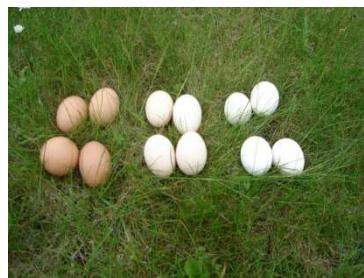




ACADEMIE UNIVERSITAIRE WALLONIE-EUROPE
UNIVERSITE DE LIEGE
FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE
DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES
SERVICES DE BIOSTATISTIQUE, BIOINFORMATIQUE, ECONOMIE ET
SELECTION ANIMALE

Biodiversité avicole dans les pays industrialisés et en développement : caractérisation et étude des performances de production de races gallines locales

Exemple de la Belgique, de l'Algérie, du Vietnam et de la République démocratique du Congo



Poultry biodiversity in developed and developing countries: Characterization and performances of local chicken breeds

Example from Belgium, from Algeria, from Vietnam and from the Democratic Republic of the Congo

Nassim MOULA

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE
DOCTEUR EN SCIENCES VETERINAIRES
ANNEE ACADEMIQUE 2011-2012

« Vedd att walidh, ruh ad awidh, qim ulach »
« Lève-toi et tu verras ; va et tu rapporteras, si tu ne bouges pas, tu
n'auras rien »

Cheikh Mohand Oulhoucine (1836-1901)

Remerciements

Enfin, nous y voici ! Quelle aventure ... Une thèse, est un travail de longue haleine, un défi que l'on se donne à soi-même. Mais c'est surtout une formidable histoire de relations, de rencontres et d'amitié. La pratique de la recherche scientifique vous place souvent face à des questionnements intellectuels et des obstacles techniques. Les solutions se sont imposées par le fruit des multiples contacts que j'ai eu l'occasion de créer avec nombre de personnes passionnées. Cette période de doctorat aura été probablement l'un des plus beaux chapitres de ma vie. J'aimerais remercier celles et ceux qui d'une manière ou d'une autre ont participé à son écriture.

Mes remerciements particuliers à mes promoteurs, les Professeurs Pascal Leroy et Frédéric Farnir et le Docteur Nicolas Antoine-Moussiaux, qui m'ont donné l'opportunité de me lancer dans cette aventure qu'est la recherche et qui ont toujours été de bon conseil pour me faire évoluer. Merci pour votre confiance et votre patience.

La confiance que m'a témoignée le professeur Pascal LEROY en acceptant de diriger mon travail de thèse, le soutien et les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de ce parcours de recherche, ainsi que l'autonomie qu'il m'a laissée, m'ont permis de réaliser cette thèse dans des conditions intellectuelles favorables au questionnement et à l'approfondissement de la pensée. Je désire souligner combien je lui suis redevable de m'avoir donné sa générosité en exemple. Il a su me transmettre sa volonté d'inclure la recherche dans une action au bénéfice des pauvres. Internationalement et unanimement apprécié pour sa gentillesse et sa modestie, il a su me conseiller et me soutenir depuis mon arrivée dans son service. J'ai été particulièrement touché par la priorité qu'il n'a jamais cessée d'accorder à mes multiples sollicitations malgré ses nombreuses obligations. Travailler avec lui est une expérience passionnante, apportant de nouveaux projets régulièrement. C'est un homme orchestre entreprenant que j'apprécie pour son honnêteté et son humanisme. J'espère pouvoir encore relever de nombreux autres défis avec lui dans les prochaines années.

Je voudrais aussi remercier le Professeur Frédéric Farnir, co-promoteur de cette thèse, qui m'a tant soutenu, conseillé et aidé. Merci Fred, tu as toujours eu des paroles justes, encourageantes et réconfortantes. Tu as été un formateur très patient lors de mes durs combats avec cette thèse et tu n'as jamais failli à m'aider et à m'encourager. Si j'ai un regret aujourd'hui, c'est celui de ne pas avoir pu profiter de ton savoir pour apprendre davantage. J'espère en avoir l'occasion à l'avenir pour me rattraper.

Cette thèse ne serait sans doute pas ce qu'elle est sans la collaboration de Nicolas Antoine-Moussiaux. J'ai pris beaucoup de plaisir à travailler à ses côtés : merci à lui pour sa patience, sa disponibilité, sa détermination et son amitié. Cher Nam, un grand merci pour ton appui infailible, ta sagesse et ton aide judicieuse. Tu as su me conseiller et me soutenir depuis mon arrivée en Belgique. Encore merci pour ta contribution, ton dévouement, ton implication et tous les sacrifices consentis. Tu

as travaillé avec moi sans cesse, merci pour ta disponibilité à tout moment et tes encouragements. Tu reconnaîtras, j'en suis certain, la marque indélébile de tes interventions dans l'élaboration des différents travaux de cette dissertation. Merci Nam, pour avoir su me communiquer ta passion pour l'économie et la sociologie et de m'avoir apporté ton soutien en t'engageant à mes côtés dans ce dialogue entre la zootechnie et la socio-économie. Ta manière bien à toi de me pousser continuellement à la remise en question m'a été d'une aide précieuse. J'espère continuer à explorer avec toi de nouveaux domaines.

L'aboutissement du présent travail est le résultat du soutien inestimable de Dr Pascal Nicolas. Un grand merci cher Pascal, tu a toujours su te rendre disponible pour m'aider, malgré l'incroyable démultiplication de tes occupations et à ton agenda hyper-over-surchargé en permanence. Merci Pascal pour tes excellents conseils, tes corrections minutieuses, ton soutien moral, mais aussi pour ta contribution financière, aspect évidemment non-négligeable. Cher ami, tu m'as guidé, soutenu, aidé énormément sur tous les plans pendant toute la période de mes études en Belgique, plus particulièrement dans les moments les plus difficiles de mon séjour. Sans ton soutien, rien n'aurait été possible. J'ai trouvé en toi un ami qui m'a aidé aussi bien dans le travail que dans la vie lorsque j'en avais besoin. Merci à toi et à ta famille, Sophie, Alexandre et Aurélien, pour votre soutien, amitié, générosité et très grande gentillesse. J'ai passé des moments inoubliables chez vous. Vous m'avez toujours ouvert votre maison et accueilli chaleureusement.

A mon cousin, Dr Abdellah Salhi, pour son soutien et son aide précieuse lors de la lecture des manuscrits et les corrections de l'anglais, durant lesquelles j'ai appris beaucoup de choses.

Je trouve ici l'occasion pour remercier mon cher frère et ami, Mamadou Tandiang Diaw, pour son amitié, son aide, son soutien, sa disponibilité et sa gentillesse. Je ne te remercierai jamais assez.

Comme beaucoup le savent, l'orthographe est un de mes nombreux défauts. Et si en lisant cette thèse vous ne trouvez que quelques fautes, la gloire en revient à tous les relecteurs amusés et le plus souvent désespérés qui se sont prêtés au jeu : Pascal Leroy, Nicolas Antoine-Moussiaux, Frédéric Farnir, Pascal Nicolas, Abdellah Salhi, Mamadou Tandiang Diaw, Raja Fares et François-Xavier Philippe.

Cette thèse n'aurait pas vu le jour sans le soutien et les échanges fructueux avec d'autres personnes, en particulier le Pr Johann Detilleux, Dr Ibrahim Njikam, Dr Jean-Marie Beduin, Dr Jean-Marc Larivière, Mr Michel Jacquet, Dr Jean-Luc Hornick, Dr François Cabaraux, Mr Guy Degand, Mr Do Duc Luc, Mr Philippe Leplat, Dr Andy Verelst, Pr Mokrane Iguerouada, Dr Leghel Touazi, Dr Kamel Touati, Nora Izri, Samia Belaïd, Dr Amina Bella, Asma Ait Kaki, Dr Amira (Maya) Kadi, Ir Safia Tennah, Dr Hanine Ayad, Hafid Mesbah, Brahim Moula, Mustapha Moula, Brahim Semar, Karim Semar et le Dr Khaled Bouneb. À eux tous, merci.

Un grand merci à mes amis, François-Xavier Philippe et Nicolas Antoine-Moussiaux, pour leur amitié, leur aide et leur disponibilité. J'associerai à ces remerciements leurs épouses Olivia et Virginie et leurs enfants, Jules, Gaston, Valentin, Martin et Hadrien... Sachez en tout cas que j'ai été

très touché par la sympathie des uns et des autres mais également les valeurs humaines qui vous animent.

Je suis également redevable au Professeur Pierre-Vincent Drion et monsieur Luc Duwez, qui m'ont assuré un travail à l'animalerie de l'Université, ainsi que le Dr Sandrine Vandenput et Madame Evelyne Orban, pour mes emplois au sein de la bibliothèque et de l'administration de la Faculté. Ces emplois me furent vitaux ; les conditions dans lesquelles ils m'ont donné de m'acquitter de mes tâches et leur sincère amitié m'ont été d'un grand réconfort. Comment remercier ceux qui m'ont tout simplement permis de gagner ma vie tout au long de ce périple ? A nouveau, un grand merci pour leur soutien, générosité, amitié, gentillesse ainsi que leurs conseils et encouragements incessants. Merci également à Marie Winandy et tout le personnel de l'animalerie de l'ULg pour leur aide et leur compréhension. Pour la bibliothèque, un grand merci également à Françoise Pasleau, Virginie Smits, Carine Delrée, Florence Willem, André Meunier, Yassine Benchikh, Sébastien Dupont, Tim Constantin et toute l'équipe de la BSV (ULg), pour leur gentillesse et leur soutien. Merci aussi au personnel de l'administration, Véronique Defize et Pascale De Froidmont, Sylvie Henrard, Nathalie Guillaume et tout le personnel de l'administration de la FMV (ULg), pour leur soutien, leur encouragement et leur gentillesse.

Je n'oublierai de remercier pour leur aide pendant la réalisation des analyses des œufs et de la viande à la Faculté vétérinaire, monsieur Guy Degand, madame Jacqueline Thimister (Département des sciences des denrées alimentaires ; FMV, ULg), et madame Aurélia Zizo (Département des productions animales ; FMV, ULg).

Un (immense) merci à Charles Michaux, un collaborateur très spécial, qui m'a ouvert aux joies du SAS (le programme). Il m'aura aussi énormément fait rire, m'aura soutenu et m'aura aidé dans les périodes de doute. Merci quand même pour ses discussions philosophiques et ses tentatives (infructueuses) de conversion de mon régime carné et bibitif.

J'exprime également ma gratitude à François Schmitz et Joëlle Lacroix, pour leur aide, y compris financière, leur gentillesse, leurs encouragements et leur amitié.

Merci à Monsieur Pascal Erpicum de la société COQARD pour le prêt de leurs bâtiments et matériels d'élevage.

Je tiens également à remercier le Centre des Techniques Agronomiques (CTA) de Strée et son directeur, monsieur Pascal Marche, pour leur contribution à la multiplication et la diffusion de la race Ardennaise.

Je tiens à remercier l'ensemble du personnel du laboratoire « Egg Quality and Incubation Research Group » de l'Université Catholique de Louvain (KUL) pour leur concours à la réussite de ce travail. Merci en particulier au Professeur Eddy Decuypere (pour m'avoir accueilli dans son laboratoire), monsieur Kristof Mertens (pour son aide précieuse et sa participation à l'élaboration et à la réalisation de l'étude sur la qualité des œufs), monsieur Catalin Perianu (sans qui je n'aurais pas

réalisé les mesures de solidité de la coquille) et enfin à Inge qui était toujours présente pour m'aider à mesurer la fraîcheur des œufs.

D'autres personnes ont contribué à la réalisation de ce travail, je m'en voudrais de n'avoir pas remercié le Dr Thiery Detobel, Mr Jean-Luc Mulkens, Vincent Verleyen, Farid Moula et Martin Philippart.

Je voulais également exprimer ma gratitude à Mr D.D. Luc, Dr P.K. Dang, Dr V.D. Ton et le Pr D.V. Binh ainsi que les étudiants de la Faculté des sciences animales et d'aquaculture de l'Université Agronomique de Hanoi au Vietnam pour l'accueil chaleureux et les conditions optimales dont j'ai bénéficié, me permettant de ne me soucier que du projet et de l'étude réalisée.

Je voulais exprimer ma gratitude à la société GEORGES FORREST INTERNATIONAL et son entreprise « La Cimenterie de LUKALA » pour l'accueil et les conditions optimales dont j'ai bénéficié me permettant de me consacrer à l'étude réalisée au Bas-Congo. J'exprime également ma gratitude au CAVTK en les personnes de monsieur Max Muland et les docteurs Michel Bonane et Alain Huart pour leur accueil chaleureux à Kinshasa et leur collaboration à la réalisation des enquêtes au Congo. Merci également à Pascale Picron et Nicolas Detiffe pour leur implication dans ce même volet.

Les populations des villages visités lors de mes enquêtes (Algérie, Vietnam et République démocratique du Congo) doivent être également remerciées pour leur accueil lors de mes visites impromptues.

Je remercie également les membres du Département de Productions Animales qui n'ont pas encore été cités ici, Nadine Brunetta, Pr Bauduin Nicks, Pr Marc Vandenheede, pour leur accueil, leur soutien et leur confiance renouvelée lors des derniers mois de ma thèse. Merci également aux nombreux doctorants du département, qui m'ont offert leur amitié et de nombreux moments de détente.

Je dédie ce travail à tous les habitants de mon village, Sidi Yahia, et tous mes amis de Chemini, Sidi Aich, Bejaia, Tizi-Ouzou, Blida, Alger, Algérie, Belgique, France ...

Cinq personnes étaient pour beaucoup dans mon choix des études vétérinaires, mes amis de toujours, Zair Abdelmalek et Larbi Mesbah, Zi Mohand Tahar Djoudad (allah errahmou), Ali Madaci et Zi Lounes Moula. A vous tous, je vous dis merci et je profite de ces lignes pour vous dédier cette thèse.

Je remercie également mes amis et amies, cousins et cousines, oncles et tantes, celles et ceux que je porte dans mon cœur et qui m'ont toujours encouragé et supporté moralement. Je remercie tout particulièrement mon oncle Ali Samar, pour tout ce qu'il fait pour moi.

Je rendrai hommage à toute la famille Moula et en particulier à ma mère ainsi qu'à tous mes frères et sœurs pour leur soutien dans la réussite de ce travail.

Je termine cette liste forcément incomplète en remerciant les membres de mon comité de thèse et les membres de jury, les Professeurs Antoine CLINQUART (Département des Sciences des Denrées Alimentaires ; FMV, ULg), André THEWIS (Département des Sciences agronomiques, Zootechnie, Gembloux ABT, ULg), Jean-Paul DEHOUX (Faculté de Médecine, UCL), Eric THYS (Institut de

Médecine Tropicale d'Anvers) Marie-Louise SCIPPO (Département des Sciences des Denrées Alimentaires ; FMV, ULg), Johann DETILLEUX (Département des Productions Animales ; FMV, ULg), Jean-Luc HORNICK (Département des productions animales ; FMV, ULg), Didier MARLIER (Département Clinique des Animaux de Compagnie et des Equidés FMV, ULg) et Jean-François CABARAUX (Département des Productions Animales ; FMV, ULg) pour avoir accepté de participer à l'évaluation de ce travail.

Merci enfin à tous ceux que j'aurais oublié de citer ici et qui normalement le mériteraient...

***Cette thèse est dédiée à ma famille,
à qui je ne montre mon affection
que trop rarement***

A la mémoire des personnes chères que j'ai perdues

Une pensée pieuse à :

Mon père feu Hocine Moula et ma grand mère Dhrifa Samar, votre absence restera parmi mes plus grandes peines. Depuis tant d'années, depuis le début, vous m'avez accompagné précisément jusqu'ici : puisse ce travail en témoigner. Avec toute l'affection qu'il m'est possible de placer dans ces mots, je vous dédie chacune de ces pages ; toutes vous appartiennent.

