Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, 55, 59-73
- Guèye, E.F. 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*, 54, 73-86.
- Horst, K. ter. 2002. Amélioration de l'élevage des volailles domestiques au Bangladesh, Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 12, 7-18.
- Ikeobi, C.O.N., Ozoje, M.O., Adebambo, O.A. Adenowo, J. A. 2000. Frequencies of Feet Feathering and Comb Type Genes in the Nigerian Local Chicken. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 220-224
- INS-Cameroun. 2001. Institut National des Statistiques : Note annuelle sur le secteur primaire. Agriculture, Elevage, pêche, Cameroun, pp30.
- Kabatange, M.A. & Katule, A.M. 1989. Rural poultry production system in Tanzania. In: Sonaiya E.B. (Ed.) *Rural poultry in Africa. Proceeding or an International Workshop, Ile-Ife,, Nigeria, 13-16 November*, 171-176
- Keambou, T.C., 2006. Caractères morphologiques, mensurations corporelles et diversité phylogénétique de la poule locale (*Gallus gallus*) des hautes terres de l'Ouest Cameroun. Thèse de Master of Science, Université de Dschang-Cameroun, pp 69.
- Lauvergne, J.J., Zafindrajaona, P.S., Bourzat, D., Zeuh, V. & Ngo Tama, A.C. 1993. Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue, Elev. Méd. Vét., Pays Trop.*, 46, (4), 651-665.
- Mallia, J. G. 1998. The black Maltese: a Mediterranean, light breed of poultry. *Animal Genetic Resources Information*, 24, 41-48.
- Mérat, P., Bordas, A & Coquerelle, G. 1979. The relationship of several genes suppressing plumage colour with body weight, food intake and feather loss of laying hens. *British Poultry Science* 20, 587-594.
- Minvielle, F. 1990. *Principes de l'amélioration génétique des animaux domestiques*. Paris, INRA. Pp. 213
- Missohou, A., Sow & Ngwe-Assoumou, C. 1998. Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal, *Animal Genetic Resources Information*, 24, 63-69
- Ngou Ngoupayou, J.D. 1990. Country report on small holder rural poultry production in Cameroon. In: CTA Seminar proceedings on Small holder Rural Poultry production, 9-13 october 1990, Thessaloniki, Greece, 2, 39-41.
- Poné, D.K. 1998. Poultry management and marketing of its products. A joint CPDM Sessions Conference. 13th -14th August. Bamenda Congress Hall, Cameroon, pp 12.
- Somes, G.R, Jr. 1990. Mutations and major variants of plumage and skin in chickens. In: Crawford (ed): *Poultry breeding and Genetics*. Elsevier, Amterdam, 169-208
- Sarkar, K. & Bell, J.G. 2006. Potentiel du poulet indigène et son rôle dans la lutte contre la pauvreté et dans la sécurité alimentaire pour les ménages ruraux. Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 16 (2), 16-28.
- SAS Institute, 2001. Proprietary Software Release, Version 8.02 (Cary, NC, SAS Institute Inc.)
- Smyth, J.R., Jr. 1990. Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens. In: Crawford (ed): *Poultry breeding and Genetics*. Elsevier, Amterdam, 109-168
- Sonaiya, E.B., 1990. The context and prospects for development of smallholder rural poultry production in Africa. *Proceeding of a Seminar on Smallholder Rural Poultry Production, Thessaloniki, 9 – 13 October*, 1,35 – 52.
- SPSS 1996. *Statistical Package for Social Sciences. SPSS users' guide 10.0* SAS Institute

- inc., Cary NC
- Tchoumboué, J., Manjeli, Y., Tégua, A. & Ewane, N. J. 2000. Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'ouest Cameroun. *Science Agronomique et Développement*, 2, 6-14.
- Teleu Ngandeu E. & Ngatchou A. 2006. Première évaluation du Secteur avicole au Cameroun: Structure et importance du secteur avicole commercial et familiale pour une meilleure compréhension de l'enjeu de l'influenza aviaire. *Projet OSR/GLO/MUL, Emergency assistance for the control and prevention of avian influenza*, FAO, pp 48.
- Van Kampen, M.. 1974. Physical factors affecting energy expenditure in: *Energy Requirements of Poultry* T.R. Morris and B.M. Freeman, eds.), British Poultry Science Ltd, Edinburg.
- Van Marle-Köster, E. & Casey. N.H. 2001. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Animal Genetic Resources Information*, 29, 71-78.

Tableau 13. Test de signification, poids corporel et mensurations corporelles par Province en moyennes des moindres carrés avec leurs erreurs standards et dimorphisme sexuel chez les poules locales de la zone forestière humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

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

*** P < 0,001 ; ** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; NS P > 0,05 ; M ± E S : Moyenne ± Erreur Standard ; * : le dimorphisme sexuel est calculé par le rapport de l'écart entre les moyennes par sexe à la moyenne des femelles ; ^{a, b} : pour le même paramètre et pour le même sexe, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement (P > 0,05)

Tableau 14. Performances mesurées et déclarées de ponte et de reproduction chez les poules locales de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale.

Paramètre	Province		
	Centre	Sud	Est
<i>Performances mesurées</i>			
Poids moyen des œufs (g)	44,0 ± 0,90 ^a	43,5 ± 0,50 ^a	43,2 ± 1,40 ^a
Couleur Blanc crème de l'œuf (%)	97,90 ^a	89,50 ^b	100,00 ^a
Texture Mate de la coquille (%)	95,50 ^b	100,00 ^a	100,00 ^a
<i>Performances déclarées</i>			
Nombre d'œufs / femelle / an	50,9 ± 2,30	54,0 ± 3,90	49,3 ± 2,30
Nombre d'éclosions / femelle / an	3,9 ± 0,17	4	4
Nombre d'œufs incubés par femelle par an	38,4 ± 2,40	44,0 ± 2,60	39,5 ± 1,10
Nombre de poussins éclos / femelle / an	30,6 ± 1,8	36,7 ± 2,3	35,5 ± 0,8
Nombre de poussins élevés / femelle / an	18,2 ± 2,4	19,0 ± 2,1	20,0 ± 1,0
Taux d'éclosion (%)	80,0	83,0	90,0

* a, b : Pour la même variable, les valeurs portant en exposant les mêmes lettres sur la même ligne ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$).

Tableau 15. Examen des poules locales par phénotype impliquant plusieurs locus dans la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Caractères	Province			Principaux locus impliqués dans la différence par rapport au type sauvage
	Centre (%)	Sud (%)	Est (%)	
<i>Couleur du tarse</i>				
Grise	0,7	2,24	1,58	Type sauvage
Blanche	44,73	30,60	25,80	<i>ID</i>
Jaune	31,38	35,82	37,89	<i>ID W</i>
Noire	18,27	14,18	15,26	<i>ML E</i>
Verte	4,92	17,16	19,47	<i>W</i>
<i>Couleur de la peau</i>				
Jaune	49,18	66,42	68,95	<i>ID W</i>
Blanche	50,82	33,58	31,05	<i>ID</i>
<i>Couleur des yeux</i>				
Rouge orange	96,96	88,81	87,37	Type sauvage
Brun noir	2,34	5,22	4,74	<i>BR</i>
Jaune	0,71	5,97	7,89	Non défini
<i>Type de crête</i>				
Simple	98,14	97,01	98,42	Type sauvage
Rosacée	0,70	1,49	0,53	<i>R</i>
Rosacée hérissée	0,70			<i>R HE</i>
Noix	0,23	0,75		<i>R P</i>
Pois	-	0,75		<i>P</i>
Crête double	0,23		1,05	<i>D</i>

ID : Inhibiteur du noir dans le derme ; *W*Y* : peau jaune ; *ML* : Mélanotic ; *E* : Tout noir ; *BR* : Brown ; *R* : Rosacée ; *HE* : Hérissé ; *P* : Pois ; *D* : Crête double [d'après Somes (1990), Smyth (1990) et Coquerelle (2000)]

Tableau 16. Fréquences phénotypiques et alléliques des gènes à effets visibles examinés lors de l'enquête et réparties par sexe et par Province de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Phénotype	Province					
	Centre		Sud		Est	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Effectif	94	333	42	92	49	141
Emplumement du tarse 'PTI'	11,70 (5,85)	8,11 (4,05)		1,09 (0,55)	4,08 (2,04)	2,13 (1,06)
Huppe 'CR'	3,19 (1,60)	15,02 (7,50)	-	1,09 (0,54)	8,16 (4,08)	11,35 (5,67)
Hétérozygote Cou nu 'NA'	15,96 (7,98)	8,71 (4,36)	-	3,26 (1,64)	2,04 (1,02)	2,84 (1,42)
Barbe et favori 'MB'	-	-	-	-	-	1,42 (0,71)
Frisé 'F'	-	0,30 (0,15)	-	-	2,04 (1,02)	2,84 (1,40)
Nanisme 'DW'	-	-	-	-	2,04 (14,29)	2,13 (2,13)

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

Tableau 17. Fréquences phénotypiques (%) pour les principaux gènes du plumage observés sur les photos de 455 poules locales (*Gallus gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

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

E : Tout noir ; ER : Noir étendu ; B : Barrure liée au sexe ; PG : Dessin du plumage ; S : Argenté ; MO^{PI} : Bariolé ; I : Blanc dominant ; C^*N Blanc récessif [d'après Crittenden *et al.* (1996) et Coquerelle (2000)]. ; ¹ : ddl = 2 ; ² : Phénotypes eumélaniques ; ** : $p < 0,01$; NS : $P > 0,05$

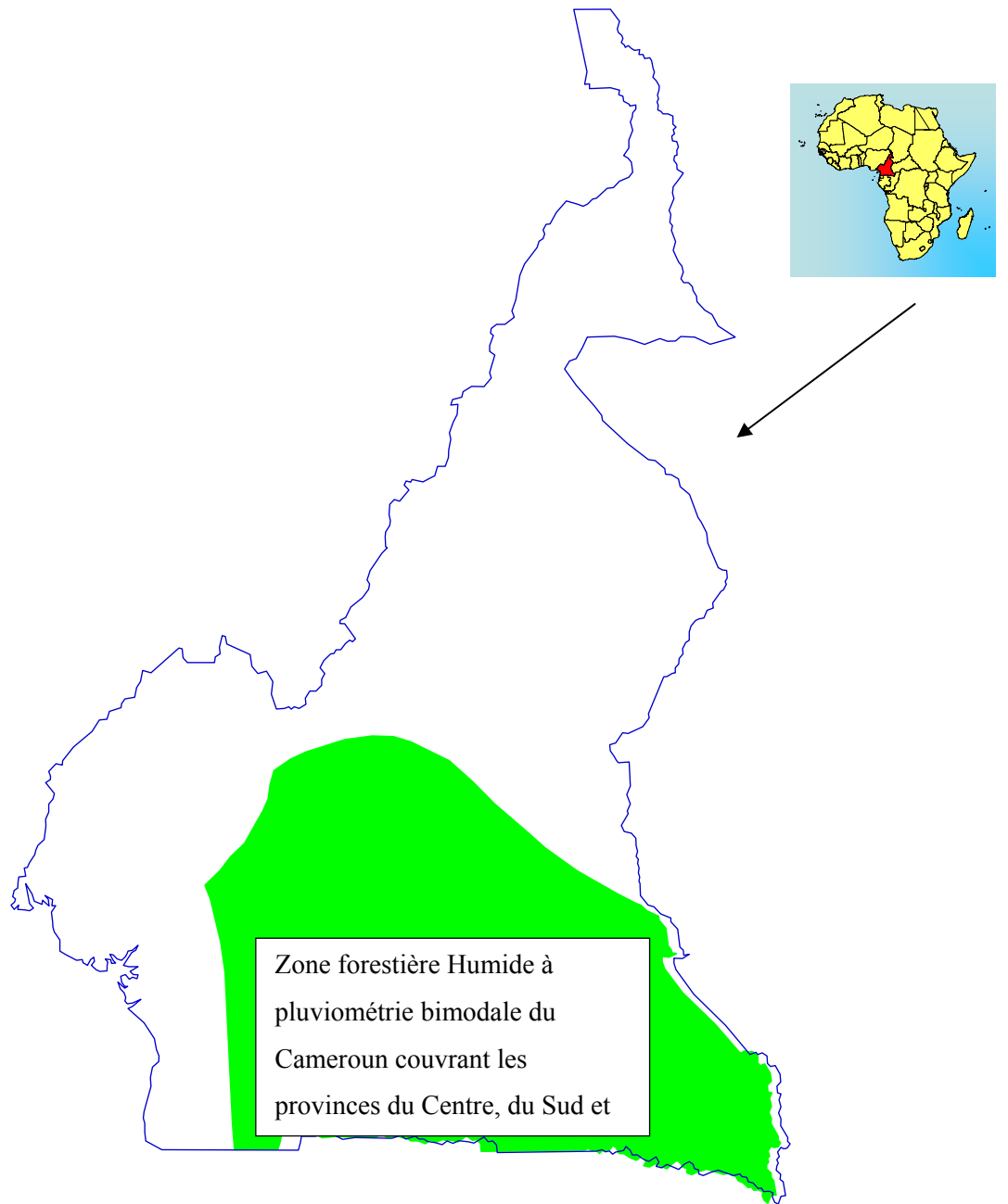


Figure 3. Présentation de la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun..



*Figure 4. Poulailler de poules locales dans le Mbam et Kim (Province du Centre).
(Photo MAGNY)*



*Figure 5. Coq à tarse emplumé (gène *PTI*), crête rosacée hérissée (gène *R* et *HE*) et botte de vautour (gène *VH*) dans le Nyong et Kellé (Province du Centre).*

(Photo MAGNY)



*Figure 6. Poule huppée (gène CR), naine (gène DW*N) avec barbe et favori (gène MB) dans la Province de l'Est).
(Photo Magny)*



*Figure 7. Coq hétérozygote pour la mutation 'cou nu', ayant un plumage doré (gène S^*N au locus S) et une poule au plumage tout noir (gène E^*E au locus E) en divagation dans la Province du Sud.*

(Photo Magny)



*Figure 8. Coq au plumage noir cuivré (locus E allèle ER) et poule au plumage blanc récessif (locus C) dans la Province de l'Est.
(Photo Magny)*



*Figure 9. Poule homozygote frisée (locus F) au plumage tout noir (locu E) dans la Province de l'Est.
(Photo Magny)*

CHAPITRE 4. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS A EFFETS VISIBLES SUR LES PERFORMANCES PONDERALES ET LES MENSURATIONS CORPORELLES CHEZ LA POULE LOCALE DE LA ZONE FORESTIERE DENSE HUMIDE

Fotsa J C^{1*}, Poné Kamdem D^{2.}, Rognon X³, Tixier-Boichard M^{3.}, Manjeli Y⁴, Bordas A³

1. Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 30 189 Yaoundé, Cameroun E-mail : fotsajc2002@yahoo.fr ; Tel : (237) 99 54 24 98, Fax : (237) 22 23 35 38 /22 23 33 62 /22 22 59
24. Correspondant
2. Station Spécialisée de Recherche Agricole de Mankon, B.P. 125 Bamenda, Cameroun
3. INRA/AgroParisTech, UMR 1236 Génétique et Diversité Animales, 78352 Jouy-en-Josas France
4. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

Accepté dans le Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique (2008).

INFLUENCE OF SOME EXPRESSIVE GENES MUTATION ON GROWTH AND BODY MEASUREMENTS OF SCAVENGING CHICKENS IN THE DENSE HUMID FOREST OF CAMEROON

RESUME

La description de 751 poulets locaux adultes de la zone forestière humide a permis d'identifier certaines mutations à effets visibles et d'analyser leurs influences sur les performances pondérales et sur les mesures anatomiques des oiseaux en milieu rural dans 3 Provinces du Cameroun (Centre, Est et Sud). Les principaux résultats montrent que les poules de la Province du Centre portant la mutation $CR*CR$ 'Huppe' sont significativement ($P \leq 0,05$) plus lourdes (+87 g) que leurs homologues de type sauvage ($CR*N$) tandis que celles portant la mutation $W*Y$ 'peau jaune' sont plus hautes sur pattes de 0,22 cm. Les poules de la province de l'Est ont des tarse plus épais de 0,07cm comparés à ceux des poules des autres provinces (Centre et Sud). Chez les coqs par contre, les mutations $PTI*PTI$ (tarse emplumé) et $NA*NA$ (cou nu) ont positivement influencé le diamètre du tarse avec respectivement + 0,23 cm et + 0,19 cm uniquement dans la Province du Centre, comparé aux animaux portant les allèles sauvages $PTI*N$ (tarse nu) et $NA*N$ (cou emplumé). Il peut être conclu que lesdites

mutations pourraient être des facteurs améliorateurs des performances des poules locales en milieu paysan, mais que l'amélioration des conditions alimentaires, sanitaires et logistiques pourrait optimiser leurs expressions.

Mots clés : poules locales, poids corporels, mesures squelettiques, mutations à effet visibles, zone forestière, Cameroun.

ABSTRACTS

Seven hundred and fifty one (751) mature local chickens reared in the dense humid forest zone of Cameroon were described to identify expressive genes mutation and their influences on growth and body measurements of birds in the rural environment of three provinces in Cameroon (Center, South and East). The major results showed that hens from the Center Province bearing *CR*CR* mutation (Crested) were heavier (87g; $P < 0.05$) than their sisters with *CR*N*; while those with *W*Y* mutation (yellow skin) were 0.22 cm bigger, comparatively. The shanks of hens from the East Province were 0.07 cm bigger than those from other Provinces (Center and South). In cocks, both mutations *PTI*PTI* (feathered shank) and *NA*NA* (Naked neck) positively increased shank width but only in the Center Province by 0.23 cm and 0.19 cm compared with their wild alleles *PTI*N* and *NA*N*, respectively. It was concluded that the expressive genes mutation could be associated with enhanced performance, although upgrading feeding, health and management conditions could optimize their expression.

Key words: local chickens, body weight, skeletal measurements, expressive gene mutation, dense humid forest, Cameroon

4.1. INTRODUCTION

Les populations de poules locales du Cameroun représentent près de 70% de l'effectif avicole national^{1,2}. Elles sont élevées dans des systèmes semi ou totalement divagants dans lesquels les conditions ne favorisent pas une expression optimale de leurs performances^{3,4}. Par ailleurs, ces poules présentent une importante hétérogénéité sur le plan phénotypique, caractérisée par un plumage de coloris varié, une conformation corporelle hétérogène et la répartition variée de plumage sur les parties de corps^{5,6,7}. En outre, les gènes qui décrivent la diversité chez ces populations sont aussi responsables de la diversité au niveau de leurs performances. Ainsi, il a été montré que les poulettes et poulets colorés ou sauvages (C^*N/C^*W) sont plus lourds à huit semaines que leurs frères et sœurs blancs récessifs ' C^*W '⁸. Par ailleurs, les poules de génotype homozygote coloré ' I^*N/I^*N ' ont une épaisseur de coquille de l'œuf plus épaisse que celle de leurs homologues de génotype hétérozygotes blancs dominants ' I^*I/I^*N '⁹. Les travaux de description phénotypique ont montré une grande diversité phénotypique portant sur la répartition et le coloris du plumage des populations de poules locales dans la zone des hauts plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest et dans les zones soudano sahéliennes et sahéliennes du Cameroun^{5,7,10,11}. Cependant, aucun travail similaire n'a été effectué dans la zone de forêt dense humide rassemblant les trois provinces du Centre, du Sud et de l'Est du Cameroun en rapport avec l'amélioration des performances animales pour une contribution importante dans la lutte contre la malnutrition en milieu rural. L'objectif de cette étude est d'analyser l'influence de certaines mutations identifiées et de leurs formes sauvages sur le poids et les mensurations corporelles de la poule locale en milieu rural de la zone forestière dense humide du Cameroun.

4.2. MATERIEL ET METHODES

4.2.1. Matériel animal

La description individuelle a porté sur 751 poulets locaux adultes de la zone forestière dense

humide du Cameroun dont 437 de la Province du Centre, 134 de la Province Sud et 190 de la Province de l'Est. Cette description a permis de retracer la plupart de mutations à effets visibles telles que rapportées par Coquerelle¹². Ces mutations concernent le 'tarse emplumé' *PTI*, la 'huppe' *CR*, le 'cou nu' *NA* et la 'peau jaune' *W*Y* (*mutant récessif*). Les différentes mutations sont associées respectivement aux locus *PTI*, *CR*, *NA* et *W*.

4.2.2. Techniques de couplage

A cause de la complexité des différents systèmes d'élevage chez les éleveurs et de la taille réduite du troupeau, une méthode approximative a été utilisée, la méthode des couples (dominant, récessif) correspondant au couple (mutation, normale) sauf pour le cas de la mutation 'peau jaune' où le mutant est récessif. Elle consiste à définir pour chaque élevage le nombre de couples de chaque mutation associée à sa forme sauvage ou normale. La technique de couplage consistait pour chaque élevage, à numéroter les animaux de 1 à N et de désigner comme couple (dominant, récessif) le premier animal portant l'allèle dominant et le premier animal de type normal portant l'allèle récessif. Ainsi, le nombre de couples par locus a été formé tel qu'il suit : chez les mâles au locus *PTI* (5 couples) ; locus *CR* (5 couples) ; locus *NA* (11 couples) et locus *W* (28 couples) ; chez les femelles : locus *PTI* (26 couples) ; locus *CR* (60 couples) ; locus *NA* (31 couples) et locus *W* (119 couples). Les mesures ont porté sur le poids corporel individuel et les mesures anatomiques suivantes : longueur et diamètre du tarse, la longueur du barbillon.

4.2.3. Modes de conduite d'élevage

Dans la zone d'étude⁴, l'élevage en divagation représente 79,6% de cas dans la Province du Centre contre 20,4% pour le système semi-divagant alors que la divagation est totale au Sud et à l'Est. Dans l'un ou l'autre système d'élevage, les éleveurs apportent l'aliment aux oiseaux à 87% dans le Centre, 94% au Sud et 96% à l'Est. Cet aliment est distribué de façon

intermittente deux à trois fois par jour notamment le matin dès l'ouverture du poulailler, l'après-midi et/ou le soir.

4.2.4. Analyse statistique

Les génotypes à chaque locus sont formés par couples (mutant et sauvage) intra-sexes, intra-fermier intra-village, en respectant les origines provinciales. La relation performance-gène à un locus donné est testée par un test χ^2 selon « la méthode des couples » et les résultats pour chaque caractère sont analysés¹³.

4.3. RESULTATS

Tous les résultats sont récapitulés dans les tableaux 18 et 19. De ces tableaux, il apparaît des effets non significatifs ($P \geq 0,05$) de la mutation tarse emplumé (*PTI*) sur tous les caractères étudiés chez les femelles (tableau 18). Le même constat a été observé chez les coqs en dehors du tarse qui a été plus épais chez les mâles du Centre comparés à ceux du Sud et de l'Est (Tableau 19).

La mutation (huppe) *CR*CR* a montré des effets significatifs ($P \leq 0,05$) pour le poids corporel dans la province du Centre. Ainsi, les poules portant la mutation *CR*CR* sont significativement ($P \leq 0,05$) plus lourdes (+87 g) que leurs homologues de type sauvage (*CR*N*) uniquement dans la province du Centre.

Les différences observées pour le poids corporel chez les coqs n'ont pas été statistiquement significatives ($P \geq 0,05$) pour les mutants *NA* et *W*Y* respectivement aux locus *NA* et *W*. Cependant, chez les coqs de la province du Centre, les sujets aux mutations *NA* ont des pattes plus épaisses (+0,19 cm) que celles de leurs homologues du Sud et de l'Est ($P \leq 0,05$). Les poules à tarse jaunes (gène *W*Y*) au locus *W* ont été plus hautes sur pattes (0,22 cm) dans la province du Centre alors que celles de la province de l'Est ont des tarse plus épais (0,07cm)

comparés à ceux des poules des autres provinces ($P \leq 0,05$). Au locus *W*, les valeurs négatives observées dans les tableaux sont dues à la récessivité de la mutation 'peau jaune' (W^*Y) par rapport à son allèle peau blanche (W^*W). L'influence des mutations ou de leurs allèles n'a pas été observée sur la longueur de barbillon, aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

4.4. DISCUSSION

Les résultats de ces travaux diffèrent significativement de ceux attendus pour la mutation 'tarse emplumé' *PTI*¹⁴. Le même constat a été fait pour la mutation 'cou nu' *NA*¹⁵. Ces auteurs ont rapporté des effets positifs de ces mutations sur les performances de croissance chez des poules locales en milieu contrôlé. Les effets non significatifs observés dans nos résultats s'expliquent par les effets combinés de la sélection naturelle, le système d'élevage et les préférences sociales à travers les rites et traditions qui ne tiennent pas compte des caractères adaptatifs et zootechniques associés à ces locus^{14,16}. Si les conditions climatiques de la zone de forêt dense semblent favorables pour les génotypes *PTI* pour leur protection contre la fraîcheur, tel n'est pas le cas pour les génotypes 'cou nu' *NA* qui ne s'expriment que dans des conditions de températures élevées pouvant atteindre 30°C ou plus¹⁵

La différence observée pour le caractère 'poids corporel' entre les femelles normales *CR*N* et huppée *CR*CR* au locus *CR* (huppe) de la province du Centre pourrait être due à l'amélioration de la régie chez les animaux de cette province¹⁷. Par conséquent, la modification du système d'élevage avec plus de soins apportés aux animaux permettrait une meilleure expression des performances animales associées aux différents locus^{6,16}

La mutation 'peau jaune' (W^*Y) est un facteur qui améliore les caractères anatomiques dans les provinces du Centre et de l'Est mais son effet associé aux performances de croissance animales n'est pas à notre connaissance connu. Cependant, le déterminisme génétique récemment identifié pour cette mutation montre qu'elle provient d'une autre espèce sauvage

que l'espèce *Gallus gallus*¹⁸ et qu'elle a fait l'objet d'une sélection dès le début de la domestication de la poule par l'homme. En outre cette mutation *peau jaune* 'W*Y' constitue avec les mutations *PTI* et *CR* une ressource utile de production alimentaire et de ressources financières, combinée à une valorisation de la variation du chromatisme plumeux pour les rites, les coutumes et les traditions dans le système villageois.

4.5. CONCLUSION

En condition d'élevage rudimentaire des poules locales de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale, il ressort que comparativement aux femelles de type normal, celles de la province du Centre portant la mutation *CR*CR* 'Huppe' sont plus lourdes tandis que celles portant la mutation *W*Y* 'peau jaune' sont plus hautes sur pattes. L'influence de la mutation *W*Y* (peau jaune) est également observée sur le diamètre du tarse où ce membre est plus épais pour les femelles de la Province du Centre et pour les femelles de toute la zone forestière humide à pluviométrie bimodale. Chez les coqs par contre, les mutations *PTI*PTI* (tarse emplumé) et *NA*NA* (cou nu) ont fortement influencé le diamètre du tarse où l'épaisseur du tarse des coqs portant lesdites mutations a été plus importante uniquement dans la Province du Centre comparé aux animaux portant les allèles sauvages *PTI*N* (tarse nu) et *NA*N* (cou emplumé).

Il y a lieu de compléter cette étude par une analyse approfondie à l'aide des techniques biomoléculaires qui apporteront une information génétique précieuse qui serait utilisée pour la conservation des races de poules ou leur amélioration génétique tout en tenant compte des valeurs historiques et socioculturelles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Mr Mbilli Oloumé Jean Pierre, Coordonnateur National du

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. RGA-Cameroun, (1984). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Cameroun. 1.
2. Teleu Ngandeu, (2006). Projet OSR/GLO/MUL, Emergency assistance for the control and prevention of avian influenza, FAO, 1.
3. Fotsa J C, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Ngou Ngoupayou J D. (2007). Ghanaian Journal of Animal Science, 1, 175.
4. Fotsa J-C, Bordas A, Rognon X, Tixier-Boichard M, Poné Kamdem D, Manjeli Y. (2007). Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique, 55, 59.
5. Fotsa J C, Poné K .D. (2001). Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 11(2), 19.
6. Fotsa J C, Bordas A, Rognon X, Tixier-Boichard M, Poné Kamdem D, Manjeli Y. (2007). Journée de la Recherche Avicole, Tours, 414.
7. Keambou T C, Manjeli Y, Tchoumboue J, Tegua A et Iroume R N (2007) <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/8/keam19107.htm>
8. Mérat P. (1967). Annales de Biologie Animale, de Biochimie et de Biophysologie. **7**, 183.
9. Mérat P. (1970). Annales de Génétique et de Sélection Animale, **2**, 263.

10. Iyawa D. (1988). Thèse université Cheik Anta Diop, Dakar, Sénégal, 1.
11. Douffissa A. (1987). Contact 4 (3), 85.
12. Coquerelle G. (2000). INRA, France, 1.
13. Snedecor G., Cochran W. (1989). Iowa State University Press Ames, Iowa, USA.
14. Ikeobi C.O.N., Ozoje M.O., Adebambo O.A., Adenowo J. A. (2000). Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal, 220
15. Mérat, P. (1990). INRA Production Animale 3, 355.
16. Sarkar K, Bell J G. (2006). Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale, 16.
17. Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, G Coquerelle, Poné Kamdem D, Ngou Ngoupayou J D., Manjeli Y., Bordas A. (2007d). Animal Genetic Resources Information (In press).
18. Eriksson J., Larson G., Gunnarsson U., Bed'hom B., Tixier-Boichard M., Strömstedt L., Wright D., Jungerius A., Vereijken A., Randi E., Jensen P., Anderson L. (2008). Plos Genetics, **4**, 1.

Tableau 18. Poids corporels et mesures squelettiques suivant le phénotype aux locus PTI, CR, NA et W chez les femelles de poules locales (*Gallus gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun

Variable	Centre			Sud			Est			Provinces réunies		
	N [#]	d	t\$	N	d	t	N	d	t	N	d	t
<i>Locus PTI</i>												
Poids (g)	22	49,09	0,83	2	-340	-2,43	3	180	1,38	26	46,15	0,84
Longueur du tarse (cm)		-0,02	-0,08		-0,73	-0,56		0,10	0,28		-0,02	-0,11
Diamètre du tarse (cm)		-0,03	-0,96		-0,41	-0,34		-0,03	-0,18		-0,03	-1,05
Longueur du barbillon (cm)		0,24	1,91		-2,35	-0,94		0,67	4,00		0,24	2,00
<i>Locus CR</i>												
Poids (g)	45	86,9	2,25*	1	100		14	-21,4	-0,38	60	53,39	1,69
Longueur du tarse (cm)		-0,08	-0,73		-0,33			-0,28	-1,03		-0,13	-1,26
Diamètre du tarse (cm)		0,03	1,51		-0,16			-0,04	-0,93		0,01	0,69
Longueur du barbillon (cm)		0,05	0,76		0			0,04	0,31		0,05	0,83
<i>Locus NA</i>												
Poids (g)	24	-19,58	-0,37	3	13,33	0,29	4	10	0,04	31	-12,9	-0,26
Longueur du tarse (cm)		-0,04	-0,19		-0,21	0,33		-0,12	-0,27		-0,07	-0,38
Diamètre du tarse (cm)		-0,03	-0,9		-0,04	-0,86		-0,03	-0,24		-0,03	-1,07
Longueur du barbillon (cm)		-0,01	-0,05		0,3	0,72		0,63	1,32		0,10	0,67
<i>Locus W</i>												
Poids (g)	76	31,07	0,89	17	-38,82	-0,87	26	88,15	1,95	119	34,03	1,34
Longueur du tarse (cm)		-0,22	-2,01*		0,01	0,07		-0,23	-1,01		-0,19	-2,18*
Diamètre du tarse (cm)		0,02	1,11		0,01	0,38		-0,07	-2,25*		0	-0,19
Longueur du barbillon (cm)		0,02	0,26		-0,15	-1		-0,08	-0,64		-0,03	-0,42

[#] N= Nombre de couples intra-fermier par Province; \$: t est le test de Student appliqué à chaque paire de couples d'allèles situés à un locus donné
d : moyenne des différences entre deux allèles à un locus.

* : p < 0,05

Tableau 19. Poids et mesures squelettiques suivant le phénotype aux locus PTI, CR, NA et W chez les mâles de poules locales (*Gallus gallus*) de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.

Variable	Centre			Sud			Est			Provinces réunies		
	N#	D	t\$	N	d	t	N	d	t	N	d	t
Locus PTI												
Poids (g)	3	590,00	1,44	0			2	-340	-2,43	5	206	0,66
Longueur du tarse (cm)		01,19	03,02					-0,73	-0,56		0,42	0,76
Diamètre du tarse (cm)		0,23	03,31*					-0,41	-0,34		-0,02	-0,13
Longueur du barbillon (cm)		2,05	01,78					-2,35	-0,94		0,29	0,22
Locus CR												
Poids (g)	2	90,00	-9,00	0			3	-6,67	-0,09	5	-40	-0,85
Longueur du tarse (cm)		-0,01	-0,10					-0,06	-0,22		-0,04	-0,26
Diamètre du tarse (cm)		-0,05	0,00					-0,08	-1,52		-0,07	-2,25
Longueur du barbillon (cm)		0,15	0,23					-0,33	-0,55		-0,14	-0,34
Locus NA												
Poids (g)	7	66,70	0,97	3	13,33	0,29	1	14,91	0,07	11	52,5	0,83
Longueur du tarse (cm)		-0,25	-2,39		-0,21	0,33		0,35	0,2		-0,07	-0,39
Diamètre du tarse (cm)		0,19	4,59**		-0,04	-0,86		0,51	0,33		0,07	1,27
Longueur du barbillon (cm)		0,17	0,58		0,30	0,72		1,2	0,92		0,51	1,22
Locus W												
Poids (g)	13	14,62	0,12	7	22,86	0,27	8	197,5	1,27	28	68,93	0,91
Longueur du tarse (cm)		0,04	0,16		-0,17	-0,96		-0,39	-0,86		-0,14	-0,76
Diamètre du tarse (cm)		-0,01	-0,20		-0,07	-0,79		-0,04	-0,46		-0,03	-0,85
Longueur du barbillon (cm)		-0,26	-0,67		-0,36	0,66		-0,83	-0,86		-0,45	-1,3

N= Nombre de couples intra-fermier par Province; \$: t est le test de Student appliqué à chaque paire de couples d'allèles situés à un locus donné.

d : moyenne des différences entre deux allèles à un locus ; * : $p \leq 0,05$.

CONCLUSIONS SUR LA CARACTERISATION DE LA POULE LOCALE A PARTIR DES ENQUÊTES

Les enquêtes ont permis de relever que l'élevage de poules locales est une activité majoritairement féminine. Cet élevage contribue pleinement à la résolution de certains problèmes familiaux. Ainsi, en dynamisant cette activité en milieu rural, elle permettrait l'épanouissement des femmes et par ricochet le bien-être des enfants et de la famille tout entière.

Les différentes contraintes qui freinent le développement de ce sous secteur de l'aviculture Camerounaise sont d'ordre logistique, alimentaire et sanitaire. Il faut y associer le manque de formation aux techniques améliorées d'élevage des paysans. La relance de ce secteur visera à mettre l'accent sur la formation des éleveurs et de prendre en compte leurs motivations exprimées (la valeur gustative, les caractéristiques socioculturelles, la disponibilité des sujets locaux plus productifs).

La diversité phénotype observée montre que les fréquences de certaines mutations seraient fortement influencées par les préférences du fermier liées aux considérations socioculturelles et rituelles. Par conséquent, la poule locale occupe une place importante au sein des communautés traditionnelles pour la satisfaction quotidienne des besoins.

La nécessité de compléter cette étude par des expérimentations en station est indispensable afin de déterminer le potentiel de production des poules locales par rapport à un témoin commercial de type label.

**PARTIE 3: CARACTERISATION DES
PERFORMANCES DE POULES LOCALES EN
STATION EXPERIMENTALE**

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 : MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE 2. PERFORMANCES EN PHASE JEUNE

CHAPITRE 3. COMPOSITION CORPORELLE ET QUALITE
ORGANOLEPTIQUE DES COQS A 16 SEMAINES

CHAPITRE 4. PERFORMANCES EN PHASE ADULTE

CHAPITRE 5. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS A EFFETS
VISIBLES SUR LES PERFORMANCES PONDERALES ET LES
MENSURATIONS CORPORELLES EN STATION

CONCLUSION SUR LA CARACTERISATION DES POPULATIONS DE
POULES LOCALES EN STATION

3.1. INTRODUCTION

Cette troisième partie de notre étude a pour objectif d'évaluer en milieu contrôlé les performances des animaux issus des provinces précédemment enquêtées et de les comparer à celles d'un génotype témoin représentatif du poulet label de type chair utilisé en France, caractérisé par une croissance plus lente que celle du poulet industriel standard. L'évaluation a eu lieu à la station expérimentale de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) à Mankon. Cette partie sera présentée en 5 chapitres exposant la méthodologie, l'évaluation des performances en phase jeune, l'étude de la carcasse et de la qualité organoleptique chez les mâles, l'étude des performances en phase adulte et l'influence de certaines mutations sur les performances en milieu contrôlé.

CHAPITRE 3.1 : MATERIEL ET METHODES

3.1.1. PRESENTATION DE LA STATION DE L'IRAD DE MANKON

La Station Spécialisée de la Recherche Agricole pour le Développement de Mankon (SSRAM) a été créée en 1976 avec pour mission la recherche sur les monogastriques (volaille, porcins, lapin et aulacodes) et les petits ruminants (moutons et chèvres). La Station est à une altitude de 1200 m et jouit d'un climat tempéré d'altitude avec des températures moyennes annuelles de 20°C pour une humidité relative d'environ 60% (*Figures 2 et 3*). La saison des pluies couvre 8 mois et va de mi-mars à mi-novembre suivie d'une saison sèche d'une durée de 4 mois. Grâce à une pluviométrie abondante (1600 mm d'eau/an), la végétation y est luxuriante et variée composée de savane arbustive et de graminées de *Hypparhénia sp.* Les objectifs de la Station sont définis ainsi qu'il suit:

- améliorer la productivité des espèces domestiques exotiques et endogènes à travers des croisements appropriés, la sélection des caractères économiquement viables, les meilleures conditions d'habitat, d'alimentation et de santé;
- améliorer la productivité des petits ruminants à travers le développement des pâturages améliorés et des systèmes de gestion adaptés ;
- adapter les résultats obtenus en station (milieu contrôlé) aux conditions réelles paysannes avec des appoints économiques, culturels et sociaux.

Pour atteindre ces objectifs, la Station de l'IRAD de Mankon a une capacité d'accueil de 20 mille volailles (poulets, dindons, canards et oies), 1000 porcs, 400 moutons et chèvres, 2000 lapins et 400 aulacodes. Chez les volailles, deux bâtiments dont l'un pour la reproduction avec 32 loges et l'autre de 14 loges pour les coqs de tous les types génétiques ont été mis à la disposition du projet. Chaque loge avait une dimension de 3 m x 4 m. Un bâtiment entièrement équipé d'une batterie de 800 cages pour une capacité maximale de 2400 pondeuses est disponible pour la recherche en nutrition et génétique animales et pour la valorisation des résultats de recherche. Pour les raisons de l'essai, chaque cage n'a été occupée que par un seul animal à la fois. Deux poussinières comprenant chacune 14 loges de 16 m² sont disponibles pour le démarrage des poussins. Elle possède en outre une minoterie, un couvoir, un laboratoire de santé animale et des premiers soins, un laboratoire de biochimie et de nutrition, un abattoir pouvant conditionner par heure 200 poulets, 100 lapins et 10 porcs.

3.1.2. MATERIELS ANIMAUX

3.1.2.1. Constitution du troupeau de reproducteurs

1061 œufs fécondés ont été collectés en mai 2004 dans la zone forestière humide où s'est déroulée l'enquête décrite en partie 2 et dans la zone des hauts plateaux de l'ouest et du Nord-ouest (*Figure 2*). Ils ont été mis en incubation à la Station expérimentale de Mankon. Au total 131 poussins issus de cette incubation sont nés le 11 juin 2004 dont 59 pour la province du Centre, 45 pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest et 27 pour la province du Sud ; la province de l'Est n'ayant pas obtenu de poussins. Ce faible effectif ne pouvant pas servir au démarrage de la partie expérimentale de la thèse, les animaux (mâles et femelles) ont été élevés à la Station pour servir de reproducteurs dès qu'ils auront atteint la maturité sexuelle.

En décembre 2005, douze parquets de un coq accouplé à cinq poules ont été constitués dont 5 pour le Centre, 3 pour le Sud et 4 pour le Nord-Ouest et Ouest (NO/OU). La récolte des œufs fécondés (123 œufs de Centre, 63 œufs du Sud et 91 œufs du NO/OU) des parquets, et une deuxième campagne de collecte d'œufs fécondés dans les zones rurales des provinces du Centre (73 œufs), Sud (304 œufs) et Est (241 œufs), ont donné lieu à une deuxième éclosion située entre le 28 et le 31 janvier 2005. Simultanément à cette éclosion, un envoi de 204 poussins mâles et femelles de génotype label rouge T431 (croisement entre les coqs T44 normaux et les femelles naines SA31A) de la SASSO a eu lieu par les soins de l'Unité Mixte Recherche 1236 'Génétique et Diversité Animales' de l'INRA de Jouy-en-Josas de France. Selon la firme SASSO, le Label Rouge à pattes et peau jaunes et à croissance lente a été développé pour proposer aux consommateurs une alternative au poulet industriel, avec des animaux à croissance lente, élevés avec un accès à un parcours en plein-air et une alimentation strictement végétale. On peut donc penser que le poulet label est un animal rustique capable de s'adapter aux conditions camerounaises. Les caractéristiques sensorielles et gustatives de ce type d'animal sont différentes de celles des poulets industriels standards dont la vitesse de croissance est toujours plus rapide (www.SASSO.co.uk, site consulté le 28 juin 2007) et qui sont élevés en milieu fermé. Les critères de qualité exigés pour le poulet label rejoignent donc les critères de qualité recherchés par les éleveurs camerounais avec leurs poulets locaux. De plus, le poulet label présente un plumage coloré, qui le distingue du poulet industriel blanc et le rapproche du poulet local. Le 28 avril et le 4 mai 2005, un troisième et quatrième lots, issus des parquets précédemment constitués ont été produits pour augmenter le cheptel des écotypes locaux de 21 sujets pour le Centre, 18 pour le Sud et 8 pour le NO/OU.

3.1.2.2. Suivi de la reproduction des parentaux locaux et label

L'ensemble des poussins a été élevé au sol dans le bâtiment poussinière jusqu'au pic de ponte. Un effectif total de 381 sujets dont 191 femelles (Tableau 20) a été disponible pour la production des animaux expérimentaux. Au total 27 parquets ont ainsi été constitués dont 8 pour les écotypes du Centre, 8 pour le Sud, 5 pour le NO/OU, 6 pour le label. Il est utile de noter ici que les mâles label T431 sont hétérozygotes pour la mutation du nanisme liée au sexe et que leur descendance femelle sera donc constituée de 50% de poules normales et de 50% de poules naines. Ce croisement n'est pas habituellement réalisé en France. Chaque parquet est constitué de un coq accouplé à 7 ou 8 poules en évitant au maximum l'accouplement entre les sujets apparentés (frère et soeurs, fils et mères, père et filles etc.). La reproduction est faite au sol avec des accouplements par la monte naturelle (Figure 10).