*Mes cousins : Yacine Moula, Cissé Amam et Kokou (Thayakout) Moula et mes amis
Mouha Chebbine, Said Sadi et Sabiha Bellache, trop tôt disparus...*

Reposer en paix mes très chers

Vous êtes toujours présents dans mon cœur

Tables des matières

	Page
RÉSUMÉ	I
SUMMARY	XII
1. INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
1^{ERE} PARTIE : EVALUATION DE LA SITUATION ACTUELLE DE LA RACE DE POULE BELGE : ARDENNAISE	7
1. Introduction	8
2. Les races de poules en Belgique (<i>Article de revue, sous presse aux AMV</i>)	10
3. Performances zootechniques de la poule Ardennoise, une race ancienne pour le futur ? (<i>Ann.Méd.Vét., 2009, 153, 66-75</i>)	66
4. L'Ardennoise : statut de la race et de ses variétés (<i>Ann. Méd. Vét., 2009, 153, 231-240</i>)	77
5. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise (<i>International Journal of Poultry Science, 2009, 8 (4), 389-396</i>)	88
6. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens (<i>Arch. Geflügelk., 2010, 74 (3) S. 164–171</i>)	97
7. Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain (<i>International Journal of Poultry Science, 2009, 8(8), 768-774</i>)	106
8. Discussion	114
2^{ÈME} PARTIE: EVALUATION DE LA SITUATION ACTUELLE DE LA POULE LOCALE EN BASSE KABYLIE (ALGÉRIE)	121
1. Introduction	122
2. Backyard poultry in Kabylie (Algeria): from an indigenous chicken to a local poultry breed? (<i>Sous presse à Animal Genetic Resources</i>)	125
3. Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (<i>Thayazit lekvaïel</i>) (<i>Ann. Méd. Vét., 2009, 153, 178-186</i>)	152

4. Discussion	162
3^{ÈME} PARTIE : CARACTÉRISATION DE L'ÉLEVAGE DE LA RACE DE POULE RI AU NORD DU VIETNAM	166
1. Introduction	167
2. The Ri chicken breed and livelihoods in North Vietnam: characterization and prospects (<i>Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics</i> , Vol.112 No.1(2011)57–69)	169
3. Discussion	183
4^{ÈME} PARTIE : CARACTÉRISATION DE L'ÉLEVAGE DE POULE LOCALE DANS LA PROVINCE DE BAS-CONGO	185
1. Introduction	186
2. Aviculture Familiale au Bas-Congo en République Démocratique du Congo (RDC) (<i>Livestock Research for Rural Development</i> , Volume 24, Number 5, 2012)	188
3. Discussion	204
5^{ÈME} PARTIE : DISCUSSION GÉNÉRALE	206
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	210
REFERENCES	217
ANNEXES	225

**Cette thèse est structurée sous forme d'une compilation d'articles
scientifiques publiés ou acceptés pour publication dans des revues
scientifiques à comité de lecteurs :**

Annales de Médecine Vétérinaire,

Archiv Fur Geflügelkunde,

International Journal of Poultry Science,

Animal Genetic Resources,

Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics,

et Livestock Research for Rural Development.

RESUME

Les ressources génétiques animales sont capitales pour le développement durable de la production de volaille. Néanmoins, une érosion graduelle et régulière des ressources génétiques touche les races disponibles à l'échelle mondiale.

L'expansion des maladies et d'épidémies, de catastrophes naturelles, de conflits menaçant également ces ressources, soit par leur disparition directe ou indirecte suite à la dégradation du pâturage et de l'habitat de ces animaux.

Les races de poules traditionnelles contribuent significativement à la production de viande et d'œufs. Les races indigènes représentent plus de 80 % de la population de volaille mondiale (Besbes, 2009). Cependant, la majorité de ces races n'ont pas été décrites et sont mal connues. Selon la FAO, environ 40 % des races aviaires ont un statut de risque inconnu (FAO, 2008). Ainsi, des efforts considérables sont nécessaires pour évaluer ces races.

La gestion efficace des ressources génétiques animales en général et aviaire en particulier, nécessite une identification préalable des races concernées. Mais également, nécessite la connaissance de leurs effectifs (taille des populations), leur distribution géographique (leurs habitats) et, dans le cas où les moyens financiers le permettent, leur diversité génétique.

Le travail qui suit constitue une caractérisation et une valorisation de la poule locale en Kabylie (Algérie), au nord du Vietnam, au Bas-Congo (République Démocratique de Congo) et des différentes variétés de la poule Ardennaise encore existantes en Belgique. Il s'agit de rappeler leurs origines (ou du moins d'évoquer des hypothèses possibles), leur patrimoine génétique visuel (morphologie), leurs performances zootechniques de chair et de ponte et de brosser le portrait des animaux actuels, celui de leurs éleveurs et de leur pratiques d'élevage.

Première Partie : Evaluation de la situation actuelle d'une race de poule belge : Ardennaise

1. Situation actuelle des races de poules belges (article de revue)

La Belgique possède un très riche patrimoine génétique avicole. La poule, avec une quarantaine de races et plusieurs centaines de variétés, tient une place importante dans le bestiaire des races domestiques belges et européennes. Toutefois, ces races de poules traditionnelles figurent parmi les ressources génétiques animales les plus menacées du monde. En effet, seuls les effectifs de deux races belges dépassaient les 1.000 sujets (la Maline : 1.637 et le Barbu d'Anvers : 1.471) et plus de la moitié (52,63 %) des races abordées dans ce travail ne dépassaient guère les 100 sujets par race.

Face à cette dégringolade des effectifs des races belges, une politique de conservation est plus que nécessaire et urgente.

Trois étapes de réactions sont nécessaires pour la conservation des ressources génétiques avicoles belges : inventorier ces races, comprendre leur situation (histoire, évolution et situation actuelle) et enfin agir (sélection, cryoconservation, multiplication...).

2. Caractérisation Morpho-biométrique de l'Ardennaise

- **1ère étude (2ème article original)**

Les animaux utilisés pour la caractérisation morpho-biométrique étaient tous adultes et provenaient des élevages de la société CoqArd et de 5 éleveurs amateurs. Au total, l'étude a porté sur 174 spécimens des huit variétés existantes, Bleu à camail doré (BCD : 18), Saumon bleu doré (BD : 14), Noir à camail argenté (NA : 42), Noir à camail doré (ND : 51), Noir à camail doré et poitrine liserée (NDL : 23), Saumon doré (SD : 12), Saumon argenté (SA : 16) ainsi que la Famennaise (FAM : 7) souvent considérée comme la variété blanche de l'Ardennaise.

Les principaux caractères la race Ardennaise sont : une crête simple (r+p+), de texture plutôt fine, régulièrement dentelée avec 5 à 7 dentelures, de couleur rouge foncée, se détachant bien de la nuque chez les coqs, plus petite et pliée chez les poules, des barbillons et des oreillons rouges foncés, des becs moyens, courbés, principalement de couleur corne foncé, des yeux bruns foncés (br id+/M) avec des paupières noirâtres, un corps allongé, des ailes longues, bien serrées au corps, de longues faucilles, des cuisses minces, des pattes fines de couleur principalement foncée (i+ b+ Mo+ W+ id+/M). La variété blanche d'Ardennaise (la Famennaise) était la plus lourde (2.500 g) avec un poids significativement supérieur ($p < 0,0001$) aux autres variétés qui présentent des poids variant de 1.485 g à 1.690 g. De même, pour les autres paramètres morpho-biométriques, la Famennaise présentait des valeurs significativement supérieures ($p < 0,05$) aux autres variétés.

3. Performances de croissance de la poule Ardennaise

Le présent travail évalue les performances zootechniques de la poule Ardennaise, dans le but d'assurer sa valorisation et sa conservation. Cinq études ont été réalisées dans le but de déterminer la courbe de croissance de l'ardennaise :

- **1ère étude (1^{er} article original)**

L'étude a été réalisée au Centre de sélection de la société CoqArd (Nandrin). Les poussins (114 sujets) ont été élevés au sol sur un parquet recouvert d'une litière de sciure de bois dans le même bâtiment en dur, ventilé mais non climatisé. Ils ont été élevés sous des lampes chauffantes. La température de la pièce était réglée manuellement suivant le comportement des poussins sous la lampe. L'éclairage est maintenu en continu dès le début. Les animaux, variétés toutes confondues, ont été pesés individuellement, une fois par semaine à heures fixes, depuis le jour de l'éclosion (j0) jusqu'à la

semaine 12, à l'aide d'une balance électronique (précision de 0,01 g). L'indice de consommation (IC) a été calculé et la mortalité a été relevée. A douze semaines d'élevage, les poulets présentaient un poids moyen de $1.041,63 \pm 209,31$ g (coqs : $1.149,90 \pm 221,00$ g, poules : $913,88 \pm 89,35$ g). Le Gain Quotidien Moyen (GQM) pour l'ensemble de la période d'élevage et de l'effectif est de 12,04 g. L'indice de consommation (IC) enregistré à la fin de l'élevage est de 4,41. La mortalité enregistrée lors de cette première étude est de 4,38 %.

- **2ème étude (1^{er} article original)**

Cette deuxième étude a été réalisée dans les mêmes conditions d'élevage que la première étude. Cent septante deux poussins ont été suivis pendant 17 semaines d'élevage. Pour avoir des groupes de variétés représentatifs, quatre groupes ont été constitués. Le premier (groupe ND) comportait les variétés noires dorées (liserées ou non liserées); le deuxième (NA) comporte les variétés noires argentées (liserées ou non liserées); le troisième groupe est composé des différentes variétés saumonées; le dernier groupe, relativement peu peuplé, comporte les poulets de la variété bleu dorée. Les poids atteints à 17 semaines d'âge étaient comme suit :

BD : 1.335 ± 97 g (coqs : 1.505 ± 137 g ; poules : 1.165 ± 137 g)

NA : 1.671 ± 32 g (coqs : 1.933 ± 42 ; poules : 1.408 ± 49 g)

ND : 1.506 ± 20 g (coqs : 1.687 ± 30 ; poules : 1.324 ± 26 g)

S : 1.479 ± 38 g (coqs : 1.734 ± 56 ; poules : 1.223 ± 52 g)

Ensuite, les paramètres de la courbe de croissance des quatre groupes de variétés ont été estimés en fonction de sexe, selon l'équation de Gompertz.

Les équations de Gompertz estimées pour l'ensemble de l'élevage sont :

Pour les mâles :

$$Y = 2,1098 e^{-4,5e^{0,0266t}}$$

Pour les femelles :

$$Y = 1,4999 e^{-4,09e^{0,0279t}}$$

- **3ème étude (2ème article original)**

Les performances de croissance de 759 poulets appartenant à sept variétés d'Ardennaise (BCD : 52 ; BD : 66 ; NA : 209 ; ND : 219 ; NDL : 78 ; SD : 53 ; SA : 82) ont été suivis pendant 16 semaines d'élevage. À l'âge de 12 semaines, la variété NA avait présenté des coqs plus lourds que les autres variétés avec un poids moyen de 1.264 g, suivies par les variétés SA et SD avec des poids moyens respectifs de 1.226 g et 1.238 g, des poids significativement supérieurs ($p < 0,05$) aux autres variétés qui n'avaient présenté aucune différence significative entre elles ($p > 0,05$). Les coqs des variétés

BCD, BD, ND et NDL pesaient en moyenne respectivement, après 12 semaines d'élevage, 1.194 g, 1.202 g, 1.188 g et 1.157 g. Chez les poules, le poids moyen enregistré à la même date variait de 845 g pour la variété BD à 941 g pour la variété NA. Les variétés BCD, NA, ND, NDL et SD qui présentaient des poids moyens plus ou moins proches (aucune différence significative, $p > 0,05$) et variant entre 907 à 941 g, étaient significativement ($p < 0,05$) plus lourdes que les variétés BD (845 g) et SA (877 g). Comme chez les coqs, les poules de la variété NA avaient enregistré les poids les plus lourds (1.226 g) ; cependant, aucune différence significative au seuil de $p < 0,05$ n'a été observée avec les variétés BCD, ND et NDL qui font respectivement 1.185, 1.198 et 1.186 g.

- **4ème étude (2ème article original)**

Le but de cette étude est de comparer la croissance des différentes variétés d'Ardennaise (BD : 34, NA : 81, ND : 135, NDL : 39, SD : 70, SA : 53) et de la Famennaise (FAM : 51) à celle des poulets Label belge : le CoqArd (COQARD : 38) et le Coq de Pêche (COPECHE : 45). La comparaison a aussi été élargie au croisement entre la Famennaise et l'Ardennaise ND (FARD : 27). À 12 semaines d'âge (l'âge moyen d'abattage du poulet label en Europe), aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été enregistrée entre les variétés BD et NDL et entre la NA et la SA chez les mâles, et entre les variétés ND, NDL, SA et SD. La différence du poids entre mâles et femelles était significative ($p < 0,0001$) dans toutes les souches et variétés. Le poulet label COPECHE est de loin le plus lourd (2.508 g pour les coqs et 2.040 g pour les femelles des poids significativement supérieurs à ceux des autres groupes génétiques ($p < 0,0001$), suivi par la Famennaise (2.052 g pour les mâles et 1.519 g pour les femelles), le COQARD (avec 1.619 et 1.305 g chez respectivement les mâles et les femelles et constituant ainsi des poids supérieurs ($p < 0,001$) aux différentes variétés colorées d'Ardennaise et du croisement FARD), le FARD (1.415 g pour les mâles et 1.141 g pour les femelles, significativement supérieurs aux autres groupes génétiques $p < 0,05$) et aux autres variétés d'Ardennaise, la BD (1090 g pour les mâles et 837 g pour les femelles), la NA (1.192 g pour les mâles et 988 g pour les femelles), la ND (1.227 g pour les mâles et 914 g pour les femelles), la NDL (1.105 g pour les mâles et 894 g pour les femelles), la SA (1.148 g pour les mâles et 902 g pour les femelles) et la SD (1.246 g pour les mâles et 915 g pour les femelles).

- **5ème étude (3ème article original)**

Cinquante neuf poussins de la race Famennaise (encore dite variété blanche) ont été élevés au Centre d'expérimentation de Malagne-la-Galloromaine (Rochefort). Un suivi hebdomadaire du poids des poulets a été enregistré jusqu'à l'âge de 15 semaines. L'indice de consommation (IC) a été calculé et la mortalité a été relevée à la fin de l'élevage.

Les poulets ont présenté à 15 semaines d'âge un poids moyen de $2.191,91 \pm 48,31$ g et une mortalité de 15,25 %. L'indice de consommation à 15 semaines d'élevage était de 4,07.

Les équations de Gompertz estimées pour la famennoise sont :

Pour les mâles :

$$Y = 3,0860 e^{-6,7681e^{0,0311t}}$$

Pour les femelles :

$$Y = 2,2450 e^{-5,5423e^{0,0311t}}$$

4. Performances de ponte de l'Ardennaise

- ***1ère étude (1^{er} article original)***

Le suivi de la ponte a concerné vingt-sept poules. Les poules ont été élevées au sol. La ponte a été enregistrée de la semaine de ponte 1 à la semaine 70. Chaque semaine, les œufs ont été récoltés et pesés (balance électronique, précision 0,01 g). Le poids moyen a été ensuite calculé en divisant le poids total des œufs pondus par le nombre d'œufs pondus chaque semaine. Les œufs anormaux (souillés, cassés, à la coquille fragile, sans coquille...) ont été éliminés.

Le début de la ponte était en moyenne à l'âge de 175 jours. Elles avaient pondu en moyenne 186 œufs en 52 semaines et 237 œufs en 70 semaines de ponte. Le poids moyen des œufs durant les 70 semaines de ponte n'excédait pas 52 g.

- ***2ème étude (2ème article original)***

Dans cette étude, le suivi de ponte avait concerné 20 poules élevées dans les mêmes conditions que la première étude. La ponte a été enregistrée de la semaine de ponte 1 à la semaine 52. La ponte a commencé à la 25e semaine d'âge. Le taux de ponte a varié de 9 % lors de la première semaine de ponte à 78 % à la 16e semaine de ponte. Le taux de ponte moyen calculé sur une période de 52 semaines était de 50 %. Chaque poule avait pondu en moyenne 184 œufs.

Le poids moyen des œufs durant les 52 semaines de ponte était de 52 g.

5. Qualité des œufs de l'Ardennaise

- ***1ère étude (4ème article original)***

Des œufs frais de 4 races de poules : Ardennaise (1), Famennaise (2), Coqard (3) - croisement coq Ardennais avec une poule à croissance lente d'origine française - et IsaBrown (4) ont été étudiés. Les analyses ont été effectuées le lendemain de la ponte (sur des œufs d'un jour) au Laboratoire "Egg

Quality and Incubation Research Group” de la Katholieke Universiteit Leuven (KUL). L’âge des poules était de 56 semaines.

La qualité externe et interne des œufs a été contrôlée. Après numérotation des œufs, des mesures ont été effectuées; il s’agit de l’indice de forme au poids des différents composants de l’œuf : rigidité dynamique, force maximale de rupture de la coquille et unités Haugh. Conjointement à la mesure des unités d’Haugh, le poids de la coquille (avec les membranes coquillières) a été déterminé puis le jaune a été séparé du blanc sur une surface en verre avant d’être pesés. L’Ardennaise s’est avérée être la meilleure race du point de vue de la qualité interne (proportion élevée du jaune : 0,62) et proche voire semblable aux autres races du point de vue de la qualité externe (solidité de la coquille : 34,41 N), alors que la Famennoise avait présenté une qualité de coquille semblable voire supérieure aux souches commerciales.

- **2ème étude (3ème article original)**

Cent et un œufs de poules Famennoise âgées de 52 semaines ont été analysés pour leur qualité. L’étude s’est réalisée en deux phases. La première s’est déroulée au Laboratoire de Technologie des denrées alimentaires de la Faculté de Médecine Vétérinaire (FMV) de l’Université de Liège (ULg).

Une série de mesures (longueur et largeur des œufs, les poids des différents composant de l’œuf, l’épaisseur de la coquille et les pH du blanc et du jaune) ont été effectuées sur 80 œufs lors de ces premières études. La deuxième phase a été réalisée au Laboratoire “Egg Quality and Incubation Research Group” de la Katholieke Universiteit Leuven (KUL). Vingt et un œufs avaient été analysés en suivant les mêmes mesures réalisées dans les premières études. Le poids moyen de l’œuf entier était de $55,43 \pm 3,03$ g. Le rapport Jaune : Blanc était de $0,51 \pm 0,05$ et la Fmax était de $36,03 \pm 2,16$ N.

- **3ème étude (5ème article original)**

Cette étude avait un double objectif :

Le premier objectif concernait la comparaison du poids de l’œuf, de poids et des proportions de ses différents composants (blanc, jaune et coquille), de la fraîcheur (pH du blanc et du jaune), la forme (Indice de forme) et l’épaisseur de la coquille de trois races de poules (Ardennaise, Famennoise et de Lohmann).

Le deuxième objectif était de comparer l’évolution de la fraîcheur des œufs des trois races lors de stockage.

Les résultats de l’étude se sont avérés très intéressants. Même si les races locales belges avaient présenté des poids d’œufs entiers inférieurs à ceux de la souche commerciale Lhomann, leur proportion en jaune et donc en matière sèche est de loin supérieure. De plus, les œufs de la

Famennoise peuvent être commercialisés directement, leur poids moyens correspond à la classe moyenne « moyens » (M : 53 à 63 g) de la réglementation européenne.

Enfin, les œufs de l'Ardennaise et de la Famennoise se sont aussi bien conservés que ceux de la Lohmann.

Deuxième Partie : Evaluation de la situation actuelle de la poule locale en Basse Kabylie (Algérie)

1. Caractérisation des élevages avicoles traditionnels en Kabylie (6ème article original)

L'enquête s'est exclusivement portée sur l'aviculture traditionnelle et n'a pas concerné les élevages semi-industriels ou industriels. L'étude a donc été réalisée dans 30 villages répartis dans 10 communes de basse Kabylie, dans le Nord (2), le Centre (2), le Sud (2), l'Est (2) et le l'Ouest (2). Trois villages par commune ont été choisis pour l'enquête sur base de l'éloignement suffisant pour limiter les échanges. Trois éleveurs par village ont été choisis et interviewés par le même enquêteur suivant un questionnaire rédigé en français et traduit oralement en kabyle si nécessaire. Les informations recueillies ont concerné l'éleveur, son élevage, le système d'élevage, l'utilisation et la commercialisation des produits d'élevage et les perspectives. Au total, 90 ménages ont été enquêtés.

L'âge moyen des éleveurs interrogés était d'environ 52 ans (62 pour les femmes et 46 pour les hommes). Le niveau de scolarisation des personnes interviewées était faible avec un taux d'analphabétisme important. L'aviculture familiale est une activité principalement féminine en Kabylie. La prédominance des femmes a été observée dans notre enquête.

L'aviculture n'est pas considérée comme une activité principale en Basse Kabylie. D'autres animaux principalement les ovins, lapins, caprins et bovins sont élevés. Les principales cultures pratiquées par les éleveurs enquêtés se résument à certaines céréales et légumes. La majorité des éleveurs interrogés possédaient des figuiers (87,78 %) et des oliviers (93,33 %) ; la basse Kabylie étant la première région productrice de l'huile d'olive en Algérie, d'ailleurs l'huile d'olive (*Zith ouzemmour*) est assez souvent appelée en Algérie, huile de Kabylie.

2. Caractérisation Morpho-biométrique de l'Ardennaise (6ème et 7ème articles)

Les mêmes méthodes utilisées pour la caractérisation de l'Ardennaise dans le 2ème article étaient reprises pour la caractérisation de la poule kabyle.

Chez la poule de Basse Kabylie, le plumage est très varié ; les colorations les plus fréquentes sont le noir (17 %), le blanc (16 %), le doré (13 %) et l'argenté (11 %). La peau est blanche (44 %), rose (22 %), jaune (28 %) ou pigmentée noire (7 %). Les mêmes couleurs se retrouvent au niveau des pattes mais avec une fréquence beaucoup plus grande de jaune et de blanc, aussi bien chez les mâles

que chez les femelles (blanc 40 % ; noir 7 % ; jaune 37 % et pigmenté noir 12 %). La crête simple et rouge est très fortement représentée. Les barbillons sont de la même coloration que les crêtes. Des variations très importantes ont été enregistrées pour les mensurations corporelles, les coefficients de variation allant de 7,5 % à 65,3 %.

3. Performance de croissance de la poule locale en Basse Kabylie

- **1ère étude (7ème article original)**

Les mêmes techniques d'élevages cités ci-dessus ont été utilisées dans cette étude. Cent quatre-vingt quatre sujets ont été pesés une fois par semaine pendant 20 semaines. A la fin de l'élevage une mortalité de 6,5 % et un indice de consommation de 7,86 ont été enregistrés. A 140 jours, l'élevage avait atteint un poids moyen de $1.567,8 \pm 384,6$ g, $1.865,1 \pm 306,7$ g pour les coqs et $1.361,7 \pm 286,0$ g pour les poules.

Pour les mâles :

$$Y = 2,099 e^{-4,40e^{0,0271t}}$$

Pour les femelles :

$$Y = 1,542 e^{-3,97e^{0,0260t}}$$

- **2ème étude (6ème article original)**

Sur les 160 œufs mis en incubation, 111 avaient éclos, conduisant à un taux d'éclosion de 69,37 %. A seize semaines d'âge, le poulet kabyle présentait un indice de consommation moyen de 4,97 et une mortalité de 11,71 %. A 16 semaines d'âge, les coqs avaient atteint un poids moyen de $1.603,98 \pm 10,70$ g, et les femelles $1.284,49 \pm 9,49$ g.

4. Performance de ponte de la poule locale en Basse Kabylie

Des poussins issus d'œufs collectés chez des villageois lors de l'enquête réalisée par Moula et al. (2009) ont été installés en même temps dans une poussinière. A la 18ème semaine d'âge, les poulettes, au nombre de 60, ont été transférées dans un poulailler équipé de cages individuelles sur 3 étages. Chaque poule a été pesée à l'âge de son premier œuf à l'aide d'une balance électronique à 1 g de précision. L'âge correspondant est aussi enregistré. La ponte a été enregistrée quotidiennement pour chaque cage, pendant 52 semaines de ponte. Le taux de ponte cumulé pour les périodes 38 à 42 semaines et 56 à 60 semaines d'âge est enregistré. Une série de mesures a été réalisée sur les 3

premiers œufs pondus chaque semaine par chaque poule pour les deux périodes de ponte (38-42 et 56-60 semaines). Trente œufs ont été pesés et analysés pour chaque poule pour les deux périodes (Au total 1.500 œufs étaient concernés par l'étude). Chaque œuf a été étudié dans les quelques heures qui suivent sa ponte. Après numérotation des œufs, des mesures ont été effectuées (longueur et largeur des œufs, les poids des différents composants de l'œuf, l'épaisseur de la coquille et les pH du blanc et du jaune). Après la prise du poids de l'œuf, la longueur et la largeur de l'œuf sont mesurées par un pied à coulisse électronique, afin de déterminer l'indice de forme de l'œuf, défini comme étant le rapport de la largeur sur la longueur de l'œuf multiplié par 100. L'œuf est ensuite cassé au niveau de l'équateur. L'épaisseur de la coquille a été mesurée à l'aide d'un micromètre sur trois fragments pris au niveau de l'équateur, lavé afin d'éliminer les restes d'albumen et séché pendant 24 h à l'air libre. Les poids du jaune et de la coquille ont également été mesurés, ce qui a permis de déterminer le pourcentage de jaune et de coquille et de blanc.

Les mortalités durant l'élevage des poules en cage étaient de 16,67 % (10 poules). L'âge des poules aux premiers œufs pondus varie de 159 jours pour la poule la plus précoce à 214 jours pour la poule la plus tardive avec une moyenne de 189 jours pour l'ensemble des poules élevées. Les poules atteignent un poids moyen de 1.351g au début de leur ponte ; avec des variations entre 1.150 et 1.521 g. Les poules avaient pondus en moyenne 163 œufs par an, ce qui représente un taux de ponte annuel moyen de 44,56 %.

Des différences significatives au seuil de $p < 0,05$ pour le taux de ponte (51,16 Vs 44,68 %), poids de l'œuf (50,23 Vs 54,32 g), poids du Blanc (29,01 Vs 31,34 g), poids du Jaune (15,36 Vs 16,8 g) et le poids de la coquille (5,86 Vs 6,18 g) étaient enregistrées entre les deux périodes de ponte (38-42 et 56-60 semaines). Cependant aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été enregistrée dans les proportions du Blanc (57,73 Vs 57,69 %), du Jaune (30,59 Vs 30,93 %) et de la Coquille (11,68 Vs 11,38 %) ainsi que dans l'épaisseur de la coquille (0,363 Vs 0,350 mm), la forme de l'œuf (75,50 Vs 74,85) et dans le rapport Jaune/Blanc (0,53 Vs 0,54).

De ces deux articles sur la poule Kabyle, il ressort que :

- la poule est au centre de nombreuses circonstances de la vie socioculturelle, économique et religieuse ;
- l'aviculture familiale est la seule activité de production animale à la portée de toutes les couches sociales, particulièrement les femmes et les jeunes ;
- la poule Kabyle présente une grande diversité phénotypique ;
- l'intensification et l'industrialisation de la production animale ont freiné le développement de la poule Kabyle ;
- les performances de croissance et de ponte ainsi que la qualité de leurs productions (œufs) de la poule Kabyle sont très intéressantes.

3ème Partie : Caractérisation de l'élevage de la race de poule Ri au Nord du Vietnam

Sur le plan économique, l'élevage avicole est très important au Vietnam, il vient en deuxième position, juste après celui du porc. Cet élevage est dominé par les races de poules locales (158 millions Vs 30 pour les poulets industriels). Les races de poules locales associées aux races de canard local, représentent plus de 80 % de la population nationale avicole vietnamienne.

En absence d'informations descriptives ainsi que d'éléments sur les principales utilisations et les performances de races de poules locales au Vietnam, cet article consiste en une étude sur la première race Vietnamienne, la race Ri. Les principaux objectifs de cette recherche concernaient la caractérisation et l'évaluation morpho-biométrique et de potentiel productif de la poule Ri.

La caractérisation phénotypique des populations de la race Ri a été réalisée dans les provinces de Hòa Bình et Hanoi. Cette étude propose une définition de la race Ri composée de 6 variétés : Fauve, Saumon dorée, saumon argentée Froment, Noir cuivre et Rouge acajou. Les poids adultes des coqs (~1,9 à ~2,9 kg) et poules (~1,3 à ~1,5kg). Les poules pondent en moyenne 65 œufs par an. Elles couvent 2 à 4 fois par an avec en moyenne de 10 à 15 œufs par couvaision.

Les poids moyens à enregistrés à 4, 8, 12, 16 et 19 semaines d'élevage étaient respectivement de 188 g, 446 g, 838 g et 1286 g pour les femelles et de 212 g, 589 g, 1047 g, 1660 g et 1838 g pour les males.

Les équations de Gompertz estimées pour la race Ri sont :

Pour les mâles :

$$Y = 2,795 e^{-4,42e^{0,180t}}$$

Pour les femelles:

$$Y = 1,714 e^{-4,16e^{0,300t}}$$

Les femelles parviennent les premières à leur poids d'inflexion : 631 g lors de la 9ème semaine. Tandis que les coqs atteignent leur poids d'inflexion deux semaines après les femelles et ce poids est de 1.028 g.

L'indice de consommation calculé à la fin de la 19ème semaine était de 6,36. La mortalité à la fin d'élevage était de 15,49 %.

L'étude de la qualité des œufs a conduit aux résultats suivants: des poids d'œuf de $38,78 \pm 0,57$ g et $45,20 \pm 0,61$ g à 40 et à 60 semaines d'âge.

L'épaisseur de la coquille est passée de $32,42 \pm 0,45 (\times 10^{-2} \text{ mm})$ à 40 semaines d'âge à $26,56 \pm 0,50 (\times 10^{-2} \text{ mm})$ à 60 semaines d'âge. La force maximale de rupture de la coquille enregistrée n'était pas significativement différente entre 40 et 60 semaines d'âge. Elle est de $38,59 \pm 0,81$ N pour le premier âge et de $37,63 \pm 0,88$ N pour le deuxième âge.

La présente étude a permis de relever que l'élevage de poule de race RI constituait une activité familiale concernant tous les membres de la famille. Cet élevage contribuait pleinement à la résolution de certains problèmes financiers. Ainsi en dynamisant cette activité en milieu villageois, elle conduirait à l'épanouissement des populations rurales. Les principales contraintes limitant le développement de ce sous secteur de l'aviculture vietnamienne sont d'ordre logistique, alimentaire et sanitaire.

4ème Partie: Caractérisation de l'élevage de poule locale dans la province de Bas-Congo

L'importance des ressources génétiques au double plan écologique et économique n'est plus à démontrer. Devant la gravité de la détérioration de ces ressources dans le monde, la nécessité d'un plan d'action de préservation de la biodiversité s'impose avec force afin de freiner les dégradations que subissent les ressources génétiques.

Une enquête sur les systèmes de production de l'aviculture familiale a été menée auprès des propriétaires de volailles sur l'ensemble de la province du Bas-Congo.

Ce type d'élevage joue un rôle important dans l'alimentation, dans des cérémonies et en tant que forme de réserve de trésorerie pour les populations locales au Bas-Congo. Cependant, le développement de ce type d'élevage est retardé par des paramètres tels que les maladies, l'alimentation, l'habitat, les prédateurs. Nos observations ont montré que le système d'élevage le plus répandu était traditionnel. La caractérisation phénotypique des populations de poules locales a été réalisée dans 24 villages de la province du Bas-Congo. Quatre cent nonante et un sujets adultes ont été mesurés et photographiés. Les oiseaux présentaient des poids de $1.026,70 \pm 72,02$ g chez les mâles et de $902,77 \pm 19,76$ g chez les femelles. La fréquence de la couvaison était de 2 à 4 fois par an avec, en moyenne, 10 à 12 œufs par couvaison. Le taux d'éclosion était d'environ 85 %.

La diversité morphologique était caractérisée par la présence, à faible fréquence (1 à 13 %), d'une assez grande panoplie de coloration de plumage.

L'amélioration de la situation économique et nutritionnelle des paysans du Bas-Congo, peut être envisagée en augmentant le potentiel de production des poulets locaux. Pour atteindre cet objectif, une attention particulière devra être accordée à une amélioration génétique, une alimentation équilibrée, une meilleure conduite et de bons soins sanitaires de ces volailles.

SUMMARY

Animal genetic resources are capital for sustainable development and production of poultry. However, a gradual and relentless depleting of available breeds is now rife at the scale of the planet.

The appearance of diseases and epidemics, natural disasters and other conflicts also threaten these resources either through direct extinction or indirect effects such as the reduction in suitable habitat. Traditional poultry breeds contribute significantly to meat and egg production. Indigenous breeds represent in excess of 80 % of the world poultry production (Besbes, 2009). However, most of these breeds have not been surveyed, and not even known to the scientific community. According to the FAO, about 40 % of all avian breeds have an unknown risk status (Besbes, 2009). Important efforts are, therefore, necessary to evaluate these breeds.

The efficient management of animal genetic resources in general and avian, in particular, requires first the identification of the concerned breeds. But, it also requires their statistics such as their population sizes, their geographic distributions (their habitats) and, where financial means are available, their genetic diversity.

The present work is a characterisation and evaluation of the different varieties of the Ardennaise hen, still available in Belgium, and that of the local hen of Kabylia, Algeria. It will recall their origins, or at least, it will highlight possible hypotheses, their visual genetic capital (morphology), their zoo-technical performances in meat and egg productions and, to dress a portrait of current specimens, their producers and their husbandry practices.

Part One: Evaluation of the current state of a Belgian hen breed, the Ardennaise.

1. Current state of the Belgian hen breeds

Belgium has a unique avian genetic capital. The hen, with forty breeds a many hundreds of varieties, holds an important place among the domestic animals of Belgium and Europe. However, these traditional hen breeds are among the most endangered in the world. In fact, only a couple of breeds have head counts greater than a thousand. They are the Malines with 1637 individuals and the Barbu d'Anvers with 1471. Moreover, 52.63 % of the concerned breeds in the present work, have a head count not exceeding a hundred individuals per breed.

With this collapse in the head counts of the Belgian breeds, a conservation policy is more than urgent. It has three stages: first, surveying the breeds; second, understanding their situation (historical, evolution, and current); third, action (selection, cryo-conservation, multiplication,...)

2. Morpho-biometric characterisation of the Ardennaise: first study

The birds used for the morpho-bimetric characterisation were all adults. They were from the stocks of the company CoqArd and those of 5 amateur breeders. In total, the study has been on 174 specimens

of the 8 existing varieties, Blue and gold hackle (BCD: 18), Salmon blue gold (BD: 14), black silver (NA: 42), Black gold (ND: 51), Black gold hackle and lacing on chest (NDL: 23), Salmon Gold (SD: 12), Salmon Silver (SA: 16) as well as the Famennoise (FAM: 7), often considered as the white variety of the Ardennaise.