Figure 10. Parquets pedigrees des labels (a et b) et des écotypes locaux (c et d)

(Photo FOJECLA)

Tableau 20. Effectifs disponibles pour la production des oiseaux expérimentaux.

Sexe	Centre	Sud	Est	NW/Ouest	Label	Total	Date d'éclosion	
Mâles	23	9	-	15	0	47	11 juin 2004 lot de fondateurs 1	
Femelles	24	16	-	21	0	61		
Mâles	11	17	01	7	82	118	31 janvier 2005 lot de fondateurs 2	
Femelles	12	13	04	4	75	108		
Mâles	11	9		4		25	28 Avril et 4 mai 2005 Lot de Fondateurs 3 et 4	
Femelles	10	9		4		22		
Totaux	Mâles	45	32	1	26	82	190	Nombre d'adultes fondateurs mis en reproduction en janvier 2006
	Femelles	46	41	4	29	75		

1.2.3. Production des poussins expérimentaux

La production des poussins expérimentaux a été faite à partir de trois cycles de ramassage des oeufs sur une période de 14 jours. A la fin de chaque cycle, les oeufs sont mis à incuber les 15èmes jours. Des éclosions successives ont été obtenues les 27 février, 13 et 27 mars 2006 correspondant ainsi aux lots 1, lot 2 et lot 3 (Tableau 21).

Tableau 20. Effectif des poussins produits pour le démarrage de l'expérience en station.

Type génétique	Lot 1	Lot2	Lot3	Total
Centre	114	25	91	230
Sud	173	34	114	321
Nord-Ouest/Ouest	88	8	71	167
Label F ₂	277	31	192	500

3.1.2.4. Elevage des animaux (parentaux et expérimentaux)

3.1.2.4.1. Bagage et sexage

3.1.2.4.1.1. Bagage et élevage des sujets

A l'éclosion, tous les poussins ont été identifiés par parquet et par génotype pour le locus *K* (emplumement lent), bagués à l'aile gauche puis pesés individuellement.

Les poussins ont été élevés au sol sur litière de copeaux de bois pendant six semaines dans un même bâtiment. Chaque écotype a été placé dans un cercle de garde de 4 m² sous deux éleveuses comportant deux lampes à incandescence de 100 W chacune supplées par un réchaud à pétrole en cas de coupure d'électricité. Ce dispositif a apporté la chaleur nécessaire pour l'élevage des poussins.

L'élevage en phase jeune et adulte est fait sans complément lumineux dans la mesure où l'éclairage naturel est de 12 heures.

Pendant la période d'élevage, les températures minima et maxima relevées ont été respectivement de 20°C et de 26°C alors que les valeurs minima et maxima de l'hygrométrie relative ont été respectivement de 62% et de 82%.

3.1.2.4.1.2. Sexage des animaux

Les parentaux locaux (Centre, Sud et NO/OU) et label ont été élevés en sexes mélangés jusqu'à 18 semaines d'âge, à l'issue desquelles les mâles de chaque écotype ont été élevés au sol dans les parquets correspondants, tandis que les femelles ont été transférées dans des cages individuelles. Pour les animaux expérimentaux produits en 2006, la séparation entre les mâles et les femelles a été faite à la 12^{ème} semaine. A la 18^{ème} semaine, les mâles restant au sol, les femelles ont été transférées en cage individuelle après randomisation.

3.1.2.4.2. Soins donnés aux animaux

Tous les animaux ont été vaccinés à l'éclosion contre les différentes maladies virales (pseudo peste aviaire, Gumboro, Marek, variole, bronchite infectieuse) puis soumis à un programme vaccinal complet et de traitements contre des maladies bactériennes si nécessaire. Avant le transfert de reproductrices en cages individuelles, elles ont été soumises à deux traitements antiparasitaires à intervalle de 10 jours.

Les poussins expérimentaux ont été nourris aux différents stades de leur développement avec des aliments commerciaux dont les étiquettes portent les caractéristiques ci-après:

- de l'éclosion à la 8^{ème} semaine ils ont été nourris avec un aliment démarrage 'chair' contenant 21,9% de protéines brutes, 5,6% de matières grasses, 3,6% de cellulose brute et 6,7% de minéraux ;
- chez les mâles, entre 9 et 16 semaines, ils reçoivent le '*Broiler Mash 2*' contenant 19,0 % de PB, 6,97 % de MG, 40,41 % de sucre+amidon, 3,6 % de CB, 0,45 % de méthionine, 0,7 % de phosphore, 1 % de lysine, 12500 U.I/kg de vitamine A, 2500 U.I/kg de vitamine D3, 30 mg/kg de vitamine E et 10 mg/kg de sulfate de cuivre ;
- chez les femelles de la 9^{ème} semaine à la 19^{ème} semaine, un aliment 'poulette' a été distribué contenant 19,5% de Protéines Brutes, 6% de Matières Grasses, 12% d' Humidité, 4.7% de Cellulose Brute et 6% de Minéraux ; de la 20^{ème} semaine à la 52^{ème} semaines de ponte, un aliment 'ponte' acheté dans le commerce a été distribué présentant les caractéristiques ci-après : 16 % de protéines brutes ; 7,0 % de matières grasses ; 36 % de sucre+amidon ; 4 % de cellulose brute.

3.1.2.5. Identification des types génétiques en phase adulte

La descendance femelle des parquets label T431 a été séparée en deux catégories : les femelles normales sont notées FR et les femelles naines sont notées FR1. Le gène du nanisme est aussi présent chez les mâles, mais à l'état hétérozygote, il n'a pas d'effet détectable sur la croissance ainsi tous les mâles sont notés FR. Le classement des femelles FR et FR1 a pu être reconstitué dès l'éclosion puisque les poussins ont été identifiés individuellement à cet âge.

Ainsi, chez les mâles, on dénombre 4 types génétiques, 3 types génétiques ou écotypes du Cameroun (Centre, Sud, Nord-Ouest/Ouest [NO/OU]) et un type témoin ou FR et, chez les femelles, on dénombre 5 types génétiques dont 3 écotypes Camerounais comme chez les mâles et 2 témoins (femelles normales FR et femelles naines FR1).

D'une manière générale, il faut signaler que les reproducteurs de type label sont déjà des F₂ issus d'un croisement entre lignées parentales commerciales. Les descendants de type label obtenus sont comparables à un génotype de type F₃, qui a pu conserver une partie de la vigueur hybride liée au croisement, mais qui est susceptible d'exprimer une plus grande variation phénotypique que les animaux F₂ utilisés commercialement en France.

3.1.2.6. Prélèvement sur les reproducteurs locaux.

Un échantillon sanguin a été prélevé sur chaque reproductrice et reproducteur des 3 écotypes locaux ayant été utilisés pour la production des poussins expérimentaux, soit un effectif total de 153 parents.

Prélèvement du sang sur 0,5ml de l'EDTA



Retournement lent du sang et de l'EDTA



Ajout de 0,5 ml de glycérol à 99%



Sang traité et près à la congélation à -20 °C



Figure 11. Processus de collecte et de traitement des échantillons sanguins chez les poules locales (Photo FOJECLA).

Pour chaque sujet, un volume de 1,5 ml de sang a été prélevé sur anticoagulant (en aspirant au préalable 5% de l'EDTA dans la seringue, pour éviter tout début de coagulation dans l'aiguille ou la seringue) au niveau de la veine alaire avec des seringues à usage unique de 2,5 ml munie des aiguilles 22G x 1¼. Après retournement lent du contenu de la seringue (sang + anticoagulant) sans agitation forte, 20% de glycérol à 99% stérile y ont été ajoutés, puis homogénéisés par agitation douce. Le mélange a été ensuite séparé en deux aliquotes suivi de la congélation à -20 °C (*Figure 11*). Il a été ainsi conservé deux lots de 153 échantillons sanguins de chaque.

3.1.3. METHODES D'ANALYSE

3.1.3.1. Analyse de la variance

Chaque caractère quantitatif mesuré a été soumis, pour chaque sexe, à une analyse de variance portant sur les facteurs du Type Génétique (TG) et du Lot (L) à l'aide de la procédure GLM du logiciel SAS (2005). L'analyse a permis de rechercher une éventuelle interaction entre les deux facteurs et de tester la signification de chaque facteur (TG et L) .

Pour la qualité gustative de la carcasse pour chaque type de morceau dégusté, l'analyse de la variance a été faite avec les facteurs : type génétique (TG) et Zone de dégustation (Z).

Les corrélations phénotypiques ont été calculées entre les différentes variables étudiées pour la dégustation, pour tous les génotypes confondus en l'absence d'effet du type génétique. Les variables exprimées en pourcentage qui n'ont pas une distribution normale ont été transformées en $\arcsin\sqrt{\%}$ avant d'être soumises à l'analyse de variance.

Pour la consommation résiduelle, les poules pondant moins de 5 œufs sur la période contrôlée n'ont pas été prises en compte.

La comparaison des moyennes multiples, si elles sont significatives, a été faite par un test t appliqué à chaque paire de moyennes des moindres carrés selon l'option PDIFF de la procédure GLM du logiciel SAS.

3.1.3.2. Méthode des couples

Les génotypes à chaque locus de gène majeur (mutation morphologique) ont été formés par couples intra-sexe ; intra-écotype et intra-famille. Les comparaisons entre génotypes pris 2 à 2 se fondent sur le test t de student unilatéral classique (Snedecor et Cochran, 1989).

3.1.3.3. Analyse de la mortalité

Les taux de mortalité ont été comparés par le test de Khi-deux d'homogénéité entre types génétiques.

CHAPITRE 3.2. PERFORMANCES EN PHASE JEUNE

3.2.1. Caractères mesurés

3.2.2.1. Incubation et éclosion

- Le taux d'infertilité (rapport entre le nombre d'oeufs clairs sur le nombre total incubé)
- Le taux d'éclosion (rapport entre le nombre d'oeufs éclos sur le nombre total incubé)
- Mortalité embryonnaire (rapport entre le nombre d'oeufs non éclos sur le nombre total d'œufs incubés)
- Vitesse de l'emplumement (au locus *K*) sur le poussin de 1 jour, évaluée par la différence de longueur entre les rémiges et les plumes de couvertures
- Poids individuels à 1 jour
- Mesure de la longueur et du diamètre du tarse à 1 jour.

3.2.2.2. Mortalité

Les mortalités ont été collectées quotidiennement jusqu'à la 16^{ème} semaine chez les deux sexes.

3.2.2.3. Croissance

Les animaux des deux sexes ont été pesés individuellement toutes les quatre semaines jusqu'à la 12^{ème} semaine, à l'issue de laquelle les femelles sont séparées des mâles. De 12 à 16 semaines, les mâles ont subi un test d'engraissement où chaque écotype était nourri à un aliment finition '*Broiler mash 2*' aux caractéristiques décrites plus haut.

3.2.2.4. Consommation alimentaire et efficacité alimentaire

On dispose uniquement de la quantité globale d'aliment consommé par écotype et par sexe de la 12^{ème} à la 16^{ème} semaine. En conséquence, l'efficacité alimentaire est déterminée par sexe et de façon globale par type génétique.

3.2.3. RESULTATS

3.2.3.1. Performances d'incubation

Les tests de signification montrent (Tableau 21) que tous les paramètres d'incubation sont significativement ($P \leq 0,0001$) influencés par les facteurs 'type génétique et lot' et qu'il

n'y a pas d'interaction entre le type génétique et le lot. Le témoin FR a un meilleur taux d'éclosion ($P \leq 0,0001$) que les écotypes locaux. Il ne diffère pas des écotypes locaux du Sud et du NO/OU pour le taux d'infertilité, qui est significativement plus élevé pour l'écotype du Centre. En revanche, l'écotype du Centre ne diffère pas du témoin FR pour la mortalité embryonnaire, qui est significativement plus élevée pour l'écotype du Sud et encore plus pour l'écotype NO/OU. Il en résulte que l'écotype du Sud a la meilleure éclosabilité parmi les écotypes locaux.

Tableau 21. Moyennes des moindres carrés des performances d'incubation et test de signification par type génétique.

Performances d'incubation	Type génétique (TG)				Test de Signification		
	Centre	Sud	NO/OU	FR	TG	Lot (L)	TG *L
Total d'oeufs incubés	694	733	509	878	-	-	-
Éclosion (%)	35,69 ^c	43,58 ^b	34,52 ^c	53,26 ^a	***	***	NS
Mortalité embryonnaire (%)	38,96 ^c	42,48 ^b	51,73 ^a	35,01 ^c	***	***	NS
Infertilité (%)	25,35 ^a	13,94 ^b	13,75 ^b	11,73 ^b	**	***	NS

¹ : les variables éclosion, mortalité embryonnaire et infertilité ont été exprimées en pourcentage d'oeufs incubés

^{a,b,c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement;

***: $p \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; NS : $P \geq 0,05$

3.2.3.2. Mortalités

Nos résultats consignés dans le tableau 22 ne concernent que la phase jeune en sexe mélangé. Chez les mâles, nous n'en avons pas tenu compte à partir de la 16ème semaine car des prélèvements ont été faits pour le test de dégustation et pour la vente. De ce tableau, il ressort que de l'éclosion à 16 semaines, la mortalité globale varie de 64,17% pour l'écotype du Sud à 39,52% et 41,00% pour l'écotype du Nord-Ouest/Ouest et du label (FR). La mortalité est particulièrement élevée pendant la phase jeune suite au choléra aviaire qui a sévit au sein des animaux expérimentaux malgré tous les soins sanitaires et vétérinaires.

Tableau 22. Taux de mortalité chez les jeunes de 0 à 16 semaines par type génétique de poules locales et du témoin (label) au Cameroun.

Types génétiques	Mortalité chez les jeunes (0-16 semaines)	
	Effectif à l'éclosion	Taux de mortalité par rapport à l'éclosion
Centre	230	52,17
Sud	321	64,17
Nord-Ouest/Ouest (NO/OU)	167	39,52
Témoin	500	41,00
Test Khi-deux		***

*** : $P \leq 0,0001$; NS : $P \geq 0,05$.

Ces résultats montrent une plus faible mortalité des animaux des Hauts Plateaux de l'Ouest (NO/OU) et des témoins 'label', suggérant une meilleure adaptation de ces animaux aux conditions d'élevage de la zone d'étude, en comparaison aux écotypes de la zone des forêts denses humides (Sud et Centre).

3.2.3.3. Performances de croissance des jeunes

3.2.3.3.1. Poids corporel et efficacité alimentaire chez les mâles

Le tableau 23 montre que les principaux facteurs étudiés (type génétique et lot) ont significativement ($P \leq 0,0001$) influencé toutes les variables étudiées. Les témoins sont plus lourds ($P \leq 0,0001$) que tous les écotypes étudiés entre 0 et 16 semaines. Entre les écotypes locaux, celui du NO/OU est systématiquement plus lourd que ceux du Centre et du Sud à partir de 4 semaines d'âge. A 16 semaines, les écarts de poids corporel entre le témoin (FR) et les écotypes locaux (Centre, du Sud et du NO/OU) rapportés au poids du témoin FR sont respectivement de 48,75 %, 49,55 % et 41,98 %. En outre, il ressort des valeurs de coefficients de variation du poids corporel à 16 semaines de 25,25% chez les mâles du centre, de 28,66% chez ceux du Sud et de 43,45% chez les mâles du Nord-Ouest/Ouest.

L'indice de consommation entre 12 et 16 semaines d'âge a été nettement meilleur ($P \leq 0,0001$) pour le témoin FR (3,16 kg d'aliment/kg de gain de poids) contre celui des écotypes locaux variant de 3,92 à 4,16.

L'écotype du centre montre toujours la valeur la plus élevée de l'indice de consommation, quel que soit le sexe, mais la signification de la différence ne peut pas être testée en raison de l'estimation globale de l'efficacité alimentaire.

Tableau 23. Moyennes des moindres carrés des poids à âges types, indice de consommation et mesures corporelles par type génétique chez les mâles.

Variable	Types génétiques (TG)				Test de signification		
	Centre N=65	Sud N=54	NO/OU N=43	FR N=126	TG	Lot (L)	TG*L
Poids (g) à âges types							
1jour	27,06 ^b	26,82 ^b	26,27 ^b	37,82 ^a	***	***	NS
4 Semaines	164,69 ^c	178,19 ^c	212,34 ^b	398,17 ^a	***	***	***
8 Semaines	426,43 ^c	425,20 ^c	510,75 ^b	1006,48 ^a	***	***	***
12 Semaines	511,40 ^c	513,74 ^c	622,04 ^b	1127,22 ^a	***	***	***
16 Semaines	973,44 ^c	958,23 ^c	1102,02 ^b	1899,43 ^a	***	***	***
Indice de Consommation¹.	4,19	3,92	3,95	3,16	-	-	-
Mesures corporelles à l'éclosion							
Longueur du tarse (cm)	2,431 ^b	2,452 ^b	2,493 ^b	2,727 ^a	***	***	***
Diamètre du tarse (cm)	0,293 ^c	0,305 ^b	0,299 ^{bc}	0,352 ^a	***	***	NS

NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : label normal

¹ : Indice de Consommation calculé globalement par écotype et exprimé en *kg d'aliment / kg de gain de poids*

^{a,b,c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ;

***: $P \leq 0,0001$; N S: ($P \geq 0,05$).

3.2.3.3.2. Poids corporel et efficacité alimentaire chez les femelles

Toutes les variables étudiées (Tableau 24) sont significativement ($P \leq 0,0001$) influencées par le type génétique et le lot. Il ressort du même tableau que le poids des femelles naines (FR1) est comparable à celui des femelles normales (FR) de l'éclosion à la 4^{ème} semaine mais significativement différent ($P \leq 0,05$) à partir de la 8^{ème} semaine. Cependant, les témoins FR et FR1 sont plus lourds ($P \leq 0,0001$) que tous les écotypes étudiés pendant toute la période d'étude alors que des variations significatives ($P \leq 0,05$) de poids sont observées entre tous les écotypes. Il apparaît aussi que les écotypes du NO/OU sont significativement plus lourds que ceux du Centre et du Sud alors que les écotypes du Centre et du Sud ont des poids corporels comparables. Par ailleurs, l'écart de croissance entre les témoins et les femelles locales se situe dans des proportions comparables à celui observé chez les mâles. Cet écart de poids corporel rapporté au poids de la FR est de 18,7 % entre la FR et la FR1. Rapporté au poids de la FR1, cet écart de poids est de 29,4 % entre la FR1 et la

femelle locale la plus lourde (NO/OU). En outre, les valeurs des coefficients de variation du poids corporel à 16 semaines sont de 26,37%, 23,45% et de 29,11% respectivement chez les poules du Centre, Sud et du NO/OU.

L'efficacité alimentaire apparaît plutôt meilleure pour les écotypes du Sud et du NO/OU que pour l'écotype du Centre, alors que les poules label montrent une moyenne intermédiaire, qui est cependant difficile à interpréter en raison du mélange des poules naines et normales.

Tableau 24. Moyennes des moindres carrés, poids à âges types, indice de consommation et mesures corporelles de 0 à 16 semaines chez les femelles selon le type génétique

Variable	Types génétiques (TG)					Test de signification		
	Centre N=55	Sud N=63	NO/OU N=60	FR N=91	FR1 N=80	TG	Lot (L)	TG*L
Poids (g) à :								
1jour	28 ^b	26,37 ^c	26,92 ^c	37,02 ^a	35,54 ^a	***	***	NS
4 Semaines	159,96 ^c	168,82 ^{bc}	198,19 ^b	334,96 ^a	325,53 ^a	***	***	***
8 Semaines	395,85 ^d	384,07 ^{cd}	479,45 ^c	873,45 ^a	776,93 ^b	***	***	***
12 Semaines	485,18 ^d	466,67 ^d	580,06 ^c	1000,18 ^a	900,99 ^b	***	***	***
16 Semaines	781,75 ^d	797,37 ^d	889,47 ^c	1550,37 ^a	1259,97 ^b	***	***	***
I.C¹.	4,94	4,35	4,31	4,62		-	-	-
Mesures corporelles à 1 jour								
Longueur du tarse (cm)	2,43 ^c	2,39 ^d	2,49 ^b	2,69 ^a	2,75 ^a	***	***	***
Diamètre du tarse (cm)	0,30 ^b	0,30 ^b	0,31 ^b	0,35 ^a	0,36 ^a	***	***	NS

N : nombre d'observations par type génétique ; NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : Label normal ; FR1 : Label nain.

¹ : Indice de Consommation (I.C) en *kg d'aliment / kg de gain de poids* est calculé globalement aussi bien chez les témoins (FR+FR1) que pour chaque écotype

^{a,b,c,d} : Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement.

***: $p \leq 0,0001$; NS: $P \geq 0,05$

3.2.4. DISCUSSION

3.2.4.1. Performances d'incubation

Les performances d'incubation ont été globalement assez faibles par rapport aux

valeurs rapportées dans la littérature pour l'élevage en milieu contrôlé (Fotsa, 1985) et par rapport aux valeurs déclarées en milieu villageois où les animaux sont élevés en divagation (Fotsa *et al.*, 2007d). Les données obtenues en milieu contrôlé en France pour la race locale égyptienne Fayoumi se situent en effet dans un intervalle de 67,6 %-94 % pour le taux de fertilité et de 72,8 % à 87,6 % pour l'éclosabilité (Abdellatif, 1984).

En ce qui concerne le lot 1 produit en 2004, il est possible que les œufs collectés n'aient pas été tous féconds et que l'intervalle entre la ponte et la mise en incubation ait été trop long, étant donné que la date de ponte était inconnue.

En ce qui concerne les lots expérimentaux produits à Mankon en 2006, le faible taux d'éclosion est surtout dû à une mortalité embryonnaire élevée (de 35 à 52%) sauf pour l'écotype du Centre qui montre aussi un mauvais taux de fécondité (25% d'œufs infertiles). La mortalité embryonnaire élevée peut s'expliquer, au moins en partie, par les coupures d'électricité qui ont pu durer jusqu'à 10 heures au cours de l'incubation et particulièrement du 19^{ème} au 21^{ème} jours.

3.2.4.2. Mortalité

La mortalité particulièrement élevée pendant la phase jeune a été due au choléra aviaire qui a affecté l'élevage de la 4^{ème} à la 10^{ème} semaine. Les plus faibles taux de mortalité enregistrés chez les écotypes des hauts plateaux comparés à ceux de la zone forestière seraient liés aux difficultés d'adaptation de ces derniers. Malgré cette différence en faveur de l'écotype du Nord-Ouest / Ouest et du label, ces différents taux sont particulièrement élevés avec une moyenne globale de 49% des effectifs globaux.

Un constat de mortalité particulièrement élevée pendant la phase jeune a été observée chez les poules locales du Zimbabwe (Kelly *et al.*, 1994) et du Lesotho (Ajuyah, 1998 cité par Nthimo, 2004). Au Zimbabwe, cette forte mortalité chez les poules locales est due au coryza (Kelly *et al.*, 1994). Ainsi, au nombre de maladies décimant les populations de poules locales au Cameroun citées dans la littérature (Agbedé, 1990 ; Ngou Ngoupayou, 1990 ; Ekue *et al.*, 2002), une attention devra être portée sur le choléra aviaire pour les animaux bénéficiant d'une protection sanitaire contre les maladies virales.

3.2.4.3. Performances de croissance et d'efficacité alimentaire des jeunes

Les labels n'ont atteint leur poids commercial de 2 kg qu'après 16 semaines, alors que qu'ils atteignent un poids moyen de 1920g à 12 semaines avec un indice de consommation de 2.24 kg d'aliment/kg de gain de poids (www.SASSO.co.uk, site consulté le 15 septembre

2008) en France, leur pays d'origine. Un retard important de croissance du témoin est constaté et serait dû à l'inadaptation aux conditions environnementales du pays destinataire. Comparées aux performances pondérales des coqs de la Dahlem Red parental de 1228,15 g et de première génération de 787,7g à 12 semaines d'âge (Mafeni, 1995), celles du label sont intermédiaires. Ces contre-performances des sujets labels seraient probablement dues à l'incident sanitaire qui a sévit dans notre élevage et à l'aliment commercial distribué (de composition non connue) pendant la phase de contrôle et qui serait très différent de celui du pays d'origine.

Les performances pondérales des poulets locaux obtenues dans notre étude montrent une supériorité des écotypes du Nord-Ouest et Ouest sur ceux du Centre et du Sud aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Dans une étude similaire concernant les sujets locaux à l'éclosion, à 4 et à 12 semaines, Mafeni (1995) rapporte les poids respectifs de 29,42 g, 171,25 g et 880,62 g, performances supérieures à celles obtenues dans notre étude. Il est noté néanmoins que les performances rapportées dans ces études menées en station sont toujours améliorées et supérieures à celles rapportées en milieu paysan ou rapportées lors des enquêtes en milieu réel (Belot et Hardouin, 1981).

Les performances pondérales des sujets locaux de notre étude sont très inférieures à celles du label élevé au Cameroun. Ce constat est en accord avec les conclusions de Mafeni (1995) respectivement entre les performances des sujets locaux et celles de la Dahlem Red et de Fotsa et Manjeli (2001) entre les performances pondérales des sujets locaux (tout sexe confondu) et celles de la race exotique Jupiter importée de France dans les années 70 et élevée en milieu contrôlé au Cameroun.

Pour l'efficacité alimentaire chez les mâles, les résultats observés dans cette étude rejoignent la conclusion de Mafeni (1995) et de Fotsa et Manjeli (2001) qui montrent que les performances des poulets locaux ont été inférieures à celles du témoin élevé dans les conditions de milieu identique. On n'observe pas de différence de croissance entre les animaux du Centre et du Sud en station, alors qu'une différence de poids adulte a été observée entre ces écotypes lors de l'enquête de terrain. On peut donc suggérer que la différence constatée lors de l'enquête pouvait être due aux différentes conditions d'élevage entre le Centre et le Sud. Cependant, la différence de poids adulte entre les coqs de la province du Centre et ceux de la province du Sud rapportée lors de l'enquête dans la zone des forêts n'a plus été observée, on peut donc suggérer que cette différence a été plutôt due aux conditions d'élevage qu'à l'écotype. De la présente étude menée en milieu contrôlé où tous les sujets bénéficient des mêmes traitements, la différence significative observée entre les écotypes de

la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale (écotypes du Centre et du Sud) et celui de la zone des Hauts Plateaux de l'Ouest (écotype du Nord-Ouest et de l'Ouest) semble montrer que les populations de ces deux zones diffèrent génétiquement.

Chez les femelles, les poids à 4 et à 8 semaines observées chez la race *Fayoumi* d'Égypte, avec respectivement 171 g et 469 g (Mérat et Bordas, 1982) ont été légèrement inférieurs à ceux de l'écotype du NO/OU (198 g et 479 g) à âge égal. Cependant, les performances de croissance des oiseaux élevés au Cameroun ont été globalement inférieures à celles de la race *Fayoumi* et rapportées par Abdellatif (1984) ou à celles de Benabdeljelil et Mérat (1995) chez les oiseaux âgés de 8 semaines issus de la race *Fayoumi* croisée aux races sélectionnées. Dans la présente étude, un retard de croissance pourrait être expliqué par l'épisode de choléra aviaire dont avaient souffert nos oiseaux de la 4^{ème} à la 10^{ème} semaine.

3.2.4. CONCLUSION PARTIELLE

Le contrôle de performances des poules locales en comparaison avec le témoin commercial de type label montre une moins bonne fertilité pour l'écotype du Centre et une plus forte mortalité embryonnaire pour les écotypes du Sud et du NO/OU, si bien que le taux d'éclosion global est meilleur pour le label. La supériorité du label par rapport aux écotypes locaux est aussi observée pour le poids corporel. Cependant, il existe une variabilité entre les écotypes locaux avec les poids plus élevés pour celui du NO/OU par rapport à ceux des écotypes du Centre et du Sud. Les mortalités ont été plus lourdes pour les écotypes du Centre et du Sud comparées à celles de l'écotype du Nord-Ouest/Ouest et du label. Il peut être conclu que les performances globales en station, comparées à celles couramment rencontrées en milieu paysan, ont été meilleures, probablement en raison d'une alimentation plus régulière en quantité et en qualité.

CHAPITRE 3.3. COMPOSITION CORPORELLE ET QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES COQS A 16 SEMAINES

3.3.1. CARACTERES MESURES

3.3.1.1. Composition corporelle

L'étude de la carcasse a été faite au terme de la 16^{ème} semaine d'âge des poulets. Ainsi, à partir du lot 1, six coqs de chaque écotype local et treize du témoin label ont été pris au hasard et, au lot 2, le choix a porté sur le même effectif de poulets locaux et quatorze poulets label. Tous les sujets ont été mis à jeun pendant 17 heures (de 16 heures à 9 heures), pesés individuellement, puis abattus et saignés. Les poids du sang et des plumes ont été estimés respectivement à partir des différences entre le poids vif et le poids après saignée d'une part et entre le poids après saignée et poids après plumaison d'autre part. Les oiseaux ainsi abattus ont été plumés à l'eau chaude, pesés, éviscérés. Les carcasses éviscérées ainsi obtenues pour chaque lot ont été conservées à -19°C dans le congélateur pendant 48 heures. Les carcasses ont été ensuite dégivrées à 4°C dans un réfrigérateur pendant 10 heures. Les abats consommables (cœur, foie, gésier), le cou, la tête et le gras abdominal ont été prélevés et pesés. Le gras abdominal a été prélevé autour du gésier, de la bourse de Fabricius et sur la paroi abdominale sans inclure la graisse attachée à l'intestin tel que décrit par Ricard et Rouvier (1967). Les mesures de composition corporelle, dont la liste est contenue dans les tableaux 28, 29 et 30 ont été faites par pesée directe. Les mensurations sur les carcasses ont été faites avec un pied à coulisse. La tête a été séparée à la base de l'os occipital, les pattes à la jointure tibio-tarsale. Toutes les données ont été exprimées en pourcentage du poids vif à l'exception des mensurations prises sur le tarse et le thorax avec comme unité de mesure le centimètre (cm).

3.3.1.2. Qualité gustative de la carcasse

L'analyse sensorielle a porté sur la comparaison des trois écotypes du Cameroun (Centre, Sud, NO/OU) et du croisement label utilisé comme témoin. Pour se faire, toutes les carcasses éviscérées obtenues précédemment ont été ensuite utilisées pour le test de dégustation selon le modèle proposé par Touraille *et al.* (1981) et adapté dans notre contexte selon le style de four, de cuisson et de dégustation. Les carcasses de chaque écotype et du label ont été cuites séparément sur des foyers à gaz de même type sans assaisonner et sans sel

pendant un temps proportionnel à leur poids « prêt à cuire », sur la base d'une heure pour 1 kg de poids de carcasse. Après cuisson, les carcasses ont été découpées en morceaux de cuisse, pilon et pectoral et dégustés légèrement chauds. Chaque morceau est identifié au hasard en morceau a, b ou c selon le cas pour permettre une dégustation à l'aveugle. Dix juges ou panélistes entraînés pendant deux jours ont été choisis pour ledit test dont cinq de la zone des Hauts Plateaux de l'Ouest et cinq de la zone des Forêts Denses Humides à pluviométrie bimodale. Pour chaque zone, un juge a reçu dans une assiette une tranche de chaque morceau ci-dessus défini et de chaque type génétique et après dégustation a rempli un formulaire élaboré à cet effet et présenté ci-après. Pour passer à la dégustation du morceau suivant, le juge s'est rincé la bouche avec de l'eau et a consommé une tranche de pain. Les trois caractéristiques évaluées sont la tendreté, la jutosité et l'intensité de la flaveur, selon une notation allant de 1 à 5. En plus de ces caractéristiques, chaque panéliste a donné une note globale de préférence (de 1 à 10) pour chaque morceau dégusté. L'analyse a été faite par type génétique à partir de la correspondance établie par l'expérimentateur entre le type génétique (Centre, Sud, Nord-Ouest/Ouest, label) et l'identification du morceau pour le panéliste.

Fiche de dégustation soumise aux panélistes

Cochez la partie qui vous est proposée:

Cuisse Pilon Pectoral

Jugement des caractéristiques des poulets et indication de la place de chaque échantillon sur les échelles ci-dessous.

Aspect :

Tendreté : Très dur: dur : Acceptable : Tendre : Très tendre :

Jutosité : Très sec: Sec : Acceptable : Moelleux : Très moelleux

Intensité Très faible : Faible : Acceptable: Forte : Très Forte :

(Encercler la mention de préférence pour chaque partie)

Préférence

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mauvais			Acceptable				Excellent.		

3.3.2. RESULTATS ET DISCUSSION

3.3.2.1. Composition de la carcasse

Les tableaux 25 à 27 ont montré que tous les caractères étudiés ont été significativement influencés ($P \leq 0,001$) par les types génétiques en dehors du pourcentage de cou et de cœur (tableau 26). Il est important de noter l'absence d'interaction entre lot et type génétique. Il ressort que les poids des organes sont toujours plus élevés pour le témoin label ($P \leq 0,001$) et ne diffèrent pas entre les écotypes locaux. Ces résultats ont été en accord avec ceux de Fotsa et Manjeli (2001) et de Fotsa *et al.* (2007b) montrant une meilleure croissance des souches améliorées. Par ailleurs, à âge égal et hormis le poids du foie, les poids des autres organes et des carcasses des poulets locaux obtenus dans cette étude ont été supérieurs à ceux rapportés en Ethiopie (Forssido, 1986). Un résultat remarquable est l'extrême maigreur des carcasses pour tous les types génétiques : il a été impossible de prélever de la graisse abdominale sur la majorité des animaux, et ce caractère ne peut être analysé comme les autres, car seuls deux individus ont permis d'obtenir une mesure ; un coq de l'écotype du Centre et un témoin label ont obtenu respectivement 3g et 4g de gras autour du gésier correspondant respectivement 0,24 % et 0,22 % de gras. Ce résultat inattendu n'a pas permis de faire un test statistique pour ledit caractère.

Lorsque la composition corporelle est exprimée en pourcentage du poids vif, on observe des différences significatives à la fois entre le label et les écotypes locaux, d'une part, et entre les écotypes locaux d'autre part, à l'exception du pourcentage de cou et du pourcentage de cœur qui ne diffèrent pas entre types génétiques. Le pourcentage de sang est le plus faible chez les poulets du Centre. Les pourcentages de plumes et de la tête ont été plus élevés chez les sujets locaux que chez le label. Les pattes ont une forte proportion chez le label par rapport aux locaux alors que le pourcentage d'abats consommables est plus élevé pour les écotypes locaux avec une valeur de l'écotype du NO/O intermédiaire entre celles des autres locaux et du label. Le pourcentage de plumes obtenu dans cette étude s'accorde avec le résultat de Mérat *et al.* (1980) qui rapportent que les oiseaux les plus lourds ont toujours un pourcentage de plumes le plus faible. En comparant le poulet local au poulet de chair standard (Arbor Acres) abattus à l'âge commercial (12 semaines), Jaturasitha *et al.* (2002) rapportent un pourcentage de pattes (4,55 % vs. 5,07) plus élevé chez le témoin comparé aux locaux. Mafeni (1995) a rapporté une conclusion analogue entre sujet local du Nord-Ouest et Ouest du Cameroun et la Dahlem Red âgés de 12 semaines pour le pourcentage de pattes (4,48% pour le sujet local vs 5,17% pour la Dahlem Red) mais les deux types génétiques (NO/OU et

Tableau 25. Moyennes des moindres carrés du poids des différents organes chez les mâles à 16 semaines en valeurs absolues selon les types génétiques au Cameroun.

Poids	Types génétiques (TG)				Test de signification		
	Centre (N=12)	Sud (N=12)	NO/OU (N=12)	Label (N=27)	TG	Lot (L)	TG*L
Avant abattage (g)	1052,58 ^b	988,17 ^b	1072,75 ^b	1743,94 ^a	***	***	NS
Sang (g)	41,67 ^b	47,25 ^b	50,33 ^b	88,19 ^a	***	NS	NS
Plumes (g)	82,00 ^b	86,58 ^b	79,92 ^b	119,44 ^a	***	***	NS
Cou (g)	44,17 ^b	42,75 ^b	43,00 ^b	76,24 ^a	***	***	NS
Tête (g)	39,67 ^b	37,92 ^b	39,42 ^b	57,38 ^a	***	NS	NS
Pattes (g)	36,75 ^b	36,58 ^b	42,08 ^b	81,88 ^a	***	***	NS
Cœur (g)	5,08 ^b	4,75 ^b	4,42 ^b	7,32 ^a	***	***	NS
Foie (g)	16,92 ^b	17,83 ^b	15,92 ^b	28,79 ^a	***	***	NS
Gésier (g)	33,58 ^b	31,33 ^b	33,92 ^b	46,99 ^a	***	***	NS

N : Effectif d'animaux abattus par type génétique ; (1):

^{a, b, c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement;

***: $p \leq 0,0001$; *: $P \leq 0,05$; NS: $P \geq 0,05$.

Tableau 26. Moyennes des moindres carrés des pourcentages des différents organes chez les mâles à 16 semaines selon les types génétiques.

Variable ¹	Types génétiques (TG)				Test de signification		
	Centre (N=12)	Sud (N=12)	NO/OU (N=12)	Label (N=27)	TG	Lot (L)	TG*L
% de sang	3,94 ^b	4,74 ^a	4,65 ^a	5,06 ^a	***	NS	NS
% de plumes	7,80 ^b	8,72 ^a	7,46 ^{bc}	6,89 ^c	***	NS	NS
% du cou	4,21 ^a	4,33 ^a	3,97 ^a	4,38 ^a	NS	NS	NS
% de la tête	3,77 ^a	3,86 ^a	3,75 ^a	3,31 ^b	***	NS	NS
% de pattes	3,48 ^c	3,72 ^{bc}	3,94 ^b	4,71 ^a	***	*	NS
% de cœur	0,48 ^a	0,48 ^a	0,41 ^a	0,42 ^a	NS	***	NS
% de foie	1,59 ^b	1,82 ^a	1,50 ^b	1,65 ^a	*	NS	NS
% de gésier	3,19 ^a	3,17 ^a	3,18 ^a	2,71 ^b	***	NS	NS
% d'abats consommables	5,26 ^a	5,47 ^a	5,09 ^{ab}	4,79 ^b	***	NS	NS
Rendement de la carcasse (%)	64,09 ^{ab}	61,43 ^c	63,13 ^{bc}	65,03 ^a	***	NS	NS

¹: Pourcentage par rapport au poids vif

^{a, b, c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ;

***: $p \leq 0,0001$; *: $P \leq 0,05$; NS: $P \geq 0,05$.

Dahlem Red) ne différaient pas pour le pourcentage de foie et de cœur, le pourcentage de tête et de gésier.

Le rendement de carcasse montre des valeurs voisines entre le label et l'écotype du Centre avec quelques différences entre écotypes locaux, les sujets du Sud ayant un rendement plus faible que celui des sujets du centre mais non significativement différent de celui du NO/OU. Ce caractère présente des valeurs comparables au rendement de 64% trouvé par Joseph *et al.* (1992) au Nigéria pour les mâles locaux mais inférieures au rendement de 69,59% observé au Cameroun par Mafeni (1995) sur des animaux de 12 semaines et de 79% chez des mâles à 25 semaines par Buldgen *et al.* (1992) au Sénégal. Les valeurs élevées obtenues dans les études de ces deux auteurs seraient dues à des différences des caractéristiques génétiques des souches utilisées et à la considération des carcasses avec tête et pattes dans leurs analyses. Par contre, Jaturasitha *et al.* (2002) rapportent des valeurs similaires entre le poulet local et le poulet de chair abattus à 12 semaines, notamment pour le rendement de la carcasse (64,54% vs. 65,64%), le foie (2,17% vs. 2,11 %) et le gésier (3,71% vs. 3,23%). Dans notre cas, nos résultats pourraient s'expliquer par des différences génétiques entre les populations locales d'une part et entre le label et ces écotypes locaux d'autre part.

L'absence de graisse abdominale, aussi bien pour les labels que pour les écotypes locaux, est un résultat assez inattendu de notre étude. Selon la Firme SASSO, les labels ont été sélectionnés pour fournir une qualité de viande supérieure à celle du poulet de chair standard, ce qui n'empêche pas les labels d'avoir normalement un niveau d'engraissement abdominal de l'ordre de 2 à 3% à l'âge de 12 semaines (N'Dri *et al.*, 2007). L'explication de cet extrême faible niveau d'engraissement peut être recherchée dans la vitesse de croissance très lente, voire retardée par les accidents sanitaires survenus au cours de l'élevage. En effet, le tissu adipeux se dépose tardivement lors de la croissance, et un retard de croissance retarde en particulier le dépôt de gras. On peut aussi s'interroger sur la valeur énergétique de l'aliment, et plus particulièrement sur l'effet des matières premières utilisées, qui peuvent être différentes entre études. En l'absence du témoin label, on aurait pu conclure à une particularité des poulets locaux, mais on voit ici tout l'intérêt d'un témoin, qui permet de comparer les performances obtenues avec celles décrites pour un même génotype dans un milieu différent. Le résultat obtenu sur le label montre donc que les conditions d'élevage ont eu un effet important sur l'engraissement. Cet effet ne semble pas être dû au climat tropical, car l'élevage à températures élevées est connu pour entraîner plutôt une augmentation de l'engraissement (Leenstra et Cahaner, 1992 ; N'Dri *et al.*, 2007).

Les résultats ont montré donc que les écotypes Camerounais et le label Français élevés

dans nos conditions avaient un très faible engraissement à l'âge de 16 semaines, ce qui rejoint l'observation de Mukherjee (1990) montrant que les poulets locaux adultes sont à faible adiposité. De même, un projet de caractérisation des poulets locaux du Benin, du Ghana et de Cote d'Ivoire, a montré aussi un engraissement extrêmement faible des animaux à 16 semaines (Issaka Youssao, comm. personnelle).

3.3.2.2. Qualité gustative de la carcasse

Les résultats contenus dans le Tableau 28 n'ont pas montré de différences significatives entre les écotypes locaux et le label aussi bien pour la tendreté, la jutosité que pour la flaveur, quelque soit le morceau de la carcasse dégusté par les panélistes des deux zones agroécologiques. Dans une étude analogue chez des sujets sélectionnés à croissance lente et rapide testés à âge égal (16 semaines), Touraille *et al.* (1981) trouvent peu de variations pour les caractères organoleptiques (tendreté, jutosité, intensité de la flaveur et préférence) aussi bien pour la cuisse que pour le pectoral. D'après Guèye *et al.* (2000), un test sensoriel incluant les poulets locaux âgés de 24 semaines et une souche commerciale de 7 semaines, a montré des différences de flaveur à l'avantage des poulets locaux mais les autres caractères organoleptiques tels que la tendreté, la jutosité ont été comparables entre les deux types génétiques testés. Un test de dégustation sur les poulets de chair en semi divagation et en claustration totale montre que la qualité organoleptique de la viande issue de poulets de chair sont significativement meilleures lorsque derniers sont élevés dans un système semi-divagant, en comparaison du système intensif (Deka et Kalifa, 2004). Cette différence est expliquée par les exercices physiques, les aliments consommés lors de la divagation et d'après Gaddis *et al.* (1950) à la présence de la graisse intramusculaire associée à un caractère plus juteux de la viande.

Les corrélations phénotypiques entre les différentes variables montrent des valeurs hautement significatives entre la jutosité et la tendreté ($r=0,39$; $p \leq 0,0001$) et entre la flaveur et la jutosité ($r=0,393$; $P \leq 0,001$) pour la cuisse et le pilon; ces valeurs n'ont pas été significatives entre la jutosité et la tendreté ($r=0,27$; $p \geq 0,09$) et entre la jutosité et la flaveur ($r=0,12$; $p \geq 0,44$) pour le bréchet. Mais globalement, sans distinction de morceau de poulet consommé, la corrélation est hautement significative entre la jutosité et la tendreté ($r=0,35$; $P \leq 0,0001$) et entre la flaveur et la jutosité ($r=0,30$; $P \leq 0,0001$) ce qui justifie de façon naturelle le choix du poulet local qui, en élevage extensif, présente une carcasse dure. De plus notre étude montre une corrélation non significative entre tendreté et flaveur ($r=0,046$; $P \geq 0,61$). Les corrélations entre la flaveur et la jutosité sont respectivement de 0,03 pour le

Tableau 27. Moyennes des moindres carrés des mesures sur les carcasses chez les mâles âgés de 16 semaines selon les types génétiques.

Variable	Types génétiques (TG)				Test de signification		
	Centre N=12	Sud N=12	NO/OU N=12	Label N=27	TG	Lot (L)	TG*L
Longueur du tarse (cm)	9,67 ^c	9,62 ^c	10,27 ^b	11,13 ^a	***	***	NS
Diamètre du tarse (cm)	1,00 ^b	0,96 ^b	1,03 ^b	1,32 ^a	***	NS	NS
Longueur du pilon (cm)	13,23 ^c	13,33 ^c	13,88 ^b	15,29 ^a	***	***	NS
Profondeur de la carcasse (cm)	10,25 ^b	9,88 ^b	10,39 ^b	11,72 ^a	***	***	*

N : Effectifs d'animaux abattus ou effectifs de carcasses utilisées.

^{a, b, c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$).

***: $p \leq 0,0001$; *: $P \leq 0,05$; NS: $P \geq 0,05$.

Tableau 28. Analyses sensorielles des morceaux dégustés par les panélistes chez les écotypes locaux et le label au Cameroun.

Variable	Nombre de juges	Types génétiques (TG)				Test de signification		
		Centre	Sud	NO/OU	Label	Zone (Z)	TG	TG*Z
<i>Cuisse</i>								
Tendreté	10	62 ^a	70 ^a	73 ^a	68 ^a	NS	NS	NS
Jutosité	10	49 ^a	56 ^a	49 ^a	64 ^a	NS	NS	NS
Flaveur	10	42 ^a	52 ^a	50 ^a	64 ^a	NS	NS	NS
Préférence	10	65 ^a	70 ^a	71 ^a	71 ^a	NS	NS	NS
<i>Pilon</i>								
Tendreté	10	56 ^a	59 ^a	54 ^a	68 ^a	NS	NS	NS
Jutosité	10	44 ^a	43 ^a	52 ^a	64 ^a	NS	NS	NS
Flaveur	10	52 ^a	50 ^a	60 ^a	64 ^a	NS	NS	NS
Préférence	10	64 ^a	67 ^a	68 ^a	77 ^a	NS	NS	NS
<i>Pectoral</i>								
Tendreté	10	70 ^a	60 ^a	52 ^a	66 ^a	NS	NS	NS
Jutosité	10	45 ^a	49 ^a	42 ^a	60 ^a	*	NS	NS
Flaveur	10	55 ^a	44 ^a	53 ^a	52 ^a	NS	NS	NS
Préférence	10	75 ^a	63 ^a	66 ^a	71 ^a	NS	NS	NS

NO/OU : Nord-Ouest/Ouest

^{a,b} : Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$)

* : $p \leq 0,05$; NS : $P \geq 0,05$

pectoral et de 0,29 pour la cuisse d'après Guèye *et al.* (2000). Ces auteurs rapportent par ailleurs les corrélations non significatives entre tendreté et flaveur respectivement pour la cuisse et le pectoral de 0,31 et de 0,14.

Selon les résultats de la carcasse donnés plus haut, nos sujets n'ont pas déposé de gras à 16 semaines et par conséquent ont présenté des carcasses maigres. Par ailleurs, l'élevage en station, avec tous les soins alimentaire et sanitaire, et le fait de ne pas faire de l'exercice, comme les poulets en liberté, peuvent expliquer en partie les propriétés organoleptiques identiques entre les types locaux et le label. D'après Sonaiya et Swan (2004), les préférences gastronomiques traditionnelles pour la viande des volailles et leur effet sur la demande du marché ont été déterminées entre autres par le fait que les oiseaux n'ont pas été nourris avec des aliments composés pouvant renfermer des anti-infectieux, des enzymes, et autres composés chimiques de synthèse, composés qui ont été introduits dans l'aliment ou dans l'eau de boisson de notre cheptel pendant leur élevage.

3.3.3. CONCLUSION PARTIELLE

Les résultats de notre étude montrent que le poulet label présente un poids vif plus élevé et une conformation supérieure en comparaison aux écotypes locaux. Le test sensoriel montre une similitude entre le label utilisé et les poulets locaux pour tous les caractères étudiés par les panélistes notamment, la tendreté, la jutosité, l'intensité de la flaveur et la préférence du type génétique. Le label utilisé dans cette étude présente des caractéristiques phénotypiques comparables à celles des écotypes locaux, notamment pour la couleur du plumage. La particularité de l'absence de gras abdominal est retrouvée chez les locaux comme chez le label. On peut donc conclure que le label apparaît comme un génotype intéressant à proposer pour un programme d'amélioration génétique de la poule locale. Il ressort aussi que les conditions d'élevage, même en milieu contrôlé, ont entraîné une croissance plus lente pour le label par rapport aux performances habituellement observées en France. Dans ces mêmes conditions, les poulets locaux n'ont pas montré une amélioration spectaculaire de leurs performances de croissance, mais la différence observée sur le terrain entre les oiseaux du Sud et ceux du Centre n'est pas retrouvée en station, ce qui suggère que la différence observée sur le terrain était due à des effets de milieu.

CHAPITRE 3.4. PERFORMANCES EN PHASE ADULTE

3.4.1. CARACTERES MESURES

3.4.1.1. Mortalité

Les mortalités ont été relevées dès le transfert des poules dans les cages à la 18^{ème} semaine d'âge jusqu'à la 52^{ème} semaine. Chez les mâles, on n'en a pas tenu compte à partir de la 16^{ème} semaine car des prélèvements ont été faits pour l'étude de la carcasse, le test de dégustation et pour la vente.

3.4.1.2. Poids corporel et mesures

3.4.1.2.1. Poids corporel. Les mâles et les femelles ont été pesés individuellement à 18, 32, 36 et 52 semaines.

3.4.1.2.2. Mesures anatomiques ou mensurations corporelles. Les mensurations corporelles sur les surfaces non emplumées (longueur des tarso-métatarses, diamètre du tarse, longueur des barbillons, hauteur de la crête) et le pourtour thoracique ont été prises sur tous les sujets à la 36^{ème} semaine d'âge.

3.4.1.3. Ponte

3.4.1.3.1. Entrée en ponte

L'âge au premier oeuf (en jour) a été enregistré dès l'entrée en ponte; il a servi de critère de mesure de la précocité sexuelle. La poule et les premiers oeufs ont été pesés pour les données à l'entrée en ponte. A ce stade, la longueur (L) et le diamètre (D) exprimés en cm ont été mesurés sur les trois premiers oeufs de chaque poule pour le calcul de l'indice de forme du premier œuf par type génétique.

3.4.1.3.2. Nombre d'œufs et intensité de ponte

Le nombre d'œufs a été enregistré individuellement et quotidiennement (*Figure 12*) depuis l'entrée en ponte jusqu'à la fin de l'expérience (52^{ème} semaine). En outre, l'intensité de ponte (rapport entre le nombre d'œufs de chaque poule et sa durée de ponte effective) a été calculée à partir de l'âge au premier œuf de chaque poule.

3.4.1.3.3. Caractéristique physique de l'œuf

3.4.1.3.3.1. Poids des oeufs

Entre 32 et 36 semaines, trois oeufs successifs par poule ont été collectés puis pesés individuellement.

3.4.1.3.3.2. *Indice de forme.*

L'indice de forme ($[(D/L)*100]$) des trois premiers œufs à l'entrée en ponte et deux œufs à la 36^{ème} semaine a été calculé à partir de la longueur (L) et du diamètre (D) de chaque œuf mesurés avec un pied à coulisse.

3.4.1.4. Consommation et efficacité alimentaires

3.4.1.4.1. *Consommation alimentaire*

L'aliment 'ponte' a été contenu dans des seaux individuels numérotés (*Figure 12*); il a été pesé au début et à la fin de chaque semaine en même temps que les refus entre 32 et 36 semaines. La somme des quantités consommées pendant les quatre semaines a constitué la consommation individuelle.

3.4.1.4.2. *Consommation alimentaire résiduelle*

La consommation alimentaire résiduelle (R) a été calculée comme différence de la consommation alimentaire (O) entre 32 et 36 semaines et la consommation théorique (T). La consommation théorique (T) pour chaque poule a été estimée en fonction de son poids corporel moyen (P), de sa variation de poids (ΔP) et du poids total d'œufs pondus (E) à cette période suivant l'équation de régression multiple: $T = a P^{0,5} + b\Delta P + cE$ (Byerly, 1941)

T a été déduite de l'équation de régression multiple établie sur le modèle de Byerly (1941). Dans notre cas, l'équation retenue a été la suivante : $T = 63,45\sqrt{P} + 0,578 \Delta P + 0,238 E - 136,5$.

Cette équation a été commune aux poules locales et au label normal (FR) et label naine (FR1). Les trois variables indépendantes P, ΔP et E expliquent dans l'ensemble 77,7% de la variance totale de la consommation.

3.4.1.4.3. *Efficacité alimentaire*

L'indice de consommation individuel a été défini par le rapport de la quantité consommée pendant la période comprise entre la 32^{ème} et la 36^{ème} semaine et la masse d'œufs produite pendant la même période.

3.4.1.5. Composition de l'œuf

Pour déterminer les composantes de l'œuf, chacun des trois œufs pesés à la 36^{ème} semaine a été cassé pour séparer le vitellus de l'albumen. Le vitellus a été pesé et les deux

Ecotypes locaux et labels en cage



Pesée d'aliment et de refus



Distribution individuelle d'aliment



Identification et enregistrement d'œufs



Pesée et collecte des données d'œufs



Mesure de l'indice de forme



Casse des œufs et séparation du vitellus



Séparation du vitellus de l'albumen



Pesée du vitellus seul



Séchage à l'étuve de coquilles lavées



Pesée des coquilles lavées et séchées



Figure 12. Gestion de l'élevage des poules en ponte et collecte des données pour la caractéristique physique des oeufs en station au Cameroun.

portions de la coquille ont été lavées et séchées avec leurs membranes à l'étuve à 90°C pendant 12 heures puis pesées au 1/10000 de gramme. Les valeurs ont été ensuite arrondies au 100^{ème} de gramme. Le poids du blanc a été calculé par différence entre le poids de l'oeuf et la somme réunissant le poids de la coquille et le poids du jaune. De ces valeurs, il s'en est découlé les différents rapports exprimés en %: poids du jaune/poids de l'oeuf, poids du blanc/poids de l'oeuf, et poids du jaune/poids du blanc.

3.4.2. RESULTATS

3.4.2.1. Mortalités

Les résultats consignés dans le tableau 29 n'ont pas présenté de différences significatives entre les types génétiques pour ce caractère. Il ressort de ce tableau une variation globale non significative de la mortalité allant de 1,61% (Sud) à 7,02% (FR) pendant la phase adulte (18^{ème} semaine - 52^{ème} semaine).

Tableau 29. Taux de mortalités (%) et test de signification chez les femelles adultes (18-52 semaines).

Type génétique	Effectif à 18 semaines	Nombre de morts	Taux de mortalités
Centre	56	2	3,57
Sud	62	1	1,61
Nord-Ouest/Ouest (NO/OU)	62	4	6,45
Témoin	171	12	7,02
Test Khi-deux			3,11 NS

NS : $P \geq 0,05$.

3.4.2.2. Poids corporels et mesures

3.4.2.2.1. Chez les mâles

Le tableau 30 montre que le poids corporel est significativement ($P \leq 0,0001$) influencé par le facteur 'Type Génétique' de 18 à 52 semaines d'âge et par le facteur 'Lot'. De ce tableau, il apparaît que l'écart entre le témoin FR et les écotypes rapporté au poids de la FR a été de 57,61%. En revanche, parmi ces derniers, ceux du NO/OU ont été légèrement plus lourds que leurs homologues du Centre et du Sud quel que soit l'âge, même si entre 32 et 36 semaines les différences n'ont pas été significatives. On remarque que les animaux label présentent encore une augmentation importante (+ 38%) de leur poids corporel entre 32 et 52

semaines alors que les animaux locaux présentent une augmentation plus modérée sur la même période (+10 à 15%).

Tableau 30. Moyennes des moindres carrés des poids corporels à âges types et test de signification chez les mâles de 18 à 52 semaines selon les types génétiques au Cameroun.

Variable	Types génétiques (TG)								Test de signification		
	N	Centre	N	Sud	N	NO/OU	N	FR	TG	Lot (L)	TG*L
Poids (g) à :											
18 semaines	60	1136,42 ^c	46	1175,69 ^{bc}	37	1262,78 ^b	109	2203,39 ^a	***	***	***
32 semaines	51	1564,61 ^b	39	1523,08 ^b	24	1689,34 ^b	82	2758,59 ^a	***	***	***
36 semaines	51	1635,50 ^b	39	1647,83 ^b	24	1788,21 ^b	80	3495,17 ^a	***	NS	***
52 semaines	31	1707,92 ^c	29	1757,40 ^c	18	1941,83 ^b	59	3800,77 ^a	***	NS	NS

N : Nombre d'observations ; NO/OU : Nord-ouest/Ouest ; FR : Label normal

^{a,b,c}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$) ;

***: $p \leq 0,0001$; **: $P \leq 0,001$; NS: $P \geq 0,05$

Les mensurations corporelles (Tableau 31) sont significativement influencées ($P \leq 0,0001$) par les types génétiques quelque soit l'âge. Les écotypes locaux diffèrent entre eux pour la longueur du pilon et la profondeur thoracique. Les valeurs pour ces deux caractères ont été plus élevées pour l'écotype du NO/OU à 36 semaines, alors que l'écotype du Centre a présenté des valeurs les plus faibles par rapport à celles du NO/OU pour la longueur et le diamètre du tarse et la profondeur thoracique. L'écotype du Sud a montré des valeurs intermédiaires entre celles du Centre et du NO/OU pour les mêmes caractères. L'interaction très significative $TG*Lot$ pour la longueur du tarse est due non à une erreur de mesure mais à la différence d'effectif entre lots, le lot 2 ayant obtenu le plus faible effectif à l'éclosion.

Les écarts de mensurations entre les écotypes locaux et le FR rapportées aux valeurs de mensurations de la FR se sont confirmés aussi pour la hauteur de la crête et la longueur du barbillon mais, les oiseaux des zones des Hauts plateaux de l'Ouest et de la forêt dense humide ne diffèrent pas significativement entre eux pour ces caractères.

Tableau 31. Moyennes des moindres carrés des mensurations corporelles et test de signification chez les mâles à la 36ème semaine par type génétique au Cameroun.

Variable	Types Génétiques (TG)				Test de signification		
	Centre N=36	Sud N=39	NO/OU N=19	Témoin (FR) N=63	TG	Lot (L)	TG *L
Longueur du tarse (cm)	10,86 ^c	10,90 ^c	11,87 ^b	12,93 ^a	***	NS	NS
Diamètre du tarse (cm)	1,28 ^c	1,32 ^{bc}	1,38 ^b	1,82 ^a	***	NS	NS
Profondeur thoracique (cm)	11,85 ^c	12,05 ^{bc}	12,37 ^b	13,91 ^a	***	**	*
Hauteur de la crête (cm)	4,44 ^b	4,55 ^b	4,47 ^b	5,46 ^a	***	*	NS
Longueur du barbillon (cm)	4,16 ^b	4,60 ^b	4,19 ^b	7,08 ^a	***	NS	NS

N : effectifs d'animaux ; NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : Label normal.

^{a,b,c}: Sur la même ligne, toutes les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement

***: $p \leq 0,0001$; **: $P \leq 0,001$; *: $P \leq 0,05$; NS: $P \geq 0,05$

3.4.2.2.2. Chez les femelles

L'examen du tableau 32 montre que le facteur 'type génétique' a significativement influencé ($P \leq 0,0001$) le poids corporel quelque soit l'âge. Il ressort de ce tableau que les performances du témoin FR sont significativement supérieures ($P \leq 0,0001$) à celles du témoin FR1 alors que les deux sont significativement plus lourdes que tous les écotypes représentés. Entre les écotypes locaux, les poules du NO/OU ont été plus lourdes que celles du Centre et du Sud à 18 et à 32 semaines avec une différence non significative entre 36 et 52 semaines. L'écart de poids entre les témoins FR et FR1 rapporté au poids de FR est allé de 18,90% à 18 semaines à 28,73% à 52 semaines d'âge. A 18 semaines, les FR1 ont un écart de poids corporel de 27,96% avec les femelles locales les plus lourdes (NO/OU) et de 33,9% avec les femelles les plus légères (Sud). A 52 semaines, l'écart de poids corporel de la FR1 par rapport aux poules du NO/OU et du Sud ou du Centre est respectivement de 29,49% et de 33,48%. On remarque une augmentation importante (+ 32%) du poids du génotype FR entre 32 et 52 semaines, ce qui n'est pas le cas du FR1, génotype nain, et des poules locales.

Tableau 32. Moyennes des moindres carrés des poids à âges types et test de signification chez les femelles de 18 à 52 semaines d'âge selon les types génétiques au Cameroun.

Variable	Types génétiques (TG)					Test de signification		
	Centre	Sud	NO/OU	Témoin FR	Témoin FR1	TG	Lot (L)	TG*L
Poids (g) à :	N=53	N=61	N=52	N=63	N=78			
18 Semaines	963,58 ^d	959,50 ^d	1046,59 ^c	1791,52 ^a	1452,86 ^b	***	***	***
32 semaines	1305,58 ^d	1293,82 ^d	1421,85 ^c	2246,02 ^a	1823,76 ^b	***	***	***
36 semaines	1348,13 ^c	1335,05 ^c	1428,91 ^c	2622,06 ^a	1989,02 ^b	***	***	***
52 semaines	1411,81 ^c	1409,01 ^c	1493,57 ^c	2972,20 ^a	2118,29 ^b	***	***	***

a, b, c, d: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement;

***: $p \leq 0,0001$.

La différence entre la femelle normale FR et la femelle naine FR1 et entre la FR et les écotypes locaux a été hautement significative ($P \leq 0,0001$) pour tous les paramètres squelettiques étudiés (Tableau 33). L'écart entre la FR et la FR1 et rapporté aux valeurs de la FR pour les mensurations corporelles a varié de 5,6 % pour la profondeur thoracique à 20,6% pour la longueur du tarse.

Tableau 33. Moyennes des moindres carrés des mensurations corporelles et test de signification à la 36ème semaine chez les femelles selon les types génétiques au Cameroun.

Variable	Types génétiques (TG)					Test de signification		
	Centre (N=53)	Sud (N=61)	NO/OU (N=52)	FR (N=63)	FR1 (N=78)	TG	Lot (L)	TG*L
Longueur du tarse (cm)	8,79 ^c	8,68 ^c	9,28 ^b	9,88 ^a	7,84 ^d	***	***	***
Diamètre du tarse (cm)	1,04 ^d	1,06 ^d	1,10 ^c	1,42 ^a	1,31 ^b	***	***	NS
Profondeur thoracique (cm)	11,00 ^c	10,99 ^c	11,08 ^c	12,91 ^a	12,19 ^b	***	***	NS
Hauteur de la crête (cm)	1,79 ^c	2,06 ^b	2,08 ^b	3,22 ^a	3,16 ^a	***	NS	***
Longueur du barbillon (cm)	1,85 ^d	2,07 ^c	2,21 ^c	3,60 ^a	3,25 ^b	***	NS	***

N : Effectifs animaux ; NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : label normal ; FR1 : label nain

^{a, b, c, d}: Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P \geq 0,05$).

***: $p \geq 0,0001$; NS: $P \geq 0,05$.

L'écart de la FR par rapport à l'écotype du NO/OU, le plus lourd, a été de 22,53 %, 14,17 % et 6,07 % respectivement pour le diamètre du tarse, la profondeur thoracique et la longueur du tarse. Conformément à l'effet du gène de nanisme, les poules FR1 ont les torses les plus courts. Les écarts (calculés par rapport aux valeurs les plus élevées) pour ce caractère ont été de 10,81 %, 9,68 % et 15,52% respectivement entre la naine FR1 et l'écotype du Centre, du Sud et du NO/OU. Les poules locales ont des torses plus courts que ceux du témoin normal FR ; parmi les poules locales, c'est l'écotype du NO/OU qui montre les torses les plus longs. Les mesures des appendices (crête et barbillon) ont présenté des écarts variant de 1,86 % à 9,72 % entre la FR et la FR1 mais ces écarts ont été plus importants entre la FR et chacun des écotypes locaux. Les interactions significatives observées sont dues au déséquilibre des effectifs entre lots, le lot 2 ayant le plus faible effectif suite au très mauvais résultat d'éclosion.

3.4.2.3. Performances de ponte

Le Tableau 34 montre que tous les caractères étudiés ont été influencés très significativement par les facteurs '*type génétique*' et '*lot*' ($P \leq 0,001$). Les interactions *type génétique*lot* ont été significatives ($P \leq 0,0001$) pour le caractère poids uniquement avec toutefois une plus grande importance sur le poids corporel que sur le poids d'œuf, ces interactions peuvent être dues à un déséquilibre important des effectifs entre lots, le lot 2 ayant des effectifs faibles. Le tableau 35 montre également que les FR et FR1 sont arrivées à la maturité sexuelle, respectivement à l'âge moyen de 235 et 229 jours, soit beaucoup plus tardivement que les poules locales qui, par ailleurs, ne diffèrent pas significativement entre elles pour ce caractère. La moyenne d'âge d'entrée en ponte a varié de 221 jours pour les poules locales du NO/OU et du Sud à 224 jours pour celles du Centre.

A l'entrée en ponte, la FR a le poids corporel le plus élevé avec un écart de 19,99 % par rapport à la FR1. L'écart de taille entre la FR et les écotypes locaux et rapportée à celle de la FR est encore plus important, avec une valeur relative de 43,13%, 46,1% et 47,68% respectivement par rapport aux écotypes du NO/OU, du Centre et du Sud.

Les oeufs les plus lourds ont été observés chez les poules FR1 et FR par rapport à ceux des écotypes locaux. Cependant, aucune différence significative n'est observée entre FR1 et FR pour le poids d'œuf alors que leurs poids corporels diffèrent significativement ($P \leq 0,001$).

Tableau 34. Moyennes des moindres carrés des performances de ponte et test de signification selon les types génétiques.

Variable	Type génétique (TG)										Test de signification		
	N	Centre	N	Sud	N	NO/OU	N	FR	N	FR1	TG	Lot (L)	TG*L
Âge au premier œuf (j)	43	224,46 ^b	57	221,5 ^b	41	220,99 ^b	51	235,48 ^a	65	229,02 ^{ab}	***	***	NS
Poids corporel au 1 ^{er} œuf (g)	43	1404,26 ^c	57	1362,26 ^c	41	1480,76 ^c	51	2603,64 ^a	65	2082,93 ^b	***	***	***
Poids moyen du 1 ^{er} œuf (g)	43	40,71 ^b	57	41,28 ^b	41	41,78 ^b	51	52,02 ^a	65	53,02 ^a	***	***	*
Poids moyen de l'œuf à 36 semaines (g)	52	44,07 ^c	61	45,82 ^b	52	46,97 ^b	51	56,40 ^a	76	55,51 ^a	***	***	*
Nombre d'œufs à 52 semaines ¹	53	88,35 ^b	62	99,94 ^a	52	91,68 ^{ab}	63	75,95 ^c	78	77,64 ^c	***	NS	NS
Intensité de ponte du 1 ^{er} œuf à la 52 ^{ème} semaine (%)	53	61,57 ^b	62	67,80 ^a	52	62,89 ^{ab}	63	60,03 ^b	78	59,49 ^b	***	***	***
Poules n'ayant pas pondu	2		0		0		15		00				

NO/OU : Nord-Ouest/Ouest; FR : Label normal ; FR1 : Label nain

N : effectif des types génétiques, la fluctuation des effectifs des animaux pour les différentes variables à l'entrée en ponte et à la ponte est due aux données manquantes au 1^{er} œuf.

¹ : le nombre d'œufs à 52 semaines est calculé par poule sur la durée de ponte effective à partir du 1^{er} œuf.

^{a, b, c}: sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement.

***: $p \leq 0,0001$; *: $P \leq 0,05$; NS: $P \geq 0,05$.

Le rapport du poids d'oeuf au poids corporel a été amélioré par le gène de nanisme ($DW*N$). L'écart entre le poids des oeufs des poules labels et celui des poules locales a été de l'ordre de 11 à 12 g à l'entrée en ponte. Cet écart a été toujours observé à la 36^{ème} semaine mais la différence entre le poids des oeufs des poules labels et le poids des œufs des poules du NO/OU et du Sud a diminué et a été de l'ordre de 9g, alors que la différence a été maintenue par rapport au poids des œufs de poules du Centre (écart proche de 12 g).

Pour le nombre d'oeufs entre les types génétiques à 52 semaines d'âge, les poules locales, souches à croissance plus lente que les labels, ont présenté de meilleures performances de ponte que les labels pour une durée de ponte effective de 140 jours, 142 jours et 143 jours respectivement pour les oiseaux du Centre, du Sud et du NO/OU. Cependant, les poules du Centre ont une moins bonne performance que celle des poules du Sud. Les FR et FR1, plus lourdes, arrivent en ponte plus tardivement et la durée de ponte effective a été respectivement de 129 jours et de 135 jours, mais le nombre total d'œufs n'a pas été significativement différent entre les deux génotypes. La FR1 et tous les écotypes (Centre, NO/OU et Sud) sont arrivés au pic de ponte à 44 semaines d'âge avec des taux de ponte respectifs de: 66,44%; 67,45% ; 69,99% et 74,48%, malgré une période de couaison entre 36 et 40 semaines (pour les locales) tandis que la FR est arrivée au pic de ponte à 48 semaines avec un taux de ponte de 68,08% (*Figure 13*). De plus, 15 poules FR n'ont jamais pondue. Cette supériorité des poules locales se confirme sur le nombre d'oeufs produits par période de 28 jours depuis l'entrée en ponte jusqu'à la fin de la période de contrôle. Par ailleurs, la tendance observée pour le caractère « nombre d'œufs » aussi bien chez les poules locales que chez les labels se confirme aussi pour l'intensité de ponte où l'écotype du Sud (67,80%) et du Centre (61,57%) ont respectivement l'intensité de ponte la plus élevée et la plus faible. Les autres types génétiques ayant les valeurs intermédiaires.

Comme les performances de ponte du type parental T44 et des femelles croisées T431 ne sont pas connues, il est difficile de comparer les performances de ponte obtenues pour les animaux labels de type F_3 (T431 x T431) à celles habituellement obtenues en France. Il reste toutefois intéressant de comparer les labels aux poules locales, dans la perspective de futurs scénarios de croisement entre les poules locales et les animaux labels.

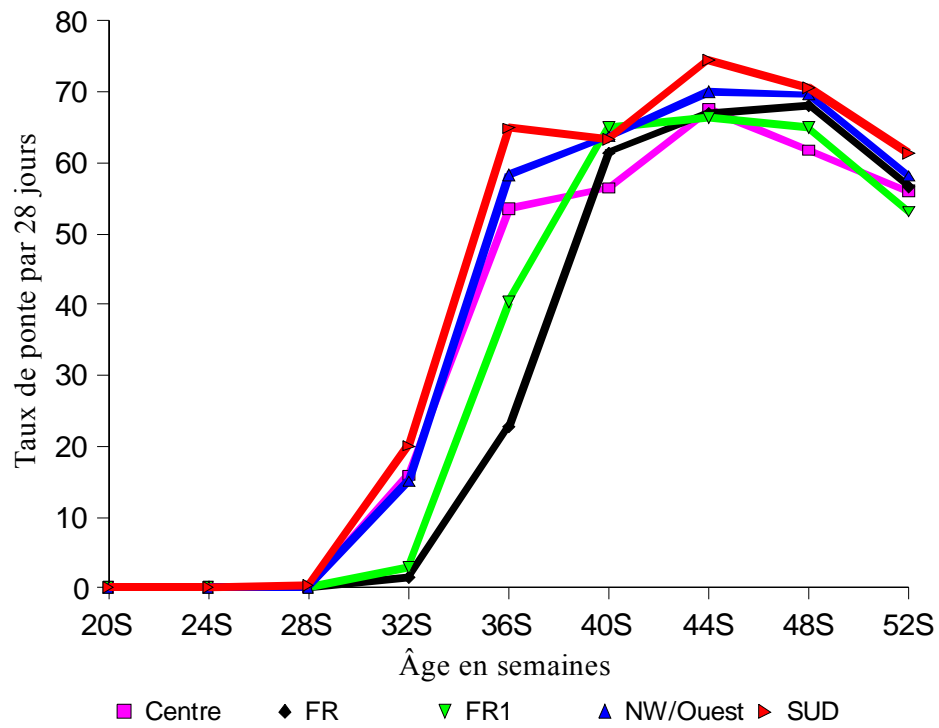


Figure 13. Taux de ponte selon les types génétiques par période de 28 jours depuis l'entrée en ponte.

3.4.2.4. Consommation alimentaire et efficacité alimentaire de 32 à 36 semaines

Les résultats présentés dans le Tableau 35 montrent que tous les caractères étudiés ont été significativement influencés ($P \leq 0,0001$) par le type génétique. Par ailleurs, les interactions ont été significatives ($P \leq 0,05$) pour le poids corporel des poules, la variation de poids corporel et la consommation résiduelle. L'examen du Tableau 35 fait apparaître plusieurs constatations. On retrouve l'effet déjà décrit pour le type génétique sur le poids corporel moyen : la FR a été plus lourde que la FR1 (de 18,72%) tandis que les écotypes locaux pris dans leur ensemble ont été plus légers avec toutefois une valeur plus élevée pour les poules du NO/OU. La variation de poids corporel pendant le contrôle a été très élevée pour les labels, avec une différence proche de 30% entre la FR et la FR1, tandis que les écotypes locaux ont présenté d'une part une homogénéité entre eux et d'autre part une variation de poids nettement plus faible que celle des labels.

La masse d'oeufs est plus élevée pour la FR1 et l'écotype du Sud que pour la FR et l'écotype du NO/OU, alors que l'écotype du Centre présente une valeur intermédiaire. Par ailleurs, les labels FR ont consommé plus d'aliment que tous les autres génotypes, viennent ensuite les FR1 et l'écotype du NO/OU tandis que les écotypes du Centre et du Sud ont les plus petites consommations alimentaires. Calculé à partir de ces deux caractères, l'indice de consommation est le plus bas chez les poules du Sud suivi de celles du Centre, du NO/OU et de la label FR1; la FR ayant l'indice le plus élevé.

En ce qui concerne la consommation résiduelle, seul l'écotype du NO/OU s'est distingué des autres par sa valeur nettement positive. Les autres écotypes ont présenté une faible valeur de consommation résiduelle. Cependant, la FR a combiné une faible valeur de consommation résiduelle avec un fort indice de consommation.

3.4.2.5. Caractéristiques physiques de l'œuf

Les résultats présentés au Tableau 36 détaillent les caractères externes et internes des oeufs des types génétiques à 36 semaines d'âge. Ce tableau montre que tous les caractères étudiés ont été très significativement influencés par le facteur '*type génétique*' ($P \leq 0,0001$). Il est également montré que l'interaction '*type génétique*lot*' pour les composantes de l'œuf n'a pas été significative. Pareillement, l'effet du lot n'a pas été significatif sauf pour le pourcentage de coquille.

L'indice de forme des oeufs à l'entrée en ponte et à 36 semaines a été plus élevé chez les labels (FR et FR1) et chez les poules du Sud tandis que les écotypes du NO/OU et du

Tableau 35. Moyennes des moindres carrés de la consommation alimentaire et de l'efficacité alimentaire et test de signification de 32 à 36 semaines selon les types génétiques.

Variable	Types génétiques (TG)					Test de signification		
	Centre N=48	Sud N=60	NO/OU N=51	FR N=42	FR1 N=72	TG	Lot (L)	TG*L
Poids corporel moyen (g)	1327,87 ^d	1313,02 ^d	1425,38 ^c	2420,27 ^a	1967,25 ^b	***	***	*
Variation de poids corporel (g)	44,41 ^c	36,62 ^c	7,11 ^c	354,70 ^a	248,72 ^b	***	***	*
Masse totale d'œufs	722,08 ^{ab}	803,38 ^a	686,91 ^b	670,65 ^b	874,60 ^a	*	***	NS
Consommation alimentaire (g)	2284,03 ^d	2259,15 ^d	2410,46 ^c	3340,98 ^a	3057,02 ^b	***	NS	NS
Consommation résiduelle(g)	17,32 ^b	-4,70 ^b	165,92 ^a	-50,26 ^b	11,12 ^b	*	***	***
Indice de consommation (<i>kg aliment / kg d'œufs</i>) ¹	3,51 ^b	2,97 ^c	3,88 ^b	5,90 ^a	3,94 ^b	***	*	NS
Nombre de poules avec moins de 5 œufs	5	1	0	21	6	-	-	-

NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : label normal ; FR1 : label nain

¹: les calculs ne tiennent pas compte des poules ayant moins de 5 œufs pendant la période de contrôle.

^{a, b, c, d}: sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement.

***: $p < 0,0001$; *: $P < 0,05$; NS: $P \geq 0,05$

Tableau 36. Moyennes des moindres carrés des composantes des oeufs et test de signification selon les types génétiques.

Variable	Types génétiques (TG)					Test de signification		
	Centre	Sud	NO/OU	FR	FR1	TG (E)	Lot (L)	TG*L
<i>A l'entrée en ponte</i>	N=49	N=59	N=42	N=41	N=68			
Indice de forme à l'entrée en ponte (%)	74,36 ^b	76,08 ^a	73,72 ^b	76,44 ^a	77,21 ^a	***	NS	NS
<i>Entre 32 et 36 semaines</i>	N=52	N=61	N=52	N=51	N=76			
Poids moyen de l'oeuf à 36 semaines (g)	44,07 ^c	45,82 ^b	46,97 ^b	56,40 ^a	55,51 ^a	***	***	*
Indice de forme de l'œuf à 36 semaines (%)	75,25 ^b	76,69 ^a	74,28 ^b	78,00 ^a	77,90 ^a	***	NS	NS
Moyenne du % de vitellus	30,53 ^a	29,34 ^a	29,74 ^a	27,98 ^b	26,03 ^c	***	NS	NS
Moyenne du % Albumen	57,86 ^b	58,32 ^b	58,41 ^b	61,09 ^a	63,34 ^a	***	NS	NS
Moyenne du % vitellus/Albumen	52,99 ^a	50,65 ^a	51,09 ^a	46,20 ^b	41,24 ^c	***	NS	NS
Moyenne du % de la coquille	11,99 ^a	12,34 ^a	11,85 ^a	10,93 ^b	11,18 ^{ab}	***	***	NS

N : effectif des types génétiques, la fluctuation des effectifs des animaux pour les différentes est due aux données manquantes au 1^{er} œuf.

^{a, b, c}: sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement.

***: $p < 0,0001$; *: $P < 0,05$; NS: $P \geq 0,05$.

Centre ont des valeurs comparables.

Le pourcentage de vitellus a été plus élevé chez les poules locales et plus faible chez les labels. On observe pour ce caractère une différence entre les FR et FR1 due à un pourcentage de vitellus plus faible chez les poules FR1. Corrélativement, les labels ont présenté un fort pourcentage d'albumen par rapport aux poules locales prises dans leur ensemble, qui par ailleurs ne diffèrent pas significativement entre elles pour ce caractère. En dehors du label FR qui a un pourcentage de coquille plus faible mais comparable à celui de la FR1, les poules locales ont présenté des valeurs assez élevées et comparables entre elles et à celle de la FR1.

3.4.3. DISCUSSION

Pendant la phase adulte, les mortalités ont été les moins lourdes et ont été dues essentiellement à l'inadaptation aux cages avec perte d'appétit ou à quelques actes cannibales déjà observés chez les poules locales (Benabdeljelil et Mérat, 1995). Les poids des sujets locaux en station ont été nettement supérieurs à ceux obtenus en milieu paysan dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun (Keambou, 2006). Par ailleurs, la différence de poids corporel entre le FR et les locaux rejoint les conclusions émises au Malawi (Kadigi *et al.*, 1998) et au Cameroun (Fotsa et Manjeli, 2001 ; Fotsa *et al.*, 2007b) sur la supériorité des performances de croissance des souches sélectionnées sur celles des populations de poules locales. Mais l'écart de performance entre les oiseaux des Hauts Plateaux de l'Ouest et ceux de la zone des forêts suggère que les deux écotypes auraient des aptitudes génétiques différentes, dues soit à une sélection sur la croissance ou bien à l'existence de croisements incontrôlés entre les volailles du Nord-Ouest et des souches sélectionnées ; cette hypothèse sera examinée avec l'étude du polymorphisme moléculaire.

Les valeurs trouvées pour les mesures corporelles ou anatomiques dans cette étude ont été supérieures à celles déjà rapportées dans les Hauts Plateaux de l'Ouest pour la longueur du tarse en station (Fotsa et Poné, 2001) et aux mesures de la longueur du barbillon et du diamètre du tarse en milieu paysan (Kéambou, 2006). Par ailleurs, Keambou *et al.* (2007) ont rapporté des valeurs de diamètre de tarse plus élevées que celles observées dans la présente étude chez les mâles (1,55 cm vs 1,38 cm) en élevage extensif. La profondeur thoracique des écotypes du Nord-Ouest/Ouest a montré des valeurs inférieures à celles trouvées antérieurement (16,6 cm vs 12,37 cm) par Fotsa et Poné (2001), mais cet écart important s'expliquerait probablement par les différences de méthodes de mesure dans les études respectives.

De façon générale, les écotypes locaux ont été plus bas sur patte et ont été de petite conformation comparés au témoin FR, qui par ailleurs a des appendices plus développés. Cette disposition pourrait aider ces oiseaux à mieux s'adapter aux conditions climatiques de la zone tropicale.

Les performances des poules locales obtenues dans cette étude ont été inférieures à celles des poules croisées *Fayoumi x Leghorn* rapportées par Benabdeljelil et Mérat (1995) aussi bien à 18 semaines qu'à l'âge final (50 semaines). Ce retard s'inscrit dans la suite de celui accusé par les écotypes Camerounais pendant la phase jeune. Cependant, les poids des oiseaux témoins commerciaux (pondeuse ISA) et du croisement (*Fayoumi x Leghorn*) de Benabdeljelil et Mérat (1995) ont été intermédiaires entre ceux observés dans notre étude pour les FR et FR1, car les oiseaux utilisés de part et d'autre ont des origines génétiques différentes.

Par rapport à d'autres races locales comme la Gauloise noire (N'Dri, 2006), des valeurs comparables ont été observées entre la FR et la Gauloise Noire pour la longueur du barbillon (3,61 cm Gauloise noire vs 3,60 cm label FR) et une valeur supérieure de la race locale pour la longueur du tarse (10,62 cm Gauloise noire vs 9,88 cm label FR). Notons que ces caractères décrits pour la poule Gauloise noire et rapportés par N'dri (2006) ont des valeurs de loin supérieures à celles de chaque écotype local observées dans cette étude et aux valeurs rapportées par Fotsa et Poné (2001) pour la poule locale du Nord-Ouest au Cameroun. Il s'agit notamment des caractères longueur du tarse, longueur du barbillon et hauteur de la crête. De cette étude, il a été évident que les écotypes locaux de poules, comparés à la FR1, ont été de petit format pour les caractères autres que la longueur du tarse.

La réduction de poids observée avec le gène de nanisme a été inférieure à la valeur de 30% généralement obtenue entre poules normales FR et naines FR1 (Mérat, 1990b). Cette particularité pourrait résulter des différences climatiques et environnementales entre leur milieu d'origine et leur zone d'utilisation.

La différence de poids entre la FR et les poules locales du NO/OU, du Centre et du Sud a été réduite de 1,67% et de 4,5% et a augmenté de 0,96% respectivement par rapport aux valeurs observées avec la génération parentale des mêmes écotypes, élevée également à Mankon (Fotsa *et al.* 2007b). Le poids corporel de poules locales obtenu dans cette étude est inférieur à celui rapporté par Mafeni (1995) avec une valeur moyenne de 1617 g entre 30 et 36 semaines d'âge tandis que celle de la Dahlem Red (2049 g de poids corporel moyen) se trouve être inférieure à la performance pondérale du label FR. Les fluctuations d'écart entre la FR et les écotypes locaux (rapporté au poids de la FR) de la présente étude pourraient être

probablement dues à la perte à la génération suivante d'une partie de leur vigueur hybride acquise à la première génération ; elles seraient également dues au retard de croissance de tous les types génétiques à la suite du choléra aviaire qui a affecté notre cheptel à la phase jeune. Ces effets cumulés (différents génotypes et effets de milieu) expliqueraient les différences de performances pondérales entre l'étude de Mafeni (1995) et la nôtre.