The principal characters of this breed are: a single comb (r+p+), of a rather fine texture, regularly serrated with 5 to 7 dark red points, well off the neck in the male, much smaller and folded in the females, dark red wattles and ears, curved medium beaks mainly of dark horn colour, dark brown eyes (br id+/M) with black eyelids, an elongated body, long wings, tight to the body, long sickles, thin thighs, delicate feet of mainly dark colour (i+ b+ Mo+ W+ id+/M). The white variety of Ardennaise (i.e. the Famennoise) was the heaviest (2500 g) with a weight significantly superior ($p < 0.0001$) to that of the other varieties the weights of which ranged from 1485 g to 1690 g. Also, for the other morpho-biometric parameters, the Famennoise has parameter values significantly superior ($p < 0.05$) to the other varieties.

3. Growth performance of the Ardennaise poultry

The present work evaluates the zootechnical performances of the Ardennaise poultry in order to guarantee its development and conservation. Many studies have been carried out in order to establish the growth curve of the Ardennaise.

- **Study 1 (1st Original article)**

The study was carried out at the selection centre of company CoqaArd (Nandrin). The chicks (114 individuals) were reared at ground level on wood parquet covered in wood chippings in a hard walled building, ventilated but not air-conditioned. They were reared under heating lamps. The room temperature is manually adjusted according to the behaviour of the chicks under the lamps. Lighting was kept on from the beginning. The birds, all breeds included, were weighed individually, once a week at the same time, from the day of hatching (j0) until week 12, using electronic scales with precision 0.01 g. The Feed conversion ratio (FCR) has been calculated and death rate has been recorded. After twelve weeks, the chickens have an average weight of 1041.63 ± 209.31 g (hens: 913.88 ± 89.35 g; cockerels: 1149.90 ± 221.00 g). The Daily Weight Gain (DWG) for the whole rearing period and over the total number of birds is 12.04 g. The recorded FCR at the end of the period of rearing is 4.41. The recorded death rate in this first study is 4.38 %.

- **Study 2 (1st Original article)**

This second study has been undertaken under the same conditions as those of the first one. 172 chicks were followed over 17 weeks. In order to have representative variety, 4 groups have been considered. The first group (ND) consists of the golden black varieties (serrated or not); the second (NA) consists of the silvery black varieties (serrated or not); the 3rd group consists of all the salmon colored varieties;

the last group (S) which is relatively sparse, consists of chicken of the golden blue variety. The weights reached at 17 weeks of age are as follows:

BD: 1335 ± 97 g (cockerels: 1505 ± 137 g; hens: 1165 ± 137 g)

NA: 1671 ± 32 g (cockerels: 1933 ± 42 ; hens: 1408 ± 49 g)

ND: 1506 ± 20 g (cockerels: 1687 ± 30 ; hens: 1324 ± 26 g)

S: 1479 ± 38 g (cockerels: 1734 ± 56 ; hens: 1223 ± 52 g)

The parameters of the growth curve of the four variety groups were estimated depending on gender according to the Gompertz equation.

The Gompertz formulae, estimated for all birds are:

For male birds:

$$Y = 2.1098 e^{-4.50e^{0.0266 t}}$$

For female birds:

$$Y = 1.4999 e^{-4.09e^{0.0279 t}}$$

• 3rd study (2nd Original article)

The growth performances of the 759 chickens belonging to 7 varieties of Ardennaise (BCD: 52; BD: 66; NA: 209; ND: 219; NDL: 78; SD: 53; SA: 82) were followed over 16 weeks of rearing. At age 12 weeks, the NA variety produced heavier cockerels than other varieties reaching an average weight of 1264 g, followed by the varieties SA and SD with weights of 1226 g and 1238 g, respectively. These weights are significantly higher ($p < 0.05$) than the other varieties which did not show any significant difference between them ($p > 0.05$). The cockerels of varieties BCD, BD, ND and NDL weighed, after 12 weeks, 1194 g, 1202 g, 1188 g and 1157 g, respectively. In hens, the average recorded weight at the same time, varied from 845 g in variety BD to 941 g in variety NA. Varieties BCD, NA, ND, NDL and SD which recorded average weights relatively close (no significant difference, $p > 0.05$) and ranging from 907 g to 941 g were significantly ($p < 0.05$) heavier than varieties BD (845 g) and SA (877 g). As in cockerels, hens of variety NA recorded the heaviest weights (1226 g); however, no significant difference ($p < 0.05$) was observed with varieties BCD, ND and NDL which weigh respectively, 1185, 1198 and 1186 g.

• 4th study (2nd Original article)

The aim of this study is to compare the growth rates of the different varieties of Ardennaise (BD: 34, NA: 81, ND: 135, NDL: 39, SD: 70, SA: 53) and that of the Famennoise (FAM: 51) to those of the Belgian Label chicken the CoqArd (COQARD: 38) and the Coq de Pêche (COPECHE: 45). The

comparison has also been widened to the crosses between the Famennoise and the Ardennaise ND (FARD: 27). At 12 weeks (the average age of culling slow growing branded chicken in Europe) no significant difference ($p > 0.05$) was observed between the varieties BD and NDL and between the varieties NA and SA in cockerels, and between varieties ND, NDL, SA and SD. The weight difference between hens and cockerels in all varieties and strains was significant ($p < 0.0001$). The chicken of slow growing branded COPECHE is by far the heaviest (2505 g for cockerels and 2040 g for hens, weights that are significantly superior to those in other genetic groups ($p < 0.0001$), followed by the Famennoise (2052 g in cockerels and 1519 g in hens), le COQARD (with 1619 and 1305 g in cockerels and hens respectively, and thus, have superior weights ($p < 0.001$) to the different colored varieties of Ardennaise and FARD crossings), the FARD (1415 g in cockerels and 1519 g in hens, are significantly superior to the other genetic groups, $p < 0.05$), the NA (1192 g in males and 988 g in females), the ND (1227 g in males and 914 g in females), the NDL (1105 g in males and 894 g in females), the SA (1149 g in males and 902 g in females) and the SD (1246 g in cockerels and 915 g in hens).

- 5th Study (3rd Original article)

Fifty nine Famennoise chicks (still referred to as the white variety) have been reared at the Center of Experimentation of Malagne-la-Galloromaine (Rochefort). A weekly recording of the weight of the chicken was carried out until the age of 15 weeks. The FCR was calculated and the rate of the death rate was recorded at the end of the rearing period.

The chickens have recorded at week 15 an average weight of 2191.91 ± 48.31 g and a death rate of 15.25 %. The FCR at 15 weeks of rearing was 4.07. The estimated formulae of Gompertz for the Famennois are:

For the male:

$$Y = 3.086 e^{-6.7681e^{0.0311t}}$$

For the female:

$$Y = 2.245 e^{-5.5423e^{0.0311t}}$$

4. Egg-laying performance of the Ardennaise

- 1st study (1st Original article)

Egg-laying records concerned 27 birds. The hens were reared on the ground. Egg-laying has been recorded from the first week of laying to week 70. Every week, the eggs were collected and weighed using electronic scales or precision 0.01 g. The average weight was then computed as the ratio of the total weight of all eggs laid in the week to the total number of eggs that week. Defective eggs (malformed, broken, with a fragile eggshell, without eggshell...) were discarded.

The hens started laying eggs at the age of 175 days. They laid on average 186 eggs in 52 weeks and 237 eggs in 70 weeks. The average egg-weight over the 70 weeks did not exceed 52 g.

- 2nd study (2nd Original article)

In this study, egg-laying records concerned 20 hens, reared in the same conditions as in the 1st study above. Records started from the 1st egg-laying week to week 52.

Egg-laying started at the age of 25 weeks. The rate of egg-laying varied from 9 % in the first week to 78 % in week 16. The average egg-laying rate over 52 weeks is 50 %. Each hen lay on average 184 eggs. The average weight of the eggs over the 52 weeks was 52 g.

5. Egg quality of the Ardennaise

- 1st study (4th original article)

Fresh eggs of 4 hen breeds (Ardennaise (1), Famennoise (2), Coqard (3)-cross between Ardennais cockerel with a slow growing hen of French origin- and IsaBrown (4)) were studied. Analyses were carried out the day after the egg was laid, i.e. over a day old egg, at the “Egg Quality and Incubation Research Group” laboratory of the Katholieke Universiteit Leuven (KUL). The hens’ age was 56 weeks.

The external and internal quality of the eggs was checked. After marking the eggs, measurements were taken; they concerned the form index and the weight of different components of egg: the dynamical rigidity, maximum resistance of the eggshell and Haugh units. In conjunction with measuring the Haugh units, the weight of the eggshell (with all shell membranes) has been determined. Then, the yolk and the albumen were separated over a glass surface before being weighed. The Ardennaise egg turned out to have the best internal qualities (high ratio of yolk: 0.62) and close and sometimes similar to the other breeds in terms of the external qualities (resistance of the shell: 34.41 N), while the Famennoise has a shell quality similar and even superior to that of the commercial breeds.

- 2nd study (3rd original article)

101 eggs of Famennoise hens aged 52 weeks were analysed for their quality. The present study has been carried out in two phases. The first was at the Laboratoire de Technologie des Denrées Alimentaires of the FMV of the ULg. A series of measurements (length and width of eggs, weights of the different components of eggs, shell thickness and pH of the white and the yolk) were carried out over 80 eggs in these early studies. The second phase has been carried out at the “Egg Quality and Incubation Research Group” laboratory of the Katholieke Universiteit Leuven (KUL). 21 eggs have been analysed following the same procedure as in the early studies.

The average weight of the whole egg was 55.43 ± 3.03 g. The ratio Yolk: Albumen is 0.51 ± 0.05 and the Fmax was 36.03 ± 2.16 N.

- 3rd study (5th original article)

This study has two objectives:

1- The comparison of the weight of the egg, the weight and the proportions of its different components (white, yolk, and shell), the freshness (pH of the white and the yolk), the shape (shape index) and the shell thickness of the eggs of three breeds: Ardennaise, Famennoise, and Lohmann.

2- To compare the evolution of the freshness of the eggs of the 3 breeds after storage.

The results of the study were very interesting. Even if the Belgian local breeds had inferior egg weights to that of the commercial Lohmann breed, their proportion in yolk, i.e. in what matters most, is by far superior. Moreover, the eggs of the Famennoise can be marketed straightaway; their average weight corresponds to the average of the commercial strains, i.e. 53 to 63 g, as per the European norm. Finally, the eggs of the Ardennaise and the Famennoise keep in storage as well as those of the Lohmann breed.

Second Part: Evaluation of the current state of the local poultry in Basse Kabylie (Algeria)

1. Characterisation of the traditional aviculture in Kabylia (6th original article)

The investigation was concerned exclusively with the traditional aviculture; industrial and semi-industrial aviculture was not considered. The study has been carried out in 30 villages from 10 districts of Basse Kabylie, 2 in the North, 2 in the centre, 2 in the South, 2 in the East, and 2 in the West. Three villages per district have been chosen for the investigation on the basis of enough distance between them to limit genetic exchanges. Three breeders per village were chosen and interviewed by the same investigator following a questionnaire written in French and translated into the Kabyle language when necessary. The collected information concerned the breeder, his breeding, the breeding system, the use and commercialisation of the end product and any future plans. In total, 90 households were investigated. The average age of the breeders interviewed was about 52 years (62 for women and 46 for men). The education level of the persons interviewed was low with a substantial rate of illiteracy. Aviculture is mainly a women's activity in Kabylia, hence the pre-dominance of female interviewees in our investigation.

Given the mountainous nature of Kabylia, aviculture is not considered as full-time occupation. Other animals, mainly rabbits, sheep, goats and cattle are also bred. The main farming practices of the interviewed breeders consist in growing cereals and vegetables. The majority of breeders had fig trees (87.78 %) and olive trees (93.33 %), Basse Kabylie being the main producer of olive oil in Algeria. In fact, olive oil (*Zith ouzemmour*) is often referred to in Algeria as the 'oil of Kabylia'.

2. Morpho-biometric characterisation of the local chicken of Kabylia (6th and 7th articles)

The same approaches used to characterise the Ardennaise hen in the 2nd article were used for the hen of Kabylia.

In the chicken of Basse Kabylie, the plumage is varied, but the most common colours are black (17 %), white (16 %), golden (13 %) and silvery (11 %). Skin is white in 44 %, pink in 17 %, yellow 28 % and pigmented black 7 %. The same colours can be found in their feet, but with a higher frequency for the yellow and white, in both males and females (white 40 %; black 7%; yellow 37 %,

and pigmented black 12 %). The crest, simple and red, is the most common. Barbs are of the same colour as the crests. Very important variations have been observed in the body measurements; the variation coefficients range from 7.5 % to 65.3 %.

3. Growth performance in the local hen of Basse Kabylie

- **1st Study (7th original article)**

The same breeding techniques cited above have been used in this study. 184 specimens were weighed once a week for 20 weeks. At the end of rearing, a death rate of 6.5 % and a FCR of 7.86 were recorded. At 140 days, the birds weighed on average 1567.8 ± 384.6 g; 1865.1 ± 306.7 g for the cockerels and 1361.7 ± 286.0 g for the hens.

For the males:

$$Y = 2.099 e^{-4.40e^{0.0271t}}$$

For the females:

$$Y = 1.542 e^{-3.97e^{0.0260t}}$$

- **2nd study (6th original article)**

Over the 160 incubated eggs, 111 hatched, giving a success rate of 69.37 %. At 16 weeks of age, the Kabyle chicken has recorded a consumption index of 4.97 and death rate of 11.71 %. At 16 weeks, the cockerels have reached an average weight of 1603.98 ± 10.70 g and the hens 1284.49 ± 9.49 g.

4. Egg-laying performance of the local hen of Basse Kabylie

Chicks from eggs collected in the villages during the investigation carried out by Moula et al. (2009) have been put at the same time in a coop. At age 18 weeks, the 60 young chicken, have been transferred into a coop with individual cages arranged in three levels. Every hen has been weighed at the age of its first egg with accurate electronic scales. The corresponding age has also been logged. The egg-laying has been recorded daily for each cage, over 52 weeks of egg-laying. The egg-laying rate combined for periods 38 to 42 weeks and 56 to 62 weeks was recorded. A series of measurements were carried out over the first 3 eggs laid every week by each hen for the two periods of egg-laying (38-42 and 56-60 weeks). For each hen and for the two periods, 30 eggs were weighed and analysed (1500 eggs in total were concerned by the study). Each egg was studied in the next few hours following its laying. After numbering the eggs, measurements were taken. Following the weighing of an egg, its length and width were measured using electronic calipers to determine the form index which is the ratio of the width to the length multiplied by 100. The egg is then cut at the level of the equator, the thickness of the shell was measured using a micrometer on 3 fragments taken around the equator, which were washed to remove the rests of the albumen and let to dry in open air for 24 hours.

The weights of the yolk and the shell were also taken, which allowed to find the percentages of yolk, white and shell.

The mortality rate of hens during rearing in cages was 16.67 % (10 hens). The age at which hens start egg-laying varies from 159 days for the precocious ones to 214 days for the slowest starting hen, giving an average of 189 days for all the hens reared. The hens reach an average weight of 1351.0 g at the start of egg-laying, with variations ranging from 1150.0 g to 1521.0 g. The hens lay on average 163 eggs per year, which represents an annual rate of egg-laying of 44.56%.

Significant differences ($p < 0.05$) for the egg-laying rates (51.16 % versus 44.68 %), egg weight (50.23 g versus 54.32 g), weight of the white (29.01 g versus 31.34 g), yolk weight (15.36 g versus 16.81 g) and the shell weight (5.86 g versus 6.18 g) were recorded between the two periods of egg-laying (38-42 and 56-60 weeks).

However, no significant difference ($p > 0.05$) has been recorded in the proportions of the white (57.73 % versus 57.69 %), of the yolk (30.59 % versus 30.93 %) and the shell (11.68 % versus 11.38 %) as well as in the thickness of the shell (0.363mm versus 0.350 mm), the shape of the egg (75.50 Vs 74.85) and the ratio yolk/white (0.53 versus 0.54).

Of these two publications on the Basse Kabylie hen, it appears that

- The hen is at the centre of many circumstances of the socio-cultural, economic and religious life.
- Home aviculture is the only animal production activity that is accessible to all social classes, particularly women and the young.
- It represents a large phenotype for the Kabylia hen.
- Intensive production and industrialization of animal production have hampered the development of the Kabylia hen.
- There is a big interest for its growth and egg-laying performances as well as the qualities of its eggs.

3rd Part: Characterisation of the breeding of hen breed Ri in North Vietnam

Aviculture is a very important sector of agriculture in Vietnam, occupying the 2nd position after the swine sector. It is dominated by local breeds (158 millions local poultry and 30 millions intensive breeding). The local hen breeds combined with the local duck breeds, represent over 89 % of the total national Vietnamese avian population.

In the absence of descriptive information as well as elements of main uses and performances of local hen breeds in Vietnam, this study is one of the first study on the Vietnamese Ri hen breed. The main objectives of this study are the characterisation and the morpho-biometric evaluation of the production potential of the hen Ri.