Tous les types génétiques sont arrivés à la maturité sexuelle très tardivement par rapport à la précocité rapportée dans la littérature, se situant entre 23 semaines pour la poule locale Nigérienne (Horst, 1997) et Botswanaise (Aganga, 2003) et 24 semaines pour la poule locale Coréenne (Horst, 1997) et entre 25 et 28 semaines pour les poules locales Sri-Lankaises (Gunaratne *et al.*, 1993) et de celles des Hauts Plateaux de l'Ouest du Cameroun (Mafeni, 1995). La génération parentale des poules Camerounaises comme des femelles FR ou FR1, élevée en 2005 à la Station expérimentale de Mankon, avait aussi montré une meilleure précocité que la descendance née en 2006 (Fotsa *et al.*, 2007b). Ce retard accusé par tous les types génétiques dans cette étude peut être attribué au retard de croissance subi pendant la phase jeune à la suite de l'infection par le choléra aviaire.

La différence de poids d'œufs en faveur des labels aussi bien naines (FR1) que normales (FR) par rapport aux types génétiques locaux a été conforme à ce qui a été aussi rapportée dans la zone de Hauts Plateaux de l'Ouest du Cameroun entre la Dahlem Red (lignées normales de ponte à œufs brun) et les poules locales (Mafeni, 1995). Ce constat a été aussi observé au Lesotho par Nthimo (2004) entre les poules Rhode Island Red (lignées de taille normale de type pondeuse à œufs bruns) et les écotypes locaux du Lesotho et du Nigéria élevés en milieu contrôlé. Cependant, entre les écotypes locaux, les valeurs du poids d'œuf ont été supérieures à celles rapportées par Mérat et Bordas (1982) avec la poule *Fayoumi* (41,9 g pour les œufs des animaux en lot témoin et 42,1g pour ceux en milieu chauffé). A la 36^{ème} semaine, les poids des œufs des écotypes locaux ont été moins lourds que ceux rapportés par Mafeni (1995) pesant 48,63g à 34 semaines d'âge au Cameroun et plus lourds que ceux rapportés par Aganga *et al.* (2003) en élevage intensif chez la poule locale du Botswana avec 44,5 g. Ce même constat a été observé au Congo-Brazzaville chez les poules locales de coloris noir nègre, fauve herminé et doré ayant des poids d'œufs respectifs de 37,2g, de 39,3g et de 36,9g obtenus en mode divagant d'élevage en milieu rural (Bandtaba *et al.*, 2006). Enfin, si l'on rapporte le poids de l'œuf au poids corporel, on observe des valeurs plus élevées pour les poules locales (supérieures à 3%) que pour les labels (2,15 pour les FR et 2,79 pour les FR1).

Il existe peu de données sur la ponte des races locales, mais Al-Samara (1970) cité par

Abdellatif (1984) avait trouvé une intensité de ponte supérieure à 70% pour la race locale *Fayoumi*, meilleure que pour les autres souches Égyptiennes, et inférieure à celle de la Leghorn blanche. Les résultats de notre étude pour ce caractère variant de 62% à 68% avec l'écotype du Sud présentant la meilleure intensité de ponte, sont inférieurs à ceux de Al-Samara (1970) cité par Abdellatif (1984). Les labels normal (FR) et nain (FR1) présentent des valeurs similaires pour l'intensité de ponte sur la période de ponte effective de contrôle.

En ce qui concerne les labels FR et FR1 pour la précocité sexuelle et le nombre d'oeufs, nous arrivons aux conclusions analogues à celles de Marks (1981) sur l'absence de différence significative, chez les souches chair, entre les normales et les naines sur ces caractères.

Dans notre étude, il apparaît donc que les poules locales ont une meilleure aptitude de ponte dans les conditions Camerounaises que les souches croisées labels à croissance lente. En effet, les objectifs de la sélection des lignées parentales label ont été centrés sur la conformation et la qualité gustative, par rapport aux poulets de chair standard sélectionnés sur la vitesse de croissance, et peu sur les caractères de ponte. De plus, les conditions d'élevage des pondeuses en France utilisent un programme lumineux avec un éclairage de 14 heures le plus souvent, alors que les poules élevées à la Station expérimentale de Mankon au Cameroun ont été exposées à la durée du jour naturelle, avec une période éclairée de 12 heures (6 heures – 18 heures). Pour le nombre de poules n'ayant pas pondu chez les labels (15/156 soit 9,62% de leur effectif total), aucune explication à cela ne peut être donnée en raison de l'apparence identique de ces femelles à celles pondant normalement.

Pour ce qui concerne l'indice de forme des œufs à Ploufragan, Mérat *et al.* (1983) rapportent des valeurs de 75,66% pour la race locale *Fayoumi* et de 72,46% pour la pondeuse Rhode Island Red ; la valeur trouvée pour la *Fayoumi* a été donc voisine de celles trouvées chez les écotypes locaux du Cameroun et inférieure à celles des labels FR et FR1 dans nos conditions expérimentales, alors que la valeur trouvée pour la Rhode Island Red a été inférieure à celles de notre étude.

Nos résultats, concernant le rapport *vitellus/albumen*, ont présenté des valeurs inférieures à celles obtenues chez les poules *Fayoumi* (63,1% pour le lot témoin et 60,4% pour le lot chauffé) rapportées par Mérat et Bordas (1982). Le même constat a été observé entre nos résultats et ceux obtenus à Ploufragan chez les poules *Fayoumi* et les RIR (Mérat *et al.*, 1983) d'une part et chez les *Fayoumi* et des croisements les impliquant à Ploufragan (Abdellatif, 1984) et au Maroc (Benabdeljelil *et al.*, 2003) d'autre part pour le pourcentage de vitellus, le pourcentage d'albumen, le rapport *vitellus/albumen*. Par ailleurs, des valeurs

comparables à celles de la *Fayoumi* pour le pourcentage de vitellus ont été obtenues au Cameroun par Mafeni (1995) chez les poules locales du Nord-Ouest et de l'Ouest (33,18%) qui en revanche ont été faibles pour la Dahlem Red (27,23%). En effet, un fort pourcentage de vitellus semble être une caractéristique des poules locales, et particulièrement de la poule *Fayoumi*, où ce fort pourcentage ne semble pas être seulement dû au faible poids d'œuf.

Les poules locales du Cameroun et les labels utilisées dans cette expérience ont présenté des valeurs de pourcentage de coquille plus élevées que celles rapportées respectivement à 41 semaines par Abdellatif (1984) avec un poids moyen d'œuf de 44,6 g et à 45 semaines par Benabdeljelil *et al.* (2003) avec un poids moyen d'œuf variant de 54,5 g à 57,7 g pour les croisements impliquant la *Fayoumi* et la *Mandarah*. Au Cameroun (Mafeni, 1995) le pourcentage de coquille a été plus faible aussi bien pour les poules locales (9,69%) que pour la Dahlem Red (9,25%) à 34 et à 60 semaines d'âge avec des œufs pesant respectivement 48,64g et 60,73g.

Chez la race *Fayoumi*, Mérat et Bordas (1982) ont rapporté aussi de faibles valeurs pour la variation de poids corporel, respectivement de -39,4 (pour le lot témoin) et -34,5 (pour les animaux en lot chauffé). Il apparaît donc que les labels n'avaient pas encore atteint leur poids adulte au début de la période de contrôle de ponte et de consommation, alors que les poules locales avaient atteint leur stabilité physiologique. Ce résultat peut s'expliquer par les différences entre labels et locales dues au programme de sélection des animaux de type label.

Pour les indices de consommation, Mérat et Bordas (1982) ont enregistré sur une période de 28 jours des indices de consommation de 3,55 et 3,56 chez la race *Fayoumi* en batterie respectivement pour les oiseaux en lot chauffé et lot témoin. Les auteurs ont conclu que vis-à-vis d'une température élevée (27-31°C), la race *Fayoumi* a présenté une aptitude à une production soutenue. Dans notre étude, l'écotype du Sud présente une valeur d'indice de consommation inférieure à celle rapportée pour la race *Fayoumi*.

Les faibles valeurs de la consommation résiduelle observées pour tous les types génétiques en dehors de celui du NO/OU, indiquent une bonne utilisation de l'aliment par rapport aux besoins d'entretien et de production.

La combinaison d'une faible valeur de la consommation résiduelle et d'un fort indice de consommation chez les FR, s'expliquerait par l'utilisation importante de l'aliment pour le gain de poids, qui n'a pas été pris en compte dans le calcul de l'indice de consommation obtenu à partir de la masse d'œufs. Ce phénomène a été plus limité chez la poule naine, FR1, en raison d'un poids moyen plus faible. Chez la race *Fayoumi*, Mérat et Bordas (1982) ont rapporté des valeurs respectives de 53,4 pour les femelles en lot témoin (15° et 20°C) et -54,5

pour celles en milieu chauffé (27° et 31°C) tandis que Benabdeljelil *et al.* (2003) ont obtenu des indices de consommation variant entre 2,33 et 2,75 kg l'aliment/kg d'oeufs de 36 à 44 semaines chez des types génétiques impliquant les races locales Égyptiennes (*Fayoumi* et la *Mandarah*) dans des croisements avec la Leghorn et la souche de pondeuse ISA-Brown.

3.4.4. CONCLUSION PARTIELLE

Il ressort de la comparaison des performances en phase adulte entre les poules locales et les labels en milieu contrôlé que ces derniers sont significativement supérieurs à tous les écotypes locaux pour le poids corporel. Cependant, il existe une variabilité entre les écotypes locaux avec des poids plus élevés pour l'écotype du NO/OU par rapport à ceux des écotypes du Centre et du Sud. En outre, il est observé que le label a une conformation significativement supérieure à celle des écotypes locaux pris dans leur ensemble avec des écarts de conformation entre celui du Nord-Ouest et ceux du Centre et du Sud pour la longueur et le diamètre du tarse à l'avantage de celui des Hauts plateaux de l'Ouest (NO/OU).

Les poules locales ont montré une bonne aptitude à la ponte, avec des performances bien supérieures à celles des labels normaux (FR) et nains (FR1). La masse d'oeufs a montré un avantage de la poule label FR1 et de l'écotype du Sud par rapport aux autres types génétiques. Cette étude a montré que les performances de ponte en station sont meilleures comparées à celles couramment décrites en milieu paysan. Par conséquent, on pourrait proposer de tester un croisement expérimental entre mâles de type label, bien conformés, et poules locales, assez bonnes pondeuses, pour produire un type génétique adapté aux conditions locales. Un croisement réciproque pourrait être envisagé entre mâles locaux et poules label, mais il faudrait utiliser le génotype nain FR1, qui présente un meilleur indice de consommation que le génotype label normal, pour un poids d'œuf équivalent et une meilleure masse d'œufs totale.

CHAPITRE 3.5. INFLUENCE DE CERTAINES MUTATIONS SUR LES PERFORMANCES EN STATION

3.5.1. CARACTERES MESURES

3.5.1.1. Identification des mutations à effets visibles

A l'éclosion, tous les poussins (locaux et labels) ont été identifiés par parquet et par phénotype pour les gènes d'emplumement lent $K*K$ ou rapide $K*N$ au locus K puis bagués à l'aile gauche après pesée individuelle. La distinction entre le phénotype mutant ($K*K$) et le type sauvage ($K*N$), reposant sur la différence de longueurs entre les plumes de couvertures et les rémiges, s'observe à l'éclosion. A la 36^{ème} semaine, chaque sujet local a été observé pour identifier les phénotypes visibles correspondant à des gènes affectant la répartition du plumage. Il s'agit notamment de $DW*N$ (nanisme) chez les labels d'une part, et de CR (la huppe), de PTI (l'emplumement des tarse), chez les locaux d'autre part.

3.5.1.2. Performances pondérales et mesures squelettiques

Tous les oiseaux ont été pesés de 0 à 16 semaines puis à 18, 32, 36 et à 52 semaines. Les mesures squelettiques ou anatomiques (longueur et la largeur du tarse, la profondeur thoracique, la hauteur de la crête) ont été prises à l'éclosion et à 36 semaines à l'aide d'un pied à coulisse. Nous avons considéré les gènes d'emplumement associés au locus K pour la phase jeune et les gènes à effets visibles associés aux locus PTI (pattes emplumées) et CR (huppe) au stade mature.

3.5.2. RESULTATS ET DISCUSSION

3.5.2.1. Influence de la mutation $K*K$ (vitesse d'emplumement) sur les performances pondérales

Les tableaux 37 et 38 montrent qu'il n'y a pas d'influence significative du génotype au locus K sur les caractères étudiés aussi bien chez les mâles que chez les femelles en dehors du poids à 1 jour. Il apparaît que la mutation $K*K$ n'améliore pas la croissance chez tous les types génétiques étudiés (poules locales et labels). Cette conclusion a été analogue à celle de Fotsa *et al.* (2001) observée chez les poulets Leghorn croisés au type à oeufs bruns.

:

Tableau 37. Influence des allèles d'emplumement (lent K*K et rapide K*N au locus K) et test de signification sur les performances pondérales en moyennes des moindres carrés chez les mâles selon les types génétiques.

Variable	Locus K	Types génétiques (TG)				Test de signification		
		Centre	Sud	NO/OU	FR	TG	Locus (L)	TG*L
<i>Effectif</i>	Lent (gène K*K)	45	20	35	84			
	Rapide (gène K*N)	20	34	8	42			
Poids (g) à :								
1 jour	Lent (gène K*K)	26,94 ^a	29,80 ^a	26,59 ^a	38,33 ^a	***	*	***
	Rapide (gène K*N)	28,07 ^a	25,79 ^b	25,35 ^a	38,14 ^a			
4 semaines	Lent (gène K*K)	173,56 ^a	186,50 ^a	233,71 ^a	477,50 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	166,50 ^a	174,12 ^a	230,00 ^a	444,29 ^b			
8 semaines	Lent (gène K*K)	448,22 ^a	424,00 ^a	489,71 ^a	1058,93 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	390,00 ^a	418,53 ^a	466,25 ^a	1045,95 ^a			
12 semaines	Lent (gène K*K)	510,22 ^a	477,00 ^a	593,00 ^a	1114,52 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	482,50 ^a	508,82 ^a	533,00 ^a	1090,95 ^a			
16 semaines	Lent (gène K*K)	971,78 ^a	921,00 ^a	1056,00 ^a	1828,69 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	939,00 ^a	957,65 ^a	1038,00 ^a	1819,29 ^a			

N : nombre de couples intra familles de père par écotype ; d : différence moyenne des performances à un locus donné dans le sens muté-normal ; NO/OU : Nord-Ouest/Ouest.

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

Tableau 38. Influence des allèles d'emplumement (lent K*K et rapide K*N au locus K) et test de signification sur les performances pondérales en moyennes des moindres carrés chez les femelles selon les types génétiques de 0 à 16 semaines.

Variable	Locus K	Types génétiques (TG)					Test de signification		
		Centre	Sud	NO/OU	FR	FR1	TG (E)	Locus (L)	TG*L
<i>Effectif</i>	Lent (gène K*K)	24	9	46	24	70			
	Rapide (gène K*N)	31	54	13	67	9			
Poids (g) à :									
1 jour	Lent (gène K*K)	29,64 ^a	27,58 ^a	27,08 ^a	37,72 ^a	37,81 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	28,07 ^a	26,45 ^a	26,82 ^a	37,51 ^a	36,89 ^a			
4 semaines	Lent (gène K*K)	157,92 ^a	159,49 ^a	199,36 ^a	364,17 ^a	374,65 ^a	***	NS	NS
	Rapide (gène K*N)	169,35 ^a	176,67 ^a	223,85 ^a	401,72 ^a	372,22 ^a			
8 semaines	Lent (gène K*K)	415,42 ^a	395,56 ^a	386,96 ^a	774,17 ^a	744,29 ^a	***	NS	***
	Rapide (gène K*N)	374,52 ^a	392,04 ^a	400,00 ^a	900,45 ^a	725,56 ^a			
12 semaines	Lent (gène K*K)	481,67 ^a	478,89 ^a	499,78 ^a	855,83 ^a	864,43 ^a	***	NS	***
	Rapide (gène K*N)	455,48 ^a	456,48 ^a	477,69 ^a	990,29 ^a	832,22 ^a			
16 semaines	Lent (gène K*K)	790,00 ^a	807,78 ^a	793,48 ^a	1291,25 ^b	1211,71 ^a	***	NS	***
	Rapide (gène K*N)	749,68 ^a	799,81 ^a	851,54 ^a	1522,84 ^a	1208,89 ^a			

a, b: Dans chaque colonne et pour chaque couple d'allèles, toutes les valeurs portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement au test t.

* : $P \leq 0,05$; ***: $P \leq 0,0001$; NS: $P \geq 0,05$; . NO/OU : Nord-Ouest/Ouest ; FR : Label normal ; FR1 : Label nain.

3.5.2.2. Influence des mutations CR et PTI sur les performances pondérales et mesures anatomiques

3.5.2.2.1. Chez les mâles (18-52 semaines)

Le tableau 39 récapitule l'effet des mutations associées aux locus *PTI* (pattes emplumées) et *CR* (huppe) sur le poids corporel de 18 à 52 semaines et les mesures anatomiques à 36 semaines. Etant donné la faible fréquence de ces mutations, l'analyse repose sur un nombre limité de couples *muté/non muté* intra-père. Il ressort de ces résultats qu'il n'y a pas d'effets significatifs des allèles à ces locus sur les caractères étudiés, à l'exception de la longueur de barbillon, qui a été significativement plus importante ($P \leq 0,05$) chez des oiseaux du NO/OU portant l'allèle mutant *CR*CR* par rapport à l'allèle sauvage *CR*N*. A l'état actuel des connaissances, la littérature ne montre pas d'effet associé à ce locus pour les performances des poules en milieu contrôlé. Dans la précédente étude en milieu rural Fotsa *et al.* (2007d) montrent que les écotypes du Centre portant la mutation pattes emplumées ont des pattes plus épaisses mais ; pour le locus *CR*, ces auteurs arrivent à la conclusion analogue à celle de la présente étude sur l'absence de l'effet associé du locus *CR* aux performances zootechniques chez les mâles.

3.5.2.2.2. Chez les femelles (18-52 semaines)

L'examen du tableau 40 fait apparaître plusieurs constatations chez les femelles locales de 18 à 52 semaines pour les performances zootechniques et pour les mesures anatomiques à 36 semaines en milieu contrôlé.

On ne trouve pas d'effet du locus *PTI* associé aux performances zootechniques et aux mensurations corporelles comme décrit également chez les mâles. Des résultats analogues ont été trouvés en milieu paysan pour les poules en liberté par Fotsa *et al.* (2007d).

Globalement, au locus *CR*, les poules portant la mutation 'huppe' *CR*CR* ont été significativement moins lourdes à 18 semaines que celles portant l'allèle sauvage (*CR*N*). Mais cette supériorité du type sauvage (*CR*N*) n'a plus été observée à partir de la 32ème semaine. En outre pour les mensurations corporelles à 36 semaines, on n'observe aucun effet favorable du locus *CR* sur ces caractères aussi bien pour chaque population de poules que pour toutes les populations prises dans leur ensemble. Une conclusion analogue a été observée en milieu rural par Fotsa *et al.*, (2007d) aussi bien pour le poids corporel à l'âge adulte que pour les mesures anatomiques chez les femelles. Les différences observées en milieu contrôlé par rapport au milieu paysan marqué par l'élevage en divagation seraient la taille de

Tableau 39. Influence des mutations associées aux locus PTI (pattes emplumées) et CR (Huppe) sur les performances pondérales et mesures squelettiques chez les mâles locaux adultes selon les écotypes.

Variable	Types génétiques									Mâles locaux réunis		
	Centre			Sud			NO/OU			N	d	t
	N	d	t	N	d	t	N	d	t			
<i>Locus PTI</i>												
Poids 18 semaines (g)	8	-131,25	-0,76	3	313,99	0,72	11	119,09	0,85	22	-0,05	-0,05
Poids 32 semaines (g)		-220,63	0,48		853,33	1,06		387,73	0,90		277,95	1,05
Poids 36 semaines (g)		222,38	0,43		872,33	1,02		409,18	0,90		280,82	0,97
Poids 52 semaines (g)		280,80	0,87		-21,33	-0,02		511,18	1,03		487,18	1,61
<i>Mesures à 36 semaines (cm)</i>												
Longueur du tarse		2,76	0,96		-0,01	0,00		2,12	0,67		2,03	1,10
Diamètre du tarse		0,34	1,02		0,15	0,20		0,31	0,85		0,29	1,34
Hauteur de la crête		1,17	1,13		0,50	0,18		0,77	0,59		0,79	1,07
Longueur du barbillon		0,58	0,51		0,04	0,01		0,86	0,67		0,54	0,72
Profondeur du thorax		2,98	0,95		-0,15	-0,02		2,08	0,64		2,09	1,07
<i>Locus CR</i>												
Poids 18 semaines (g)	2	-145,00	-1,00	1	-130,00		4	-22,50	-0,16	7	808,43	2,02
Poids 32 semaines (g)		-30,00	-0,20		-210,00			459,25	0,92		-40,00	-0,48
Poids 36 semaines (g)		708,50	0,79		300,00			487,50	0,91		434,86	1,23
Poids 52 semaines (g)		770,50	0,73		1767,00			1045,5	1,88		541,57	1,45
<i>Mesures à 36 semaines (cm)</i>												
Longueur du tarse (cm)		5,41	0,98		-1,05			6,21	1,79		4,95	2,03
Diamètre du tarse (cm)		0,37	0,55		-0,10			0,71	1,86		0,49	1,79
Hauteur de la crête (cm)		2,50	1,00		3,50			2,63	1,42		2,71	2,38
Longueur du barbillon (cm)		2,00	0,80		2,15			2,58	3,65*		2,35	3,50*
Profondeur du thorax (cm)		5,75	0,94		-0,73			6,21	1,79		5,09	2,05

N : nombre de couples intra familles de père par écotype ; d : différence moyenne des performances à un locus donné ; NO/OU : Nord-Ouest/Ouest.

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

Tableau 40. Poids corporels et mesures squelettiques associés aux locus PTI (pattes emplumées) et CR (Huppe) chez les femelles locales adultes selon les écotypes.

Variable	Type génétique									Poules locales réunies		
	Centre			Sud			NO/OU			N	d	t
	N	d	t	N	d	t	N	d	t			
<i>SsPTI</i>												
Poids 18 semaines (g)	5	-48,00	-1,23	2	50,00	5,00	12	95,83	1,07	19	53,16	0,91
Poids 32 semaines (g)		-120,00	-1,64		224,5	5,04		121,25	1,51		68,63	1,15
Poids 36 semaines (g)		12,80	0,17		70,50	6,71		79,00	1,32		60,68	1,45
Poids 52 semaines (g)		280,80	1,08		164,50	11,34		57,08	0,64		127,26	1,46
Mesures à 36 semaines (cm)												
Longueur du tarse		-0,04	-0,20		0,21	0,95		0,05	0,28		0,05	0,36
Diamètre du tarse		0,01	0,41		0,08	1,00		0,13	1,82		0,09	1,98
Hauteur de la crête		0,57	1,87		-0,66	-9,43		0,11	0,56		0,15	0,92
Longueur du barbillon		0,40	0,97		-0,47	-2,04		0,05	0,43s		0,09	0,64
Profondeur du thorax		-0,03	-0,06		0,23	0,41		0,39	1,25		0,26	1,11
<i>Locus CR</i>												
Poids 18 semaines (g)	4	-72,00	-1,79				3	-83,33	-2,39	7	-76,86	-3,04*
Poids 32 semaines (g)		-70,25	-0,48					-283,33	-1,50		-161,57	-1,42
Poids 36 semaines (g)		-17,00	-0,21					42,00	0,32		8,29	0,13
Poids 52 semaines (g)		-90,50	-0,78					257,67	2,21		58,71	0,57
Mesures à 36 semaines (cm)												
Longueur du tarse (cm)		-0,19	-0,99					-0,14	-0,58		-0,17	-1,22
Diamètre du tarse (cm)		-0,01	-0,15					0,00	0,00		0,00	-0,13
Hauteur de la crête (cm)		-0,02	-0,05					0,57	1,56		0,22	0,92
Longueur du barbillon (cm)		0,01	0,02					0,69	2,13		0,30	1,06
Profondeur du thorax (cm)		0,04	0,06					-0,07	-0,09		-0,01	-0,02

N : nombre de couples intra familles de père par écotype ; d : différence moyenne des performances à un locus donné.

* : $p < 0,05$.

l'échantillonnage. En effet, dans la zone de forêt dense humide et sous le système divagant, Fotsa *et al.*, (2007d) ont travaillé sur 60 couples appariés alors que dans le milieu contrôlé, 7 couples seulement ont pu être constitués pour étudier les effets de ce locus.

3.5.3. CONCLUSION PARTIELLE

Le locus *K* (vitesse de l'emplumement) et le locus *PTI* (emplumement des pattes) n'ont aucun effet sur les performances obtenues pendant la phase jeune et pendant la phase adulte. Les femelles portant la mutation *CR*CR* ont été moins lourdes que celles portant l'allèle sauvage *CR*N* à la 18^{ème} semaine. Cette mutation a été également associée à un meilleur développement des barbillons chez les mâles dans la zone des Hauts Plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest. Une étude plus complète sur des échantillons plus importants devrait être faite afin de conclure sur une réelle contribution des gènes à effets visibles sur les performances des poules locales en milieu contrôlé. Si ces gènes n'affectent pas les performances, ils interviennent uniquement sur la valeur 'culturelle' des animaux. S'ils ont un effet sur certaines performances, il faudra en tenir compte pour proposer une stratégie d'utilisation rationnelle de la variabilité génétique recensée chez ces populations de poules.

CONCLUSION SUR LA CARACTÉRISATION DES POPULATIONS DE POULES LOCALES EN STATION

A la suite de cette partie expérimentale consacrée au contrôle des performances de poules locales en comparaison à celles d'un témoin label dans les conditions tropicales Camerounaises, on observe de meilleures performances d'incubation pour les labels comparées à celles des écotypes locaux pour le taux d'éclosion et de fertilité. Les performances de croissance ont été tout à l'avantage des labels comparés aux poules locales dans leur ensemble mais avec une légère supériorité de l'écotype du NO/OU sur ceux du Centre et du Sud. Les labels sont plus hauts sur pattes et de grandes conformations comparées aux sujets locaux. La mortalité a été très élevée pour tous les types génétiques avec des taux de mortalités pour l'écotype du NO/OU et du label bien inférieurs à ceux du Sud et du Centre en phase croissance comparée au stade adulte où les différences entre types génétiques n'ont pas été observées.

L'évaluation comparée des carcasses des écotypes locaux et du label montre la supériorité de ces derniers sur les populations locales pour les mesures squelettiques mais avec des valeurs comparables pour le rendement de la carcasse entre le label et l'écotype du Centre. En outre, le test sensoriel montre une similitude entre les labels et les poulets locaux pour tous les caractères étudiés notamment, la tendreté, la jutosité, l'intensité de la saveur et la préférence du type génétique par les panélistes.

Les performances de ponte montrent une bonne aptitude à la ponte des poules locales par rapport aux poules de type label normales (FR) et naines (FR1). Mais la masse d'œufs a été à l'avantage des FR1 et de l'écotype du Sud. En outre les œufs les plus lourds ont été ceux des labels pris dans leur ensemble. Par contre, le pourcentage du vitellus a été plus avantageux pour les écotypes locaux par rapport à celui du label. Le taux de mortalité a été plus faible au stade adulte et inférieur à 8% de 18 à 52 semaines d'âge pour tous les types génétiques.

L'influence des mutations sur les performances pondérales et sur les mensurations corporelles a montré très peu d'effets, avec une différence pour la longueur des barbillons chez les mâles avec le locus *CR*.

**PARTIE 4. CARACTERISATION
MOLECULAIRE DES POULES
LOCALES DU CAMEROUN**

4.1. MATERIELS ET METHODES

4.2. RESULTATS

4.3. DISCUSSION

4.4. CONCLUSION PARTIELLE

4.1. MATERIEL ET METHODES

4.1.1. Matériels animaux et échantillonnage

Conformément au protocole décrit dans la partie 3, un échantillon sanguin a été prélevé sur chaque reproductrice et reproducteur des 4 écotypes locaux ayant été utilisés pour la production des poussins expérimentaux, soit un effectif total de 153 parents. Ces animaux représentent la deuxième génération produite à la station expérimentale de Mankon, dans la mesure où la première génération d'animaux obtenue à partir des œufs fertiles collectés était trop faible numériquement.

Pour chaque sujet (*Figure 11*), un volume de 1,5 ml de sang a été prélevé sur anticoagulant (en aspirant au préalable 5% de l'EDTA dans la seringue, pour éviter tout début de coagulation dans l'aiguille ou la seringue) au niveau de la veine alaire avec des seringues à usage unique de 2,5 ml munie des aiguilles 22G x 1¼. Après retournement lent du contenu de la seringue (sang +anticoagulant) sans agitation forte, 20% de glycérol à 99% stérile y sont ajoutés, puis homogénéisés par agitation douce. Le mélange est ensuite séparé en deux aliquotes avant la congélation à -20 °C. Il a été ainsi conservé deux lots de 153 échantillons sanguins chacun

Par ailleurs, un échantillon d'animaux appartenant à 5 lignées commerciales (3 lignées « chair » et 2 lignées « ponte ») a également été inclus dans l'étude afin de pouvoir mettre en évidence d'éventuels impacts de ces lignées dans le pool de gènes local (diffusion de ces animaux lors d'action de développement et/ou actions menées par les éleveurs eux-mêmes). Ces échantillons proviennent de la banque d'ADN constituée lors du projet AvianDiv (Projet Européen) et gérée par l'UMR INRA/AgroParisTech GDA, 'Génétique et diversité animales' (Tableau 41).

Tableau 41. Origine et taille des échantillons de populations de poules étudiées.

Type	Origine	Code	Effectif
Populations locales	Centre	Cn-C	52
	Sud	Cn-S	47
	Est	Cn-E	5
	Nord-Ouest	Cn-NO	37
Lignées commerciales « chair »	Broiler-lignée mâle-47	Br-m-47	25
	Broiler-lignée mâle-49	Br-m-49	29
	Broiler-lignée femelle-41	Br-f-41	25
Lignées commerciales « ponte »	White egg layer-37	WEL-37	25
	Brown egg layer-44	BEL-344	25

4.1.2. Extraction et purification de l'ADN total à partir des échantillons sanguins

Les échantillons sanguins de poules locales du Cameroun obtenus ci-dessus ont été transportés au laboratoire de biologie moléculaire de *Food and Consumers College* de l'Université de Leghorn au Ghana. L'extraction d'ADN par échantillon sanguin a été faite selon le procédé décrit dans le manuel d'utilisateur du QIAGEN DNeasy Tissue kit de mars 2004 (www.qiagen.com/RefDB/search.asp) tel qu'il suit :

1. Dégivrage des échantillons sanguins à la température de 37°C et centrifugation de chaque échantillon à 300 trs/mn pendant 5 minutes. Introduction de 200 µl de PBS
2. Ajout de 20µl de protéinase K et 200µl de solution tampon AL à l'échantillon, mixage par centrifugation et incubation à 70°C pendant 10 minutes
3. Ajout de 200µl d'éthanol (96-100%) à l'échantillon et mixage par centrifugation
4. Pipetage du mélange de l'étape 3 (précipité inclus) et son introduire dans une mini spin colonne de DNeasy placé dans un tube de 2 ml. Centrifugation du contenu à 8000 trs/mn pendant 1 mn. Rejet du tube avec son contenu.
5. Mise de la mini spin colonne dans un nouveau tube de 2 ml puis ajout de 500µl de solution tampon AW1 et centrifugation du mélange à 8000 trs/mn pendant 1 mn. Rejet du tube et de son contenu
6. Mise de la mini spin colonne de DNeasy dans un nouveau tube de 2 ml puis ajout de 500µl de solution tampon AW2 et son mixage par centrifugation à 14000 trs/mn pendant 3 mn pour sécher la membrane DNeasy. Rejet du tube avec son contenu.
7. Mise de la mini spin colonne DNeasy dans un tube de centrifugeuse de 1,5 ou 2 ml de capacité et pipetage de 200 µl de solution tampon AE directement sur la membrane DNeasy. Incubation à la température ambiante pendant 1 mn et centrifugation à 8000 trs/mn pendant 1 mn pour le nettoyage.
8. Reprise du nettoyage une fois de plus comme décrit à l'étape 7 et mise en commun des extraits dans un seul tube puis le conserver à 4°C.

Cette procédure a permis d'extraire 141 échantillons d'ADN de 4 populations de poules camerounaises issues des zones de forêt dense humide et des hauts plateaux de l'Ouest telles que présentées dans le tableau 42.

4.1.3. Génotypage

Les génotypages ont été effectués, par le GIE LABOGENA, pour 22 locus microsatellites (panel AvianDiv), après amplification par PCR avec amorces fluorescentes et migration sur séquenceur capillaire (ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer, Applied Biosystems).

4.1.4. Analyses des données

Les génotypes obtenus ont été analysés avec les logiciels généralement utilisés par l'UMR GDA pour calculer différents critères.

L'hétérozygotie observée (H_o) et l'hétérozygotie attendue (H_e), le nombre moyen d'allèles (A) par locus et le nombre moyen d'allèles efficaces (A_e) par locus ont été calculés à l'aide du logiciel GENETIX 4.4 (Belkhir *et al.*, 2000). Ces paramètres renseignent sur l'importance du polymorphisme au sein des populations.

Les F_{ST} (coefficient de différenciation génétique), entre paires de populations, ont été calculés selon la méthode de Weir et Cockerham (1984), avec le logiciel FSTAT 2.9.3.2 (Goudet, 2001) afin d'estimer le niveau de différenciation entre les populations.

L'appartenance d'un individu à sa population présumée a été estimée par l'élaboration d'un arbre de relations génétiques par la méthode du plus proche voisin à partir des distances génétiques calculées entre les individus (D_A ; Nei *et al.* (1983)), à l'aide des logiciels POPULATION 1.2.28 et TREEPLOT 0.7 de Olivier Langella (<http://www.pge.cnrs-gif.fr/bioinfo/populations/>). Un arbre a également été établi en utilisant la distance des allèles partagés. Le code des populations est défini dans le tableau 42. Chaque race est représentée par une couleur différente. Les animaux du Cameroun sont identifiés par leur numéro.

4.2. RESULTATS

4.2.1. Caractéristiques des marqueurs

Un total de 156 allèles a été obtenu pour les 22 microsatellites (Tableau 42), ce qui correspond à un nombre moyen d'allèles par marqueur de 7,09. Les nombres d'allèles les plus élevés (16, 13 et 12) ont été obtenus respectivement pour les locus LEI234, LEI094 et MCW034 alors que le nombre le plus faible a été obtenu avec le locus MCW098 avec 2 allèles. La distribution des fréquences alléliques est très différente pour ces quatre marqueurs (*Figure 14*).

Il ressort de ces résultats que la majorité des allèles présents dans les populations commerciales (108 sur 117) se retrouve aussi dans les populations camerounaises pour qui le nombre total d'allèles est de 147 (tableau 43). Les populations locales présentent 94,2% des allèles totaux contre 75,0 % pour les lignées commerciales. Le nombre d'allèles communs aux lignées commerciales et aux populations camerounaises représente 69,2% du nombre total. La proportion d'allèles partagés entre une population locale et l'ensemble des lignées commerciales varie de 78,6% pour la population du Centre à 80,6% pour la population du Sud et 82% pour la population du Nord-Ouest ; on n'observe donc pas de différences importantes entre provinces pour le partage d'allèles avec les lignées commerciales.

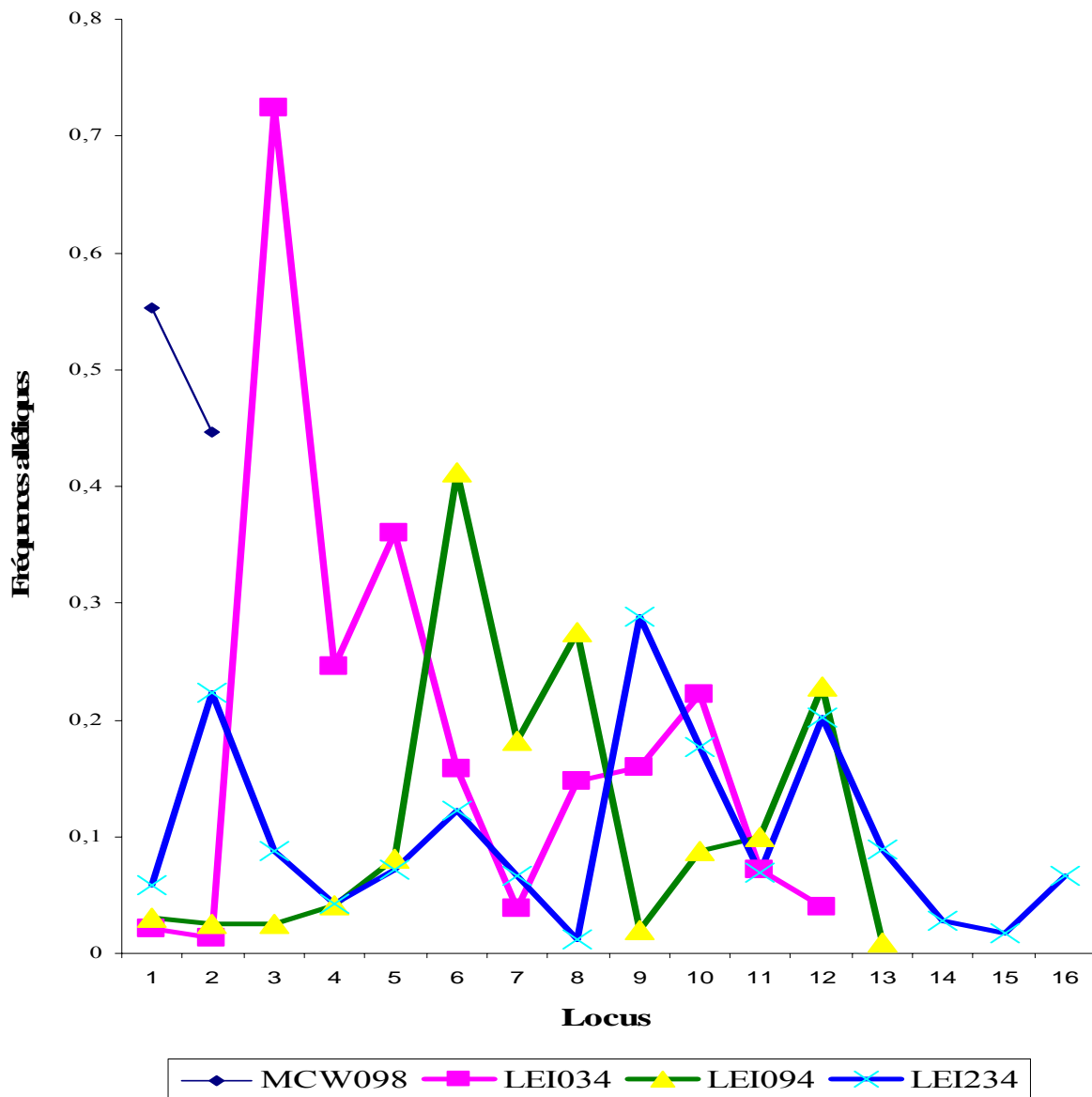


Figure 14. Figure des fréquences alléliques moyennes pour les marqueurs ayant le plus grand nombre d'allèles (LEI234, LEI094 et LEI034) ou le moins grand nombre (MCW098)

Tableau 42. Effectifs d'animaux, nombres d'allèles et hétérozygotie observée moyenne par type génétique et par marqueur microsatellite (la fixation d'un allèle dans une population est un cas rare indiqué en gras dans le tableau).

Locus	Nombre total d'allèles	Effectifs d'animaux, nombre d'allèles et hétérozygotie observée dans les lignées commerciales (Cciales)					Effectifs d'animaux, nombre d'allèles et hétérozygotie observée dans les populations camerounaises (CMR)				Nombre d'allèles communs (Cciales & CMR)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-C)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-E)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-NO)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-S)	Nombre d'allèles pour les lignées Cciales	Nombre d'allèles pour les populations CMR
		Br-m-47	BE-L-44	Br-f-41	WE-L-37	Br-49	Cn-C	Cn-E	Cn-NO	Cn-S							
		25	22	25	25	29	52	5	38	45							
ADL268	7	5 0,72	6 0,50	2 0,56	2 0,40	4 0,59	4 0,73	4 0,8	5 0,63	5 0,78	5	3	4	5	5	7	5
ADL278	7	3 0,3636	3 0,375	4 0,625	2 0,375	3 0,72	6 0,4	4 0,1379	6 0,7353	5 0,5957	5	5	3	5	4	5	7
ADL112	6	3 0,56	4 0,4	5 0,68	1 0,00	4 0,6552	5 0,6667	3 0,8	4 0,6842	4 0,7872	5	5	3	4	4	6	5
MCW295	8	3 0,4	3 0,68	4 0,44	4 0,44	3 0,4828	8 0,8077	2 0,2	5 0,7368	8 0,6596	7	7	2	5	7	7	8
MCW216	9	2 0,56	5 0,44	3 0,44	2 0,24	3 0,4483	6 0,4423	4 0,6	5 0,6579	5 0,6383	4	4	4	4	4	6	7
MCW014	8	3 0,56	2 0,28	2 0,48	2 0,4	4 0,3793	5 0,4808	2 0,6	5 0,5263	6 0,766	4	4	2	4	4	5	7
MCW098	2	2 0,52	2 0,28	2 0,32	2 0,6	2 0,3448	2 0,4231	2 0,6	2 0,5526	2 0,587	2	2	2	2	2	2	2
LEI234	16	4 0,68	4 0,6	5 0,68	3 0,28	4 0,6552	14 0,902	8 1,00	12 0,9737	13 0,9574	9	9	7	7	9	10	15
MCW111	5	3 0,7083	3 0,48	2 0,5	2 0,08	3 0,36	3 0,72	2 0,2	4 0,6944	5 0,7111	3	3	2	3	3	3	5
MCW078	5	1 0,00	3 0,48	2 0,48	2 0,04	2 0,0741	5 0,4902	2 0,4	2 0,5263	5 0,4255	4	4	2	2	4	4	5
MCW222	4	3 0,32	4 0,48	3 0,4167	2 0,44	2 0,0741	4 0,6275	4 0,8	4 0,6316	4 0,5532	4	4	4	4	4	4	4
MCW183	7	4 0,68	1 0,00	3 0,625	3 0,56	5 0,8148	7 0,8269	5 0,8	7 0,7895	6 0,7021	6	6	5	6	5	6	7
LEI094	13	5 0,56	2 0,2	3 0,4583	3 0,56	7 0,6667	8 0,6863	4 0,8	9 0,7632	8 0,766	7	5	2	6	5	8	12
MCW069	8	3 0,5833	3 0,24	2 0,5417	2 0,2083	4 0,5862	7 0,6471	2 0,8	6 0,5946	6 0,4681	4	4	2	4	4	4	8

Tableau 42. Effectif d'animaux, nombre d'allèles et hétérozygotie observée moyenne par type génétique et par marqueur microsatellite (la fixation d'un allèle dans une population est un cas rare indiqué en gras dans le tableau) (suite).