The phenotypic characterisation of the hen flocks of Ri breed has been carried out in the provinces of Hòa Bình and Hanoi. This study suggests a definition of the Ri breed which comprises 6 varieties (tan,

gold salmon, silver salmon, dark red, copper black, wheat). The weights of adult cockrels range from ~1.9 kg to ~2.9 kg and ~1.3 kg to ~1.5 kg for hens. Hens lay on average 65 eggs per year. They incubate twice to 4 times a year 10 to 15 eggs per brood.

The average weights recorded at 4, 8, 12, 16, and 19 weeks of rearing, were 188 g, 446 g, 838 g and 1286 g respectively for hens and 212 g, 589 g, 1047 g, 1660 g and 1838 g for cockrels.

The estimated Gompertz formulae for the Ri breed are:

For males:

$$Y = 2.795 e^{-4.42e^{0.180t}}$$

For females:

$$Y = 1.714 e^{-4.16e^{0.300t}}$$

Hens are the first to reach their inflexion weight of 631 g in week 9. Whereas the cockerels reach it 2 weeks later at 1028 g.

The FCR computed at the end of the 19th week is 6.36. The death rate at the end of the rearing is 15.49 %.

The study of egg quality led to: egg weight 38.78 ± 0.57 g and 45.20 ± 0.61 g at 40 and 60 weeks of age. The thickness of the eggshell passes from 32.42 ± 0.45 ($\times 10^{-2}$ mm) at 40 weeks of age to 26.56 ± 0.50 ($\times 10^{-2}$ mm) at 60 weeks of age. The recorded maximum resistance to breakage of the shell does not significantly change between 40 and 60 weeks of age. It is 38.59 ± 0.81 N for the 1st age and $37.63.88 \pm 0.88$ N for the 2nd age.

The study has allowed to note that breeding of the Ri hen is a household activity in which all members of the family participate. This activity contributes to meeting some of the financial problems that the family may encounter. Therefore, injecting some dynamism in this activity within villages, will contribute to the flourishing of rural populations. The constraints to the development of this sub-branch of the Vietnamese aviculture are logistic, food and health related.

4th Part: Characterisation of the breeding of the local hen in the Bas-Congo province

The importance of the genetic resources both at the ecological and economical levels does not need emphasising. The seriousness of the depletion of these resources across the world, requires that an action plan to preserve diversity be in place in order to slow down the degradation that genetic resources suffer.

An investigation of the production means of the household-based aviculture in the Bas Congo province has been carried out. The owners of the hens were questioned. This type of breeding plays an important role in food, in ceremonies and as a form of credit bank for the local populations of

the Bas Congo. However, the development of this type of breeding is hampered by factors such as diseases, feed shortages, low quality habitat, and predation. Our observations have shown that this model of breeding is traditional. The phenotypic characterisation of the flocks of local hens has been obtained in 24 villages of the Bas Congo province. 401 adult birds have been measured and photographed. The birds have weights of 1026.70 ± 72.02 g in males and 902.77 ± 19.76 g in females. Hens incubate 2 to 4 times a year 10 to 15 eggs per brood. The hatching rate is 85 %.

The morphological diversity is characterised by the presence, at low frequencies (1 to 13 %), of a great variety of plumage colorations.

The improvement in the economic situation and food provision for the Bas Congo rural population can be made possible by increasing the production capabilities of the local chickens. For that, a particular attention must be paid to the genetic improvement, a balanced diet, good behaviour and healthcare for this poultry.

INTRODUCTION GENERALE

La biodiversité avicole

Influence de l'homme sur la biodiversité des espèces domestiques

Il y a une dizaine de milliers d'années, l'évolution des espèces animales a cessé de suivre son cours naturel. A cette époque, l'Homme a en effet cessé de vivre de chasse et de cueillette en s'orientant vers la mise en place de la domestication et de l'élevage. Pendant des millénaires, ce sont les migrations humaines, les efforts de sélection et d'adaptation des espèces animales qui vont orienter cette évolution et conduire à la grande variété de races que nous connaissons actuellement. Les forces évolutives principales que sont : la mutation, d'élevage sélectif, d'adaptation, d'isolement et de la dérive génétique ont créé une énorme diversité des populations locales. Il est néanmoins intéressant de remarquer que l'évolution de cette domestication ne présente pas un profil complètement linéaire.

Au tout début, l'Homme a choisi une poignée d'espèces parmi les animaux sauvages en vue de les domestiquer. Les spécimens destinés à la domestication ont été isolés de leurs congénères, restés à l'état sauvage.

Pendant tout un temps, les animaux domestiqués ont suivi l'Homme dans ses grandes migrations, avec comme conséquence première un relatif éloignement génétique non seulement entre les espèces domestiques et les espèces sauvages mais aussi entre les différentes espèces domestiques (parce qu'elles ont suivi des itinéraires de grande migration différents). Le processus de domestication a ainsi largement contribué à la biodiversité par l'évolution différenciée d'animaux soumis à des environnements différents. Cette contribution des premiers stades de l'élevage à la biodiversité est d'autant plus vraie que, dans son ambition d'améliorer sans cesse ses conditions de vie, l'Homme a intuitivement influé sur la sélection naturelle pour essayer d'obtenir des performances d'élevage qui s'amélioraient à chaque génération. Cette maîtrise continuellement améliorée de l'Homme sur sa nourriture animale a favorisé un accroissement de la population humaine. Les innovations agricoles, mises en œuvre au fil des siècles, ont fortement marqué la civilisation humaine et elles se sont diffusées dans le monde entier à travers la migration, le commerce et les conquêtes. Le développement de l'agriculture, y compris les cultures et l'élevage, a constitué un élément fondamental du développement humain. Au cours de cette longue période, les éleveurs ont procédé à des améliorations lentes mais cumulatives de la qualité génétique de leurs animaux. La diversité intra-spécifique (ensemble de différents variants génétiques, observés dans un ensemble d'individus d'une même espèce) est l'aboutissement de l'effort de nombreuses communautés gérant leur cheptel dans des habitats et niches écologiques aussi nombreux que variés et manipulant la composition génétique de ce dernier en fonction des besoins spécifiques de leur environnement, de leur système de production et de leur propre préférence ou objectif d'élevage. En privilégiant les animaux qui sont mieux adaptés aux

conditions locales, les éleveurs ont pu graduellement améliorer leur production par sélection. En adoptant des approches génétiques, simples mais efficaces, ils se sont chargés des aspects d'adaptation des animaux aux conditions environnementales locales. Ces adaptations ont produit une multitude de races et ont permis le développement des activités d'élevage même dans des conditions de production extrêmes (Fadlaoui, 2006 ; Hodges, 2006). C'est ainsi que sont apparues – et pour certaines ont disparu ! – les races et variétés que nous avons pu connaître. Dans la plupart des cas, ce processus a conduit à une situation où on retrouve, sur l'ensemble de la planète, des races certes différentes mais qui restent encore relativement proches, les cas de reproduction interracial spontanée ou induits par l'homme étant relativement nombreux.

Au début du XX^{ème} siècle, l'agriculture est sortie de sa phase artisanale et a profité de la modernisation qui a bouleversé la plupart des méthodes de travail et des outils. C'est l'époque de l'intensification de la production, de l'explosion des rendements et des productivités. Cette industrialisation de l'agriculture a aussi concerné les techniques de l'élevage et s'est accompagnée d'une augmentation de la taille moyenne des troupeaux (Verrier, 1992 ; Groeneveld *et al.*, 2010). Les progrès de la science ont dans le même temps permis de comprendre les phénomènes d'évolution des espèces et ont ainsi mis à la disposition de l'Homme les moyens d'aller encore plus vite dans son optimisation des races les plus productives. Dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, ceci a abouti à la formation et à la création de races spécialisées, bien définies, utilisées avec une série d'objectifs précis et avec des façons adaptées d'exploiter chaque race. Cependant, dans ce contexte de modernisation de l'agriculture qui a suivi la seconde guerre mondiale, quelques races bien adaptées aux conditions de productions et à la demande du marché se sont imposées au détriment des autres. La combinaison, fortement rentable, de races spécialisées (par le croisement) et de procédés de production intensifs en capital, s'est en effet développée au détriment des techniques de production traditionnelles, basées sur des races indigènes, qui sont devenues moins viables économiquement. Une homogénéisation des troupeaux et leur fragilisation se sont mises en place. Les succès qui ont été obtenus dans l'amélioration des productivités et des qualités des races animales domestiques ont occulté le revers de la médaille, qui est la perte de la diversité des ressources génétiques accumulées jusqu'alors et disponibles pour les générations futures. De nombreuses races ont décliné, certaines ont disparu. Ce phénomène a touché la plupart des pays, qu'ils soient développés ou en voie de développement (Verrier, 1992).

Récemment, c'est-à-dire depuis les années 1960, le monde de l'agriculture a peu à peu pris conscience de l'irréversibilité de la disparition des races qui n'étaient pas considérées comme les plus rentables. La FAO, en particulier, a tiré la sonnette d'alarme sur le risque de réduction de la diversité des ressources génétiques mondiale. Dans la vision moderne, l'agriculture est caractérisée par l'usage et la transformation des ressources de base et, si certaines de ces ressources ne sont pas affectées par

les activités agricoles, d'autres sont soumises à des pressions d'usage et par conséquent sont soumises à des processus de dégradation dont l'ampleur varie d'une ressource à l'autre (par exemple, les ressources hydriques et pédologiques). Durant les trois dernières décennies, ces problèmes environnementaux suscités par une activité agricole de plus en plus intensive ont commencé à faire l'objet d'une prise de conscience généralisée. Suite à la tenue de la conférence de Rio en 1992, les pouvoirs publics ont commencé à réfléchir sur des alternatives orientées vers l'exploitation rationnelle et la conservation des ressources naturelles comme une nécessité d'un développement durable. Au-delà de la dimension génétique et écologique des problèmes qu'elle soulève, la biodiversité est le lieu d'inquiétudes et d'enjeux. Inquiétudes, parce qu'elle est menacée par les activités humaines ; enjeux, parce qu'elle représente un patrimoine et des richesses inégalement distribués: la biodiversité est particulièrement abondante en région tropicale, c'est-à-dire dans les pays du Sud, tandis que les convoitises émanent de pays du Nord.

L'objectif d'une « agriculture durable » est confronté à une série de problèmes d'ordre démographique, politique, socio-économique et institutionnel. En théorie, il s'agit de faire des propositions permettant de garantir la capacité de production agricole actuelle et future, sans affecter les ressources naturelles d'une manière irréversible, c'est-à-dire, produire à des niveaux soutenables pour maintenir des options ouvertes pour le futur. L'élevage, souvent considéré comme produit ou intrant de l'agriculture, est une ressource de base dont sont dotées les exploitations agricoles. Un large consensus existe dans la communauté scientifique sur l'importance de la diversité génétique pour la viabilité de l'humanité à court et à long terme (Landweber et Dobson, 1999 ; Amos et Balmford, 2001 ; Avise, 2008 ; Laikre *et al.*, 2009). D'après Laikre *et al.* (2009), la diversité génétique est aujourd'hui un gage de pérennité pour les populations qui ne sont pas à l'abri de fluctuations environnementales brutales. Sur le plus long terme, la diversité génétique constitue la matière première qui permettra la poursuite de l'évolution ainsi que l'adaptation des races aux conditions environnementales futures.

Et demain ? Dans la plupart des systèmes de productions agricoles identifiées dans les pays en développement, l'animal représente une composante importante. Il peut intervenir comme facteur de production, comme moyen de production ; comme moyen de capitalisation, comme gage d'assurance et comme objet de transaction ou facteur de prestige dans les rapports sociaux. En effet, hormis le cas où l'animal est utilisé directement dans le but d'accroître l'efficacité du système de production (culture, fumier), il n'est le plus souvent qu'associé indirectement à celle-ci. Or la pression démographique rend de plus en plus impérieuse la nécessité d'intensifier le système de production agricole. Le risque est donc grand de voir l'intérêt économique immédiat prendre le pas sur le maintien et la préservation de la diversité génétique. La conservation de ces ressources génétiques nécessite donc une réaction rapide (1) des autorités politiques (adoption de lois favorisant les productions locales, dégagement de budgets spéciaux pour la conservation des ressources génétiques menacées,...), (2) de la communauté

scientifique (encouragement des travaux de recherche sur la réhabilitation des races anciennes, évaluation et caractérisation des races locales peu connues,...), (3) des organisations non gouvernementales (utilisation dans les projets de développement d'élevages de races locales rustiques, subvention de travaux de recherche sur les races locales,...) et (4) des éleveurs amateurs (création d'associations locales pour maintenir la diversité génétique de chaque race, volonté de garder un noyau intact pour toutes les races dont on voudrait pouvoir garantir une éventuelle relance,...). L'urgence de la réaction nécessaire pour la conservation de la biodiversité animale est justifiée essentiellement par l'homogénéisation des systèmes de production (Hodges, 2006). Cette conservation des ressources génétiques nécessite un inventaire rapide des races à préserver pour mieux connaître leurs caractéristiques démographiques et pouvoir connaître les environnements qui correspondent à ces races.

La conservation des ressources génétiques

La sauvegarde des ressources génétiques peut se conceptualiser selon deux modes qui, bien que fortement liés, présentent des différences importantes quant aux stratégies en découlant. Ainsi, un premier mode vise-t-il à la conservation des gènes tandis que le deuxième se rapporte à la conservation des races ou de populations génétiques. Le premier concept s'intéresse donc davantage aux caractéristiques génétiques individuelles consubstantielles à une race ou une population génétique ; le deuxième concept, quant à lui, aborde la question de la biodiversité sous l'angle de la survie de populations animales, le plus souvent définies du point de vue scientifique sur base d'une communauté de caractères phénotypiques. Cette dernière approche entraîne donc comme première nécessité la connaissance des groupes génétiques et de leur définition factuelle, au travers de la caractérisation de la variabilité phénotypique en son sein ainsi que du prototype unificateur, dénominateur commun ou visée de sélection, que constitue le standard de la race.

Au sein de l'espèce galline, une procédure unifiée de cette caractérisation des populations est proposée par la FAO (2008) au travers de la fiche présentée en Figure 1. Celle-ci récapitule toutes les informations nécessaires à la connaissance approfondie d'une race. Ces informations pourront être utilisées pour développer divers programmes de conservation voire de développement de la race.

Tout travail de caractérisation nécessite une série de démarches (FAO, 2007), à savoir :

Enquêtes : elles consistent à réunir les informations nécessaires à l'identification de la race ou la population animale et pour décrire les caractères observables, la distribution géographique, l'utilisation, les pratiques d'élevage en général ainsi que l'environnement de production.

La FAO avait proposé une méthode d'identification d'une race, mettant l'accent sur les informations nécessaires à l'uniformisation de la récolte des données et des informations et ainsi faciliter l'enregistrement dans sa base de données DAD-IS.

Suivi : Une mise à jour des données est généralement nécessaire. Pour y arriver, un suivi périodique et continu des données de taille et de structure de la population doit être envisagé dans tout programme de conservation. Chez la poule, la périodicité de l'enregistrement des données sur les races est de deux années. Pour remédier au coût important que génère le suivi continu de l'évolution de la race étudiée, il est indispensable dans les pays développés d'obtenir la participation des amateurs et collectionneurs de races locales. Dans les pays en développement, pour lesquels la biodiversité est rarement une priorité gouvernementale ou une préoccupation majeure des possesseurs d'animaux, le soutien actif d'ONG, ainsi que des structures telles que la FAO et WWF, s'est révélé dans le passé récent absolument nécessaire. Il est également primordial de comprendre la place occupée par les populations animales concernées, de leurs caractéristiques et variabilité, au sein des moyens d'existence de leurs éleveurs.

Caractérisation génétique moléculaire : Cet outil onéreux permet l'exploration de polymorphismes de protéines ou de marqueurs ADN afin de mesurer la variation génétique intra et inter-races ainsi que les relations génétiques à l'intérieur de ces races. Cependant, ce type de caractérisation nécessite, en plus d'un financement important, du temps. Pour encourager l'étude des races locales et favoriser la nécessaire rapidité de son développement, il est important de reconnaître l'apport des programmes de caractérisation n'incluant pas l'outil moléculaire. La focalisation sur le niveau moléculaire fait en outre courir le risque de perdre en compréhension des déterminants de la conservation *in situ* ce qui aura été gagné en précision de la définition de la variabilité génétique.

Diffusion de l'information : Il est nécessaire de diffuser les informations concernant les races étudiées, pour les faire connaître et éventuellement sensibiliser des citoyens, des scientifiques et des autorités politiques à leur conservation. En plus des publications scientifiques qui permettent la diffusion de l'information dans la communauté scientifique, il est nécessaire d'enregistrer ces informations dans des systèmes d'informations tels que DAD-IS et EFABIS pour la FAO et DAGRIS pour l'International Livestock Research Institute (ILRI). Ces systèmes permettant l'accès facile aux acteurs de la caractérisation, de la conservation et de l'élevage à toutes les informations déjà recueillies sur une race.

La suite est une caractérisation et une valorisation des différentes variétés de la poule Ardennaise encore existantes en Belgique, de la poule locale en Kabylie (Algérie), de la poule vietnamienne Ri et de la poule locale élevée au Bas-Congo en République Démocratique de Congo (RDC). Il s'agit de rappeler leurs origines (ou du moins d'évoquer les hypothèses possibles), leur patrimoine génétique visuel (morphologie), leurs performances zootechniques de chair et de ponte et de brosser le portrait des animaux actuels, de leurs éleveurs et de leur pratiques d'élevage.