Locus	Nombre total d'allèles	Effectifs d'animaux, nombre d'allèles et hétérozygotie observée dans les lignées commerciales (Cciales)					Effectifs d'animaux, nombre d'allèles et hétérozygotie observée dans les populations camerounaises (CMR),				Nombre d'allèles communs (Cciales & CMR)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-C)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-E)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-NO)	Nombre d'allèles communs (Cciales & Cn-S)	Nombre d'allèles pour les lignées Cciales	Nombre d'allèles pour les populations CMR
		Br-m-47	BE-L-44	Br-f-41	WE-L-37	Br-49	Cn-C	Cn-E	Cn-NO	Cn-S							
		25	22	25	25	29	52	5	38	45							
MCW034	12	2 0,4583	3 0,64	6 0,4583	2 0,4167	5 0,4483	9 0,8627	6 1	8 0,75	10 0,7872	8	8	5	6	8	9	11
MCW037	6	4 0,4583	4 0,44	5 0,7826	2 0,36	5 0,6	5 0,7115	3 0,2	4 0,6316	5 0,6	6	4	3	4	5	6	6
MCW067	6	3 0,44	1 0	2 0,2	3 0,56	3 0,6207	5 0,6346	2 0,4	4 0,5526	4 0,5652	4	3	2	3	4	4	6
MCW206	7	3 0,6	2 0,28	4 0,52	3 0,36	4 0,5517	4 0,6731	3 0,8	4 0,6842	7 0,7174	6	4	3	4	6	6	7
MCW081	5	3 0,24	1 0	3 0,64	1 0	3 0,5517	5 0,5294	2 0,8	4 0,6053	4 0,5745	4	4	2	3	3	4	5
MCW248	4	3 0,6	3 0,68	2 0,04	2 0	2 0,4138	4 0,4038	3 0,8	3 0,3684	3 0,2553	3	3	3	3	3	3	4
LEI166	4	3 0,44	3 0,44	1 0	2 0,1739	3 0,3448	4 0,2308	3 0,8	4 0,2632	3 0,4681	3	3	3	3	3	3	4
MCW330	7	3 0,8	3 0,05	4 0,76	1 0	4 0,6552	6 0,5962	4 1	4 0,4211	6 0,6809	5	5	4	4	4	5	7
Nombre total d'allèles	156	68	65	69	48	79	126	74	111	124	108	99	69	91	100	117	147

De plus, il y a 9 allèles ‘privés’ chez les lignées commerciales pour 7 marqueurs (locus ADL268 (115, 121), ADL112 (119), MCW216 (137, 141), MCW014 (178), LEI234 (304), LEI094 (285) et MCW034 (219)) d’une part, et 39 allèles ‘privés’ chez les populations locales camerounaises, pour 17 marqueurs (locus ADL278 (115,120), MCW295 (99), MCW216 (134, 146,149), MCW014 (167, 170, 180), LEI234 (276, 288, 292, 313, 318, 363), MCW111 (103,105), MCW078 (136), MCW183 (318), LEI094 (248, 254, 268, 277, 279) , MCW069 (163, 167, 172, 174), MCW034 (214, 217, 242), MCW067 (172, 178), MCW206 (218), MCW081 (125), MCW248 (219), LEI166 (259) et MCW330 (257, 264)) d’autre part. Aucun allèle privé n’a été observé chez les populations camerounaises pour les locus ADL268, ADL112, MCW098, MCW222 et MCW037.

4.2.2. Diversité génétique intra-population

Le tableau 43 montre un nombre d’allèles assez important par marqueur et par écotype (5,474 en moyenne) sauf pour la province de l’Est (Cn-E) où ce nombre n’est que de 3,36 allèles. Les populations commerciales montrent une moindre diversité allélique avec 3,26 allèles en moyenne pour les lignées commerciales « chair » et 2,55 pour les lignées commerciales « ponte ». Il apparaît également que le nombre moyen d’allèles efficaces est de 2,66 pour les populations locales contre 1,79 pour les toutes les lignées commerciales « chair et ponte ».

Tableau 43. Hétérozygotie attendue (He) et observée (Ho), nombre moyen d’allèles par locus (A) et nombre efficace d’allèles par locaus (Ae) dans les lignées commerciales et les populations de poules locales du Cameroun.

<i>Variable</i>	Lignées commerciales					Populations locales du Cameroun			
	Br-m-47	BEL-44	Br-f-41	WEL-37	Br-m-49	Cn-S	Cn-C	Cn-NO	Cn-E
<i>A</i>	3,09	2,95	3,14	2,14	3,55	5,64	5,773	5,05	3,36
<i>Ae</i>	2	1,68	1,93	1,42	1,93	2,61	2,65	2,65	2,73
<i>He</i>	0,499	0,406	0,482	0,297	0,481	0,617	0,623	0,622	0,634
<i>Ho</i>	0,512	0,360	0,484	0,295	0,475	0,638	0,628	0,626	0,664

Chez les populations locales camerounaises, les taux d’hétérozygotie observée Ho varient de 0,626 (Cn-NO) à 0,664 (Cn-E). Chez les lignées « chair », ces taux varient de 0,475 (Br-m-49) à 0,512 (Br-m-47) alors que chez les lignées « ponte », ils varient de 0,295 (WEL-37) à 0,360 (BEL-

44). Il apparaît donc que les taux d'hétérozygotie observées (H_o) ont toujours des valeurs supérieures chez les populations de poules camerounaises en comparaison aux valeurs observées dans les lignées commerciales « chair et ponte ». Ce constat est également observé entre les populations camerounaises (0,622-0,634) et les lignées commerciales (0,297-0,499) pour les valeurs d'hétérozygotie attendue (H_e).

4.2.3. Relations entre populations locales et lignées commerciales

La différenciation entre les 4 populations locales Camerounaises, les 3 lignées commerciales « chair » et les 2 lignées commerciales « ponte » est évaluée par le calcul des F_{ST} (Tableau 44). La moyenne générale du F_{ST} entre paires de populations locales et lignées commerciales est de $0,22 \pm 0,13$. En outre, il est montré que les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les lignées commerciales (F_{ST} moyen = $0,37 \pm 0,10$), puis entre ces lignées et les populations camerounaises ($0,21 \pm 0,07$). Par contre, ces dernières populations apparaissent très peu différenciées ($0,03 \pm 0,01$), les faibles valeurs de F_{ST} correspondent néanmoins à une différenciation significative et varient de 0,015 (entre Cn-C et Cn-S) à 0,042 (entre Cn-NO et Cn-E), seules deux paires de lignées ne se différencient pas (CnE/CnS et CnE/CnC), ce qui peut s'expliquer par le faible nombre d'animaux de l'écotype de l'Est.

Tableau 44. Matrice des F_{ST} calculés entre paires de populations (sous la diagonale) et niveau de signification de la différenciation entre paires de populations (au dessus de la diagonale).

	Br-m-47	BEL-44	Br-f-41	WEL-37	Br-m-49	Cn-S	Cn-C	Cn-NO	Cn-E
Br-m-47		***	***	***	***	***	***	***	**
BEL-44	0,380		***	***	***	***	**	***	**
Br-f-41	0,262	0,327		***	***	***	***	***	**
WEL-37	0,426	0,526	0,460		***	***	***	***	***
Br-m-49	0,202	0,360	0,307	0,426		***	**	***	***
Cn-S	0,129	0,232	0,193	0,291	0,153		***	***	NS
Cn-C	0,134	0,226	0,213	0,301	0,165	0,015		***	NS
Cn-NO	0,143	0,218	0,188	0,308	0,157	0,038	0,026		***
Cn-E	0,102	0,277	0,231	0,370	0,153	0,024	0,019	0,042	

* : ($P \leq 0,05$) ; ** : ($P \leq 0,01$) ; *** : ($P \leq 0,001$) ; NS : ($P \geq 0,05$)

L'arbre des relations génétiques entre tous les individus a été construit à partir des distances génétiques D_A de Nei (Figure 15). Le code couleur utilisé pour construire la figure permet d'attribuer une couleur différente à chaque population. En outre, chaque individu est identifié par un numéro intra-population pour les populations locales du Cameroun, mais ce n'est pas le cas pour les animaux des lignées commerciales. Ainsi, cette représentation permet de visualiser le niveau d'homogénéité des populations. Il ressort de ces résultats que les lignées commerciales apparaissent très fortement homogènes, avec tous leurs individus réunis en un seul groupe par lignée ; les populations locales présentent une image très différente. Si plus de 60% des animaux locaux (88 sur 141) apparaissent clairement regroupés dans un groupe, séparément de ceux des lignées commerciales, les autres (54) sont distribués en différents points de l'arborescence. Ainsi, il peut se dégager les constats suivants :

- pour la population Cn-C, 62 % des animaux sont dans le groupe « local » (32 sur 52) contre 38 % (20 sur 52) entre les différents groupes « commerciaux » ;
- pour la population Cn-S, 53 % sont dans ce groupe local (25 sur 47) alors que 47% (22 sur 47) se répartissent dans le groupe commercial;
- pour la population Cn-NO, presque tous les individus (84 %) appartiennent à ce groupe local tandis que le plus faible pourcentage d'animaux (16 %) soit 6 sur 37 sont dans les groupes commerciaux.
- pour la population Cn-E, tous les individus appartiennent au groupe commercial mais l'effectif est très limité et ne permet pas de conclure.

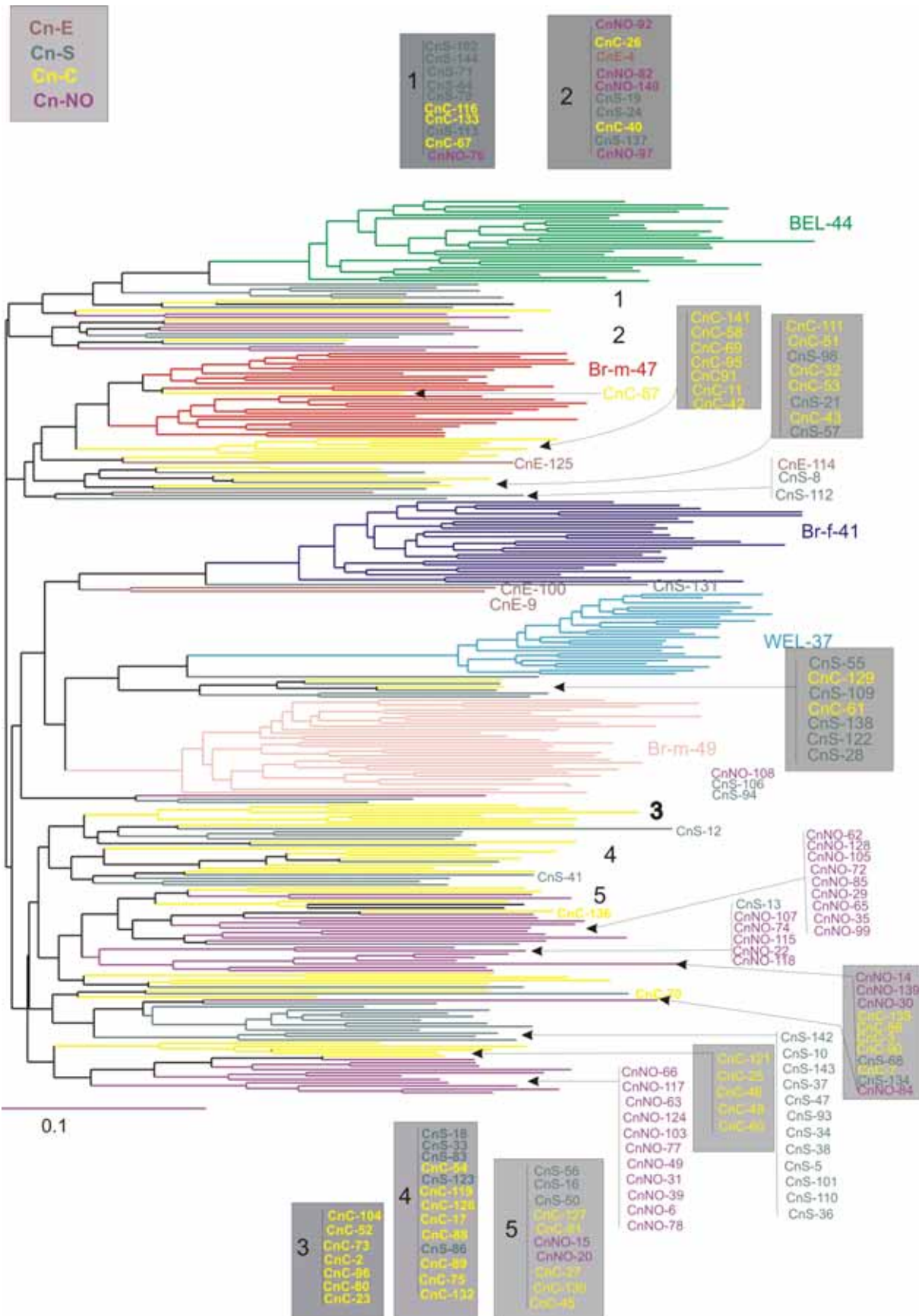


Figure 15. Arbre des relations génétiques entre tous les individus sur la base de leur génotype pour 22 marqueurs microsatellites.

4.3. DISCUSSION

4.3.1 Fiabilité des résultats

Les résultats obtenus par marqueur sont conformes aux recommandations de Barker (1994) selon lesquelles un nombre d'allèles d'au moins 4 par locus est nécessaire afin de réduire les erreurs standards sur les estimations des distances. Par conséquent, 21 marqueurs microsatellites utilisés dans notre étude ont été des marqueurs convenables pour les analyses de la diversité génétique chez les populations de poules locales camerounaises ; seul le microsatellite MCW098, avec 2 allèles, ne satisfait pas la recommandation.

De plus, parmi les 22 marqueurs utilisés, 21 sont également utilisés dans les publications les plus récentes, (Qu *et al.*, 2004 ; Muchadeyi *et al.*, 2005 ; Granevitze *et al.*, 2007). Le nombre moyen d'allèles par locus observé est de 11,4 sur 64 populations provenant de tous les continents (Granevitze *et al.*, 2007) avec des valeurs extrêmes allant de 2 pour le locus MCW0103 à 28 pour LEI0234. L'étude de Qu *et al.* (2004) utilisant 27 marqueurs pour caractériser 78 races de poules chinoises a révélé un nombre encore plus élevé de 18,6 allèles par marqueur, avec une variation de 6 à 51. Le nombre moyen d'allèles par marqueur trouvé dans notre étude (7,09) est donc inférieur aux résultats obtenus dans les études incluant un très grand nombre de populations.

Bien que le nombre de marqueurs utilisé soit inférieur à la recommandation de la FAO, il apparaît que le jeu de 22 marqueurs permet de distinguer clairement les populations commerciales des locales et qu'il est pertinent pour étudier la différenciation des populations. La fréquence élevée d'allèles communs entre les populations locales et les lignées commerciales pourrait indiquer une introgression des lignées commerciales dans les populations locales camerounaises au regard des introductions de différentes races et lignées dans les années 50 (Belot et Hardouin, 1981 ; Teleu Ngandeu et Ngatchou, 2006), mais il peut aussi s'agir d'allèles issus des ancêtres communs aux deux types génétiques accumulés lors des échanges commerciaux entre l'Asie et l'Afrique (Carter, 1971). En outre, 77,27 % de marqueurs (17 / 22) portent des allèles propres aux populations de poules camerounaises contre 31,82 % chez les lignées commerciales (7 marqueurs sur 22). La présence d'allèles privés dans les lignées commerciales suggère aussi l'absence de mélange important et récent avec les populations locales. Par ailleurs l'existence de nombreux allèles privés dans les populations locales du Cameroun montre l'originalité des populations échantillonnées, encore peu mélangées aux lignées commerciales, malgré la présence d'un assez grand nombre de lignées commerciales utilisées par l'élevage industriel au Cameroun. Les allèles privés

obtenus dans les populations locales pourraient être utilisés comme des marqueurs diagnostic pour attester l'origine 'locale' de la viande de volaille et détecter des introductions frauduleuses (Osman *et al.*, 2006), l'utilisation des allèles privés pour un test de traçabilité des produits dépendra de leur fréquence dans chaque population locale, un même test pouvant inclure des allèles à plusieurs locus.

La faible taille de l'échantillon de la province de l'Est, due à l'éloignement et aux difficultés de transport des œufs fertiles, et au mauvais taux d'éclosion qui en est résulté, ne permet pas de discuter la caractérisation moléculaire de cet écotype.

4.3.2. Diversité génétique des populations de poules camerounaises

Le nombre moyen d'allèles pour les trois populations camerounaises (Cn-C, Cn-S et Cn-NO) est supérieur à celui observé chez les lignées commerciales « chair » et « ponte ». Des résultats analogues ont été rapportés par Muchadeyi *et al.* (2005) avec 5 populations de poules locales du Malawi provenant de trois zones agroécologiques différentes. Des valeurs moyennes du nombre d'allèles par locus allant de 4 (variant de 4 à 9) à 5,6 (variant de 2 à 10) ont été rapportées respectivement par Crooijmans *et al.* (1997) et Takahashi *et al.* (1998). L'étude de Granevitze *et al.* (2007) portant sur 64 populations originaires des différents continents a montré que le nombre moyen d'allèles était compris entre 5 et 6 pour les populations locales non sélectionnées, alors que la moyenne générale du nombre d'allèles par population était de 3,6. On retrouve bien que les populations locales ont généralement un nombre moyen d'allèles plus élevé que les races standardisées ou les lignées commerciales. Des valeurs encore plus élevées ont été trouvées au Japon sur 34 populations de 28 races locales (nombre moyen d'allèles de 10,85; Osman *et al.*, 2006) et au Zimbabwe sur 13 populations de poules locales (nombre moyen d'allèles de $9,7 \pm 5,1$; Muchadeyi *et al.*, 2007). La valeur moyenne du nombre d'allèles par population obtenue dans notre étude est supérieure à celle obtenue dans les races locales japonaises (1,75 – 4,70 ; Osman *et al.*, 2006) mais se situe entre les valeurs observées chez les races locales françaises (2,68 – 4,73) et vietnamiennes (5,2-7) rapportées par Berthouly *et al.* (2007) et Berthouly *et al.* (2008) avec les mêmes marqueurs.

Le taux d'hétérozygotie élevé révèle un important polymorphisme au niveau moléculaire, qui est cohérent avec la grande variabilité observée sur le plan phénotypique (Fotsa et Poné, 2001; Keambou *et al.*, 2007). Les taux d'hétérozygotie attendue (H_e) et observée (H_o) sont supérieurs dans les populations locales camerounaises, à ceux mesurés dans les lignées commerciales. Une observation analogue a été rapportée par Wimmers *et al.*

(2000) entre les races locales africaines et deux races commerciales, la Dahlem Red et la Rhode Island Red. Pour les deux taux (H_e et H_o), les valeurs les plus élevées ($H_e=0,634$; $H_o=0,664$) ont été observées dans la population *Cn-E* suivis de très près par celles des autres populations camerounaises. Les taux d'hétérozygotie moyen attendu ($H_e=0,624$) et observé ($H_o=0,639$) obtenus dans notre étude sont supérieurs à ceux rapportés par Granevitze *et al.* (2007) sur les races locales de tous les continents et sont du même ordre que la valeur $H_o=0,622$ rapportée par Qu *et al.* (2004). Des valeurs de l'hétérozygotie attendue (H_e) de 0,21 à 0,67 ont été rapportées par Osman *et al.* (2006). Cependant, les taux d'hétérozygotie moyens rencontrés sur le poulet camerounais sont plutôt inférieurs à ceux rencontrés chez d'autres espèces animales domestiques, notamment le poisson (0,65, Rutten *et al.*, 2004), le porc (0,74, Behl *et al.*, 2006).

D'une manière générale, les valeurs élevées d'hétérozygotie sont cohérentes avec l'absence de sélection organisée pour un type de production donné chez les populations locales camerounaises. Les valeurs les plus faibles obtenues pour les lignées commerciales s'expliqueraient par la soumission de chaque lignée à une sélection intensive pour un type de production donné. Les populations locales camerounaises étudiées ici ont un taux d'hétérozygotie élevé qui dénote de ce fait une grande diversité génétique, comme cela est généralement observé dans des populations élevées sans schéma de sélection contrairement à ce que l'on peut observer dans les lignées commerciales ou les populations avec standard de race (Wimmers *et al.*, 2000 ; Berthouly *et al.*, 2007 ; Granevitze *et al.*, 2007 ; Muchadeyi *et al.*, 2007). Ces résultats apportent une information de référence sur la variabilité génétique des populations locales en préalable à la mise en place d'un programme d'amélioration génétique ou de conservation des races locales de poules (Ruane, 1999). Ils confirment également l'utilité des marqueurs microsatellites pour caractériser la diversité génétique chez des populations locales camerounaises.

4.3.3. Structuration génétique des populations locales et lignées commerciales

Aucune structure génétique n'a pu être clairement mise en évidence entre les différentes populations locales des zones étudiées, même si les valeurs de F_{ST} , faibles, indiquaient dans l'ensemble une différenciation significative. Une telle absence de structuration s'observe aussi dans d'autres populations locales non sélectionnées, comme au Vietnam (Berthouly *et al.*, 2007) ou au Zimbabwe (Muchayeddi *et al.*, 2007), même si d'autres auteurs semblent trouver quelques regroupements géographiques au sein des populations avicoles du Kenya (Mwacharo *et al.*, 2007). La distribution des populations locales de part et

d'autre de l'arborescence (figure 13) pourrait être expliquée par les différents mouvements des populations d'une région à l'autre du Cameroun entraînant le déplacement d'animaux. Les poules locales constituant naturellement le cadeau qui peut être donné à un proche ou à un visiteur de marque (Fotsa *et al.*, 2007a ; 2007c), il est tout à fait naturel que le brassage de populations humaines entraîne également le brassage des populations animales.

En outre, le rapprochement des populations locales camerounaises avec les lignées commerciales, aussi bien de ponte que de chair, suggère l'influence d'événements d'introggression chez les poules locales. Une analyse analogue a été rapportée par Wimmers *et al.* (2000) rapprochant les populations locales nigérianes et tanzaniennes avec les populations de poules commerciales. Bien que, lors de la collecte d'œufs ayant produit les animaux utilisés dans cette étude, nous avons utilisé les questionnaires pour éviter autant que possible d'échantillonner des populations de poules susceptibles d'avoir été mélangées avec des lignées commerciales, il apparaît que certains animaux ont néanmoins conservé les traces d'hybridation avec les souches commerciales. On peut y voir l'effet de l'introduction, passée ou récente, des animaux commerciaux dans les villages (opération coq des années 50) et l'effet de la proximité des élevages industriels qui naissent autour des centres urbains. En effet, de nombreuses races, lignées et souches améliorées ont été introduites au Cameroun pour des élevages industriels (Téleu Ngandeu et Ngatchou, 2006). Par ailleurs, les populations animales locales du Cn-C et du Cn-S sont plus proches des souches commerciales et moins homogènes en raison de la proximité de ces deux provinces sur le plan géographique. En plus, les grands élevages industriels sont trouvés autour de Yaoundé (Province du Centre) et sa proximité avec la province du Sud explique en partie ce rapprochement des populations locales aux animaux améliorés. La population de poules de la zone des Hauts plateaux de l'Ouest (Cn-NO) est plus homogène et montre que, malgré la forte présence d'élevages industriels dans les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest, il ne semble pas y avoir de mélange d'animaux dans ces provinces, car l'élevage d'animaux améliorés constitue une activité rémunératrice pour des éleveurs semi industriels et industriels situés dans les zones permettant de vendre dans les grands centres de consommation (Douala avec environ 3 millions d'habitants et Yaoundé avec environ 2,5 millions d'habitants) alors que les animaux locaux sont véritablement utilisés pour la consommation familiale et pour les différents rites et traditions tels que rapportés par Fotsa *et al* (2007c).

4.4. CONCLUSION PARTIELLE

Notre étude a permis de confirmer la diversité génétique observée sur le plan

phénotypique par la présence de nombreux allèles sur le plan moléculaire avec les marqueurs microsatellites. Cependant, le positionnement géographique de chacune des populations locales camerounaises étudiées n'est associé à aucune structure claire permettant d'identifier des races particulières distinctes en fonction de la province. Le rapprochement avec les lignées commerciales montre un degré d'introgession au sein des populations locales camerounaises. Cette introgession peut contribuer à augmenter le nombre d'allèles présents à chaque locus mais peut diminuer l'originalité des populations locales.

Un programme de conservation et d'amélioration des races locales camerounaises pourrait être lancé à partir des seuls animaux qui n'apparaissent pas proches des lignées commerciales, de façon à établir des populations locales distinctes comme dans le cas rapporté au Kenya et dans d'autres pays de l'Afrique de l'Est (Mwacharo *et al.*, 2007).

**PARTIE 5. DISCUSSION
GENERALE ET
PERSPECTIVES**

5.1. ANALYSE CRITIQUE DE LA METHODE CHOISIE POUR L'ETUDE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES AU CAMEROUN

5.2. POULE LOCALE, RESSOURCE GENETIQUE INTERESSANTE POUR L'AVICULTURE AU CAMEROUN ?

5.3. PROPOSITIONS POUR AMELIORER L'AVICULTURE VILLAGEOISE

5.1. ANALYSE CRITIQUE DE LA METHODE CHOISIE POUR L'ETUDE DES POPULATIONS DE POULES LOCALES AU CAMEROUN

5.1.1. Méthode d'échantillonnage.

Les enquêtes de terrain de la zone de forêt dense humide du Cameroun nous ont permis d'avoir une description des performances et des mesures squelettiques et nous ont aussi renseignés sur les rites, les traditions et les coutumes pratiqués. Par ailleurs, l'analyse des performances animales en station montre l'influence positive des conditions environnementales sur lesdites performances. Cependant, que cela soit en milieu réel ou en milieu contrôlé, l'approche de collecte de données mérite des améliorations qui permettraient à posteriori d'atteindre plus pleinement des résultats escomptés.

Ainsi, pour la méthode d'enquête menée dans la zone de forêt dense humide du Cameroun et compte tenu de son immensité, il serait préférable de faire un inventaire des populations de poules locales et d'en faire une distribution régionale telle que pratiquée au Myanmar par Henning *et al.* (2007). Ainsi, l'échantillonnage pourrait être organisé en proportion de la densité de population aviaire, afin de garantir la meilleure représentativité possible de l'échantillon pour la caractérisation phénotypique et la diversité génétique de ces populations avicoles locales. Cet inventaire pourrait aussi comporter le recensement des élevages industriels ou semi-industriels dans les mêmes régions. Au cours de l'exécution de l'enquête, il sera nécessaire de connaître la structure des familles avicoles en nombre de poussins, de poulets, de poules et de coqs par éleveur. Il serait utile de dénombrer également les autres types de volailles (canards, oies, pintades, dindons, cailles etc.). Au cours de cette phase, il peut être utile de procéder à la collecte de sang chez le paysan en s'inspirant de la méthode simplifiée de Sambrook et Russell (2001) appliquée au Zimbabwe (Muchadeyi *et al.*, 2007), cela garantit un échantillon représentatif, dont l'origine géographique est connue, pour analyser la diversité au niveau moléculaire. En outre, l'équipe de chercheurs devra être composée en respectant le genre afin de palier aux réserves formulées par les époux et des susceptibilités qu'ils manifestent lorsque leurs épouses sont interviewées.

5.1.2. Méthode de mise en place du troupeau expérimental et conditions d'élevage en station

La constitution du troupeau expérimental à partir de la collecte d'œufs fertiles a rencontré de nombreuses difficultés. Pour y remédier, il sera nécessaire de constituer plusieurs équipes des techniciens expérimentés pour limiter la durée de cette opération et le temps de conservation desdits œufs fécondés à deux jours au plus avant leur incubation. En outre,

l'incubation de tous les œufs collectés et produits devra être faite avec les incubateurs à fonctionnement et retournement automatiques et de grande capacité tels que ce qui est à la station expérimentale. En effet, si de tels incubateurs avaient existé au départ, on aurait obtenu assez d'animaux dès le premier lot et éviter la reproduction des labels. Par ailleurs, pour remédier aux problèmes de délestage couramment rencontrés dans notre étude, il sera nécessaire d'avoir à portée de main un groupe électrogène de grande puissance à démarrage automatique lors de la coupure de courant. La production de plusieurs lots successifs peut être souhaitable pour que les œufs fertiles collectés n'attendent pas trop longtemps avant l'incubation. Bien que cette méthode produise des animaux d'âges et de groupes différents, la diversité génétique sera comparable à celle trouvée en milieu réel et le bilan financier du projet sera moins onéreux. En revanche l'analyse statistique devra prendre en compte de l'effet du lot dans les facteurs de milieu pour garantir la fiabilité les résultats.

Une alternative serait d'acheter des animaux vivants, cela permet de garantir l'origine du futur reproducteur, en décrivant le phénotype et en identifiant l'élevage d'origine. Cette option présente beaucoup d'intérêt mais il sera nécessaire de pallier aux difficultés rencontrées par le passé liées à l'observance d'une période de quarantaine, au cours de laquelle plusieurs sujets, pourtant bien portants lors de la collecte, étaient morts (Fotsa et Poné, 2001).

L'achat des ingrédients en grandes quantités permettra de fabriquer les aliments constamment selon les formules alimentaires mises au point et usuellement utilisées en station (Fotsa et Poné, 1999 ; Tchakounté *et al.*, 2006). Ce procédé évitera l'emploi des aliments achetés dans le commerce aux formules et aux caractéristiques inconnues étant donné qu'elles ne sont pas indiquées sur les étiquettes par les sociétés de provendes.

Dans le domaine sanitaire, le plan de prophylaxie couramment utilisé à la station expérimentale devra être ajusté avec addition des anti-infectieux afin de garder les animaux, vaccinés contre les maladies virales, indemnes de toutes autres maladies à l'exemple de la typhose que nous avons eue au cours de notre étude.

Enfin, le support financier devra être établi et garanti en début de projet afin d'éviter de mettre en péril toute l'expérience.

5.1.3. Importance de la présence d'un témoin label

La présence du label a permis d'évaluer l'effet des conditions de milieu à Bamenda sur les performances d'un génotype pour lequel les performances sont connues en France. En

effet, les différences sont multiples (climat, aliment, pression pathogène) et on constate un important retard de croissance des animaux labels par rapport à ce qui est observé habituellement pour ces animaux. Il apparaît donc que ce milieu ne permet pas la meilleure expression possible du potentiel de croissance pour un génotype sélectionné. Pourtant, la croissance du génotype label est nettement supérieure à la croissance des poules locales, ce qui montre tout de même l'effet de la sélection réalisée chez les souches label, en France, sur la production au Cameroun. De plus, les caractères de qualité de viande du label répondent aux caractéristiques recherchées par le consommateur camerounais, car les jurys de dégustation n'ont pas distingué de différence significative entre les poulets labels et les poules locales. Enfin, la mortalité des poulets label n'a pas été plus élevée que celle des poulets locaux, ce qui confirme leur relative rusticité. On en déduit donc que le génotype label importé comme témoin est intéressant pour l'amélioration de l'aviculture villageoise, comme il sera exposé dans le paragraphe 5.3

Il est utile de rappeler ici que les poulets labels n'ont pas été intégrés à l'étude moléculaire car les animaux étaient issus d'un croisement à 3 voies et ne représentaient pas une population unique, les résultats n'auraient pas été comparables avec ceux obtenus sur les poules locales.

5.2. POULE LOCALE, RESSOURCE GENETIQUE INTERESSANTE POUR L'AVICULTURE AU CAMEROUN ?

5.2.1. Variabilité phénotypique

5.2.1.1. *En milieu rural*

Les valeurs de poids corporel et des mesures squelettiques présentent des erreurs standards assez faibles. Le coefficient de variation du poids corporel est modéré, avec des valeurs allant de 17,5% à 21,2% chez les mâles et de 23,2% à 25,6% chez les femelles, selon les provinces d'origine. Pour la longueur du tarse, les coefficients de variation sont assez hétérogènes, avec des valeurs faibles chez les animaux du Sud (de 9 à 10,7% selon le sexe) et un peu plus élevées dans les deux autres provinces, en particulier chez les mâles (14,8% à 16,3%). De manière générale, les performances sont peu élevées et peu variables, or l'âge des animaux pesés n'était pas précisément connu, on aurait pu s'attendre à une plus grande variabilité. Ceci peut s'expliquer par les contraintes du système divagant ou semi-divagant caractérisé par l'utilisation de très peu d'intrants (aliment). On peut alors remarquer que, même s'il y a peu de produits obtenus en sortie, le rapport 'output/input' est bon, donc les

animaux locaux sont bien adaptés à un milieu peu contrôlé et sont relativement rentables dans ce milieu. Ils constituent une ressource utile de production alimentaire et de ressources financières, combinée à une valorisation de la variation du chromatisme plumeux pour les rites, les coutumes et les traditions dans le système villageois.

5.2.1.2 *En station*

Les performances des écotypes locaux en station au Cameroun montrent que ceux du Nord-Ouest/Ouest (zone des Hauts Plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest) sont plus lourds que ceux du Centre et du Sud (zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale), probablement en raison du fait qu'ils s'expriment dans leur milieu d'origine dans lequel ils sont bien adaptés. Les performances des écotypes du Centre en station sont du même ordre de grandeur que les performances notées lors des enquêtes, où les éleveurs utilisaient généralement un complément alimentaire et des abris, alors que le passage au milieu contrôlé en station est associé à une meilleure croissance pour les animaux du Sud dont l'élevage est habituellement totalement divaguant tout comme à l'Est. L'analyse de la diversité phénotypique associée aux performances pondérales et aux mensurations corporelles observée dans notre étude confirme les conclusions de Fotsa *et al.* (2001) sur l'absence de l'effet des gènes de la vitesse d'emplumement (locus *K*) sur le poids corporel.

Pour ces populations de poules locales non sélectionnées, on constate que l'amélioration de l'environnement sanitaire et alimentaire n'a pas permis de modifier fortement les performances de croissance des animaux. Pour avoir un effet très perceptible, cette amélioration devrait être associée à un protocole d'amélioration génétique, par sélection ou par croisement entre labels et locaux, qui sera discuté dans le paragraphe 5.3.

Cette amélioration génétique des performances permettrait d'augmenter la performance de croissance étant donné les valeurs plus élevées de coefficients de variation du poids corporel chez les animaux des deux sexes à 16 semaines par rapport aux valeurs obtenues chez leurs homologues en milieu rural. En effet, les valeurs des coefficients de variation du poids corporel sont supérieures de 7% à 8% chez les mâles du Centre et du Sud, par rapport aux valeurs issues des enquêtes. On observe les plus fortes valeurs de coefficients de variation chez les animaux du Nord-Ouest/Ouest, en particulier chez les mâles (43,5%) mais aussi chez les femelles (29,1%). Ces valeurs montrent que l'amélioration de l'environnement alimentaire et sanitaire permettrait d'augmenter la variabilité des performances de croissance pour mettre en place un programme de sélection de poulets locaux sur la croissance.

En ce qui concerne la ponte, la poule locale produit entre 20 et 100 œufs (Guèye, 1998) dans les conditions d'élevage en divagation où elle assure aussi l'incubation, l'éclosion et l'entretien de sa progéniture jusqu'au sevrage. Dans les conditions de ponte déconnectées des autres activités de reproduction, la poule locale a produit davantage, ce qui rejoint l'observation de Sarkar et Bell (2006). Il y a donc une réelle opportunité pour améliorer les performances de ponte en modifiant les conditions de milieu. En revanche, la ponte des poules labels n'a pas été aussi bonne que celle des poules locales.

Les performances animales obtenues en station montrent donc que le milieu contrôlé permet d'évaluer précisément le potentiel de production des souches locales, ce milieu ayant un effet favorable immédiat sur la ponte, et plus modéré sur la croissance. Ces observations devront être intégrées dans les stratégies d'amélioration à mettre en place.

5.2.2. Variabilité génétique

5.2.2.1. Données morphologiques

Une importante diversité morphologique attribuable à des gènes connus a été observée, aussi bien lors des enquêtes que sur les animaux nés en station. Cette diversité semble plus importante dans la Province de l'Est où les éleveurs mettent plus l'accent sur les types génétiques pour le choix de leurs futurs reproducteurs. Cette diversité génétique est marquée par la présence de certaines mutations. Il s'agit notamment de la variation allélique constatée pour l'extension du noir (*E*) la peau jaune (*W*Y*) la huppe (*CR*), le cou nu (*NA*), le plumage frisé (*F*) et la présence de barbe et favoris (*MB*). L'effet de la mutation *PTI* 'patte emplumée' sur l'amélioration de l'épaisseur du tarse apporte un complément à l'information donnée par Ikeobi *et al.* (2000) sur la supériorité pondérale des animaux portant ladite mutation chez la poule locale Nigériane. La fréquence de la mutation au locus *W* suggère une préférence pour la peau jaune, le déterminisme génétique récemment identifié pour cette mutation montre qu'elle provient d'une autre espèce sauvage que l'espèce *Gallus gallus* (Eriksson *et al.*, 2008) et qu'elle a fait l'objet d'une sélection dès le début de la domestication de la poule par l'homme. L'analyse des fréquences alléliques montre que la Province de l'Est possède une diversité génétique avicole accrue qui mérite d'être étudiée pour une meilleure exploitation dans les différentes stratégies d'amélioration de la poule locale du Cameroun.

Les effectifs obtenus n'ont malheureusement pas permis d'estimer de façon fiable les paramètres génétiques, et notamment l'héritabilité, des caractères mesurés. La suite de ce programme expérimental devra permettre l'organisation de parquets pedigrees de façon à estimer les paramètres génétiques, et la mise sur pied d'une population fondatrice originale.

Le maintien d'un troupeau de reproducteurs en station permettra par exemple de réaliser des études d'interaction *génotype x environnement* incluant le milieu en station et le milieu villageois divagant, à l'image des travaux de N'dri (2006) qui ont porté sur l'interaction génotype x environnement chez le poulet label avec 3 milieux : élevage en plein-air, élevage en station au sol, élevage en cage individuelle pur. D'une manière générale, les interactions génotype x environnement mériteraient d'être analysées de façon plus systématique (Tixier-Boichard *et al.*, 2008).

5.2.2.2. Données moléculaires

L'analyse moléculaire des ADN des 4 populations locales de poules camerounaises a permis d'identifier une grande richesse allélique avec 2 à 15 allèles par locus pour une moyenne de 6,73 allèles. Cette moyenne est dans la gamme de variation de ce qui a été généralement rapporté dans de nombreux travaux (Crooijmans *et al.*, 1997 ; Takahaski *et al.*, 1998 ; Berthouly *et al.*, 2007 ; Berthouly *et al.*, 2008). En outre, les populations locales hébergent de nombreux allèles privés pour 17 locus, générant ainsi 39 allèles sur les 156 produits par les 22 marqueurs microsatellites utilisés. L'usage des marqueurs microsatellites a permis de confirmer la diversité génétique observée au niveau morphologique dans notre étude, comme dans des études antérieures au Cameroun (Fotsa et Poné, 2001).

Ces données moléculaires montrent bien que la poule locale représente un réservoir important de variabilité, ce qui est cohérent avec l'absence de sélection passée, et qui montre aussi l'absence d'effets de goulots d'étranglement ou de dérive génétique forte. Cependant, on ne peut pas identifier une structuration des poules locales échantillonnées en fonction de la province géographique d'origine. L'utilisation des fréquences alléliques pour étudier la différenciation génétique entre populations locales vivant et s'adaptant dans le milieu naturel, met à contribution plusieurs forces (mutation, dérive génétique, migration et sélection) telles que rapportées par Graur et Li (2000). D'après Islam *et al.* (2005), l'isolement géographique est un facteur important de la différenciation entre les populations. Mais comme nous n'observons pas de structuration géographique claire dans notre analyse, il semble, dans ce cas, que la migration, liée au rôle socio-culturel du poulet local, puisse expliquer l'absence de structure clairement identifiée entre les populations locales camerounaises, en dépit des valeurs de F_{ST} significatives observées entre elles. Les différences très tranchées entre les deux zones agroécologiques (zone des Hauts plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest caractérisée par la présence d'une savane arbustive et la zone forestière humide caractérisée par de forêts denses semi-décidues, sempervirentes et de forêts secondaires) montrent que

l'absence de structure entre les populations locales de poules suggère qu'il n'y a pas eu de sélection naturelle forte pour différencier les écotypes de poulets, et que, finalement, il y aurait peu d'influence de la zone agro-écologique. Cette analyse nous autorise, par la suite, à considérer les animaux originaires des différentes provinces étudiées comme une seule et même population.

5.2.3. Originalité de la poule locale par rapport aux lignées commerciales

Le risque d'introgression est réel en raison de la faible productivité observée chez les poules locales, et de la possibilité de réaliser des croisements à l'échelon rural avec des animaux importés. Ainsi, des croisements avec des coqs de lignées pondeuses à œufs bruns (peau jaune, plumage rouge, format important) sont généralement appréciés en Afrique car la couleur jaune des pattes et la couleur du plumage s'apparentent à celles des poules locales. Ces croisements peuvent avoir un effet positif non seulement en augmentant les performances à court terme mais aussi en augmentant la richesse allélique et donc la variabilité du génome. Cependant, il est important de noter qu'une procédure de croisement non contrôlée met en danger les caractéristiques adaptatives des poules locales, telles que l'instinct de couvaie, le caractère maternel, la résistance à certaines maladies locales, l'aptitude à se nourrir et à combattre les prédateurs qui risquent d'être perdues. La diffusion de coqs améliorateurs de type Rhode Island Red ou de type poulet de chair (à peau jaune) a pu avoir lieu dans les provinces des hauts plateaux de l'Ouest entre 1970 et 1980 pour le remplacement des coqs locaux par ces sujets améliorés (Belot et Hardouin, 1981), mais son impact sur les populations actuelles est difficile à évaluer, dans la mesure où les performances des poules locales restent faibles, mais peuvent être limitées par les conditions d'élevage.

L'analyse du polymorphisme moléculaire chez les poules locales du Cameroun permet justement d'analyser rétrospectivement l'histoire des populations échantillonnées et de rechercher une trace de l'introduction passée de génotypes importés.

Tout d'abord, nos résultats montrent une distance génétique importante entre les poules locales et les lignées commerciales, ce qui rejoint les résultats obtenus par Mafeni *et al.* (1997) avec un échantillonnage différent. Si les poules locales sont bien distinctes des poules importées sur le plan génétique, elles ont pu conserver des particularités adaptatives qui pourront être exploitées dans un programme de sélection pour des animaux locaux plus productifs. De plus, l'existence d'une distance génétique importante peut laisser espérer un effet d'hétérosis important en croisement, car plusieurs études ont montré une relation entre l'hétérosis et la distance génétique entre deux populations (Mafeni, 1995).