1^{ERE} PARTIE :
EVALUATION DE LA SITUATION
ACTUELLE DE LA RACE DE POULE
BELGE :
ARDENNAISE

Introduction

Contrairement au pays en développement où la disponibilité des produits de consommation à des prix raisonnables est un défi majeur, dans les pays développés, et plus particulièrement en Europe, les consommateurs fondent leur exigence sur et autour des revendications portant sur le terroir, la salubrité, le respect de l'environnement et de l'animal. Ces dernières sont à l'origine d'un nouveau concept de production fondé sur l'utilisation de races locales.

De plus, mis à part leur réponse aux exigences contemporaines des consommateurs, les anciennes races locales permettent une différenciation des productions agricoles selon la région. Il s'y ajoute l'existence d'une étroite relation entre le produit et le terroir. En effet, en France par exemple, certaines anciennes races comme la Bresse, la Gauloise grise et la noire, la Geline de la Touraine, la Gournay, la Barbezieux et la Coucou de Rennes, font parties des races exploitées commercialement. D'ailleurs, la Bresse constitue le meilleur exemple d'une race ancienne commercialisable. En effet, elle dispose de son appellation d'origine contrôlée depuis 1957.

Les préférences alimentaires des consommateurs ont énormément participé à la conservation de certaines races de poules en Europe. Une bonne partie de ces pays européens sont pourvus d'une législation pour la gestion et la conservation des races animales anciennes. Quoique, seuls 11 pays de l'Union Européenne consacrent des budgets spécifiques à la conservation et au développement des ressources génétiques animales (FAO, 1999).

Un essor extraordinaire de l'aviculture avait également marqué la deuxième moitié du 20^{ème} siècle avec un développement de souches hybrides qui ont permis de monopoliser un marché mondial en croissance. Et les éleveurs du monde entier continué de convoiter, du fait de la compétitivité, des sujets singulièrement plus productifs. Dans cet environnement particulier, la diversité avicole devrait faire face à un élevage intensif caractérisé par une sélection génétique se faisant presque exclusivement en lignées spécialisées. Ceci aurait entraîné la disparition continue de certaines races locales au profit des souches industrielles et, menacé ainsi la diversité génétique.

En Europe où les lignées commerciales ont absorbé le marché des productions animales, les races anciennes figurent parmi les ressources génétiques animales les plus menacées au monde (FAO, 1999). La Belgique, avec une quarantaine de races et plusieurs centaines de variétés de poules ne fait pas exception à cette règle ; en effet, 95 % de ces races sont en danger d'extinction (Larivière et Leroy, 2005).

C'est dans ce contexte particulier d'érosion des ressources génétiques animales que cette étude a été menée pour caractériser la race Ardennaise.

Devant la rareté des références bibliographiques sur l'Ardennaise, particulièrement en ce qui concerne ces aptitudes de poule de rente. Le présent travail, constitue une continuité aux travaux réalisés par Larivière et Leroy (2005) et Larivière(2010).

LES RACES DE POULES BELGES

Annales de Médecine Vétérinaire

(Sous presse)

Les races de poules belges

**MOULA N¹., JACQUET M²., VERELST A³., ANTOINE-MOUSSIAUX N¹., FARNIR F¹. and
LEROY P¹.**

1 Département des productions animales, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, Bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique.

2 Filière Avicole et Cunicole Wallonne, Chaussée de Namur, 47 – 5030, Gembloux, Belgique.

3 Fédération Nationale des Eleveurs d'Animaux de Basse-cour asbl, Cauwenberglei 9 –2243, Belgique.

Correspondance : Prof. Pascal Leroy Email : pascal.leroy@ulg.ac.be

Dr Nassim Moula Email : Nassim.Moula@doct.ulg.ac.be

Résumé

La Belgique possède un patrimoine génétique avicole très riche. La poule, avec une quarantaine de races et plusieurs centaines de variétés, tient une place importante dans le bestiaire des races domestiques belges et européennes. Toutefois, ces races de poules traditionnelles figurent parmi les ressources génétiques animales les plus menacées du monde. Ce manuscrit dresse l'origine et la situation des différentes races de poules belges encore existantes.

Abstract

Belgium has a highly divers avian genetic heritage. The hen, with about forty breeds and hundreds of varieties, takes pride of place among Belgian and European domestic animal breeds. However, these breeds of the traditional hen, are among the most endangered animal genetic resources in the world. This document reviews the origin and the state of the different breeds of Belgian hens that still exist.

1-Introduction

La diversité des populations animales domestiques, résultant de la sélection menée par l'homme dans des systèmes d'élevage variés, décroît rapidement du fait de l'intensification de l'élevage survenu durant la deuxième moitié du XX^e siècle. La spécialisation extrême de certaines races domestiques et la dissémination mondiale de celles-ci ont en effet été obtenues au détriment de races locales moins productives, et donc de la biodiversité (Larivière et Leroy, 2008). En 1992, lors du sommet de la terre organisé à Rio de Janeiro, cette biodiversité, alors mise à l'honneur, est définie comme étant la diversité des gènes, des espèces, des écosystèmes et des processus écologiques (article 2 de la Convention sur la diversité biologique, adoptée le 22 mai 1992 et ouverte à la signature des Etats lors de la Conférence de Rio le 5 juin 1992, entrée en vigueur le 29 décembre 1993). Cette notion a depuis suscité beaucoup de débats dans la mesure où il apparaît que chaque élément de la biodiversité, même le plus modeste, représente un patrimoine génétique mondial irremplaçable. Si cette dégradation du capital génétique concerne évidemment les espèces sauvages affectées par les altérations anthropiques de leur environnement ou par la chasse, elle touche aussi de nombreuses races et variétés domestiques, par les voies évoquées plus haut.

Les données sur la diversité génétique du Centre Mondial de Conservation (World Conservation Monitoring Centre) révèlent que durant un siècle (entre 1892 et 1992), 617 races domestiques se sont éteintes et 474 ont été considérées comme rares ou en danger d'extinction (Tisdell, 2003, Fadlaoui, 2006). Fadlaoui (2006) rapporte encore qu'en moyenne une race sur six s'est éteinte au cours du dernier siècle. En 2007, selon la Commission des Ressources génétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture de l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), au moins une race domestique a disparu chaque mois au cours des sept dernières années, ce qui signifie que ces caractéristiques génétiques sont perdues à jamais.

Les ressources génétiques aviaires n'échappent pas à ce phénomène global et connaissent une situation très alarmante. En effet, à l'échelle mondiale, les races avicoles en danger d'extinction ont augmenté de 51 % en 1995 à 63 % en 1999 avec respectivement en Afrique un passage de 20 % à 34 %, en Asie de 32 % à 37 %, en Europe de 65 % à 76 %, en Amérique latine et dans la région des Caraïbes de 5 % à 45 %, dans le Proche-Orient de 19 % à 21 % et en Amérique du Nord de 78 % à 97 %. Les volailles considérées dans cette évaluation ont été les suivantes : casoar, poulet, canard, émeu, oie, pintade, canard de Barbarie, nandou, autruche, perdrix, faisan, pigeon, caille et dindon (Guèye, 2001).

La situation est particulièrement critique concernant la poule domestique (Tableau 1), dont la diversité résultait en partie de la sélection sur des caractères morphologiques (allure générale, couleur du plumage, taille du squelette, forme de la crête, couleur de la peau, répartition des plumes sur le corps...) et de performances (poids de carcasse et nombre d'œufs) à partir de la poule Bankiva, coq rouge de jungle ou *Gallus gallus*, issue des forêts indonésiennes (Figure 1). Le développement et la vulgarisation des produits croisés issus de lignées spécialisées (pour la production de viande ou d'œufs) constituent un danger pressant d'extinction des races locales dans leur ensemble. Aujourd'hui,

la génétique avicole mondiale est un secteur d'extrême concentration, trois grandes multinationales se partagent ainsi la sélection des souches de poulet de chair standard à croissance rapide, avec comme conséquence, l'homogénéisation génétique de ces dernières (Muir *et al.*, 2008 ; Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection –Germany– cité par Larivière et Leroy, 2008). Il reste néanmoins les races destinées à la production d'oiseaux d'ornement (pour la beauté) ou la production de plumes destinées aux mouches de pêche ou encore sélectionnées pour le combat de coqs. Ces animaux représentent malgré tout un ensemble diversifié non négligeable et appartiennent à des particuliers (éleveurs amateurs, collectionneurs...) ou à des micro-entreprises privées. La Belgique dispose de plusieurs dizaines de races de poules domestiques (Moula *et al.*, 2011). Néanmoins cette richesse est mise en danger avec le classement de plus de 95 % de ces races locales à des stades critiques de moins de 100 femelles et 5 mâles (Larivière et Leroy, 2005 ; Moula *et al.*, 2011). La persistance de certaines races anciennes, comme un peu partout en Europe, est essentiellement assurée par les éleveurs amateurs collectionneurs. Ce qui est encourageant pour l'avenir dans la mesure où les races de poules locales représentent un réservoir vital de ressources génétiques et qu'avec un effectif réduit elles peuvent survivre pourvu qu'un éleveur s'engage à les conserver (Spalona *et al.*, 2007). Ces éleveurs passionnés mènent ainsi un travail d'intérêt global, la sauvegarde de la biodiversité domestique mondiale, car comme l'avait déjà Georges Janin en 1929 cité par A. Audiot (1995): *« Même si une race locale pure ne paraît pas satisfaire aux indications économiques du moment, il est du devoir des pouvoirs publics d'assurer la conservation d'un nombre suffisant d'individus de cette race pour reconstituer celle-ci dès que les circonstances viendront à se modifier. Il s'agit de la sauvegarde d'un héritage dont chaque génération est comptable à l'égard de celle qui lui succède »*. De tels animaux constituent le patrimoine vivant de l'homme (Vissac, 1993).

Des politiques de conservation sont donc nécessaires. Si des initiatives centralisées sont possibles telles que la constitution de banques génétiques (semence, ovocytes, embryons congelés), d'autres occasions de promouvoir la conservation des races locales par leur usage en production peuvent être trouvées. La conservation est une étape, la valorisation en production en est une autre. Dans les pays industrialisés, les races locales peuvent trouver leur place dans le cadre de la production de qualité différenciée, de la production dite de « label » ou de terroir. Cette tendance nouvelle dans l'orientation de la consommation a récemment émergé en Belgique notamment suite aux grandes crises sanitaires comme celle de la vache folle ou encore de la dioxine et à la préoccupation croissante du public pour le bien-être animal et la désintensification de l'élevage. L'intérêt pour une production différenciée (Label, Bio, AOC, IGP...) dans les pays industrialisés est en plein essor. Ainsi, en région wallonne par exemple, entre début 2010 et mi 2011, la production de poulets de qualité différenciée (à partir de souches hybrides colorées à croissance lente) a augmenté de 17 %. Dans les pays en développement, la promotion de l'agriculture familiale dans l'orientation vers une autosuffisance alimentaire et pour la lutte contre la pauvreté rurale devrait également tirer profit des races locales. leur adaptation aux milieux d'élevage parfois contraignants, présente un atout trop souvent négligé au profit de souches

industrielles productives en conditions contrôlées mais tout à fait inadaptées aux conditions extensives (Alders et Pym, 2009).

Devant la multitude des races domestiques, la part coordonnée des efforts publics de conservation, notamment celle visant à une meilleure connaissance de la diversité présente et des aptitudes productives de chaque race, ne saurait concerner l'ensemble de celles-ci. Choisir les races à préserver revient à élaborer et à pondérer des critères de conservation (Cuc *et al.*, 2011) ; alors que toutes les volailles ont leur particularité et leurs atouts dans ce processus de diversification des productions avicoles. Dans le cas de la Belgique, la diversité subsistante suffit déjà à poser le problème de l'allocation des efforts de conservation de manière cruciale. Dans une première approche de cette question, cet article se propose de présenter la biodiversité belge en matière de poule domestique, présentation centrée sur la description des races recensées par Larivière et Leroy (2005).

2- La notion de « race » et les risques de disparition des races animales

Qu'est-ce qu'une race ?

La question peut sembler triviale tant le terme de « race » apparaît aujourd'hui commun. Lorsqu'il s'agit de définir précisément ce qu'est une race, on se rend pourtant rapidement compte que la signification du mot peut largement dépendre du contexte culturel ou sociétal ou tout simplement des moyens mis à disposition pour inventorier les différences entre populations animales. Il est évident que la dérive génétique et la sélection (naturelle ou artificielle) accentuent la tendance des populations séparées géographiquement, écologiquement ou culturellement, à devenir distinctes (FAO, 2003). C'est lorsque ces distinctions sont visibles que l'on décide généralement de considérer que les populations représentent des races différentes. En première approche, la notion de race est ainsi le plus souvent phénoménologique. Il est par exemple intéressant d'en reprendre la définition proposée par Köller-Rollefson en 1997 :

« Une population domestique animale peut être vue comme une race si les animaux rencontrent les critères suivants :

- *Sont gardés par une communauté particulière*
- *Dans un environnement spécifique*
- *Sont sujets à la même utilisation*
- *Sont vus comme distincts par leurs éleveurs »*

Les critères de cette définition sont très qualitatifs. Le fait de considérer des animaux comme distincts pour les éleveurs est par exemple largement dépendant de la méthode de caractérisation de ces individus. C'est souvent sur la base d'un consensus entre éleveurs que les éléments propres à une race sont précisés : les éleveurs définissent les caractéristiques (nécessairement phénotypiques) qu'ils pensent représentatives de l'animal idéal de la race considérée. Ces standards de race sont généralement basés sur des caractères facilement mesurables et à simple déterminisme. Les éleveurs

sélectionnent alors avec ces standards un panel d'individus qui constituera la population pionnière et la descendance de cette population pionnière est éligible comme membre de la race.

Dans les pays développés, cette démarche est généralement supportée par des associations d'éleveurs et elle se retrouve formalisée dans des bases de données généalogiques (Herd book ou Flock book). De telles associations d'éleveurs – avec des standards bien définis – n'existent la plupart du temps pas dans les pays en voie de développement mais les communautés agricoles dans ces pays gèrent leurs ressources génétiques avec une approche très semblable, en ayant culturellement développé leurs propres objectifs d'élevage (Berthouly, 2008).

La FAO a proposé en 1999 une définition relativement voisine mais qui insiste sur le fait qu'une appartenance à une race peut parfois reposer sur des critères subjectifs :

« Une race est tout aussi bien une population domestique dont les caractéristiques externes définies et identifiables permettent une séparation visuelle d'autres groupes définis de la même façon et appartenant à la même espèce, ou encore une population dont la séparation géographique ou culturelle d'autres populations similaires du point de vue phénotypique a conduit à l'acceptation de son identité distincte »

Difficile avec une telle approche de dissocier les individus de races différentes s'ils ont la même apparence lorsqu'ils sont sortis de leur milieu d'origine. Des analyses moléculaires sont alors utiles : elles permettent de confirmer et/ou de comprendre les similitudes entre populations qui semblent géographiquement trop éloignées pour être apparentées. L'approche génétique permet aussi de mieux connaître les populations dans les pays en voie de développement où il n'est pas rare de trouver un même nom de race pour des populations très distinctes, parfois de façon évidente (lorsque les populations ne se ressemblent pas) mais aussi parfois de façon plus ambiguë (lorsque leurs phénotypes sont très proches et qu'il convient alors de vérifier les écarts génétiques).

A la notion initiale de race qui est restée très importante dans certains élevages (équidés ou ruminants par exemple) se juxtapose désormais celle de type génétique, beaucoup plus utilisée dans le cas des volailles ou des porcs. Elle repose souvent sur un plan de croisements qui correspond à l'orientation que le collectif d'éleveurs veut donner à la race et à la stratégie de sélection qui y est associée (Verrier, 2011).

Préservation des ressources génétiques animales

L'expression « ressources génétiques animales » (AnGR) est utilisée par Tisdell en 2003 pour désigner toutes les espèces, races et lignées animales qui présentent un intérêt économique, scientifique et culturel pour la production de nourriture et pour l'agriculture actuellement ou dans le futur.

Ces ressources sont menacées si l'on ne met pas en œuvre les mesures nécessaires à leur préservation.

Les risques d'extinction d'une race animale sont définis selon la classification de la FAO (2007) en cinq classes :

- **Race sans risque** : les nombres de mâles reproducteurs dépasse 20, celui des femelles reproductrices dépasse 1000 ; la taille de la population est en augmentation ; le taux de femelles de lignée pure est proche de 100 %.
- **Race en danger** : le nombre de femelles reproductrices se situe entre 100 et 1000 ou celui des mâles reproducteurs est inférieur ou égal à 20 ; soit la population est petite (≈ 100 individus) et dans ce cas-là elle augmente et possède plus de 80 % de femelles de lignée pure, soit au contraire on a une population de taille encore raisonnable (≈ 1000 individus) mais la taille diminue et on observe une proportion de femelles de lignée pure < 80 %.
- **Race critique** : le nombre de femelles reproductrices est inférieur à 100 ou le nombre de mâles reproducteurs est inférieur ou égal à cinq ; la taille totale de la population est de l'ordre d'une centaine d'individus, en diminution, et on a moins de 80 % de femelles de lignée pure.
- **Race critique maintenue et race en danger maintenue** : races maintenues par un programme de conservation actif d'initiative publique, commerciale ou de recherche.
- **Race éteinte** : il n'est plus possible de recréer une population de la race. L'extinction est définitive lorsque il n'existe plus de mâle reproducteur (spermatozoïdes), de femelles reproductrices (ovocytes), ou d'embryons.

3- Les races de poules belges

La Belgique possède un important patrimoine génétique avicole. La poule, avec une quarantaine de races et plusieurs centaines de variétés, tient une place importante dans le bestiaire des races domestiques européennes (Périquet, 2008). Avec la rationalisation de l'aviculture et les impératifs alimentaires de l'après guerre, la plupart des races existantes aujourd'hui n'ont survécu que grâce aux soins d'éleveurs amateurs. Néanmoins, quelques expériences en France (Bresse, Bourbonnaise, Geline de Touraine, Poule de Barbezies, Poule de Marans, Gournay, ...) ont montré qu'il existe une demande pour des productions alternatives de volailles de qualité différenciée, avec une forte connotation identitaire (Marguerie, 2002). La majorité des poulets (AOC, Label Rouge) français sont présents sur le marché belge et appréciés par les consommateurs locaux (Thewis, 1996). Ce nouveau contexte socio-économique dans lequel évolue l'aviculture, et d'une façon générale l'ensemble de l'agriculture, favorise les concepts de qualité différenciée et de diversité des productions et des produits. Avant d'en arriver à l'utilisation économique des poulets anciens, il serait intéressant de faire le point de connaissance avec les nombreuses races belges, leur histoire et surtout, évaluer leur situation et leur potentiel actuel.

3-1- Les races belges de grande taille et leurs variétés naines

Une variété naine est généralement obtenue par l'utilisation du gène de nanisme lié au sexe. S'il n'est pas déjà présent en ségrégation dans la race, il est introduit par un croisement suivi de quelques années de sélection. La nanification d'une race de grande taille peut alors prendre assez longtemps.

3-1-1- L'Ardennaise (Ardenner)

- *L'Ardennaise de grande taille*

L'Ardennaise, comme relaté par Moula et *al.* (2009a) est originaire du plateau Ardennais. Elle est génétiquement proche de la Gauloise avec qui elle partage les mêmes caractères (Blanchon et De Monchaux, 1924 ; Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et Marcq, 1948). Considérée comme franco-belge ou plutôt belge, selon La Perre De Roo (1898) et Periquet (1992), elle est décrite comme « rustique, sobre, tôt levée, tard couchée, chercheuse, vive et vagabonde ». Elle présente un vol très aisé et recherche les lieux solitaires, se perchait sur les arbres (d'où l'appellation Wallonne de « *poie di haie* » ou poule de haie qui lui est donnée dans son terroir). Son aire de dispersion va de la région de Herve aux Ardennes françaises en passant par les Fagnes, la Famenne et les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Semois.

L'histoire de l'Ardennaise, d'après Brandt et Willems (1971) remonte à la fin du XIX^e siècle où La Perre De Roo en avait fait une description assez fidèle et avait dépeint ses variétés « perdrix ». Cette appellation « perdrix » a mené à de nombreuses discussions car il n'a jamais été clairement établi s'il s'agissait bien des vraies « perdrix », des saumon dorés ou de ce qu'on appelle de nos jours « noir liseré doré/argenté ». Dans les années 1980, Lambiotte et Hannotier ont conclu dans une longue monographie de la race qu'il s'agit de « mauvaises » variétés auxquelles il vaut mieux renoncer (Lambiotte, 1984). Depuis 1986 on ne parle plus de « perdrix » et il n'existe pas de preuves que ces premiers sujets étaient vraiment des perdrix.

Moureau de Hotton a rapporté qu'à la fin du XIX^e siècle, l'Ardennaise tendait déjà à disparaître et devenait rare même en Ardenne. En 1893, un groupe d'amateurs (« Union avicole de Liège ») a été créé et a pris immédiatement l'Ardennaise sous sa protection. Cette dernière va alors connaître une période de prospérité qui va durer une bonne trentaine d'années. La race est reconstituée dans les variétés « perdrix » argentée et dorée, noire à camail doré, argentée et noire unie. À la fin de la première guerre mondiale, des volailles italiennes à pattes jaunes sont importées en masse en Belgique (Capriaux, 1921). Nettement supérieures en rendement ponte aux races locales, elles en entraînent le déclin commercial rapide. En 1921, toujours selon Brandt et Willems (1971), *Le groupement avicole de la Haute Belgique pour la protection de l'Ardennaise* a vu le jour pour lutter contre l'implantation des poules exotiques.

Comme beaucoup de poules de races locales, l'Ardennaise était à deux fins : ponte (production d'œufs) et chair (production de viande).

Aptitude à la ponte

Cette poule présentait à l'époque un bon niveau de base pour la production d'œufs. Ses performances de ponte pouvaient donc être améliorées par la sélection génétique : laquelle a été entreprise dès 1922 à la station de sélection d'Esneux (et aussi à celle du Cercle Avicole du Boussu). A cette époque, ces stations ont contribué à diffuser la race en fournissant des œufs à couvrir et des sujets d'élevage dans de bonnes conditions. (Vie à la Campagne n° exceptionnel, 15 février 1927 : « Les poules qui rapportent »)

Suite à la sélection des poules en faveur de la ponte, la ponte moyenne de 150 œufs par an est passée à 163 en 1924 et à 173 en 1925.

Lors des concours nationaux belges 1923-1924, 1924-1925 et 1925-1926 les chiffres officiels font état de performances individuelles de poules Ardennaises, respectivement de 198, 195 et 212 œufs (Vie à la Campagne n° exceptionnel, 15 février 1927). Marcq et Lahaye en 1942 et 1948 avaient qualifié l'ardennaise de bonne pondeuse.

Ses œufs blancs pèsent entre 36 à 57 g (entre le début de ponte : 25 semaines d'âge et la fin d'un premier cycle de ponte : 77 semaines) avec une moyenne annuelle d'environ 52 g (Moula *et al.*, 2009a). Elle peut pondre environ 180 œufs par an avec un taux moyen annuel de ponte d'environ 50 % (Brandt et Willems, 1971 ; Moula *et al.*, 2009a,b).

Aptitude à la production de chair

Cornevin (1895) puis Carpiaux (1921) suivi de Voitellier (1925) et enfin Brandt et Willems (1971) considéraient l'Ardennaise comme une poule d'agrément à cause de son coefficient de chair extrêmement modeste par rapport à d'autres races fixées qui lui sont largement supérieures en matière de performances pondérales.

Toutefois, dans Vie à la Campagne n° exceptionnel, 15 février 1927, on peut lire: « La race étant précoce, elle convient à la production du poulet de primeur. Les coquelets sont faciles à chaponner et atteignent le poids de 3 kg. La chair est blanche, d'une grande finesse. »

Plus récemment, les études réalisées par Lariviere et collaborateurs (2006, 2009a,b) et Moula et al. (2009b) avaient montré les possibilités d'utilisation commerciale de la race.

Afin d'augmenter les capacités de ponte, elle a été croisée avec de la 'Livourne ' (ou Leghorn). Cette introduction de sang de Livourne a provoqué le déclin de l'Ardennaise. Aucun enregistrement de la présence de la race n'est disponible à partir de 1940. Après la guerre, suite aux efforts des amateurs de l'Ardennaise, une reconstitution de la race est entamée; elle ne mènera toutefois à l'enregistrement de poules conformes à la race d'origine que trente années plus tard. Aux dix variétés initiales décrites par Brandt et Willems (1971) : (1) noir, (2) blanc, (3) Noir à camail doré, (4) noir à camail argenté, (5) noir à camail doré et poitrine liserée, (6) noir à camail argenté et poitrine liserée, (7) saumon doré, (8) saumon argenté, (9) noir liseré argenté et (10) noir liseré doré ; il convient d'ajouter les variétés bleues, (11) bleu à camail doré et (12) saumon bleu doré (VIVFN, 2008).

L'arrêt d'élevage du principal fournisseur des poules recensées actuellement (l'élevage du Docteur Detobel à Chevetogne) a conduit à la diminution inéluctable des Ardennaises. Cependant, les dernières opérations réalisées par le partenariat du Service de génétique de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (FMV/ULg, Belgique), du Groupement d'Action Local (Gal) du Pays des Condruses et du Centre des Technologies Agronomiques (CTA) de Strée avaient permis de distribuer, entre juillet et septembre 2009, plusieurs centaines de couples à des amateurs de races anciennes, avec

un véritable engouement pour cette poule. En Flandres, l'Ardennaise a pu maintenir sa position entre 2002 et 2011 avec une dizaine d'éleveurs qui possèdent environ 70 reproducteurs. Contrairement à la Wallonie, on n'y voit que les variétés 'à camail' qui montrent la pigmentation foncée des attributs de la tête, typique à la race. (VIVFN, 2002-2011).

Suite aux différentes distributions réalisées (effectuées en Belgique et en République Démocratique du Congo par le service de génétique de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (FMV/ULg, Belgique) entre 2007 et 2010, en collaboration avec la Société Coqard, les effectifs de la poule Ardennaise dépassaient largement les deux milles sujets dont deux tiers sont des femelles.

- *L'Ardennaise naine*

Si l'Ardennaise de grande taille est considérée comme une race belgo-française. L'Ardennaise naine, est une race exclusivement belge qui n'a absolument rien de commun avec la région dont elle porte le nom (Brandt et Willems, 1971; VIVFN, 2008). Cette jolie petite volaille, à l'allure fière et vive et de forme svelte, ressemble à un modèle réduit de la poule Ardennaise, race très ancienne, adaptée au terrain rocaillieux des hauteurs. Elle est, selon Collier (1942), d'une grande résistance aux intempéries. Elle fut en effet créée à Liège, au sein de la vieille société liégeoise (Union Avicole). Les premiers travaux de cette création remontent au début du siècle passé et exactement en 1904 pour être plus précis. Au départ de Combattant anglais nains ancien type, de Bassettes Liégeoises ancien type et d'Ardennais de grande race, l'équipe de monsieur Théo de Lame réussit à créer en l'espace de 5 à 6 ans, une volaille très naine à l'image de la grande race avec ses caractères importants, sa pigmentation très intense (Brandt et Willems, 1971). Mieux, et ceci est vraiment étonnant, cette Ardennaise nanifiée paraît aussi avoir hérité de la rusticité, de l'allure, de la vivacité et de l'avidité de liberté de la grande race.

À partir de 1907, elle est présente à toutes les expositions liégeoises. Elle reçoit sa consécration en 1913, lorsque le standard élaboré par Monsieur Théo de Lame est approuvé par la Fédération Nationale. En 1914, elle participe à l'exposition Internationale de Liège. Malgré les deux guerres mondiales, Liège est resté le fief de prédilection de la race, cependant elle a gagné toutes les régions du pays et même la France.

Le standard élaboré en 2008 (VIVFN, 2008), reconnaît 11 variétés, dont 10 rencontrées chez la grande Ardennaise: noire, blanche, noire à camail doré, noire à camail argenté, noire à camail doré et poitrine liserée, noire à camail argenté et poitrine liserée, saumon doré, saumon argenté, noir liseré doré, noir liseré argenté, saumon doré clair (non reconnue dans la grande Ardennaise). En 2009, deux variétés non reconnues en grande race sont ajoutées, la bleue à camail argenté et la bleue à camail argenté et poitrine liserée, élevées par A. Verelst et R. Boonen. Pour son standard il faut se référer à celui de la grande Ardennaise. Les effectifs et les performances de ponte et de poids de la race sont rapportés dans le Tableau 2.

3-1-2- La Sans-queue des Ardennes (Ardenner bolstaart)

- *La Sans-queue des Ardennes de grande taille*

La Sans-queue des Ardennes est considérée comme une variété de l'Ardennaise avec comme caractère principal l'absence des vertèbres coccygiennes (Capriaux, 1921 ; Brandt et Willems, 1971). Cette atrophie des vertèbres, présente de moins en moins dans diverses races, n'est donc pas un caractère distinctif. Elle est due à une mutation héréditaire. La même observation peut également être faite chez la race hollandaise « la Poule de Drenthe » (Brandt et Willems, 1971). Il faut également noter que la Sans-queue des Ardennes fut souvent dénommée « Wallikiki » (Blanchon et De Monchaux, 1924 ; Marcq et Lahaye, 1942) qui, d'après Capriaux (1921) et Brandt et Willems (1971), serait d'origine flamande et désignerait la poule des wallons ou «*Wale Kie-ken*». Comme variété de l'Ardennaise, on doit lui appliquer le standard de cette dernière, sauf pour l'absence des vertèbres coccygiennes et du plumage de la queue (VIVFN, 2008). Toutes les variétés de l'Ardennaise reconnues par la Fédération nationale sont reprises par la Sans-queue (VIVFN, 2008).

Malheureusement la Sans-queue est aujourd'hui dans une situation critique (Tableau 3). Cependant, des croisements avec l'Ardennaise, de laquelle la Sans-queue ne diffère phénotypiquement que par un seul trait génétique (Rp : Absence de queue) qui est dominant en plus, offrent la possibilité de renforcer son effectif dans l'état actuel.

- *La Sans-queue des Ardennes naine*

L'Ardennaise naine sans queue est la représentation exacte de la race avec queue, c'est-à-dire on retrouve chez l'une tous les caractères raciaux de l'autre, la queue en moins, ce qui lui donne un aspect plus court (Collier, 1942; Brandt et Willems, 1971). Malheureusement, aujourd'hui moins d'une soixantaine de sujets existent (Tableau 2).

3-1-3- La Famennaise (*Famennehoen*)

- *La Famennaise de grande taille*

Il n'existe que très peu de renseignements sur cette très vieille race belge (Moula *et al.*, 2009c). En effet, peu de données archivées existent à son sujet si ce n'est un écrit datant du siècle dernier et dont les auteurs, n'indiquant aucune référence, la considèrent comme une Ardennaise à laquelle le sol aride de la Famenne a, au cours des générations, enlevé toute pigmentation. Ils soutiennent que cette dernière possède et doit avoir l'œil de vesce, autrement dit un œil entièrement brun foncé à noirâtre, alors que l'ardennaise à l'œil tricolore avec iris orangé (Lambiotte, 1984). D'autres auteurs considéraient cette variété blanche d'Ardennaise comme étant une race à part entière qui est appelée Famennaise (Dresse, 1907 ; Brandt et Willems, 1971). Elle est élevée dans les fermes du Condroz et de Famenne depuis le milieu du 19^e siècle.

De plus, les informations dont nous disposons, rapportent que le petit noyau contemporain de Famennes est le produit d'une reconstitution en référence à une description phénotypique. En effet, une reconstitution à laquelle a contribué, dans les années 1980-1990, M. W. Lecocq, juge

volailles (en Province de Liège). Toujours selon nos renseignements, il est possible que dans le processus de reconstitution, il ait entre autres, été procédé à des croisements avec l'Ardennaise, la Bresse blanche et la Ramelsloher (race allemande).

Les principales caractéristiques de la Famennaise, en plus des yeux de couleur vesce, sont sa face rouge vif, le bec blanc bleuté, les pattes bleu ardoise et le plumage entièrement blanc avec une transparence bleuâtre. En 1986 le standard de la Famennaise a été modifié à la demande de l'Association des Eleveurs de Volailles de Races Wallonnes (A.E.V.R.W.). L'œil de vesce, la caractéristique principale de la race jusqu'à ce moment, n'est plus exigé. On ne demande plus qu'un œil brun foncé. Un motif pour cette modification n'est pas donné (Lambiotte, 1986). Le standard de 1907 par O. Dresse ne mentionnait la Famennaise que brièvement et la couleur des yeux n'est pas indiquée. J.F. Krins, juge volailles et un des éleveurs principaux de la race, encourage les éleveurs à continuer la sélection vers les yeux brun foncé et en même temps, il avoue que la couleur s'affaiblit avec l'âge (Krins, 2010). Le standard actuel n'est plus changé depuis 1986 (VIVFN, 2008).

La Famennaise est une poule assez sauvage, aimant la liberté. Elle est assez bonne pondeuse (140 à 170 œufs blancs par an) avec des poids moyens de 60 g (Brandt et Willems, 1971). Les poids corporels moyens rapportés par Théwis (2007) ont été de 3 kg chez le coq adulte 2,5 kg chez la poule adulte et chez le coquelet 2,5 kg et enfin de 2 kg chez la poullette. Après une sélection menée par le Centre de Référence et d'Expérimentation de Malagne la Gallo-romaine à Rochefort (Belgique), un essai de production de poulet de chair a été initié par ce dernier en collaboration avec l'Ecole Provinciale Agricole de Saint Quentin à Ciney. Ce suivi a permis de produire en 110 jours des poulets de 2,3 kg en moyenne, avec un poids de carcasse de 1,5 kg (Théwis, 2007).