Toutefois, un certain degré d'introggression est suggéré par le positionnement de certains individus sur l'arbre des ressemblances individuelles. Cependant la population locale du *Cn-NO* semble plus homogène que les autres ; ce résultat peut représenter une réalité biologique et historique d'une population moins soumise aux mélanges avec des populations commerciales. Mais cela peut aussi s'expliquer par des différences de représentativité des animaux échantillonnés, entre d'une part, un échantillonnage facilité par les connaissances antérieures du poulet local dans les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest (zone des hauts plateaux) et donc bien représentatif de ces provinces, et d'autre part, un échantillonnage des populations du Centre, du Sud et de l'Est qui a présenté plus de difficultés, en absence de connaissances préalables sur les populations rencontrées. Les données moléculaires permettent donc d'identifier, parmi les animaux locaux du Centre et du Sud, ceux qui sont potentiellement issus d'événements passés de croisements non contrôlés. On peut donc suggérer que ces animaux ne soient pas utilisés pour un programme de conservation de la poule locale.

Ainsi, les résultats moléculaires apportent une information génétique précieuse qui peut être utilisée pour la conservation des races locales de poules ou leur amélioration génétique tout en tenant compte des valeurs historiques et socioculturelles (Ruane, 1999; Fotsa *et al.*, 2007b).

5.3. PROPOSITIONS POUR AMELIORER L'AVICULTURE VILLAGEOISE

5.3.1. Contextes de l'amélioration des conditions d'élevage des poules locales

5.3.1.1. *Sur le plan managérial.*

Les enquêtes de terrains ont montré que deux systèmes prédominent : le système totalement divagant, livrant les oiseaux aux prédateurs et aux épizooties de toutes sortes, et le système semi divagant, offrant des abris, qui améliore les performances des oiseaux et lutte efficacement contre la prédation et le vol en milieu paysan. Il convient de noter que les performances obtenues en station ne seront atteintes chez les paysans en milieu rural que si le milieu d'élevage peut être amélioré. Il paraît ainsi nécessaire d'apporter une assistance aux fermiers pour garantir un minimum d'entretien des poules dans un logement requérant peu ou pas de moyens. Les habitudes alimentaires des populations de la zone forestière montrent qu'en utilisant les ressources alimentaires et des sous-produits de récoltes, des rations alimentaires peuvent être fabriquées en zone rurale et à coût réduit (Tchakounté *et al.*, 2007 ; Poné et Fotsa, 2007). Une campagne de vaccination des animaux à partir de deux mois aux

multi vaccins (Fotsa *et al.*, 2007c), modifiant ainsi la seule vaccination contre la pseudo peste aviaire telle que antérieurement pratiquée dans les hauts plateaux de l'Ouest (Tchoumboué *et al.*, 2000 ; Ekue *et al.*, 2002) afin d'éviter la lourde mortalité des poules locales pendant les saisons sèches et les intersaisons. Ce lourd tribut peut aller jusqu'à la perte de 50 à 100% d'effectif de poules locales dans certains pays dont la pseudo peste est une maladie endémique (Alders et Pym, 2008). Néanmoins, la vaccination contre ladite maladie demeure obligatoire même si elle n'est pas endémique et apparaît sporadiquement afin d'éviter une éventuelle perte. En milieu contrôlé, il serait souhaitable de suivre le programme de prophylaxie initiée et suivie à la Station de Recherche de Mankon tout en y associant des vaccinations spécifiques et des traitements anti-infectieux. D'autres programmes sont également conseillés par la GTZ/PGPA (2001) pour la vaccination en milieu rural des poules locales et des contrôles des différentes pathologies en Asie du Sud (Prabakaran, 2003). Par ailleurs, une recherche participative en milieu paysan sur le contrôle de la pseudo peste chez la poule locale en Asie et en Afrique a abouti à un excellent modèle de compromis entre le coût, l'efficacité et la facilité de mise en œuvre (Copland et Alders, 2005). En Tanzanie et au Mozambique, l'application d'un tel modèle a apporté une amélioration des conditions de vie des éleveurs, majoritairement féminins, étant donné que l'excédent d'animaux et d'œufs a été, soit vendu pour augmenter leur revenu afin de résoudre différents problèmes familiaux, soit consommé pour augmenter la consommation protéique familiale (Alders *et al.*, 2003; Alders *et al.*, 2005b; Bagnol, 2001 cités par Alders et Pym, 2008).

En outre, il y a un besoin de formation des éleveurs pour l'élevage des poules traditionnelles. Ce besoin est tout aussi évident pour le gouvernement du Cameroun qui doit apporter une assistance pour faciliter l'accès des paysans à l'information, par l'intermédiaire des organismes de vulgarisation agricole.

5.3.1.2. Sur le plan génétique

Les enquêtes ont montré la préférence des éleveurs pour des oiseaux colorés et à deux fins : le coloris varié des plumes et de la peau, la production de viande ou d'œufs ne peuvent être séparés dans leurs motivations. D'une manière générale, la production de viande et celle d'œufs sont des caractères négativement corrélés, comme l'a montré Katulé (1991) en Tanzanie. L'amélioration simultanée des caractères de ponte et de croissance chez la poule traditionnelle ne peut être obtenue rapidement par sélection, cela demanderait des effectifs, et des moyens financiers importants. De plus, les poules locales sont caractérisées par leur comportement de couvaie qui est peu compatible avec une amélioration de la production

d'œufs (Sonaiya et Swan, 2004). Si les animaux issus d'un croisement entre poule locale et poulet industriel peuvent avoir un fort potentiel de production, tel qu'ils peuvent être exploités pour améliorer la performance de l'aviculture villageoise, il est très probable que l'aptitude à la couvaison naturelle diminue, voire disparaisse dans la progéniture issue du croisement de ces deux types génétiques. Il faut donc veiller à maintenir la fertilité et le taux d'éclosion chez les poules locales à des niveaux élevés et supérieurs à 80%.

En plus de leur adaptation aux conditions défavorables de conduite et de gestion d'élevage, certaines différences génétiques considérables existent au sein de ces populations, notamment la couleur du plumage et des pattes et la présence des gènes affectant la répartition des plumes sur le corps tels que *PTI* (patte emplumée), *NA* (cou nu), *F* (frisé) et *MB* (barbes et favori). Certaines de ces différences constituent des atouts qui permettent aux éleveurs de s'y attacher.

5.3.2. Stratégies génétiques d'amélioration des poules locales du Cameroun

5.3.2.1. *Objectif sous-tendu et niveau de production*

A l'origine de ce travail, la caractérisation zootechnique et génétique des races locales camerounaises de la zone forestière humide a été entreprise afin d'obtenir des génotypes adaptés aux différentes conditions de milieu rencontrées (climatiques, techniques, socio-économiques, mais aussi culturelles) ; ces génotypes doivent valoriser les ressources locales dans un système paysan extensif ou semi-intensif.

L'analyse des enquêtes nous a montré l'importance de la diversité des caractères visibles, qui répond à l'attente des éleveurs et des clients. Dans la majorité de cas, les aviculteurs ruraux préfèrent leurs poulets locaux à l'introduction des poulets industriels.

L'objectif d'une stratégie génétique est donc de maintenir la typicité de poulet local attestée par cette diversité 'visible', tout en accroissant les performances zootechniques et en tenant compte des contraintes de l'élevage divaguant. Pour répondre à cet objectif, on peut envisager différentes stratégies : la sélection d'un troupeau pépinière de poulets villageois, la mise en place d'un plan de croisement contrôlé entre poulets villageois et poulet déjà sélectionné, la constitution d'un troupeau synthétique issu du croisement entre poulets villageois et poulets déjà sélectionnés. Il s'agit maintenant de comparer les avantages et inconvénients de chacune de ces solutions, en se référant aux initiatives déjà réalisées dans d'autres pays en développement.

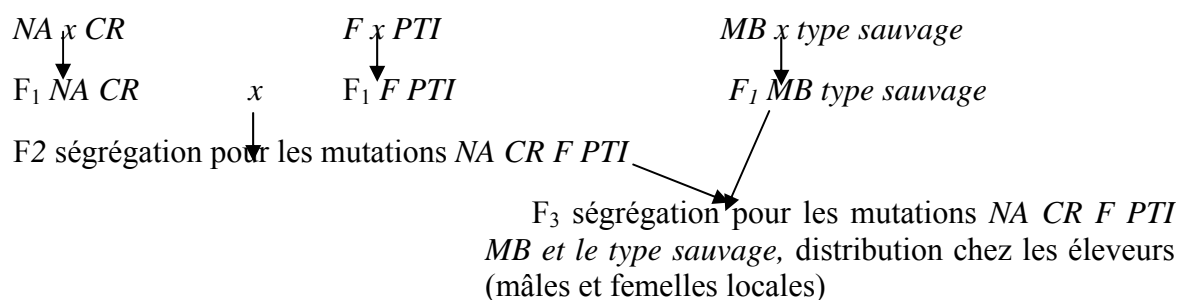
5.3.2.2 *Mise en place d'une sélection de poulets villageois*

Une stratégie d'amélioration doit avoir pour but d'augmenter les produits obtenus, mais les coûts de production ne doivent pas augmenter de façon disproportionnée, sinon le bilan économique ne tiendra pas face aux animaux industriels.

Nous proposons la mise en place d'un troupeau pépinière d'un effectif assez important en station, couplé à un test de descendants en milieu semi-divagant ouvert avec une complémentation alimentaire, associée à un suivi sanitaire strict et contrôlé avec des traitements anti-infectieux pour les animaux vaccinés. La résolution de ces préalables permettra d'avoir des animaux indemnes de toutes maladies infectieuses et aux meilleurs poids corporels. L'effectif important doit permettre de limiter l'augmentation du taux de consanguinité dans le troupeau sélectionné. Compte tenu des préférences des éleveurs, nous envisageons d'utiliser les gènes majeurs seuls ou combinés, afin de maintenir la diversité visible souhaitée mais aussi d'exploiter les avantages économiques de certains de ces gènes, comme le gène Cou Nu sur la thermotolérance. Cela peut se faire à partir du noyau de poules locales constitué pendant ce travail de thèse.

Une première possibilité est de constituer un seul grand troupeau de sélection, en veillant à conserver chez les reproducteurs toutes les mutations morphologiques initialement présentes.

Une autre possibilité est de mettre en place 60 animaux reproducteurs (10 coqs et 50 poules par coq) pour chaque locus *F*, *PTI*, *NA*, *CR*, *MB* et le phénotype sauvage et de conserver tous ces types génétiques en station, soit au total 360 adultes. Le choix de ces mutations est dû au fait que les autres mutations E (extension du noir), S (argenté) et W (peau jaune) sont déjà assez fréquentes et ne risquent pas de disparition pendant la sélection. De plus, des effets positifs des gènes Cou nu (*NA*) et Frisé (*F*) peuvent être utilisés dans les zones soudano sahéliennes et sahéliennes du Cameroun tout en habituant les éleveurs à ces mutations qui, en fait, ne sont pas des tares. Par ailleurs, la tendance générale est que la mutation *PTI* favorise la production des coqs plus lourds et de grande conformation alors que les poules sont de bonnes productrices d'œufs que les poules locales ordinaires. Ainsi donc :



Les critères de sélection seront le poids corporel à 16 semaines chez les coqs pour tous les groupes génétiques. L'indice de consommation sera mesuré par groupe. Pour les groupes génétiques utilisés en lignée femelle dans les croisements, c'est-à-dire les types *CR*, *PTI* et sauvage, la pression de sélection sera principalement portée sur le nombre d'œufs, la masse d'œufs, la solidité et la couleur de la coquille (claire) la qualité interne de l'œuf à 40 semaines et le poids en fin de ponte chez les femelles à 52 semaines. Pour chacun de ces 3 groupes, il faudra contrôler 150 poules pour en sélectionner 50.

Le succès d'un tel programme suppose une bonne continuité dans l'application du protocole. Une difficulté importante sera de gérer 6 groupes en sélection, un compromis pourrait être de ne faire que deux troupeaux sélectionnés, chacun portant 2 ou 3 mutations, un troupeau étant plutôt sélectionné sur la croissance et l'autre sur la ponte, ce qui permettrait de réunir les mutations dans le croisement et de bénéficier de la complémentarité des objectifs de sélection des lignées parentales.

5.3.2.3 Utilisation du croisement

Des protocoles de croisement ont souvent été préconisés et mis en place pour augmenter la productivité des poules locales. C'est le cas en Inde (Khan, 1983, 1994) au Bhutan (Nidup *et al.*, 2005) où des programmes visant à utiliser des coqs améliorés, aux plumages et à peau colorés, ont été mis sur pied pour le remplacement des poulets locaux. Une voie alternative a été expérimentée en Inde, où le Centre de Recherches Avicoles (CARI) a mis en place un programme de croisement entre le coq *Aseel*, de race locale, et des poules sélectionnées par le CARI, les animaux F_1 présentant des performances de ponte améliorées et une très bonne viabilité (Singh *et al.*, 2004). En Egypte, les races locales plus productives ont été mises au point à partir des croisements impliquant la race Fayoumi et la Plymouth Rock barrée pour produire la Dokki 4 à la F_4 ayant les performances améliorées de 4,42% et de 3,52% respectivement pour la production annuelle d'œufs et de poids adulte. De plus, en croisant les mâles Rhode Island Red aux femelles Dokki 4 puis les F_1 croisés aux femelles Fayoumi à la génération suivante suivi d'un test cross à la F_4 , on a obtenu la Golden Montazah et la Silver Montazah en F_5 , les performances de ponte et de croissance se sont très améliorées respectivement de 19,59% et de 45,8% pour la ponte et de 10,12% et de 16,35% pour poids corporel adulte par rapport à la race Fayoumi de départ (Amer, 1990).

Au Bangladesh, un programme important a consisté à mettre en place un programme de distribution d'animaux F_1 issus d'un croisement entre un coq Fayoumi, rustique, et une pondeuse Rhode Island Red (Rahman *et al.*, 1997). Les animaux F_1 , dénommés Sonali, ont

été très appréciés pour leur phénotype, leur meilleure performance et leur bonne viabilité dans les conditions locales. Cependant, les éleveurs ont rencontré des difficultés lorsqu'ils ont souhaité reproduire les animaux F_1 , si bien que, finalement, les éleveurs ont préféré élever des animaux de Fayoumi, et le programme n'a pas permis de valoriser la population locale.

Le succès de ces programmes a généralement été limité par plusieurs facteurs : le refus des paysans d'éliminer leurs animaux, le manque d'assistance aux éleveurs quant au suivi génétique de ces animaux, la perte des caractéristiques de coloration ou de morphologie appréciées chez le poulet local, et des difficultés de reproduction.

Nous proposons de mettre en place un croisement entre les animaux du troupeau pépinière précédemment décrit et les animaux de type label, utilisés en génotype témoin dans ce travail de thèse. En effet, ce génotype label présente plusieurs caractéristiques appréciées par les paysans Camerounais tant du point de vue phanéroptique que sur la conformation et la saveur. Pour obtenir les résultats souhaités, dans les conditions alimentaires, sanitaires et logistiques appropriées, il faut envisager une production à grande échelle des labels simultanément à la sélection des sujets plus productifs portant les gènes majeurs précédemment cités. Dans ce croisement, les labels, oiseaux à croissance lente, apporteront en plus d'une bonne conformation et de la saveur reconnue chez la poule locale, la croissance plus rapide que celle des poules locales, à croissance beaucoup plus lente. La poule locale de son côté apportera la saveur, la résistance aux pathogènes locaux, la rusticité aux conditions difficiles et la couvaison naturelle. L'intérêt du croisement est de pouvoir apporter rapidement une amélioration visible des performances que la sélection du troupeau pépinière ne pourrait produire que plus progressivement (Blackburn, 2007). Les généalogies seront enregistrées pour les deux génotypes, local sélectionné et label ; les performances seront enregistrées pour le label comme pour les poules locales avec le contrôle des phénotypes. Ces mesures permettront une amélioration progressive de performance pondérale et de ponte.

Pour cela, il est nécessaire de maintenir sur place, en station expérimentale au Cameroun, la progéniture des labels et de les utiliser ensuite dans des croisements pour la production d'animaux à deux fins incluant les écotypes locaux. Les poulets labels sont également porteurs de deux gènes majeurs liés au sexe, nanisme (*DW*), et emplumement lent (*K*). Il peut être intéressant de garder ces deux gènes en vue de mettre en place deux types de croisement :

- croisement de mâles label porteurs hétérozygotes du nanisme avec des poules locales normales : 50% des filles nanifiées sont utilisées pour la ponte, 50% des filles normales et tous les fils sont utilisés pour la production de viande ; les animaux F_1 seront plus lourds que

les poules locales, et le gène de nanisme permet d'améliorer la ponte de poules lourdes comme cela a été rapporté chez les fermiers de la côte littorale Kenyane (Njenga, 2005 cité par Besbès (2008)). L'analyse des résultats des composantes des œufs a montré que les labels nains et les poules du Sud ont des valeurs significativement supérieures à celles des autres types génétiques pour l'indice de forme mais la proportion du vitellus chez les locaux est significativement supérieure. Par conséquent, l'utilisation de ce caractère chez les poules locales associée à une production d'œufs plus lourds reconnus chez les labels nains augmenterait la quantité d'éléments nutritifs exportables chez les oiseaux issus du croisement entre ces deux types génétiques tout en gardant un poids corporel élevé. Par conséquent, le produit de ce croisement serait plus approprié à être considéré comme sujet à deux fins que recommandent les éleveurs de la filière avicole locale et les consommateurs Camerounais en général ;

- croisement de mâles locaux avec des femelles label portant la mutation *K*, tous les fils sont de phénotype *K* et toutes les filles sont de phénotype normal, ce qui permet un autosexage à la naissance.

Le devenir des animaux croisés chez les éleveurs devra être particulièrement suivi : ces animaux devraient être identifiés, les mâles ne devraient pas être utilisés pour la reproduction, les œufs de poules ne devraient servir qu'à la consommation. La couleur de coquille devra être notée précisément, car les œufs teintés ne pourront sans doute pas être mis en vente comme des œufs des poules locales. L'objectif est que le produit final soit conforme à celui couramment rencontré en milieu rural rassemblant tous les phénotypes.

Une alternative que nous n'avons pas retenue serait de créer une lignée synthétique en croisant les poules locales et les poulets label, de façon à créer une seule nouvelle population, mais dans ce cas, la ressource locale disparaît en tant que telle. Il semble que ce protocole ait été utilisé en Inde, avec la production commerciale d'un poulet dénommé Kuroiler, issu du croisement entre des poules locales et une lignée importée. Les poussins sont distribués aux femmes qui s'occupent de l'élevage villageois, et les produits sont tous utilisés pour la consommation. La constitution génétique du Kuroiler n'est pas clairement explicitée par les responsables du projet (Communication World's Poultry Congress, 2008, Brisbane).

5.3.2.4. Utilisation de l'introgession et d'échange de coqs

La stratégie d'introgession (croisements retours) ou l'échange de coqs améliorateurs a été utilisée pour améliorer les performances de production chez les poules locales dans les pays en développement. Pour l'introgession, un rapport d'Ouganda montre que la F1 et les

produits (croisés retour avec 25% Bovan Brune) issus des croisements entre la Bovan brune (souche ponte) et de souche locale ont été distribués chez des paysans pour l'amélioration de la croissance juvénile chez cette dernière (Sørensen et Ssewanyana, 2003). L'amélioration du gain quotidien a été obtenue, mais qui par la suite s'est amenuisée jusqu'à s'annuler à l'âge de six mois. En outre le taux de mortalité a été très élevé. Selon la FAO (2004), l'échange de coqs améliorateurs contre les coqs locaux a été réalisé pour l'amélioration des performances de production chez des poules locales en milieu paysan dans certains pays africains ; cette initiative n'a pas apporté de changements notables dans les populations de base en dehors de l'augmentation de la variabilité du coloris du plumage chez les poules locales. En effet, de telles initiatives poseront d'énormes problèmes pour l'acceptation de la qualité du produit final (flaveur, coloration de l'œuf, valeurs socioculturelles et rituelles) par les consommateurs camerounais. En outre, un problème d'adaptation de la souche ou lignée introduite dans les conditions difficiles du village est toujours posé, tel le cas de la Lohmann brune qui, dans les conditions optimales de l'Allemagne, produit 303 œufs pour ne produire que 140 œufs dans les conditions semi intensives (Sørensen, 1997). Ce qui implique que l'amélioration des performances animales locales de poules, sans altérer les caractères morphologiques que recommandent les villageois, ne peut être concluante que si la sélection des caractères de production est effectuée à l'intérieur desdites populations locales (Besbès, 2008).

5.3.3. Conservation des poules locales du Cameroun

D'après FAO (2005), l'objectif de conserver les ressources génétiques locales fait référence à toutes les activités humaines incluant les stratégies, les plans, les politiques et des actions entreprises pour assurer que la diversité des ressources génétiques soit maintenue pour contribuer à répondre aux besoins des populations humaines, en particulier pour la fourniture de protéines animales. Cela s'applique pleinement aux poules locales. La conservation inclut habituellement des mesures *in-situ* pour encourager les éleveurs à conserver le matériel génétique local dans leurs fermes ou leurs villages, mais cela concerne généralement les troupeaux de ruminants. Ce processus est complété par des programmes de conservation *ex-situ*, qui peuvent comprendre la création d'un troupeau conservatoire ou la cryoconservation du matériel génétique.

Située sous la responsabilité du Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales, la législation Camerounaise en matière de la conservation ou de la protection des ressources génétiques avicoles devra tenir compte de l'inventaire des ressources afin d'organiser la conservation. La gestion de troupeaux conservatoires doit éviter autant que

possible une érosion génétique en limitant la consanguinité. En effet, les populations animales de façon globale, et les poules locales en particulier, font partie des races historiques et culturelles devront être préservées (Fimland, 2007). Pour y arriver, il serait souhaitable de former des associations d'éleveurs pour la conservation de populations de poules locales qui pourront être inventoriées et identifiées. Il serait souhaitable de coupler la conservation d'animaux sur pied à la congélation du sperme des mêmes animaux.

De façon générale, un programme structuré de suivi sanitaire et généalogique est indispensable pour le maintien de l'originalité de la population tout en évitant la consanguinité. Si le programme est bien mené, on aboutira à une excellente qualité du produit final pour la filière avicole sinon très rapidement on arrivera à un risque élevé d'insécurité alimentaire (Fimland, 2007) voire de dépendance vis-à-vis des génotypes importés.

**CONCLUSION GENERALE
ET RECOMMANDATIONS**

CONCLUSION GENERALE

L'objectif général de notre étude a été de caractériser les populations de poules locales d'une grande région agro-écologique du Cameroun pour leur meilleure connaissance, dans le but de leur amélioration génétique et de produire des sujets plus productifs dans des conditions villageoises de production. De cette étude il est ressorti que :

- malgré la bonne valorisation des produits des poules locales, qui sont très appréciés, l'aviculture villageoise est handicapée par une faible productivité, un approvisionnement irrégulier de l'eau et d'aliment, l'absence d'habitat adéquat, l'incidence très élevée de maladies ;
- il apparaît que de meilleures performances peuvent être obtenues chez les poules locales si les contraintes relatives aux conditions du milieu sont levées et que la formation des éleveurs est assurée.
- l'importance accordée par les éleveurs aux caractéristiques visibles et gustatives doit être prise en compte pour une stratégie d'amélioration ;
- l'étude de la variabilité génétique des 4 populations de poules camerounaises au niveau moléculaire a montré une grande richesse allélique; aucune structuration géographique n'a pu être clairement identifiée chez les populations locales et on ne peut pas définir de races distinctes. On peut donc proposer un programme de valorisation des poules locales en regroupant les animaux issus des trois provinces étudiées.
- il est souhaitable de mettre en place une stratégie durable de l'amélioration de ces poules locales en milieu contrôlé, et de s'appuyer pour cela sur le troupeau pépinière constitué à la station expérimentale de Mankon ;
- par ailleurs, le poulet label pourrait être utilisé dans des croisements visant à améliorer la conformation des oiseaux locaux sans en affecter le goût qui leur est reconnu, tandis que la bonne aptitude des poules locales à la ponte pourrait être exploitée en croisement avec des coqs labels apportant le gène du nanisme. De cette étude, il ressort que les poulets locaux et les labels possèdent des atouts dont la combinaison pourrait satisfaire les attentes des Camerounais de la filière avicole par la mise sur pied de génotypes adaptés, plus productifs et utilisant les ressources alimentaires locales ;
- il sera nécessaire de poursuivre la caractérisation moléculaire des races de poules locales dans la partie septentrionale du Cameroun afin d'établir un programme de conservation et d'amélioration génétique des races camerounaises mais en gardant en mémoire la diversité génétique associée aux valeurs historiques et socioculturelles des races locales.

RECOMMANDATIONS

Au niveau de la recherche scientifique :

- il est indispensable que soit entreprise la recherche dans les domaines alimentaire,et sanitaire pour constituer un paquet technologique comprenant des formules alimentaires et des méthodes de soins vétérinaires simples. Cette méthode assisterait valablement les paysans à optimiser leur production ;
- conjointement au paquet technologique, il est nécessaire de développer des stratégies d'amélioration et de préservation des poules locales au Cameroun afin de produire des animaux plus performants qui valoriseraient les ressources alimentaires locales dans un système semi-divagant nécessitant peu d'investissements ;
- il est important de continuer l'inventaire et la caractérisation génétique des poules locales d'autres provinces du Cameroun afin d'étudier leurs performances et leurs relations avec les populations étudiées dans ce présent travail;
- dans le but de reconstituer les ressources avicoles locales en cas d'une épidémie telle la grippe aviaire, la préservation de la ressource génétique avicole locale par la mise sur pied d'un conservatoire national de ressource génétique avicole locale devra être entreprise.

Au niveau des décideurs du Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales :

- il serait approprié de produire des petites doses d'antibiotiques et de vaccins (50 doses) thermostables pour des éleveurs éloignés des centres urbains. Des campagnes périodiques de vaccination, de traitements anti-infectieux et parasitaires, associées à la formation continue des agents de vulgarisation devront être entreprises.

Au niveau des éleveurs traditionnels :

- La réussite de la filière avicole au Cameroun passera par l'organisation des éleveurs en structure interprofessionnelle (pour la production et la commercialisation) afin de mettre leurs efforts en commun dans ladite filière sous l'appui du gouvernement;
- pour y arriver, il serait utile de créer des élevages pilotes de démonstration et de formation des éleveurs villageois pour le transfert des résultats de recherche.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdellatif M. A. (1984) Etudes génétiques sur la race Egyptienne de poules Fayoumi et ses croisements. Thèse d'Université Paris-Sud. 163p.
- Abdellatif M. A. (2001) Sexing on down and feather colour in the Dandarawi Egyptian breed. *Br. Poult. Sci.*, **42**, 327-332.
- Adenokum S.D, Sonaiya E.B. (2001) Comparison of the performance of Nigerian chickens from three agro-ecological Zones. *Livestock Research for rural Development*. **13**, 2.
- Adjovi A. (1990) L'aviculture traditionnelle Béninoise. In *CTA Seminar proceeding Small holder Rural Poultry Production*. Thessaloniki, Greece, **2**, 3-11.
- Aganga A.A., Tsoenyane S.O., Molefhe L. (2003) Influence of feed type on egg production of laying chicken. *International Journal of Animal Science*. **2** (4), 256-258.
- Agbédé G., Demey F., Verhulst A., Bell J.G. (1990) Prévalence de la maladie de New Castle dans les élevages traditionnels de poulets au Cameroun. In: *CTA Seminar proceeding on Small holder Rural Poultry Production 9-13 October 1990*. Thessaloniki, Greece, **2**, 49-54.
- Agbédé G.B., Nkenfou J., Mpoame M. (1993) Essais préliminaires d'utilisation de *Kalanchoe crenata* (Crassulacée) dans la prophylaxie et le traitement de la coccidiose aviaire. *Tropicultura* **11**, 107- 109.
- Agbédé G.B., Téguia A., Manjeli Y. (1995) Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. *Tropicultura* **13** (1), 22-24.
- Ahmed A., Hasnath M.A. (1983) A study on the heritability estimates of body weights of indigenous chickens. *Bang. Vet. J.* **17**: 19-24.
- Aini I. (1990) Indigenous chicken production in South East Asia. *World's Poult. Sci. J*, **46**, 51-57.
- Aini I. (2004) Aviculture familiale et influenza aviaire, *Bulletin RIDAF*, **14** (2), 1-3
- Al-Rawi A. A., Al-Athari A.K. (2002) Characteristics of indigenous chickens in Iraq. *AGRI*, **32**, 87-93.
- Alders R.G., Fringe R., Mata B. (2000) Village chicken production in Bilene District, Mozambique: Current practices and problems. In: Sonaiya, E.B. (Ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*. 166-172.
- Alders R., dos Anjos F., Bagnol B. (2002) Controlling new castle disease in village chickens: A training manual, ACIAR monograph N° 86, pp128.
- Alders R.G., Bagnol B., Young M.P. (2007) Technical sound and sustainable new castle disease control in village chickens: lessons learnt over fifteen years: in *Proceedings of the World's Poultry Science Association held on March 5-6, 2007 in Bangkok, Thailand*, 26-33.
- Alders R.G., Pym R.A.E. (2008) Village poultry: still important to millions eight thousand years after domestication, *World Poultry Congress held on 30th June – 4th July, 2008 in Brisbane, Australia*.
- Amer F. (1990) Strains of chickens developed in Egypt during the 1970s. In : *Options Méditerranéennes, Série A/n°7 - L'aviculture en Méditerranée*, 9-14.
- Atteh J. O. (1989) Rural poultry production in Western Middle-Belt region of Nigeria. In: *Proceedings on an International Workshop on Rural Poultry Development in Africa* (Sonaiya, E.B. Ed.), Ile-Ife, Nigeria, pp. 211-220.
- Awuni J.A. (2002) Stratégies for the improvement of rural chicken production in Ghana. In: *Characteristics parameters of Family Poultry Production in Africa. Results of a FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme IAEA*, 33-37.
- B.R.G. (1998) Charte Nationale pour la gestion des ressources génétiques. 100p

- Bacon L.D., Smith E.J., Crittenden L.B., Havenstein, G.B. (1988) Association of slow feathering (K) and an endogenous viral (ev21) gene on the Z chromosome of chickens. *Poult. Sci.*, **67**, 191-197.
- Badudi S.S., Ravindra V. (2002) Productivity of layers and broilers under small farm conditions in Botswana. *Proceedings, 7th WPSA Asian Pacific Conference Gold Coast, Australia*, pp 504-505.
- Bandtaba P., Akouango F., Opoye I. (2006) Etude comparative de la morphologie et de composantes des oeufs issus des écotypes locaux de poulets (*Gallus domesticus*) au Congo-Brazzaville, *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, **4** (1-2), 23-26.
- Banga-Mboko H., Vuong Thi Lan., Pandey V.S., Demey F. (2000) Influence du gène Cou nu sur la résistance des poules pondeuses à la Coccidiose Aviaire. In : Sonaiya, E.B. (Ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 260-268.
- Bantiéni T., Modibo S. (2000) Caractéristiques des Elevages avicoles suivis par l'APEX dans les Cercles de Kangaba et Dioïla: Définition de Rations d'appoint à tester pour l'aviculture villageoise In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 111-131.
- Barker J.S. (1994) A global programme for determining genetic distances among domestic livestock breeds. *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, **21**, 501-508.
- Barker J.S., Moore S.S., Hetzel D.J., Evans D., Tan S.G., Byrne K. (1997) Genetic diversity of Asian water buffalo (*Bubalus bubalis*): microsatellite variation and a comparison with protein-coding loci. *Animal Genetics*, **28**, 103-115.
- Barker J.S.F. (1994) A global protocol for determining genetic distance among domestic livestock breeds. *Proceedings 5th World Congress Genetics Applied Livestock Production*, Guelph, Canada, **21**, 501-508.
- Barua A., Howlider M.A.R., Yukiniri Yoshimura. (1998) Indigenous Naked neck fowl of Bangladesh. *World's Poult. Sci. J.*, **54**, 279-285.
- Barua A., Yoshimura Y. (1997) Rural poultry keeping in Bangladesh, *World's Poult. Sci. J.*, **53**, 387-394.
- Bateson W. (1902) Experiments with poultry. *Poult. Rep. Evol. Com. R. Soc.*, **1**, 87-124.
- Bateson W., Punnett R.C. (1906) Experimental studies in the physiology of heredity. *Poult. Rep. Evol. Com. R. Soc.* III.
- Beard C.W., Hanson R.P. (1988) New castle disease. In: M.S. Hofstad, (Ed). *Disease of poultry*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 452-470.
- Beaumont C., Chapuis H. (2003) Génétique quantitative et Sélection: Evolution des méthodes et des caractères, *Journées de la Recherche Avicole*, (Tours), **5**, 347-354.
- Becker W.A., Spencer J.V., Mirosh L.W., Verstrate J.A. (1984) Genetic variation of abdominal fat, body weight in a female broiler line. *Poult. Sci.* **63**, 607-611.
- Behl R., Shcoran N., Bebl J., Vijn R.K. (2006) Genetic analysis of Ankamali pigs of India using microsatellite markers and their comparison with other domesticated Indian pig types, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **123**, 131-135.
- Belkhir K., Borsa P, Goudet J, Chikhi L, Bonhomme F (2000). GENETIX, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions: CNRS.UPR. 9060. Université Montpellier II, Montpellier, France.

- Belot J., Hardouin J. (1981) Observation sur l'élevage traditionnel du petit ruminant et de la volaille en milieu villageois au Cameroun. Rapport technique provisoire. In : Etude de l'élevage traditionnel Ovin et Avicole en milieu villageois. Projet de recherche au Cameroun. Institut de Médecine Tropicale «prince Léopold» Nationalestraat 155 b- 20, ANVERPEN, Belgique, pp 41.
- Benabdeljelil K., Arfaoui T. (2001) Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flock of Morocco. Current statement and future outlook, *Animal Genetic Resource Information*, **31**, 87-95.
- Benabdeljelil K., Arfaoui T., Johnston P. (2001) Traditional poultry farming in Morocco. 10th International Conference of the Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine (AITVM) "Livestock, Community and environment" Copenhagen Denmark. 133-142.
- Benabdeljelil K., Lahbabi S., Bordas A. (2003) Comparaison de croisements incluant une race locale ou une lignée expérimentale à un témoin commercial pour la production d'oeufs au Maroc. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop*, **56** (3-4):193-198.
- Benabdeljelil K., Mérat P. (1995) Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'oeufs locale: F1 (Fayoumi x Leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Annales de Zootechnie*, **44**, 313-318.
- Benazzouz B., Soulaymani A., Mokhtari A. (1998) Amélioration des performances pondérales du pigeon au Maroc par croisement de deux races locales avec une race d'origine européenne. *Animal Genetic Resource Information*. **24**, 49- 61.
- Berte D. (1987) L'aviculture au Burkina Faso: épidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses aviaires majeures: bilan et perspectives. Thèse E.I.S.M.V., N°4, Dakar, Sénégal.
- Berthouly C., Bed'Hom B., Tixier-Boichard M., Chen C.F., Lee Y.P., Laloë D., Legros H., Verrier E., Rognon X. (2008) Using molecular markers and multivariate methods to study the genetic diversity on local European and Asian chickens breeds. *Animal Genetics*, **39**, 121-129.
- Berthouly C., Rognon X., Nhu Van T., Hoang Thanh H., Vu Chi C., Verrier E., Maillard J.C. (2007) Preliminary characterization of poultry in Ha Giang province. International workshop on domesticated animal biodiversity of Vietnam in the context of globalization, Ha Noi, December 13-14, 2007.
- Besbès B., Protais M. (1995) Evaluation génétique d'une lignée de poule pondeuse, *Journée de la Recherche Avicole* (Paris), **1**, 128-130.
- Besbès B. (2008) Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *Proceedings of World's Poultry Science Congress held on 30th June to 4th July, 2008 in Brisbane*.
- Bessadok A., Khochlef I., El-Gazzah M. (2003) Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie, *Tropicultura*, **21** (4), 167- 172.
- Bitgood J.J., Shoffner R.N., Otis J.S. et Briles W.E., (1980) Mapping of the genes for pea comb, blue egg, barring, silver, and blood groups An E, H and P in the domestic fowl. *Poult. Sci.* **62**, 235-238.
- Bitgood J.J., Somes R.G. Jr. (1990) Linkage relationships and gene mapping, in Crawford R. ed.: *Poultry Breeding and Genetics*, Elsevier, Amsterdam, 469-495.
- Bitgood J.J., Somes R.G. Jr. (1993) Gene map of the chicken (*Gallus gallus*). In: Bizimana N. (1994) Traditional veterinary practice in Africa. Schriftreihe der GTZ, N° 243, Eschborn, Germany.
- Blakburn H.D. (2007) Integrating policies for the management of animal genetic resources with demand for livestock products and environmental sustainability. *Animal Genetic Resources Information*, **41**, 53-64.

- Bonfoh B., Ankers P., Pfister K., Pangui L.J., Toguebaye B.S. (2000) Répertoire de quelques contraintes de l'aviculture villageoise en Gambie et propositions de solutions pour son amélioration. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 201-211.
- Bordas A., Mérat P. (1981) Genetic variation and phenotypic correlations of food consumption of laying hens corrected for body weight and production. *Br. Poult. Sci.* **22**, 25-33.
- Bordas A., Mérat P. (1990) Croissance, production d'œufs et efficacité alimentaire de poulets et de poules hétérozygotes Ff⁺ (plumage frisé) ou f+f⁺ (non frisé) à température ambiante élevée. *Archive. Geflügelk.* **54** (2), 66-69.
- Bouwkamp E.L., Bigbee D.E., Wabeck. C.J. (1973) Strain influences on broiler parts yields. *Poult. Sci.* **52**, 1517-1523.
- Branckaert R.D.S., Guèye E.F. (1999) FAO's programme for support to family poultry production. In: F. Dolberg et P.H. Petersen (eds) *Poultry as a tool in poverty eradication and promotion of gender equality*, pp. 244. Proceedings of a workshop, March 22-26, 1999, Tune Landboskole, Denmark (Also available at <http://www.husdyr.kvl.dk/htm/php/tune99/24-Branckaert.htm>)
- Brumbaugh J.A., Chatterjee. G., Hollander W.F. (1972) Adendric melanocytes: a mutation in linkage group 2 of the fowl. *J. Heredity*, **63**, 19-25.
- Brumbaugh J.A., Hollander W.F. (1965) A further study of the E pattern locus in the fowl. *Iowa Stn. J. Sci.*, **40**, 51-64.
- Brumbaugh J.A., Hollander W.F. (1966) Genetics of buff and related color patterns in the fowl. *Poult. Sci.* **45**, 451-457.
- Brun J.M. (1992) Les bases de la génétique quantitative - Définition et mesure des paramètres du croisement. *INRA Production Animale.*, Hors série, 101-105.
- Buchanan F., Asams L.J., Littlejohn R.P., Maddox J.F., Crawford A.M. (1994) Determination of evolutionary relationships among sheep breeds using microsatellites. *Genomics*, **22**, 397-403.
- Buldgen A., Detimmerman F., Sall B., Compere R. (1992) L'étude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale du Bassin arachidier sénégalais. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **45**, 341-347.
- Bumstead N., Palyga J. (1992) A preliminary linkage map of the chicken genome. *Genomics* **13**, 690-697.
- Burnside J., Liou S.S., Cogburn L.A. (1991) Molecular cloning of the chicken growth hormone receptor complementary deoxyribonucleic acid: mutation of the gene in sex-linked dwarf chickens. *Endocrinol.* **128**, 3183-3192
- Byerly T.C. (1941) Feeds and other costs of producing market eggs. University of Maryland. *Agric. Exp. Sta. Bull.*, n° A 1.
- Caballero A., Toro M.A. (2002) Analysis of genetic diversity for the management of conserved subdivided populations. *Conservation Genetics*, **3**, 289-99.
- Cahaner A. (1996) Improving poultry production under climatic stress. *Proceedings of the XX World Congress*. New Dehli, India, **2-5**, 127-139.
- Cahaner A., Druyan, Deeb N. (2003) Improving broiler meat production, especially in hot climates by genes that reduce or eliminate feather coverage, *Br. Poult. Sci.*, **44** (1): S22.
- Cahaner A., Nitsan Z. (1985) Evaluation of simultaneous selection for live body weight and against abdominal fat in broilers. *Poult. Sci.* **64**, 1257-1263.
- Cahaner A., Yunis R., Deeb N. (1994) Genetics of the feathering and heat tolerance in

- Broilers. IXe Conférence Avicole Européenne, UK Branch of WPSA, Glasgow, **2**, 67-70.
- Carefoot W.C. (1985) Effect of the eumelanin restrictor Db on plumage pattern phenotypes of the domestic fowl. *Br. Poult. Sci.*, **26**, 409-412.
- Carefoot W.C. (1986) Laced and doyle laced plumage pattern phenotypes of the domestic fowl. *Br. Poult. Sci.*, 93-96.
- Chambers J.R. (1990) Genetics of growth and meat production in chickens. In: Crawford (ed), *Poultry Breeding and Genetics*, 599-643.
- Charrier A. (2006) Évolution historique de la notion de ressources génétiques dans le domaine végétal. In: Verrier et Planchenault (Eds), *les Ressources Génétiques à l'Orée des temps nouveaux, BRG*, 18-19.
- Cheng H.H., Levin I., Vallejo R.L., Khatib H., Dodgson J., Crittenden L.B., Hillel J. (1995) Development of a genetic map of the chicken with markers of high utility. *Poult. Sci.*, **74**(11), 1855-74.
- Chung-Ming C, Coville J-C., Coquerelle C., Gourichon D., Oulmouden A., Tixier Boichard M. (2006) Complete association between a retroviral insertion in the tyrosinase gene and the recessive white mutation in chickens. *BMC Genomics*, **7**, 19-34.
- Clinton M. (1994) A rapid protocol for sexing chick embryos. *Animal Genetics*, **25**, 361-362.
- Collins W.M., Thayer S.C., Skoglund W.C. (1955) Breed and strain differences in shank pigmentation in growing chickens. *Poult. Sci.*, **34**, 223-228.
- Colther J.B. (1966) The domestic fowl in ancient Egypt. *Ibis*. 108, pp. 141-146.
- Comité Consultatif National de Ressources Zoo Génétiques (CCNRZ), 2003. Rapport National sur les Ressources Zoo génétiques des animaux de l'élevage au Cameroun. Co-publication de FAO, WAAP, MINEPIA et IRAD, Yaoundé. Miméo, 109p.
- Conroy C., Sparks N., Acamovic T., Joshi A.L., Chandrasekaran D. (2004) Améliorer la productivité des systèmes traditionnels d'aviculture en divagation: contraintes et solutions, *Bulletin RIDAF*, 14 (1) ,11-17.
- Copland J.W., Alders R.G., (2005) The Australian village poultry development programme in Asia and Africa. *World's Poultry Science Journal*, **61**, 31-37.
- Coquerelle G. (2000) Les poules: diversité génétique visible. INRA, pp 181.
- Crawford R. (1990) *Poultry breeding and genetics*, Elsevier, Amsterdam, 1123 p.
- Crawford R. D., Smyth J.R. (1964) Studies on the relationships between fertility and the genes for rose comb in the domestic fowl. *Poult. Sci.* **43**, 1018-1026.
- Creevy L.E. (1991) Supporting small-scale enterprises for women farmers in the Sahel. *Journal of International Development* **3**(4), 355-386.
- Crittenden L.B., Bitgood J.J., Burt D.W., Ponce de Leon F.A. , Tixier-Boichard M. (1996) Nomenclature for naming loci, alleles, linkage groups and chromosomes to be used in poultry genome publications and databases. *Gen. Sel. Evol.*, **28**, 289-297.
- Crooijmans R.P., van Oers P.A., Strijk J.A., van der poel J.J., Groenen M.A. (1996) Preliminary linkage map of the chicken (*Gallus domesticus*) genome based on microsatellite markers: 77 new markers mapped, *Poult. Sci.* **75**, 746-754
- Crooijmans R.P., Vrebalov J., Dijkhof R.J., van der Poel J.J Groenen M.A. (2000) Two-dimensional screening of the Wageningen chicken BAC library. *Mamm Genome*. **11**(5), 360-363.
- Crooijmans R.P.M.A., Dijkhof R.J.M., van der Poel J.J., Groenen M.A. (1997) New microsatellite markers in chicken optimized for automated fluorescent

- genotyping, *Animal Genetics*, **28**, 427-437.
- Dafwang I.J. (1989) A survey of rural production in Lafia area in the middle belt region of Nigeria. *Proceedings of International Workshop on Rural Poultry Production in Africa*, Ile-Ife, Nigeria.
- Danforth C.T.E. (1929) The reaction of dominant white with yellow and black in the fowl. *J. Hered.*, **24**, 301-307.
- Danho T., Bodjo S C., Adon H., Kacou A Couacy-Hymann E. (2002) Amélioration de l'environnement sanitaire de la volaille traditionnelle: cas de la Côte d'Ivoire. In: Characteristics parameters of Family Poultry Production in Africa. Results of a FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme IAEA, 27-32.
- Darlu P., Tassy P. (1993) Reconstitution phylogénétique: concepts et méthodes. Masson, Collection Biologie Théorique, Paris. 245 p.
- Davenport C.B. (1906) Inheritance in Poultry. *J. Exp. Zool.*, **13**, 1-26.
- Davis G.T., Huto D.C. (1953) Observations on the influence of body weight and breast angle on carcass quality in boiler chickens. *Poult. Sci.* **32**, 894 (Abstracts).
- Deaking A., Robertson G. (1935) The inheritance of yellow pigmented heads in domestic fowl. *American Naturalist*, **69**, 378-380.
- Deka R., Kalita N. (2004) Elevage de poulets de chair dans un système semi-divagant en zone rurale d'Assam (Inde), *Bulletin RIDAF*, **14** (2), 4-12.
- Delany M. (2000) Importance of biodiversity preservation for research and industry. In: *Proceedings of the XXI World's Poultry Congress*, Montreal.
- Douaire M., Vignal A., Duclos M., Dambrine G., 2001. Les outils de la génomique et leurs applications en sélection avicole. *Journée de la Recherche Avicole*, Nantes, France, 27-29 mars. **4**, 357-364.
- Doufissa A. (1987) L'élevage avicole traditionnel dans le Mbéré, *Contact*, **4**(3), 85-93
- Dunn L.C., Jull M.A. (1927) On the inheritance of some characters of the Sylky fowl. *J. Genet.*, **19**, 27-63.
- Dunnington E.A., Gal O., Plotsky Y. (1990) DNA fingerprints of chickens selected for high and low body weight for 31 generations. *Animal Genetics*, **21**, 221-231.
- Dunnington E.A., Gal O., Siegel P.B. (1991) DNA fingerprint comparisons between selected populations of chickens. *Poult. Sci.*, **70**, 463-467.
- Duriez B., Sobrier M L., Duquesnoy P., Tixier-Boichard M., Decuypere E., Coquerelle G., Zeman M., Goossens M., Amselem S. (1993) A Naturally Occurring Growth Hormone Receptor Mutation: in Viva and in Vitro Evidence for the Functional Importance of the WS Motif Common to All Members of the Cytokine Receptor Superfamily, *Mol. Endocrino.* **7**, 806-814.
- Ekue F.N., Poné K.D., Mafeni M. J., Nfi A. N., Njoya J. (2002) Survey of the traditional Poultry Production System in Bamenda Area Cameroon. In: *Characteristics parameters of Family Poultry Production in Africa*. Results of a FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme IAEA, 15-25.
- El Houadfi M. (1990) Rapport sur la production avicole et problèmes liés aux élevages traditionnels au Maroc. In: *CTA Seminar Proceedings, Volume 2, Smallholder Rural Poultry Production*, Thessaloniki, Greece, pp.161-171.
- El Zuber E.A. (2000) Performance of village fowls in the Sudan. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 162-165.
- El-Attar A., Mérat P. (1985). Composition corporelle de poulets cou nu ou normalement emplumés : résultats dans un croisement de type chair. *Génétique, Sélection et Evolution*, **17**, 539-548.

- Endeley H.N.L. (1983) Collection, selection, breeding and nutrition of Cameroon indigenous fowl breeds. Progress report. ENSA Nkolbisson – Yaoundé, Cameroon, 1-3.
- Eriksson J., Larson G., Gunnarsson U., Bed'hom B., Tixier-Boichard M., Strömstedt L., Wright D., Jungerius A., Vereijken A., Randi E., Jensen P., Anderson L. (2008) Identification of the Yellow skin gene reveals a hybrid origin of the domestic chicken. *Plos Genetics*, **4**, 1-7.
- Etches, R.T., Hawes R.O. (1973) A summary of linkage relationships and a revised linkage map of the chicken. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, **15**, 553-570.
- Farrell D. (2000) A simple guide to managing village poultry in South Africa, University of Queensland, Australia, pp 56.
- Fechheinmer N.S. (1971) Cytogenetic considerations in animal breeding. *Ann. Génét. Sél. Anim.* **3**, 43-58.
- Fillon V., Morisson M., Zoorob R., Auffray C., Douaire M., Gellin J., Vignal A. (1998) Identification of 16 chicken microchromosomes by molecular markers using two-colour fluorescence in situ hybridization (FISH). *Chromosome Res.*, **6**, 307-313.
- Fimland E. (2007) Genetic diversity and sustainable management of animal genetic resources (AnGRI) globally. *Animal Genetic Resources Information*, **41**, 45-52.
- Food and Agricultural Organisation (2004) Technical guide, edited by E.B. Sonaiya & S.E.J. Swan. Rome.
- Food and Agricultural Organisation (2005) The legal framework for the management of animal genetic resources, FAO Legislative Study, **89**, 72-75.
- Forssido T. (1986) Studies on the meat production potential of some local strains of chickens in Ethiopia. Ph.D Thesis, J.L. University of Gressen.
- Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, Ngou Ngoupayou J.D, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Bordas A. (2007) Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, **55**, 59-73
- Fotsa J-C. (1985) Consommation, croissance et indice de consommation de la progéniture des croisements race Jupiter et Poules locales (mémoire d'Ingénieur Agronome à l'ENSA de Yaoundé - Cameroun.) pp 68.
- Fotsa J-C., Bordas A., Rognon X., Tixier-Boichard M., Poné Kamdem D., Manjeli Y., (2007b) Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances a celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun. *Journée de la Recherche Avicole*, **7**, 414-417.
- Fotsa J-C., Manjeli Y. (2001) Analyse comparée des performances de croissance en claustration des poussins de souche locale, d'une lignée Jupiter et de leurs croisements F1. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, **2**, (2), 181- 192.
- Fotsa J-C., Poné D.K. (2001) Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. *Bulletin RIDAF*, **11**(2), 13-19.
- Fotsa J-C., Rognon X., Tixier-Boichard M., Coquerelle G., Poné Kamdem D., Ngou Ngoupayou J D., Manjeli Y , Bordas A. (2007d) Caractérisation Phénotypique des Populations de Poules Locales (*Gallus Gallus*) de la Zone Forestière Dense Humide à Pluviométrie Bimodale du Cameroun. *Bulletin d'Information sur les Ressources Génétiques*, (in press).
- Fotsa J.C, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Ngou Ngoupayou J.D. (2007a) The State of Cameroon Rural Chickens: Production and Development Perspectives for Poverty Alleviation. *Ghanaian Journal of Animal Science*, Vol 2&3,**1**, 175-180.
- Fotsa J.C., Mérat P., Bordas A. (2001) Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering

- gene on body and feather growth and fatness according to ambient temperature in a Leghorn x brown egg type cross. *Genet. Sel. Evol.* **33**, 659 – 670.
- Fotsa, J-C., Poné D. K. (1999) Besoins énergétiques des poulets de chair élevés en climat Camerounien d'altitude. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, **2**, 129 – 137.
- Fridlansky F., Monoulou J.C. (2006) Ressources génétiques: nouvelle alliance avec le hasard? In : *Les Ressources Génétiques à l'Orée de temps nouveaux*, 4-16.
- Frischknecht C.O., Jull M.A. (1946) Amount of breast meat and live and dressed grades in relation to body measurements in 12-week old purebred and crossbred chickens. *Poult. Sci.* **25**, 330-345.
- Gaddis, A.M., Hankins, O.G. & Hiner, R.L. (1950) Relationship between the amount of composition of press fluid, palatability and other factors of meat. *Food Technology*, **4**, 498
- Goodwin T.L., Andrews L.D., Webb J.E. (1969) The influence of age, sex and energy-level on the tenderness of broilers. *Poult. Sci.* **48**, 548-552.
- Goudet, J. (2001) FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3). Available from <http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>. Updated from Goudet (1995)
- Granevitze Z, Hillel J, Chen GH, *et al.* (2007) Genetic diversity within chicken populations from different continents and management histories. *Animal Genetics* **38**, 576-583.
- Graur D., Li W.H. (2000) *Fundamentals of Molecular Evolution*. 2nd edition Sinauer Associates Inc., Sunderland MA.
- Greenwood A.W. (1927) The blacklesless fowl. *Proc R. Phys. Soc. Edin.*, **21**, 123-129.
- Groenen M.A.M., Crooijmans R.P.M.A. (2003) Structural genomics : Integrating linkage, physical and sequence maps. In: Miur W.M. and Aggrey S.E. (eds): *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology*, 497-548.
- Groenen, M.A., Cheng, H.H., Bumstead, N., Benkel, B.F., Briles, W.E., Burke, T., Burt, D.W., Crittenden, L.B., Dodgson, J., Hillel, J., Lamont, S., Ponce de Leon, F.A., Soller, M., Takahashi, H., Vignal, A. (2000) A consensus linkage map of the chicken genome. *Genome Res.* **10**, 137-147.
- GTZ/PGPA (2001) Elevage de poules de race locale en milieu paysan. Prévenir et traiter les maladies : Comment faire mieux ? pp 51.
- GTZ/PGPA (2002) Evaluation de la phase pilote Elevage amélioré des poules de race locale en milieu paysan dans la région du Centre III, pp 63.
- GTZ/PGPA. (2000) Elevage de poules de race locale en milieu paysan : Comment faire mieux ? pp 27.
- Guerne-Bleich E. (2001) Les organisations non gouvernementales (ONG's) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO): Agir ensemble pour augmenter la production de la volaille dans les pays en voie de développement. *Bulletin RIDAF*, **11** (2), 10-13.
- Guèye E F., Dieng A., Dieng S. (2000) Meat quality of indigenous and commercial chickens in Senegal. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal*, 146-152.
- Guèye E. F. (1999) Hatchability in Africa villages. *International hatchery Practice*, **13** (5), 19-23.
- Guèye E. F. (2003) Aviculture familiale et aviculture industrielle - Coopération au lieu de compétition. *Bulletin RIDAF*, **13** (2), 1-2.
- Guèye E. F. (2005) L'aviculture familiale ne doit plus être une 'moisson cachée'. *Bulletin*

- RIDAF*, **15** (1), 1-2.
- Guèye E. F., Bessei W. (1995) La poule locale sénégalaise dans le contexte villageois et les possibilités d'amélioration de ses performances. In: Sustainable Rural Poultry Production. *Proceedings of an International workshop* held on June 13 – 16, 1995 at the International Livestock Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia, Ed. E B Sonaiya, 112-123.
- Guèye E.F. (1997) Diseases in village chickens: control through ethno-veterinary medicine. *ILEIA Newsletter*, **13**, 20-21.
- Guèye E.F. (1998) Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poult. Sci. J*, **54**, 73-86.
- Guillaume J. (1976) The dwarfism gene dw: Its effects on anatomy, physiology, nutrition, management. Its application to poultry industry. *World's Poult. Sci. J*, **32**, 285-304.
- Gunaratne S.P., Chandrasiri A.D.N., Hemalatha W.A.P.M., Roberts J.A. (1993) The feed resource base for scavenging village chickens in Sri-Lanka. *Tropical Animal Health and Production*, **26**, 249-257.
- Gunnarsson U., Helström A.R., Tixier-Boichard M., Minvielle F., Bed'hom B., Ito S., Jensen P., Rattinka A. (2007) Mutations in SLC45AZ cause plumage color variation in chicken and Japanese quail, *Genetics*, 175-877.
- Haaren Kiso A.V., Horst P., Valle Zarate A. (1988) The effect of frizzle gene « F » for the productive adaptability of laying hens under warm and temperate environmental conditions. *Proceedings 18th World's Poultry Congress*. Nogoya, P. 386-388.
- Haaren Kiso A.V., Horst van P., Valle Zarate A. (1995) Direct and indirect effects of the frizzle gene on the productive adaptability of laying hens. *Animal Research and Development*, **42**, 98-114.
- Haberfeld A., Dunnington E.A., Siegel P.B. (1992) Genetic distances estimated from DNA fingerprints in crosses of White Plymouth Rock chickens. *Animal Genetics*, **23**, 159- 165.
- Haberfeld A., Dunnington E.A., Siegel P.B., Hillel J. (1996) Heterosis and DNA fingerprinting in chickens. *Poult. Sci.* , **75**, 951-953.
- Hajime Nabata. (1997) IFAD's Experience in Supporting Smallholder Poultry Systems. Staff Working Paper 21, August 1997, IFAD, Rome, Italy
- Halima Hassen ., Nesor F.W.C., Tadelle Dessie., Kock de A., Marle-Koster E Van. (2006) Studies on the growth performance of native chicken ecotypes and RIR chicken under improved management system in Northwest Ethiopia, *Livestock Research for Rural Development*, **18**, 6, 1-6 (Retrieved August 9, 2007, from <http://www.cipav.org.co/lrrd18/6/hass18076.htm>)
- Hamet N. et Mérat P., (1982) Etude des particularités de la poule Fayoumi II. –Résistance à la coccidiose (*Eimeria tenella*) des poussins Fayoumi, Rhode Irland Red et leur croisement. *Annales de Génétique et de Sélection Aniamale*, **14**, 453-462.
- Harris D.L., Garwood V.A., Lowe P.C., Hester L.B., Crittenden L.B., Fadly A.M. (1984) Influence of sex-linked feathering phenotypes of parents and progeny upon lymphoid leukosis virus infection status and egg production. *Poult. Sci*, 401-413
- Harthaway H.E., Champagne G.B., Watts A.B., Upp C.W. (1953) Meat yield of broilers of different breeds, strains and crosses. *Poult. Sci.* **32**, 968-977.
- Hartmann C., Johansson K., Strandberg E., Rydhmer L. (2002) Genetic correlation between the maternal effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in White Leghorn line. *Poult. Sci.* **82**,1-8.
- Hartmann C., Strandberg E., Rydhmer L., Johansson K. (2003) Genetic relations of yolk

- proportion and chick weight with production traits in a White Leghorn line. *British Poult. Sci.*, **44** (2), 186-191.
- Henning J., Pym R., Hla T., Kyaw N., Meers J. (2007) Village chicken production in Myanmar- purpose, magnitude and major constraints, *World's Poult. Sci. J*, **63**, 308-322.
- Hill D. H. (1954) Poultry production in Nigeria. *Proceedings 10th World's Poultry Congress*. Edinburgh, Scotland, 318-321.
- Hillel J., Gal O., Schapp P.T. et al. (1991) Genetic factors accountable for line-specific DNA fingerprint bands in quail. In: *DNA Fingerprinting: Approaches and Application* (Eds. Burke, T., Dolf, G., Jeffreys, A.J. and Wolff, R.) Birkhauser, Verlag AG, Basel, pp. 263-273.
- Hillel J., Verrinder Gibbins A.M., Etches R.J., Shaver D. McQ. (1993) Strategies for the rapid introgression of a specific gene modification into a commercial poultry flock from a single carrier, *Poult. Sci.* **72**, 1197-1211.
- Hillier LW, Miller W, Birney E, Warren W, Hardison RC, Ponting CP, Bork P, Burt DW, Groenen MA, Delany ME et al. (2004) Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution. *Nature*, **432**, 695-716.
- Hocking P.M. (2005) Review of QTL mapping results in chickens, *World's Poult. Sci. Journal*, **61**, 215-223.
- Hocking P.M., Gilbert A.B., Walker M., Waddington D. (1987) Ovarian follicular structure of White Leghorns fed at libitum and dwarf and normal broiler breeders fed ad libitum or restricted until point of lay. *Brit Poult. Sci.* **28**, 493-506.
- Horst K. ter. (2002) Amélioration de l'élevage des volailles domestiques au Bangladesh, *Bulletin RIDAF*, **12** (2), 7-18.
- Horst P. (1987) Animal Genetics Resources and potential for resource development in the tropic with special reference to Malaysia. *Malaysia Applied Biology*, **16**, 13-22.
- Horst P. (1988) Native fowl as reservoir for genomes and major genes with direct and indirect effects on productive adaptability. In: *Proceedings 18th World's Poultry Congress* (Nagoya), 99-105.
- Horst P. (1989) Native fowl as reservoir for genomes and major genes with direct and indirect effect on adaptability and their potential for tropical orientated breeding plans. *Archiv fur Geflügelkunde*, **53**, 93-101.
- Horst P. (1990) Report on a mission to IRZ station in Cameroon to recommend breeding research projects to be integrated into IRZ'S on-station programme with special reference to on-going poultry research projects, pp 20.
- Horst P. (1991) Native fowl as a reservoir for genomes and major genes with direct and indirect effects on the adaptability and the potential for tropically oriented breeding plans. A review. 1991. *Animal Research and Development*. Institut für Wissenschaft-liche Zusammenarbeit. Federal Republic of Germany **33**, 63-79.
- Horst P. (1997) Project Co-ordinator. Compendium of results of the CEE-Research Project N° TS3-CT92-0091. Final Workshop at M'Bour Senegal. 12 December 1997, 14-18.
- Horst P., Mathur P.K. (1994) Feathering and adaptation to tropical climates. *Comptes rendus de la IX Conférence Européenne Avicole*, Vol 2, UK Branch of WPSA, Glasgow, 79-82.
- Horst P., Mathur P.K., Valle Zarate A., Wimmers K., Humboldt. (2000) Genetic variability and distance between and within tropical poultry ecotypes and Dahlem Red. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at*

- M'Bour*, Sénégal, 44-48.
- Horst P., Rauen H W. (1986) Significance of the naked neck gen (Na) in poultry breeding in the tropics. *Résumés de la VIIe Conférence Avicole Européenne*, Paris, **1**, 191-195.
- Hossary M. A., Galal E.S.E. (1995) Improvement and adaptation of the Fayoumi Chicken. *Animal Genetic Resource Information*, **14**, 33-41. <http://www.inapg.fr/dsa/uvf/GP/Phi/Phintro.htm>, consulté le 25 mai 2007.
- Hunton P. (2006) 100 years of poultry genetics. *World's Poult. Sci. J*, **62**, 417- 428.
- Huque O.M.E. (2002) People fight poverty-with poultry strategies for family poultry in developing countries. *Proceedings, 7th WPSA Asian Pacific Conference Gold Coast*, Australia, pp. 565- 572.
- Hurst C.C. (1905) Expériences wit poultry. *Poult. Rep. Evol.. Com. R. Soc.*, **2**, 131-154.
- Hutt F B. (1949) Genetic of the fowl. Mc Graw-Hill Book, New-York, 590 p.
- Hutt F.B. (1936) Genetics of the fowl VI. A tentative chromosomal map *Neue Forsch. Tierzucht Abstam. (Duerst Festschrift)* 105-112.
- Ibe S.N. (1990). Increasing rural poultry production by improving the genetic endowment of rural poultry. In: *Rural Poultry in Africa. Proceeding of an international workshop*, 13 – 16 Novemger 1989 in conference Centre, Obefemi Awolowo University, Ile – Ife Nigeria. Ed. by E B Sonaiya,
- IEMVT-CIRAD Ministère de la Coopération et du Développement. (1989) Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique tropicale. Maison – Alford, France, IEMVT-CIRAD, Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement (Fiches techniques, d'élevage tropical N° 2.)
- Ikeobi C.O.N. (1984) The relationship between the physical features of the fowl and its laying performance. M.Sc. Project, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.
- Ikeobi C.O.N., Ozoje M.O., Adebambo O.A., Adenowo J. A. (1997) Modifying genes and their effects in the Nigerian local chicken. Ptilopody and comb type. Paper accepted for the 6th world congress on Genetics applied to livestock Production, Armidale, Australia.
- Ikeobi C.O.N., Ozoje M.O., Adebambo O.A., Adenowo J. A. (2000) Frequencies of Feet Feathering and Comb Type Genes in the Nigerian Local Chicken. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on*. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal, 220-224
- INS-Cameroun. (2001) Institut National des Statistiques : Note annuelle sur le secteur primaire. Agriculture, Elevage, pêche. Pp 30.
- IRAD. (2002) Institut de Recherche Agricole pour le Développement du Cameroun. Rapport du diagnostic discontinu de base des exploitations agro-pastorales dans la province du centre. Pp. 33.
- IRZ (1986) Institut de Recherches Zootechniques. Rapport annuel 1986. 30p
- Islam M.S., Ahmed A.S.I., Asam M.S., Alam M.S. (2005) Genetic analysis of three river populations of catla catla (HAMILTON) using randomly amplified polymorphic DNA markers, *Asian-Australian Journal Animal Science*, **18**, 453-457.
- Iyawa, D. (1988) l'aviculture traditionnelle dans l'Adamaoua Cameroun, thèse université Cheik Anta Diop, Dakar, Sénégal. 68 p.
- Jaap R.G. (1941) Body form in growing chickens. *J. Agric. Res.* **62**, 431-443
- Jaap R.G. (1955) Shank colo rand barred plumage in Columbian colored chickens. *Poult. Sci.* **34**, 389-395.
- Jaap R.G., Renard M.M., Buckingham R.D. (1950a) Heritable differences in meat yield from chicke,s at 12 weeks of age. *Poult. Sci.* **29**, 764 (Abstracts).

- Jaap R.G., Renard M.M., Buckingham R.D. (1950b) Dressed and eviscerated meat yields from chickens at twelve weeks of age. *Poult. Sci.* **29**, 874-880.
- Jaturasitha S., Leangwunta V., Leotaragul A., Phongphaew A., Apichartsrunkoon T., Simasathikul N., Vearasilp T., Worachai L., ter Meulen U. (2002). A comparative study of Thai native chicken and broiler on productive performance, carcass and meat quality: In: *Conference on International Agricultural Research for Development*, Deutscher Tropentag Witzenhausen, October 9-11, 9p.
- Jeffrey F.P. (1974) *Bantam Breeding and Genetics*. SPUR publications, Saiga Publishing, Surrey, England, pp. 308.
- Jego Y., Besbès B., Donal J.L. (1995) Analyse de la variabilité génétique et de la réponse à la sélection dans deux lignées commerciales de poulets de chair, *Journées de la Recherche Avicole* (Paris), **1**, 125-127.
- Jensen H.A. (1996) Semi-scavenging model for rural poultry holding. Proceedings, XX World's Poultry Congress, New Delhi, India, **1**, 61-70.
- Joseph J.K., Balogun, O. O., Famuyima M. A. (1992) Carcass evaluation and organoleptic assessment of quality attributes of some selected Nigerian birds. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, **40**, 97-102.
- Kabatange M.A., Katule A.M. (1989) Rural poultry production system in Tanzania. In: Sonaiya E.B. (Ed.) *Rural poultry in Africa*. Proceeding of an International Workshop, Ile-Ife, Nigeria, 13-16 November, 1989, 171-176
- Kadigi H.J.S., Phoya R.K.D., Safalaoh A.C.L. (1998) Comparative performance of Black Australorp, Malawian local chicken and their F-1 crossbred roasters. *Indian Journal of Animal Sciences*, **68** (4), 366-367.
- Kagami H., Tomita T. (1992) Identification of the female-specific DNA fragments in chickens. *Japanese Poult. Sci.* , **29**, 156-160.
- Kaiser D. (1987) Improvement of traditional poultry keeping in Niger-discussion of two different approaches. Third DLG Symposium on Rural Poultry Production in Hot Climate, 12 June 1987, Hameln, Germany.
- Katule A.M. (1990) Studies on the prospects of improving the performance of the local chicken population in Tanzania by cross-breeding, (Ph.D thesis, Sokoine University of Agriculture).
- Keambou T C, Manjeli Y, Tchoumboue J, Tegua A et Iroume R N 2007: Caractérisation morphobiométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #107*. Retrieved October 15, 2007, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/8/keam19107.htm>
- Keambou T.C. (2006) Caractères morphologiques, mensurations corporelles et diversité phylogénétique de la poule locale (*Gallus gallus*) des hautes terres de l'Ouest Cameroun. Thèse de Master of Science, Université de Dschang-Cameroun, pp 69.
- Kelly P.J., Chituaru D., Rohde C., Majok A., Davelaar F., Mason P.R. (1994) Diseases and management of backyard chicken flocks in Chitungwiza, Zimbabwe, *Avian diseases*, **38**, 626-629.
- Kerje S, Sharma P, Gunnarsson U, Kim H, Bagchi S, Fredriksson R, Schutz K, Jensen P, von Heijne G, Okimoto R et al (2004) The Dominant white, Dun and Smoky color variants in chicken are associated with insertion/deletion polymorphisms in the PMEL17 gene. *Genetics*, **168**, 1507-1518.
- Kerje S., Lind J., Schultz K., Jensen P., Jacobsson L. (2003) Melanocortin I-receptor (MC1R) mutations are associated with plumage colour in chicken. *Anim Genet*, **34**, 241-248
- Khan A.G. (1983) Krishna-J development and characteristics. *Poultry Guide*, **21** (6), 45-

- Khan A.G. (1994) Development of small-bodied coloured bird for tribal and rural areas. Report of ICAR Ad hoc Project, J.N. Agriculture University, Jabalpur M.P., India.
- Khan A.G. (2004) Réplique du poulet indigène avec son acceptabilité sur le marché est un facteur clé en aviculture familiale. *Bulletin RIDAF*, **14** (1): 2-11.
- Kinney T.B.Jr. (1969) A summary of reported estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations for traits of chickens. Agric Handbook N° 363, Agric Res. Service, United States Dep Agric.
- Kitalyi A.J. (1996) Socio-economic aspects of village chicken production in Africa: the role of women, children and non-governmental organisations. Proceedings 20th World's Poultry Congress, Volume 1, New Dehli, India, pp. 35-45.
- Kitalyi A.J. (1997) Village chicken production systems in developing countries: What does the future hold? *World Anim. R.*, **89**, 48-53.
- Knizetová H. (1993) Effects of the sex-linked dwarf gene (dw) on skeletal muscle cellularity in broiler chickens. *Br Poult. Sci.*, **34**, 479-485.
- Kumer D., Sharma R K., Banarjee A K., Singh H. (2002) Egg quality characteristics and their impact on fertility and hatchability in indigenous chickens and their crosses. *7th World congress on Genetic Applied to Livestock Production*. August 19-23. France.
- Ladjali K. (1994) Caryotype de la poule domestique "Gallus domesticus" et incidence des anomalies chromosomiques dans les troubles de la reproduction. Thèse de doctorat. Pp179.
- Lauvergne J.J. (1982) Génétique des populations animales après la domestication : Conséquences pour la conservation des races. *Proc World Cong. Genet. Appl. Livestock Prod.*, **6**, 77-87.
- Laval G., Chevalet C., Pitel F., Amigues Y., Bordas A., Coville J.L., Tixier-Boichard M. (2003) Modélisation et évaluation expérimentale de la diversité génétique neutre ou adaptative dans le cadre de lignées sélectionnées chez la poule. *Les actes du BRG*, **4**, 35-47.
- Laval G., SanCristobal M., Chevalet C. (2002) Measuring genetic distances between breeds: use of some distances in various short term evolution models. *Genetics Selection and Evolution*, **34**, 481-501.
- Le Bihan-Duval E., Mignon-Grasteau S., Millet N., Beaumont C. (1998) Genetic analysis of a selection experiment on increased body weight and breast muscle weight as well as on limited abdominal fat weight, *British Poult. Sci.*, **39**, 346-353.
- Le Viet Ly. (1993) Note on the local animal genetic resources and their conservation in Vietnam. *Animal Genetic ressources Information*, **11**, 23-27.
- Le Viet Ly. (1995) A Review of Animal Research in Vietnam. Exploring approaches to research in the animal sciences in Vietnam (A workshop held in the city of Hue Vietnam 31 July-3 August, editor: W.J. Pryor).
- Leenstra F., cahaner A. (1992) Effects of low, normal, and high temperature on slaughter yield of broilers from lines selected for high weight gain, favourable feed conversion, and high or low fat content. *Poult. Sci.* **71**, 1994-2006.
- Leenstra F.R., Vereijken P.F.G., Pit R. (1986) Fat deposition in a broiler sire strain. 1 phenotypic and genetic variation in, and correlations between, abdominal fat, body weight conversion. *Poult. Sci.* **65**, 1225-1235.
- Leeson S., Summers J.D. (1980) Production and carcass characteristics of the vroier chhiken. *Poult. Sci.* **65**, 1225-1235.
- Li H.F., Chen K.W., Yang N., Song W.T., Tang Q.P. (2007) Evaluation of genetic diversity of Chinese geese revealed by microsatellite markers, *World's Poultry*

- Science Journal*, **63**, 381-390.
- Li H.F., Yang N., Chen K.W., Chen G., Tang Q., Tu Y., Yu Y., Ma Y. (2006) Study on molecular genetic diversity of native duck breeds in China, *World's Poultry Science Journal*, **26**, 603-611.
- Lippincott W.A. (1918) The case of the blue andalousian. *Am nat.*, **52**, 95-115.
- Liu Y-P, Wu G-S, Yao Y-G, et al. (2006) Multiple maternal origins of chickens: Out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **38**, 12-19.
- Lush J. L. (1994) The *Antiquity* genetic nature of differences between groups. In: The Genetics of Populations (Chapman, A.B., Shrode, R.R. and Crow, J.F., Eds), Iowa State University, Annes, Iowa, USA, pp. 248-268.
- MacDonald K., Edwards D.N. (1993) Chickens in Africa: The importance of Qars Ibrim., **67** (256), 584-589.
- MacHugh D.E., Loftus R.T., Bradley D.G., Sharp P.M., Cunningham P. (1994) Microsatellite DNA variation within and among European cattle breeds. Proceedings of the Royal Society. *Series B. Biological Science*, **256**, 25-31.
- MacHugh D.E., Loftus R.T., Cunningham P., Bradley D.G. (1998) Genetic structure of seven European cattle breeds assessed using microsatellite markers. *Animal Genetics*, **29**, 333-340.
- Maeda Y., Okada I., Hasnath M.A., Faruque M.O., Majid M.A., Islam M. N. (1987) Blood protein polymorphism of native fowl and Red jungle fowl in Bangladesh. In: *Genetic Studies on Breed Difference et the Native Domestic Animals in Bangladesh*, Part 2, Hiroshima University, 27-45.
- Mafeni J. M. (1995) Studies on Productivity, Immunocompetence of genetic diversity of naked neck and normal feathered Indigenous Cameroon and German Dahlem Red fowl and their crosses. Ph.D thesis. Pp 111.
- Mafeni. J. Mase., Wimmers K., Horst P. (1997) Genetic diversity in indigenous Cameroon and German Dahlem Red fowl populations estimated from DNA fingerprints. *Archiv für Tierzucht*, **40**, 581 – 589.
- Maho A., Boulbaya N., Etobia J. (2000) Newcastle disease and parasitosis in family chickens in Southern Chad, *INFPD Newsletter*, **10** (1 and 2), 2-6.
- Malécot G. (1948) Les mathématiques de l'hérédité. (Ed) Masson et Cie, Paris, pp63.
- Mallia J. G. (1998) The black Maltese: a Mediterranean light breed of poultry. *Animal Genetic Resource Information*, **24**, 41-48.
- Mallia J. G. (1999). The Peel-Neck chicken of Belize and Guatemala, Central America. *AGRI*, **25**, 73-78.
- Marks H. L. (1981) The sex-linked dwarf gene in broiler chicken industry. *Poult. Sci.* , **60**,1127-1131.
- Marks H. L. (1988) Genetic manipulation of abdominal fat in broilers. *CRC. Critical Rec. Poultry Biol.* **1**, 271-284.
- Mathur P.K., Horst P. (1990) Genetic aspects of adaptation to heat stress. In: Hill W.G., Thompson R., Wooliams A.J. Eds. : *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics applied to Livestock Production*. Endingburg, 286-296.
- McQueen H.A., Siriaco G., Bird A.P. (1998) Chicken microchromosomes are hyperacetylated, early replicating, and gene rich. *Genome Res.*, **8**,621-630.
- Menfo (1981) Studies on the performance of crosses of Warren SSL and indigenous breeds of poultry at Nkolbisson (Project Report, ENSA – Yaoundé), pp 64.
- Mérat P. (1967) Contribution à l'étude la valeur sélective associée à quelques gènes chez la poule domestique. II. Effets maternels. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* **7**, 183-203.
- Mérat P. (1970) Gènes à effet visible et coloration ou épaisseur des coquilles d'oeufs.

- Ann. Gén. Sél. Anim*, **2**, 263-267.
- Mérat P. (1973) Différences de mortalité embryonnaire ou post embryonnaire associées à certains gènes connus chez la poule. *Ann. Gén. Sél. Anim.*, **5**, 39-51.
- Mérat P. (1984) The sex-linked dwarf gene in broiler chicken industry. *World's Poult. Sci. J*, **40**, 10-18.
- Mérat P. (1986) Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's Poult. Sci. J*, **42**, 124-142.
- Mérat P. (1990a) Utilisation des gènes majeurs et des races locales: suggestions pour l'aviculture des pays de la Méditerranée. In *Options Méditerranéennes*, Série A/n°7- L'aviculture en Méditerranée, 15-27.
- Mérat P. (1990b) Effets associés et utilisation de gènes majeurs réduisant la taille chez la poule domestique. *INRA Prod. Anim.* **3** (2), 151-158.
- Mérat P. (1990c) Gènes majeurs chez la poule (*Gallus gallus*): autres gènes que ceux affectant la taille. *INRA Prod. Anim.* **3** (5), 355-368.
- Mérat P. Bordas A. (1982) Etude de la particularité de la poule Fayoumi. I-Performances de ponte en cages individuelles à deux températures. *Ann. Génét. Sél. Anim*, **14** (2), 241-244.
- Mérat P. Bordas A., Ricard F.H. (1980) Composition anatomique, production d'oeufs et efficacité alimentaire de poules pondeuses. Corrélations phénotypiques, *Ann. Génét. Anim*, **12** (2), 191-200.
- Mérat P., Bordas A., L'Hospitalier R., Protais J., Bougon M. (1983) Étude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des oeufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode-Island et F1 en batteries. *Génét. Sél. Evol.*, **15** (1), 147-166.
- Messine O., Tanya V.N., Mbah D. A., Tawah C. L. (1995) Ressources Génétiques Animales du Cameroun. Passé, Présent et Avenir : le cas des ruminants. *AGRI*, **16**, 51-69.
- MINEPI-CIRAD-IEMVT. (1995) Etude du secteur élevage au Cameroun, octobre 1995, Yaoundé, pp 348.
- Minga U.M., Katule A.M., Maeda T., Musasa J. (1989) Potential and problems of the traditional chicken industry in Tanzania, *Proceedings of the 7th Tanzania veterinary scientific conference*, Arusha, 207-215.
- Ministère de la Coopération et du Développement. (1991) Mémento de l'Agronome, 4ème édition, Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement.
- Ministère Français de la Coopération et du Développement. (1989) Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique tropicale. Maison – Alford, France, IEMVT-CIRAD, Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement (fiche technique, d'élevage tropical N° 2), 1-8
- Minvielle F., (1990) Principes d'amélioration génétique des animaux domestiques. Paris, INRA, pp 213
- Minvielle F., (1998) La sélection animale. Collection Presse Universitaire de France, ISBN 2 13 048933 8, pp. 123
- Missohou A., Sow Ngwe-Assoumou C. (1998) Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal, *Animal Genetic Resource Information*, **24**, 63-69.
- Moiseyeva I.G. (1996) The state of poultry genetic resources in Russia. *Animal Genetic Resource Information*, **17**, 81-94.
- Moore J.W. Classen H.L., Smyth J.R. (1978) Further studies on the Db plumage color locus in the fowl. *Poult. Sci.*, **57**, 829-834.
- Moore J.W. Smyth J.R. (1971) Melanotic, key to a phenotypic enigma in the fowl. *J. hered.*, **62**, 214-219.

- Moore J.W. Smyth J.R. (1972) The genetic basis for the birchen pattern in the domestic fowl. *Poult. Sci.* **51**, 214-222.
- Mopate M.Y., Hendrikx P., Imadine Idriss A. (2000) Exploitation des poulets dans la région du Centre –Est du Tchad. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on December 9-13, 1997 at M’Bour, Senegal*, p 214-219.
- Mophosa T., Kusina, J., Kusina, N.T, Makosa, S.M. et Sibana, S., 2002. Effect of housing on chick mortality in smallholder areas of Zimbabwe. *Proceedings, 7th WPSA Asian Pacific Conference Gold Coast, Australia*, 506-510.
- Moran E.T. Jr (1977) Growth and meat yield in Booman K.N., and B.J. Wilson, editors. *Growth and poultry meat production. Brit. Poultry Sci.*, Edinburgh.
- Moran E.T., Orr H.L. Jr., Larmon E. (1970) Dressing, grading and meat yields with broiler chicken breed. *Food Tech.* **24**, 73-78.
- Morejohn G.W. (1955) Plumage color allelism in the ted jungle fowl and related domestic fowls. *Genetic*, **40**, 519-530.
- Morisson M., Denis M., Milan D., Klopp C., Leroux S., Bades S., Pitel F., Vignoles F., Gerus M., Fillon V., Douaud M., Vignal A. (2007) The chicken RH map: current state of progress and microchromosome mapping. *Cytogenet Genome Res.* **117**, 14-21.
- Morisson M., Lemièrre A., Bosc S., Galan M., Plisson-Petit F., Pinton P., Delcros C., Fève K., Pitel F., Fillon V., Yerle M., Vignal A. (2002) ChickRH6: a chicken whole-genome radiation hybrid panel, *Genet. Sel. Evol.* **34**, 521-533.
- Morrison M.A., Sauter E.A., McLaren B.A., Stadelman W.J. (1954) Some factors affecting yield and acceptability of chicken broilers. *Poult. Sci.* **33**, 1122-1125.
- Mpoame M., Tégua A., Nguemfo L. E. (2004) Essai comparé de production d’asticots dans les fientes de poule et dans la bouse de vache. *Tropicicultura*, **22** (2), 84-87.
- Msoffe P.L.M., Minga.U.M., Olsen, J.E., Yongolo M.G.S., Juul-Madsen H.R., Gwakisa, P.S., Mtambo M.M.A. (2001) Phenotypes including immunocompetence in scavenging local chicken ecotypes in Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, **33**, 341-354.
- Msoffe P.L.M., Mtambo M.M.A., Minga U.M., Juul-Madsen H.R., Gwakisa P.S. (2005) Genetic structure among the local chicken ecotypes of Tanzania based on microsatellite DNA typing, *African Journal of Biotechnology*, **4**(8), 768-771.
- Muchadeyi F. C, Eding H, Wollny CBA, *et al.* (2007) Absence of population substructuring in Zimbabwe chicken ecotypes inferred using microsatellite analysis. *Animal Genetics*, **38**, 332-339.
- Muchadeyi F.C., Weigend S., Gondwe T.N., Wollny C.B.A. (2005) Determination of genetic structure of Malawi local chickens using microsatellite markers. In: *The role of biotechnology*. Villa Gualino, Turin, Italy, 5-7 March 2005, 215-216.
- Mukherjee T. K. (1990) Breeding and selection programs in developing countries. *Poultry Breeding and Genetics*. Ed .R.D. CRAWFORD, Amsterdam, Oxford, New-York, Tokyo.
- Musharaf A.N. (1989) Rural poultry production in Sudan. In: *Proceedings of an International Workshop on Rural Poultry Development in Africa* (Sonaiya, E.B. Ed.), 13-16 November 1989, Ile-Ife, Nigeria, pp. 160-165.
- Musharaf A.N. (1990) Rural poultry production in Sudan. In CTA Seminar proceedings on Small holder Rural Poultry production. Thessaloniki, Greece, **2**, 227-232.
- Mwacharo JM, Nomura K, Hanada H, *et al.* (2007) Genetic relationships among Kenyan and other East African indigenous chickens. *Animal Genetics* **38**, 485-490.
- N'dri A L. (2006) Etude des interactions entre génotype et environnement chez le poulet

- de chair et la poule pondeuse. Thèse de doctorat de l'INA-PG. 252p.
- N'dri A L., Mignon-Grasteau S., Sellier N., Beaumont C., M Tixier-Boichard (2007) Influence of the naked neck gene on heat tolerance, growth, body composition, meat quality, and sensory analysis of slow growing broilers, *Livestock Science* (in press).
- Nahm, K.H. (1997) Korean native Ogol fowl. *World's Poult. Sci. J*, **53**, 71-77.
- Ndegwa J.M., Kimani C.W. (1996) Rural poultry production in Kenya: research and development strategies. In: *Proceedings of the 5th Kenya Agricultural Research Institute (KARI) Scientific Conference*, (KARI, Nairobi).
- Ndegwa J.M., Kimani C.W., Siamba D.N., Mukisira E.A., de Jong R. (1999) Characteristics of rural poultry production in different agroecological zones in Kenya. In: *Proceedings of the 6th Biennial Kenya Agricultural Research Institute (KARI) Scientific Conference*, (KARI, Nairobi), 540-547.
- Ndegwa J.M., Mead R., Norrish P., Kimani C.W., Wachira A.M. (2001) Performance of indigenous Kenyan chickens fed diets containing different levels of protein during rearing. *Tropical Animal Health and Production*, **33**, 441- 448.
- Ndegwa J.M., Tchombe T., Kabuage L.W. Mukkibi-Muka G. (1998) Improvement of indigenous poultry production in Sub-Saharan Africa. Paper presented at the International Course on Intensive Poultry Production, held at the Centre for International Agricultural Development Cooperation (CINADCO), Kibbutz Shefasyim, Israel.
- Nei M, Tajima F, Tateno Y (1983) Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. *Journal of Molecular Evolution* **19**, 153-170.
- Nei M. (1972). Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 106, 283–292.
- Nei M. (1987) Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York.
- Ngou Ngoupayou J.D. (1990) Country report on small holder rural poultry production in Cameroon. In: *CTA Seminar proceedings on Small holder Rural Poultry production*, 9-13 october 1990, Thessaloniki, Greece, **2**, 39–41.
- Ngou Ngoupayou J.D. (1995) The role of small-holders in poultry production in Cameroon. *ANRPD Newsletter*, **5**, 3-4.
- Nidup K., Dorji P., Penjor (2005) Une revue critique du développement de l'aviculture à Bhutan. *Bulletin RIDAF*, **12**, 2, 8-16.
- Nthimo A.M. (2004) The phenotypic characterisation of native Lesotho chickens. Magister Scientiae Agriculturae Thesis of University of the Free State. 82p.
- Nuru Miah M.D. (2002) Extension and training support for family poultry development - Proshika experience. *Proceedings, 7th WPSA Asian Pacific Conference Gold Coast*, Australia, pp. 408- 409.
- Nwosu C.C. (1979) Characterization of local chicken of Nigeria and its potential for egg and meat production. In poultry Production in Nigeria, Proc. The first National Seminar on Poultry Production, National Animal Production Research Institute, Shika, P.M.B. 1086, Zaria, Nigeria.
- Nwosu C.C., Ahana J.C. (1987) Identification of sex in local chickens by means of sex-linked inheritance. In: *Animal Production in Nigeria Proceedings, 11th conference*. Nigerian Society of Animal Production, pp 35–40.
- Nys Y., Gautron J., Mc Kee M.D., Garcia-Ruiz J.M., Hincke M. (2001) Biochemical and functional characterisation of eggshell matrix proteins in hens, *World's Poult. Sci J*. **57**, 401-413.
- Oh B.T. (1987) Malaysia: Economic importance. In: Newcastle Disease in poultry: a new Food pellet Vaccine (Ed. Copland, J. W) ACIAR Monograph N° 5, Canberra, pp

83-85.

- Okada A., Maeda Y., Ota K., Namikawa T., Amano T., Kurisawa Y. et al. (1987) Genetical studies on breed difference of the native chickens in Bangladesh. In : *Genetic Studies on Breed Difference and the Native Domestic Animals in Bangladesh*, Part 2, Hiroshima University, 11-26.
- Oluyemi J.A. (1979) Potentialities of the indigenous species of poultry for meat and egg production in Nigeria. In : *Proceedings, 1st Seminar on Poultry Production*, Ahmadu Bello University, 11-13 December 1979, Zaria, Nigeria, 163-180.
- Oluyemi J.A., Roberts F.A. (1979) Poultry production in warm wet climates. Macmillan Tropical Agriculture and Applied Ecology Series. Mcmillan Publishers Ltd. ISBN 0-333-25312-4. 198p.
- Orr H.L. (1955) Effect of strain, sex and diet on dressing percentage and on cooked meat yield of 10 week old broilers. *Poult. Sci.* **34**, 1093-1097.
- Osman S A M., Sekino A., Kobayashi Y., Takenaka W., Kuwayama T., Nishibori M., Yamamoto Y., Tsudzuki M. (2006) The genetic variability and relationships of Japanese and foreign chickens assessed by microsatellite DNA profiling, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, **19**, 10, 1369-1378.
- Pachong (1984) Corrélation entre le poids de l'œuf, poids du poussin à l'éclosion et les performances ultérieures de la race Jupiter à la Station de Nkolbisson. Mémoire d'Ingénieur Agronome. 45p.
- Pandey V.S. (1992) Epidemiology and economics of village poultry production in Africa: Overview. *Conference Proceedings, Village poultry production in Africa*, Rabat, Morocco Pandey, V.S. and Demey, F (Eds), 124-128.
- Paul D.C., Huque Q.M.E. (2000) Production performance of local chickens in Bangladesh. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop held on*. December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal. 286-288.
- Petitjean M., Cochez L.P. (1966) A propos de la subfertilité des coqs homozygotes pour le gène R (crête rosacée). *Comptes rendus du XIII^e Congrès mondial d'aviculture*, Kiev, 125-130.
- Pinard-Van Der Laan M-H., Monvoisin J. L., Pery P., Hamet N., Thomas M. (1998) Comparison of Outbred Lines of Chickens for Resistance to Experimental Infection with Coccidiosis (*Eimeria tenelle*). *Poult. Sci.*, **77**, 185-191.
- Pitel F., Riquet J. (2000) Les marqueurs anonymes et la détection de leur polymorphisme. *INRA Productions Animales*, numéro hors série « *Génétique moléculaire : principes et application aux populations animales* », 45-53.
- Plotsky Y., Cahaner A., Haberfeld A., Lavi U., Hillel Y. (1990) Analysis of genetic association between DNA fingerprint bands and quantitative traits using DNA mixes. *Proceedings IV World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, **13**, 133-136.
- Poné Kamdem D., Fotsa J.C. (2007) Evaluation of Some Leaves and Forages as Egg Yolk Pigments in Cameroon. *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Science*. ISSN 1011-6451 (In press).
- Poné Kamdem D. (1998) Poultry management and marketing of its products. A joint CPDM Sessions Conference. 13th -14th August. Bamenda Congress Hall, Cameroon. 12 p
- Prabakaran R. (2003) Good practices in planning and management of integrated commercial poultry production in South Asia. *FAO Animal Production and Health Paper*, **159**, 53-62.
- Price A.M. (1958) Quantitative studies on Rous sarcoma virus II, mechanism of

- resistance of chick embryos to choricallantoic incubation of Rous sarcoma virus. *Journal of National Cancer Institute*, **20**, 843.
- Protais M., Donal R. (1988). L'amélioration génétique de la poule. In : L'Aviculture Française. Information Technique des Sciences Vétérinaires. Ed. R-Rosset. Pp. 223.
- Pundir R.K., Sahana G., Navani N.K., Jain P.K., Singh R.K., Satish Kumar Dave A.S. (2000) Characterisation of Mebsana Buffaloes in India. *Animal Genetic Resources Information*, **28**, 53-62.
- Punnett R.C. (1923) Heredity in poultry. Mac Millan, London
- Punnett R.C., Bailey P.G. (1918) Genetic studies in poultry. 1. Inheritance of leg-feathering. *J. Genet*, **7**, 203-213.
- Qu Lujiang., Ning Yang., Xianyao Li., Guigang Xu., Juanwei Chen., Hongjie Yang., Longchao Shang., Guiqin Wu., Zhuocheng Hou., Guiyun Xu. (2004) Genetic diversity of 78 Chinese chicken breeds bases on microsatellite analysis. *World Poultry Congress*, June 8-13, 2004. Istanbul, session G7 "Evaluation and conservation of poultry genetic resources".
- R.N.R.Z. (2002) Rapport National sur les Ressources Zoo génétiques des animaux d'élevage du Cameroun. Atelier sous-régional FAO/WAAP sur la préparation du rapport mondial sur les ressources zoo génétiques à N'djamena, Tchad du 20-23 Août 2002. 42p.
- Rahman M., Sorensen P., Jensen H.A., Dolberg F. (1997) Exotic hens under semi-scavenging conditions in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*, **9** (3), 1-11 (<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/3/bang93/htm>, consulté le 16 septembre 2008)
- Rajni R.A., Narhari D. (2002) Backyard farming is still viable in India. *Proceedings, 7th WPSA Asian Pacific Conference*, Gold Coast, Australia, pp. 423-424.
- Ralph G. Somes J.R. (1990) Mutations and major variants of plumage and skin in chickens. In: Crawford (ed): *Poultry Breeding and Genetics*. Elsevier, Amsterdam, 169-208
- Ramlah A.H. (1996) Performance of village fowl in Malaysia. *World's Poult. Sci. J*, **52**, 75-78.
- Ramlah A.H., Kassim H. (1992) Production performance of village chicken. In: *Proceedings of the National IRPA Seminar (Agriculture Sector)*, (Eds Ho, Y.W., Vidyadaran M. K. Abdullah, N. Jainudeen, M.R. and Bahaman, A.R.), **2**, 496-497.
- Ramm G., Balzer, G., Eckert M. V., Hugo R., Massler B., Müller R., Richter J. (1984) Animal Husbandry in East Kalimantan: Integration of animal husbandry into transmigrant farming systems in the middle Mahakam area in East Kalimantan, Indonesia. Fachbereich Internationale Agraentwicklung, Technische Universität Berlin, Berlin Publication, **80**, 4-5.
- Rauen H.W., de los Santos M., Febian P. (1990) Actual situation of the small scale poultry production in rural areas in the Dominican Republic and impving perspectives for the future. In: *Proc. Seminar on Smallholder Rural poultry Production*, Thessaloniki, Greece 9-13 October 1990.
- Rauen H.W., Horst P., Valle-Zarate A. (1986) Bedeutung des gens für Befiederungsreduktion und Nackthalsigkeit (Na) für die produktive Adaptationsverögen von Legehennen unter hoher Temperatur Dauerbelastung. *Archiv f. Geflügelk*, **50**, 235-245.
- Reynolds J. (1983) Estimation of the coancestry coefficient basis for a short-term genetic distance. *Genetics* **105**, 767-769.
- RGA-Cameroun (1984) Recensement général Agricole. Ministère de l'Agriculture,

- Cameroun.
- Ricard F.H., Rouvier R., 1967. Etude de la composition anatomique du poulet de chair. I. Variabilité de la répartition des différentes parties corporelles chez des coquelets *Bresse pile*. *Annale de Zootechnie*, **16**, 23-29.
- Rosenberg N.A., Burke T., Elo K., Feldman M. W., Freidlin P.J., Groenen M.A.M., Hillel J., Mäki-Tianila A., Tixier-Boichard M., Vignal A., Wimmers K., Weigend S. (2001) Empirical evaluation of genetic clustering methods using multilocus genotypes from 20 chicken breeds. *Genetics*, **159**, 699-713.
- Ruane J. (1999) A critical review of genetic distance studies in conservation of animal genetic resources. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **116**, 317-323.
- Rutten M.J.M., Komen H., Deerenberg R.M., Siwck M., Bovenhuis H. (2004) Genetic characterization of four stains of Nile Tilapia (*Oreochromis hiloticus* L.) using microsatellite marker. *Animal Genetics*, **35**, 93-97.
- Safalaoh A.C.L. (1997) Characteristics of indigenous chickens of Malawi, *Animal Genetic Resources Information*, FAO, Rome, **22**, 61-69.
- Safalaoh A.C.L. (2001) Village chicken upgrading programme in Malawi. *World's Poult. Sci. J*, **57**, 179-188.
- Saitou U, Nei M. (1987). The neighbour-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, **4**, 406-425.
- Sall B. (1990) Contribution à l'étude des possibilités d'amélioration de la production en aviculture traditionnelle : Mesure du potentiel de la race et des produits d'un croisement améliorateur. Travail de fin d'études INDR. , Thiès, Sénégal.
- Sambrook J., Russell D.W. (2001) *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory, New York, USA.
- Sarkar K., Bell J.G. (2006) Potentiel du poulet indigène et son rôle dans la lutte contre la pauvreté et dans la sécurité alimentaire pour les ménages ruraux. *Réseau International pour le Développement de l'Aviculture Familiale*, **16** (2), 16-28.
- SAS Institute, 2001. Proprietary Software Release, Version 8.02 (Cary, NC, SAS Institute Inc.)
- Satallings R.L. Ford A.F., Nelson D., Torney D.C., Hildebrand C.E., Moyzis R.K. (1991) Evolution and distribution of (GT)_n repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics*, **10**, 807-815.
- Sauer C.O., (1969) *Agricultural origins and dispersals. The Domestication of Animals and Foodstuffs*. 2nd edition. M.I.T, Press, Cambridge, Massachusetts.
- Saunders, M.J., 1984. *Aviculture traditionnelle en Haute Volta. Synthèse des connaissances actuelles et réflexion autour d'une expérience du développement (1979-1984)*.
- Sauveroche B., Thys E. (1994) Pourquoi et comment préserver les races bovines Namchi et Kapsiki au Cameroun. *Bulletin d'Information sur les Ressources Génétiques Animales*, **13**, 25-40.
- Schmid M., Nanda I., Guttenbach M., Steinlein C., Hoehn H., Scharl M., Haaf T., Weigend S., Fries R., Buerstedde J.M., Wimmers K., Burt D.W., Smith J., A'Hara S., Law A., Griffin D.K., Bumstead N., Kaufman J., Thomson P.A., Burke T.A., Groenen M.A.M., Crooijmans R.P.M.A., Vignal A., Fillon V., Morrisson M., Pitel F., Tixier-Boichard M., Ladjali-Mohammedi K., Hillel J., Mäki-Tanila A., Cheng H.H., Delany M.E., Burnside J., Mizuno S. (2000) First report on chicken genes and chromosomes. *Cytogenetics and Cell Genetics* **94**, 169-218.
- Serebrovsky A.S. (1922) Crossing over involving three sex linked genes in chickens. *American Naturalist*, **56**, 571-572.
- Shanawany M. M., Banerjee A.K. (1991) Indigenous chicken genotype of Ethiopia.

- AGRI, **8**, 84-88.
- Siegel P.B. (1984) Factors influencing excessive fat deposition in meat poultry. 1. Genetics. *Proc. 17th World's Poultry Congress* (Helsinki), 51-52.
- Siegel P.B., Dunnington E. A. (1985) Reproductive complications associated with selection for broiler growth. P 59-72 In: Hill.W.G. Manson, J.M. and Hewitt, D. (Ed) *Poultry Genetics and Breeding. British Poultry Science Symp.* 18.
- Siegel P.B., Haberfeld A., Mukherjee.T.K., Stallard L.C., Marks H.L, Anthony N.B., Dunnington E.A. (1992) Jungle fowl-domestic fowl relationships: a use of DNA fingerprinting. *World's Poult. Sci. J*, **48**, 147-155.
- Singh, D.P., Johri, T.S, Singh, U.B., Narayan, R., Singh, D. (2004) Proceedings of the 22nd World's Poultry Congress, Istanbul Turkey.
- Smyth J.R. Classen H.L., Malone G.W., Moore J.W. (1980) Genetic of the butterfly plumage pattern. *Poult. Sci.* **59**, 2373-2378.
- Smyth R.G., Jr. (1990) Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens. In: Crawford (ed): *Poultry breeding and Genetics*. Elsevier, Amsterdam, 109-168.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. (1973) Numerical taxonomy. Freeman W.H. and Co, San Francisco
- Snedecor G.W, Cochran W.G (1989) Statistical methods. 8th edition. Iowa State University Press Ames, Iowa, USA.
- Sokefun O., Asafa A. (2000) The indigenous poultry of Nigeria: Productivity in specific Areas and Genetic Distance Studies. In: Sonaiya, E.B. (ed). *Issues in Family poultry Research and Development. Proceedings of an International workshop*, held on December 9-13, 1997 at M'Bour, Senegal, 225-231.
- Soltner D. (1981) La production de viande bovine. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 9^{ème} édition, 333 p.
- Somes Jr.R.G., (1988) International registry of poultry genetics stocks. *Storrs Agri. Esp. Sta. Bull.* 476.
- Sonaiya E.B. (1990) The context and prospects for development of smallholder rural poultry production in Africa. *Proceeding of a Seminar on Smallholder Rural Poultry Production*, Thessaloniki, 9 – 13 October, 1990, **1**, 35 – 52.
- Sonaiya E.B. (1997) African Network on Rural Poultry Development: Progress Report, November 1989 to June 1995. *Proceedings ANRPD Workshop*, Addis Ababa, Ethiopia pp. 134-143.
- Sonaiya E.B., Olori V.E. (1989) Village chicken production in south-western Nigeria. In: *Proceedings of an International workshop on Rural poultry Development in Africa* (Sanayia, E.B., Ed), 13-16 November 1989, Ile-Ife, Nigeria, pp. 243-247.
- Sonaiya E.B., Swan S.E.J. (2004) Production en aviculture familiale. Manuel FAO de Production et Santé Animales. Un manuel technique. Ed. FAO, Rome. IBS 92-5-205082-5, pp 136.
- Sørensen P. (1997) Results of the German Random Test 1995/1996. *Dansk Erhvervsfjefkrae*, pp. 239-249.
- Sørensen P; Ssewanyana E. (2003) DANIDA's Agricultural Sector Research Programme and NARO, Uganda, Kampala, Uganda, pp. 172-178.
- Spillman W.J. (1908) Spurious allelomorphism: results of some recent investigation. *American Naturalist* **42**, 610-615.
- SPSS (1996) Statistical Package for social sciences. SPSS users' guide 10.0 SAS Institute inc., Cary NC
- Stallings R.L., Ford A.F., Nelson D., Torney D.C., Hildebrand C.E., Moyzis R.K. (1991) Evolution and distribution of (GT)_n repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics*, **10**, 807-815.

- Stevens L. (1991) Genetics and evolution of domestic fowl. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 306.
- Steverink J. (1993) Appropriate option for genetic improvement of laying hens. *Proceeding of the refresher course on appropriate technology option for small livestock husbandry*. IPC Barneveld College. Bangkok. 76-86.
- Stotts C.E., Darrow M.I. (1952) Yields of edible meat from Cornish crossbreds, non-Cornish crossbreds and purebred broilers. *Poult. Sci.* **31**, 937 (Abstracts).
- Sturtevant A.H. (1912) An experimental dealing with sex linkage in fowl. *J. Exp. Zool.*, **12**, 499-512.
- Supramaniam P. (1988) Economic importance of Newcastle disease vaccine to the village poultry industry in Malaysia. In: Proceedings of the Second Asian/Pacific Poultry Health Conference, Surfer's Paradise, Australia, 23-25 September 1988: *Poultry Diseases*. Pp 551-516.
- Tadelle D., Alemu Y., Peters K.J. (2000) Indigenous chickens in Ethiopia : genetic potential and attempts at improvement. *World Poultry Science Journal*, **56**, 45-54.
- Takahashi H., Nirasawa K., Nagamine Y., Tsudzuki M., Yamamoto Y. (1998) Genetic relationships among Japanese native breeds of chicken based on microsatellite DNA polymorphisms, *Journal of Heredity*, **89**, 543-546.
- Taylor L.W. (1932) An inhibition of gold color in chickens. *Proc. Int. Gen. 6th Congr.* Ithaca, N.Y., **2**, 197-199.
- Tchakounté J., Bopelet M., Ngou Ngoupayou J.D., Dongmo T., Meffeja F., Fotso J.M. (2007) Influence de la consommation de la boue d'huile de palme sur les performances zootechniques des poulets de chair en phase finition. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 18, Article 173. Retrieved October 15, 2007, from <http://www.cipav.org.co/lrrd18/12/tcha> 18173.htm.
- Tchoumboué J., Manjeli Y., Tégua A., Ewane N. J. (2000) Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'ouest Cameroun. *Science Agronomique et Développement*, **2** (1), 6-14.
- Tchoumboué J., Mpoame M., Akamba Ava M. D. G. (1996) Essai comparé de traitement de nématodes de poulet au "Sodivermyl"-Baird et à l'écorce de Combretum Sp. (Combretacée). *Tropicultura*, **14**, 4 - 5.
- Tchoumboué J., Tégua A., Manjeli Y., Djoukam J. (1992) Productivité de l'aviculture intensive au Cameroun : II performances techniques de production industrielle d'œufs de consommation. *Cam. Bull. An. Prod.* **1**, 11-20.
- Tégua A., Manjeli Y., Tchoumboué J., Djoukam J. (1992) Productivité de l'aciculture intensive au Cameroun : Performances techniques de production d'œufs de consommation des petits élevages intensifs. *Cam. Bull. An. Prod.*, **1**, 2-10.
- Tégua A., Mpoame M., Okourou Mba J.A. (2002) The production performance of broiler birds as affected by the replacement of fish meal by maggot meal in the starter and finisher diets. *Tropicultura*, **20** (4), 187-192.
- Teleu Ngandeu E. (1993) L'aviculture Camerounaise: situation actuelle et perspectives d'avenir, *Abstracts, Conseil Technique de l'élevage*, Yaoundé Cameroun
- Teleu Ngandeu E. (1994) Plaidoyer pour l'amélioration de l'aviculture traditionnelle (le cas de la poule domestique locale, *Contact*, **9**, 2, 21-25.
- Teleu Ngandeu E., Ngatchou A. (2006) Première évaluation du Secteur avicole au Cameroun: Structure et importance du secteur avicole commercial et familiale pour une meilleure compréhension de l'enjeu de l'influenza aviaire. Projet OSR/GLO/MUL, Emergency assistance for the control and prevention of avian influenza, FAO, 48p

- Telloni R.V., Jaap R.G., Fechheimer N.S. (1977) Fertility, embryo viability and hatchability of chickens having 23% of the Z translocations to a micro-chromosome. *Poult. Sci.*, **56**, 193-201.
- Tixier-Boichard M. (1992) L'amélioration génétique en France: le contexte et les acteurs. *INRA Prod. Anm*, Hors série "Éléments de génétique quantitative et application aux populations animales", 35-38.
- Tixier-Boichard M. (1994) Poultry Genome mapping-The current state of the art. *World's Poult. Sci. J.*, **50**, 295-297.
- Tixier-Boichard M. (2002) From phenotype to genotype: Major genes in chickens. *World's Poult. Sci. J.*, **58**, 65-75.
- Tixier-Boichard M. (2006) Évolution du concept de ressources génétiques animales. In: Verrier et Planchenault (Eds), les Ressources Génétiques à l'Orée des temps nouveaux, *BRG*, 20-21.
- Tixier-Boichard M., Audiot A., Bernigaud R., Rognon X., Berthouly C., Magdelaine P., Coquerelle G., Boulay M., Ramanantseheno D., Amigues Y., Legros H., Guintard C., Lossouarn J., Verrier E. (2006) Valorisation des races anciennes de poulets : facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaires, *Les Actes du BRG*, **6**, 495-520.
- Tixier-Boichard M., Ayalew W., Jianlin H. (2008) Inventory, characterization and monitoring, *Animal Genetic Resources Information*, **42**, 29-47.
- Tixier-Boichard M., Coquerelle G., Durand-Tardif M., Planchenault D., Jamilloux V., Blesbois E., Boulay M., Chapuis H., Reffay, M. (2001) Biodiversity of domestic birds. *Poult. Sci.* **42**, S29-S31.
- Tixier-Boichard M., Douaire M., Beaumont C., Elsen J.M. (1997) Les dispositifs de détection des gènes contrôlant les caractères quantitatifs (QTL) à l'aide de marqueurs moléculaires et leur utilisation en aviculture, *Journée de Recherche Avicole*, (Tours), **2**, 41-48.
- Tixier-Boichard M., Huybrechts E., Kühn E., Decuypere E., Charrier J., Mongin P. (1989) Physiological studies on the sex-linked dwarfism of the fowl: a review on the search for the gene's primary effect, *Genet. Sel. Evol.*, **21**, 217-234.
- Tobita-Teramoto T., Jang G.Y., Kino K., Salter D.W., Brumbaugh J., Akiyama T. (2000) Autosomal albino chicken mutation (c(a)/c(a)) deletes hexanucleotide (Delta GACTGG817) at a copper-binding site of the tyrosinase gene. *Poult. Sci.*, **79** (1), 46-50.
- Tone M., Sakaki Y., Hashiguchi T., Mizuno S. (1984) Genes specificity extensive methylation of the W chromosome specific repetitive DNA sequences from the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). *Chromosoma*, **89**, 228-237.
- Touraille C., Kopp J., Valin C., Ricard F H. (1981) Qualité du poulet: 1. influence de l'âge et de la vitesse de croissance sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de la viande, *Arch. Geflügelk.*, **45**, 69-76.
- Uryu N, Nagata Y., Ito K. (1989) Research note: Determination of the sex of chickens by a Biotin-labeled desoxyribonucleic acid Probe. *Poult. Sci.*, **68**, 850-853.
- Van Kampen M., (1974) Physical factors affecting energy expenditure in: Energy Requirements of Poultry T.R. Morris and B.M. Freeman, eds.), *British Poult. Sci.* Ltd, Edinburg.
- Van Marle-Köster E., Casey N.H. (2001). Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *AGRI.* **29**, 71-78
- Vanhala T., Tuiskula-Haavisto M., Elo K., Vikki J., Mäki-Tanila A. (1998) Evaluation of genetic variability and genetic distances between eight chicken lines using microsatellite markers. *Poult. Sci.*, **77**, 783-790.

- Veluw K. van (1987) Traditional poultry keeping in Northern Ghana. *ILEIA Newsletter* **3**, 12-13.
- Verrier E. (2006) Gestion et conservation des ressources génétiques animales. In: Verrier et Planchenault (Eds), les Ressources Génétiques à l'Orée des temps nouveaux, *BRG*, 22-25.
- Verrier E., Rognon X. (2000) Utilisation des marqueurs pour la gestion de la variabilité génétique des populations. INRA Productions Animales, Numéro hors série « *Génétique moléculaire : principes et application aux populations animales* », 253-257.
- Verrier E., Rognon X., Rochambeau H et Laloe D. (2005) Les outils et méthodes de la génétique pour la caractérisation, le suivi et la gestion de la variabilité génétique des populations animales. Société d'Ethnozootecnie, Journée d'étude "race en péril", (Beauvais), 1-17.
- Vignal A., Besbes B. (2005) Séquençage du génome de la poule et perspectives d'application en poule pondeuse. *Journée de la Recherche Avicole*, St Malo 6, 506-513.
- Vignal A., Besbes B. (2006) La séquence du génome de la poule et ses applications en sélection. *INRA Prod. Anim.*, **19**, 2, 109-118.
- Wallis J.W., Aerts J., Crooijmans R.P., Layman D., Graves T.A., Scheer D.E Kremitzki C., Fedele M.J., Mudd N.K., Cardenas M., Higginbotham J., Carter J., McGrane R., Gaige T., Mead K., Walker J., Albracht D., Davito J., Yang S.P., Leong S., Chinwalla A., Sekhon M., Wylie K., Dodgson J., Romanov M.N., Cheng H., de Jong P.J., Osoegawa K., Nefedov M., Zang H., McPherson J.D., Krzywinski M., Schein J., Hillier L., Mardis E.R., Wilson R.K., Warren W.C (2004) A physical map of the chicken genome. *Nature*. **432**,761-764.
- Weigend S. Romanov M.N. (2002) The World Watch List for Domestic Animal Diversity in the context of conservation and utilisation of poultry diversity. *World's Poult. Sci. Journal*, **58**, 411-425.
- Weigend S., Romanov M.N. (2001) Current strategies for the assessment and evaluation of genetic diversity in chicken resources. *World's Poult. Sci. J.*, **57**, 275-288.
- Weir BS and Cockerham CC, 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, **38**, 1358-1370.
- West B, Zhou B-X (1988) Did chickens next term go North? New evidence for domestication. *Journal of Archaeological Science*, **15**, 515-533
- Widdowson E.M., (1980) Definitions of growth. In : Lawrence, T.L.J., editor. *Growth in Animals*. Butterworth and Co. Ltd., London.
- Wilson E. O. (1992) *The Diversity of Life*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge. MA, USA.
- Wilson R.T. (1979) Studies on the livestock of Southern Darfur Sudan. VII. Production of poultry under simulated traditional conditions. *Tropical Animal Health and Production*, **11**,143-150.
- Wimmers K, Ponsuksili S, Hardge T, *et al.* (2000) Genetic distinctness of African, Asian and South American local chickens. *Animal Genetics*, **31**, 159-165.
- Wong G.K., Liu B., Wang J., Zhang Y., Yang X., Shang Z., Meng Q., Zhou J., Li D., Zhang J. *et al.* (2004) [International Chicken Polymorphism Map Consortium] .A genetic variation map for chicken with 2.8 million single-nucleotide polymorphisms. *Nature*, **432**(7018), 717-22.
- Wright S. (1922) Coefficients of inbreeding and relationship. *American Naturalist*, **56**, 330-338.
- Yami A. (1995) Poultry production in Ethiopia. *World's Poult. Sci. J*, **51**, 197-201.

- Yunis R., Cahaner A. (1999) The effect of the naked neck (Na) and Frizzle (F) genes on growth and meat yield of broilers and their interaction with ambient temperatures and potential growth rate. *Poult. Sci.* , **78**, 1347-1352.
- Zaza G.H.M. (1992) Poultry and rural development in Egypt. In: Proceedings of the Introductory Seminar on Poultry Development Policy, Barneveld, the Netherlands, pp. 115-118.
- Zein-El-Dein A., Bordas A., Mérat P. (1984) Composition corporelle du poulet cou nu ou normalement emplumé selon le taux protéinique de la ration. *Génétique, Sélection et Evolution*, **16**, 491-502.
- Zein-El-Dein A., Zeiny M., Ayoub H. (1981) Carcass measurements on Naked Neck and normal chicks. *Ann. Génét. Sél. Anim*, **13**, 435-440.

ANNEXES

ANNEXE 1

Formations suivies au cours de la thèse

- Journées des doctorants l'INA P-G des 8 et 9 Décembre 2003 : 14 heures
- Génétique Quantitative et des Populations (Université de Dschang-Cameroun) en 2004: 60 heures
- Cytogénétique (Université de Dschang-Cameroun) en 2004: 30 heures
- Utilisation du SAS (IRAD-Cameroun) du 17 au 27 février 2003 : 70 heures
- Recherche Documentaire et utilisation de EndNote (INRA) du 19 et 20 mars 2007: 14 heures
- Journées des doctorants du Département de Génétique Animale de l'INRA de Jouy-en-Josas du 24 et 25 Avril 2007 : 14 heures.

Participation aux conférences et séminaires

- Journée des doctorants du 8 au 9 décembre 2003 à l'INA-G de France (Un poster)
- Séminaire sur la Revue Scientifique de l'IRAD du 25 au 28 juillet 2005 au Palais des Congrès Yaoundé, Cameroun (Deux communications orales)
- XIIIème conférence de Biosciences du 14 au 16 décembre 2006 à l'Université de Yaoundé 1, Cameroun (Une communication orale)
- 7ème Journée de recherches avicoles de Tours du 28 au 29 mars 2007 (Un poster)
- Journée des doctorants de l'INRA à Jouy-en-Josas du 25 au 26 Avril 2007 (Présentation du projet de thèse)
- Conférence internationale sur le Renforcement de la compétitivité en aviculture en Afrique tenue du 5 au 10 mai 2008 à Dakar, Sénégal. (Deux communications orales)

ANNEXE 2

Publications dans les revues à comité de lecture

- Fotsa J.C**, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Ngou Ngoupayou J.D. (2007) **The State of Cameroon Rural Chickens: Production and Development Perspectives for Poverty Alleviation.** *Ghanaian Journal of Animal Sciences*, vol 2 & 3, **1**, 175-180.
- Fotsa J.C**, Rognon X, Tixier-Boichard M, Ngou Ngoupayou J.D, Poné Kamdem D, Manjeli Y. Bordas A. (2007) **Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.** *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, **55**, 59-73
- Poné Kamdem D et **Fotsa J.C**. (2007) **Evaluation of Some Leaves and Forages as Egg Yolk Pigments in Cameroon.** *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences*. **15** (1) : 36-46.
- Fotsa Jean-Claude**, Bordas André, Rognon Xavier, Tixier-Boichard Michèle, Poné Kamdem Dieudonné, Manjeli Yacouba (2007) **Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances a celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun.** *Journées de la Recherche Avicole*, **7**, 414-417.
- Fotsa J C**, **Poné D K**, **Manjeli Y**, **Obounou Zibi L** and **Zoyuim A M** **2009** Effets du gène d'emplumement lent (K*K) ou rapide (K*N) et des rations protéiniques sur les performances des poulets de chair en zone forestière humide du Cameroun . Volume 21, Article # 6 . Retrieved November 25, 2008, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/01/fots21006.htm>
- Fotsa J.C**, Rognon X, Tixier-Boichard M, G Coquerelle, Poné Kamdem D, Ngou Ngoupayou J D.,

Manjeli Y., Bordas A. (2008) **Caractérisation Phénotypique des Populations de Poules Locales (Gallus Gallus) de la Zone Forestière Dense Humide à Pluviométrie Bimodale du Cameroun.** Animal Genetic Resources information (Sous presse).

Fotsa J C., Poné Kamdem D., Rognon X., Tixier-Boichard M., Manjeli Y., Bordas A. (2008) **Influence de certaines mutations a effets visibles sur les performances ponderales et les mensurations corporelles chez la poule locale de la zone forestiere dense humide,** *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique* (Sous presse)

Communications Scientifiques dans les actes d'ateliers

Poné K D and **Fotsa J C.** (2005) **Evaluation of some leaves and forages as egg yolk pigments in Cameroon.** In proceedings de la XIIème conférence annuelle de Bioscience tenue du 15 au 17 décembre 2005 à l'Université de Yaoundé 1, Cameroun.

Fotsa J.C, Bordas A, Rognon X, Tixier-Boichard M, Ngou Ngoupayou J.D, Poné Kamdem D, Manjeli Y. (2006). **Dynamique de l'exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun.** In: *Proceedings de la 13ème conférence du Comité Camerounais de Biosciences du 14 au 16 décembre 2006 à l'Université de Douala.*

Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, Limi C ., Choupamom J., Tchoumboué J, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Bordas A (2007) **Performances associées aux gènes connus chez la poule locale (gallus gallus) au Cameroun** In : *Proceeding de la 14ème conférence annuelle du comité Camerounais de Bioscience* tenue du 6 au 8 décembre 2007 à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement de Bambui, Bamenda-Cameroun

Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, Limi C, Choupamom J, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Bordas A. (2008) **Etude comparée de la carcasse et de la qualité organoleptique des poulets locaux et d'un témoin label au Cameroun.** *Conférence internationale sur le Renforcement de la compétitivité en aviculture en Afrique* tenue du 5 au 10 mai 2008 à Dakar, Sénégal.

Fotsa J.C, Rognon X, Tixier-Boichard M, Limi C., Choupamom J., Tchoumboué J, Poné Kamdem D, Manjeli Y, Bordas A (2008) **Influence de certaines mutations a effets visibles sur les performances pondérales et les mensurations corporelles chez la poule locale (Gallus gallus) et la souche commerciale de type label en station.** *Conférence internationale sur le Renforcement de la compétitivité en aviculture en Afrique* tenue du 5 au 10 mai 2008 à Dakar, Sénégal.

Posters

FOTSA Jean Claude, 2003. **Caractérisation et valorisation des populations de poules locales du Cameroun.** Poster présenté les 08 et 09 décembre 2003 lors des journées de l'INA PG à Paris, France.

Xavier Rognon, Michèle Tixier-Boichard, André Bordas, Khalid Benabdeljelil, Chih-Fen Chen, **Jean-Claude Fotsa,** Cécile Berthouly, Etienne Verrier, 2005. **Caractérisation et Valorisation des ressources génétiques avicoles des régions chaudes.** Poster présenté lors de la conférence Internationale sur « Biodiversité et Gouvernance » du 24 au 28 Janvier 2005 à Paris, France.

Fotsa Jean-Claude, Bordas André, Rognon Xavier, Tixier-Boichard Michèle, Poné Kamdem Dieudonné, Manjeli Yacouba (2007). **Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances a celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun.** 7^{ème} Journée de la Recherche Avicole de Tours du 28 au 29 mars (Poster).

RESUME

Caractérisation des populations de poules locales (Gallus gallus) au Cameroun.

La caractérisation zootechnique, phénotypique et moléculaire des populations de poules locales des hauts plateaux et des forêts a été menée pour une meilleure connaissance de la variabilité génétique disponible et de leurs potentialités, afin de développer des stratégies d'amélioration et de conservation. Il ressort en milieu paysan que les poules locales représentent 69,4% des espèces élevées sous la responsabilité des femmes (57%). Leur élevage est motivé par leur adaptation au milieu (56%), la qualité des produits locaux (27%) et les traditions culturelles (15%). Les sujets du Sud et de l'Est étudiés sur le terrain ont des poids comparables (1400g chez les mâles et 1160g chez les femelles), mais inférieurs à ceux des animaux du Centre (1665g chez les mâles et 1259g chez les femelles). La ponte annuelle déclarée est en moyenne de 54 œufs au Sud, 51 au Centre et 49 à l'Est et le taux d'éclosion est supérieur à 80%. La diversité phénotypique montre la faible fréquence (1 à 10%) de plusieurs mutations (tarse emplumé, huppe, cou nu, barbe et favoris, frisé, nanisme) alors que la fréquence est plus élevée pour le plumage de couleur noire étendue (locus E) et argenté (locus S). En milieu contrôlé en station, les mâles labels normaux (FR) sont 48,75%, 49,55% et 41,98% plus lourds à 16 semaines d'âge que respectivement ceux du Centre, du Sud et du Nord-Ouest/Ouest (NO/OU). L'indice de consommation entre 12 et 16 semaines d'âge est de 3,16 pour le FR et varie de 3,92 à 4,16 chez les écotypes locaux. Les femelles FR (1550g) et les labels naines FR1 (1260g) sont plus lourdes que la femelle locale (NO/OU) la plus lourde (889g). Les indices de consommation sont de 4,62 (témoins FR et FR1), de 4,94 (Centre), de 4,31 (NO/OU) et de 4,35 (Sud). L'abattage des mâles à 16 semaines montre un taux de gras extrêmement faible chez le label comme chez les écotypes locaux. Le test sensoriel sur les morceaux cuisinés ne montre pas de différence entre label et écotypes locaux pour la tendreté, la jutosité et la flaveur. La mortalité en station a été élevée chez les jeunes mais elle est inférieure à 8% de 18 à 52 semaines d'âges. Chez les femelles adultes, la FR (2604 g) a un poids corporel supérieur à celui de la FR1 (2083 g) tandis que les femelles du NO/OU (1481g), du Centre (1362g) et du Sud (1404g) sont plus légères dans leur ensemble. La masse d'œufs entre 32 et 36 semaines d'âge montre un avantage de la FR1 (875g) et de l'écotype du Sud (803g) par rapport aux autres types génétiques avec toutefois des valeurs comparables entre celles du NO/OU (687g) et de la FR (671g), celle du Centre (722g) étant intermédiaire. Tous ces génotypes montrent de faibles valeurs de consommation résiduelle (-4,70g (Sud), 17,32g (Centre), -50,26g (FR), 11,12g (FR1)) par rapport aux besoins d'entretien et de production. L'emploi de 22 marqueurs microsatellites chez 4 populations locales et 3 lignées commerciales a produit un total de 156 allèles pour une moyenne de 7,09 allèles par locus ; les populations locales présentent une bien plus grande richesse allélique que les commerciales. Chez les populations locales, l'hétérozygotie attendue (H_e) et observée (H_o) varient respectivement de 0,617 à 0,634 et de 0,628 à 0,664. La population du NO/OU semble plus homogène que celles du Centre et du Sud, qui semblent génétiquement plus proches des lignées commerciales. Un programme d'amélioration génétique d'un troupeau pépinière de poules locales est proposé, en combinaison avec un protocole de croisement à court terme avec le poulet label.

Mots clés: Cameroun, poules locales, croissance, ponte, morphologie, polymorphismes moléculaires

ABSTRACTS

Characterization of local chicken populations (Gallus gallus) in Cameroon

Indigenous chickens from the Western Highlands and Humid Forest zones of Cameroon were subjected to zootechnical, phenotypical and molecular characterization in an attempt to better understand their genetic diversity and potential, and also to develop appropriate improvement and conservation strategies. Results showed that in the rural area, local chickens represent about 69.4% of kept species and are catered mostly by women in 57% of cases. Reasons attributed to chicken production centered on their better adaptation (56%), better product qualities (27%), and cultural values (15%). In the Forest zone, birds from South and East Provinces had comparable live weights for cocks (1,400g) and hens (1,160g), but which were lesser than those obtained by birds from the Center Province (1,665g and 1,259g, respectively). Average annual egg production per hen stood at 54 eggs (South), 51 (Center) and 49 (East), while hatchability rate was above 80%. Phenotypic diversity showed low frequencies (1 to 10%) for those mutations like feathered shank, crested head, naked neck, bare and muffled, frizzle, and dwarf; while these frequencies were much higher for extended black plumage (E locus) and silver (S locus). Under control environment on-station, normal label cocks (FR) were 48.75%, 49.55%, and 41.98% heavier at 16 weeks of age than those from Center, South, and North-West (NO/OU), respectively. Food conversion ratios between 12 and 16 weeks of age were 3.16 for FR and varied from 3.92 to 4.16 for local ecotypes. FR hens (1,550g) and dwarf FR (1,260g) were heavier than the heaviest Cameroon local hens from NO/OU (889g). Food conversion ratios stood at 4.62 for both FR and dwarf FR, while they were 4.94 (Center), 4.31 (NO/OU), and 4.35 (South). At 16 weeks of age, carcass fat content was little for all genetic groups. Palatability test on cooked portions showed no difference among treatment groups for parameters of tenderness, juiciness and flavour. Mortality on-station was higher for chicks, but below 8% for birds aged 18 to 52 weeks. Adult hens from FR (2,604g) were heavier than their sisters of dwarf FR (2,083g), while those hens from NO/OU (1,481g), Center (1,362g), and South (1,404g) were generally the lightest. Egg mass between 32 and 36 weeks of birds' age showed advantageous results for dwarf FR (875g) and South ecotype (803g), compared with other ecotypes. Those values obtained from NO/OU (687g) and FR (671g) birds were comparable, while those of birds from Center (722g) were intermediary. All the tested genotypes showed low food intake residual values of -4.7g (South), 17.32g (Center), -50.25g (FR), 11.12g (Dwarf FR), compared to their requirements for maintenance and production. Using 22 microsatellite markers on four (4) local populations and three (3) commercial strains revealed a total of 156 alleles for an average of 7.09 alleles per locus. The number of alleles was greater in the local populations. Further, with these local ecotypes the expected (H_e) and observed (H_o) heterozygosity varied from 0.617 to 0.634 and from 0.628 to 0.664, respectively. Birds from NO/OU were more homogenous than those from Center and South, which in turn were genetically closer to the commercial lines. A genetic improvement programme using a foundation stock of local chicken ecotypes is proposed, coupled with a short-term crossbreeding protocol involving commercial Label chicken lines.

Key words: Cameroon, local chickens, growth, egg production, morphology, molecular polymorphisms.