À la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (FMV/ULg), Moula et al. (2009b,c ; 2010) multipliant les études concernant les performances de croissance et de ponte, obtiennent, chez les poulets Famennais, des poids très intéressants, dépassant même certains poulets de type label et chez la poule, des œufs de bonne qualité. En effet, les œufs peuvent être commercialisés en Europe du fait de leur calibre moyen (Sauveur, 1995). De plus, ils présentent une solidité de coquille très intéressante qui permet d'éviter les importantes pertes engendrées par la fragilité de celle-ci avec un impact sur le plan économique considérable (Moula *et al.*, 2009c, 2010). Les œufs de la Famennaise se conservent aussi bien que ceux des souches commerciales (Moula *et al.*, 2009e). Malgré ces atouts, l'effectif de la race Famennaise ne cesse de diminuer et d'être de plus en plus menacé d'extinction, surtout depuis l'arrêt (manque de subvention) des activités d'élevage et de conservation du Centre de Malagne-la-Gallo-Romaine (Archeoparc, Rochefort) où était détenue la majeure partie des Famennaises recensées avant 2007. Aujourd'hui, elle est dans une situation critique (Tableau 3).

- *La Famennaise naine*

Mise à part sa forte ressemblance avec la grande Famennaise très peu de données existent sur cette petite volaille blanche. Sa création doit se situer entre 1921 et 1925 et est intimement liée à celle de

l'Ardennaise blanche (Brandt et Willems, 1971; VIVFN, 2008). Comme cette dernière mit environ 40 ans avant d'être admise par la commission des standards, parce qu'on lui reprochait de ne pas être assez pigmentée pour pouvoir s'appeler Ardennaise. On baptisa ces petites volailles blanches « Famennoises naines ». La seule difficulté à vaincre était de transformer son œil tricolore en œil de vesce. Très longtemps on rencontra d'ailleurs les deux couleurs aux expositions. Alors que vers la fin de la dernière guerre mondiale, la race était très bien représentée dans la province de Liège et dans une partie du Brabant (Brandt et Willems, 1971), aujourd'hui elle est presque éteinte (Tableau 2).

3-1-4-La Brabançonne (*Brabants hoen*)

- *Brabançonne de grande taille*

La Brabançonne est apparue vers la fin du dix-huitième et le début du dix-neuvième siècle, dans la province du Brabant et plus précisément dans la région située entre Bruxelles, Wavre, Louvain et Malines (Verelst, 2006). Elle était connue, en Flandres, sous l'appellation «Topman» alors qu'en Wallonie c'était la « Houpette ». La dénomination « Brabançonne » vient selon certains de « Brabant » et pour d'autres de la variété caille qui possède les trois couleurs de la Belgique, le cou noir, la poitrine jaune et les épaules rouges. Sélectionnée vers 1890, ce n'est cependant qu'à partir de 1903 qu'elle va s'imposer et connaître son summum avec la création d'un club spécialisé, appelé « Brabançonne Club » (Brandt et Willems, 1971).

Dans le n° exceptionnel du 15 février 1927 du périodique français « Vie à la Campagne », on peut lire : « La Brabançonne est une race très ancienne, originaire du Brabant, elle s'est répandue dans toute la Belgique. Il ne faut pas confondre la petite Brabançonne moderne avec l'ancienne poule du Brabant qui était une race à œufs et à chair, portant huppe, gorge et cravate. Elle ressemblait à la Crèvecœur, type utilité, de la vallée d'Auge (France). D'aucuns voient d'ailleurs des rapports de parenté entre cette vieille race belge et la poule normande. »

La Brabançonne est une race très rustique qui s'adapte très bien aux différents milieux et elle est très active. Elle est capable de voler et nécessite donc une clôture assez haute.

La Brabançonne est renommée pour ses bonnes capacités de production. La poule est une bonne pondeuse (Rodillon, 1921) avec de gros œufs blancs d'environ 60 à 70 g. Cependant, son âge d'entrée en ponte tardif (7 à 9 mois d'âge) lui est parfois reproché (Capriaux, 1921; Marcq et Lahaye, 1942; Lahaye et Marcq, 1948). Verelst (2006) mentionne que ceci n'est plus le cas aujourd'hui et que plusieurs souches commencent déjà à pondre à l'âge de 5 mois. Il estime que l'introduction de sang d'autres races pondeuses pourrait expliquer ce changement. Les autres propriétés pondérales sont toujours actuelles.

Concernant ses aptitudes, le périodique Vie à la Campagne, dans son édition du 15 février 1927, la décrit comme étant très rustique, vive, débrouillarde et résistant bien au froid et à la pluie. En outre, elle y est qualifiée de race de produit, bonne pondeuse d'hiver, mais peu précocité. Sa chair est bonne,

ses poulets sont précoces et s'engraissent facilement, mais ils ne supportent pas le chaponnage et l'épinette.

La caractéristique de la race, c'est la petite huppe fuyant en arrière chez la poule, elle est très petite chez le coq (Capriaux, 1921). Aux sept variétés reconnues par Brandt et Willems (1971) ; (1) la noire, (2) la blanche, (3) la bleue unie, (4) la fauve unie, (5) la fauve herminée noire, (6) la caille et (7) la caille argentée ; il faut rajouter les 5 variétés reconnues par la Fédération nationale (VIVFN, 2008), (8) la bleue liserée, (9) le coucou, (10) la caille bleue dorée, (11) la blanche herminée noire et (12) la caille bleue argentée.

Les statistiques de la VIVFN montrent une augmentation continue d'éleveurs et du nombre de sujets reproducteurs entre 2002 et 2011 avec pour l'instant 27 éleveurs et 261 sujets seulement en Flandres (VIVFN, 2002-2011).

- *La Brabançonne naine*

Cette race est une miniature de la grande race (Collier, 1940 ; Brandt et Willems, 1971). Elle était parfois citée mais n'a jamais été fixée comme race. C'est en 1981 qu'elle est finalement sélectionnée, issue du croisement entre un Barbu de Watermael et des Bassettes. Pendant quelques années, 200 à 300 sujets sont élevés et en 1984, la première poule est exposée dans la province d'Anvers. Elle est un bel exemple d'une forme nanifiée qui n'a rien à voir avec la grande race. Toutes les variétés de la grande Brabançonne sont également reconnues en naine. Deux variétés supplémentaires, caille gris perle doré et caille gris perle argenté sont également reprises dans le standard des races de poules belges (VIVFN, 2008). Larivière et Leroy (2005) ont recensé 76 sujets. Six ans après, 147 sujets étaient recensés par les fédérations flamande et wallonne (AIWEABC, 2011 ; VIVFN 2002-2011).

3-1-5-La Braekel (Brakel)

- *La Braekel de grande taille*

On écrit aussi Braeckel, Brackel et même Brakel, du nom de la localité belge d'où la race tire son appellation (Blanchon et De Monchaux, 1924). L'origine de la « Braekel » belge, selon Brandt et Willems (1971), est fort ancienne. Elle existait déjà selon certains lors de la conquête de la Gaule par Jules César. D'autres se servent des écrits du savant italien Aldrovandi en l'an 1599-1600 pour prétendre que la Braekel n'est autre que le « *Gallus Turcicus* ». Cette race selon cette deuxième version aurait été introduite dans les Flandres par Jean de Constantinople au 16^e siècle. D'autres encore pensent que la Braekel n'est qu'une variété de la poule de Bresse (Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et Marcq, 1948) et qu'elle fut introduite dans la région d'Alost par les soldats de Charles le Téméraire (1433-1477). Dans des documents de 1416 on retrouve que la Braekel était déjà connue vers 1400 à Audenaerde et Nederbraekel, donc avant l'époque de Charles le Téméraire (1433-1477). Dans ces documents on dit que sur les marchés dans la région d'Alost, Zottegem, Grammont et Ninove il y avait un vrai commerce de volailles. La race Brackel était fameuse depuis Charles V (1519) (Van der Snick Blanchon et De Monchaux, 1924).

Pour M. A. Van Broekhuizen , les poules Braekel et Campine proviennent d'une même souche, qui elle, est apparentée aux autres poules argentées et dorées qui se trouvaient depuis plusieurs siècles dans les anciens Pays-Bas. De cette souche unique, sont sorties les « Mouettes » de la Frise orientale, les « Pellen » frisonnes, les « Pellen » hollandaises, que l'on a appelées par la suite les Hambourgs, les Campines et les Braekels (Vie à la Campagne, 1927)

La Campine se rencontrait surtout dans toute la province d'Anvers et le centre et le Nord du Limbourg. C'était la poule de la lande et des régions sablonneuses, plus petite que la Braekel. Originaire de Neder et Overbrakel, la Braekel s'est répandue vers d'autres régions, en Flandre orientale, Hainaut, dans les vallées de l'Escaut et de la Dendre. Il fut décidé en 1884, de créer deux races différentes : les volailles de forte taille continuant à être désignées sous l'appellation de « Braekel » et celle de petite taille dénommées « Campine ». En 1898, le premier « Braekel Club » a été fondé à Nederbraekel, aussi en ce temps-là, le premier standard officiel de la race a été publié. Les races de Campine et de Braekel ont ensuite été réunies en juillet 1926 sous la réglementation d'un prototype unique.

Les anglais ont obtenu par croisement, probablement avec la Hambourg crayonnée, un type de Campine très différent du type belge. Le coq est à plumage de poule, c'est-à-dire que le collier seul est blanc. Dos barré, pas de lancettes. Les faucilles sont barrées également, courtes, tournent à peine. Ce type anglais a été exporté aux Etats-Unis. Il fournit de très jolis sujets pour les expositions.

Percy cité par Vander Snickt (1898) proposa de croiser le coq Aseel (blanc) avec des poulettes de Braekel afin d'obtenir un poulet précoce et surtout supérieur en poids au Braekel pur. Après la seconde guerre mondiale le nombre des Braekels baissait vite et en 1969 moins de dix sujets de la race étaient recensés en Belgique. Des appels pour sauver cette race furent lancés dans des journaux mais sans succès. En 1971, le Club spécialisé pour la Braekel a été mis sur pied et tous les Braekels retrouvés (2 poules, 1 coq argenté, 1 coq doré et 12 œufs) ont été regroupés (Terryn *et al.*, 1983). Vu le nombre de Braekel retrouvé, des individus de races proches phénotypiquement étaient probablement utilisés en croisement pour recréer la race.

La Braekel selon Percival (1900) et Brandt et Willems (1971), est une poule belge très rustique, aimant la liberté et volant avec facilité. Elle s'élève sans difficulté et est bonne pondeuse avec une précocité pour l'entrée en ponte ; 6 à 7 mois selon Marcq et Lahaye (1942). La poule pond, par an, environ 180 œufs de 60 à 65 g à coquille blanche. Selon Vie à la Campagne, édition du 15 février 1927, cette race donnait de bons petits poulets de grain, se prêtait au chaponnage, et sa chair était exquise. Un coq adulte pèse environ 2,5 kg et la poule 2,2 kg. La Braekel est une race avec beaucoup de pigmentation. La couleur des yeux doit être la plus noire possible chez les deux sexes et la poule a souvent des taches foncées sur la crête ce qui est une caractéristique typique pour cette race. La crête doit être grande et, chez la poule, tombante sur un côté alors que chez le coq elle est droite. Les oreillons sont blancs mais ont souvent un reflet bleuâtre. Les pattes sont bleu ardoisé. Le dessin barré typique de la Braekel est unique et les variétés barrées sont alors les plus populaires. La Braekel

argentée est bien répandue. En tout, 10 variétés composent cette race actuellement : (1) argenté, (2) doré, (3) citron, (4) doré barré blanc, (5) argenté barré blanc, (6) citron barré blanc, (7) blanc, (8) noir, (9) bleu, (10) bleu liseré (VIVFN, 2008). La Braekel est la seule grande race belge qui est répandue dans quasi toute l'Europe. A la dernière exposition européenne à Nitra (Slovaquie), il y avait des sujets présentés par des éleveurs belges, allemands, slovaques et autrichiens. La race est aussi élevée aux Pays-Bas, en France, Italie, Suisse, Roumanie, Angleterre et Pologne.

De nos jours il y a environ 700 reproducteurs enregistrés uniquement en Flandres où la race est le plus populaire (VIVFN, 2002-2011). De nombreux animaux de race Braekel se trouvent chez des amateurs non affiliés à des associations d'éleveurs. En Flandres plusieurs communes ont organisé des actions entre 2000 et 2010 pour diminuer la masse des déchets organiques en distribuant des volailles aux citoyens.

- *La Braekel naine*

D'après Collier (1942), Brandt et Willems (1971) et VIVFN (2008) des Braekel naines étaient exposées de façon irrégulière en Belgique, depuis les années trente du siècle passé. Cette race jolie se rapproche très fortement du type et du plumage de la Braekel grande race et elle mériterait certainement que quelques bons éleveurs s'occupent d'elle. Toujours selon Brandt et Willems (1971), cette poule est considérée comme race sportive de tout premier plan. Son standard est absolument identique à celui de la grande race, toutes proportions gardées. Mais, malheureusement comparée à la situation de la grande race qui est moins alarmante, elle est très menacée d'extinction (Tableau 2). Ces derniers temps (VIVFN, 2011), 8 coqs et 30 poules reproducteurs étaient enregistrés en Flandre. La race est également présente en Allemagne.

3-1-6-La Herve (Hervehoen)

- *La Herve de grande taille*

La Herve fait partie des plus anciennes races belges, elle est connue sur le plateau de Herve depuis très longtemps. Sur le plan du format et de l'aptitude de production, la Herve ressemble beaucoup à l'Ardennaise (Capriaux, 1921; Lahaye et Marcq, 1948). D'ailleurs, la Herve a souvent été considérée, de façon inexacte, comme une Ardennaise (Brandt et Willems, 1971). En effet, la Herve a un corps plutôt carré aux formes arrondies et l'Ardennaise est plus longue et carénée. Le dos de la Herve est aussi moins incliné et la queue est portée plus ouverte. La face, les barbillons et la crête de la Herve sont toujours rouge vif et ne montrent aucune trace de pigmentation. Les yeux, ongles, pattes et le bec sont foncés chez les variétés noire et bleue alors que chez la variété coucou les yeux sont oranges et les pattes et le bec sont blancs. Le poids est environ le même que chez l'Ardennaise avec 2,5 et 2 kg chez respectivement le coq et la poule adulte. La Herve est une poule très rustique, robuste et adaptée au climat humide et au sol argileux.

Comme pour l'Ardennaise, la naissance en 1893 à Liège de la société «*Union Avicole de Liège*» (UAL) a eu une grande influence sur la diffusion de la race. Une trentaine de sujets noirs figuraient

déjà à son exposition en juillet 1895 (Dardenne, 1895). Le 25 décembre 1896, «*l'Union Avicole de Liège*» présente et fait accepter par la «*Société Nationale pour l'Amélioration de l'aviculture en Belgique*» un standard de la race. Au début du 20^{ème} siècle, WEERTS qui sera appelé plus tard le père de la Herve rejoint l'U.A.L ; il a consacré de longues années de sa vie à la propagation et à l'amélioration de la poule de Herve, aussi bien au point de vue utilitaire que sportif. Il a fondé un club spécialisé avec l'objectif que la Herve s'améliore. La Herve partage avec l'Ardennaise le surnom populaire de «*poule de haie*» (Blanchon et De Monchaux, 1924).

La Herve appelée «*la poule noire du pays*» ou en wallon «*li neure poie dé pai*», est une race de taille moyenne (Rodillon, 1921). Elle est très appréciée par les herviens et les grands spécialistes en aviculture du siècle passé pour la qualité de ses produits. L'expert Anglais Edward Brown de la «*Poultry Organisation Society*» avançait en 1910, sur la Herve, des termes élogieux et disait sur la «*Herve Fowl*» que «*under ordinary condition*», c'est-à-dire sans être forcée, la Herve pond facilement ses 140 œufs par an, ce qui, à l'époque, était une moyenne très honnête pour une volaille de ferme (Brandt et Willems, 1971). Par contre, le périodique français «*Vie à la Campagne*», dans son n° spécial du 15 février 1927, la décrit comme une poule de ferme aux qualités ordinaires de ponte (120 à 150 œufs de 60 g selon le standard) et de finesse de chair, présentant surtout un intérêt local comme race rustique pour les hauts plateaux de Herve et la région de la Basse Meuse. La première proposition de standard en 1895 ne reprenait que la variété noire mais en 1907, Dresse mentionnait déjà les trois variétés qui sont toujours reconnues aujourd'hui. La Herve noire est la plus répandue. Les deux autres variétés sont la bleue lisérée dite «*Mauheid*» et coucou dite «*Cotte de fer*» (Dardenne, 1895 ; Dresse, 1907 ; Capriaux, 1921 ; Rodillon, 1921 ; Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et Marcq, 1948 ; VIVFN, 2008).

Comme pour toutes les autres races européennes, les deux guerres mondiales ont détruit ce qui s'était construit depuis des dizaines d'années. La poule de Herve subsiste encore grâce aux seuls éleveurs amateurs, une subsistance par ailleurs mêlée de reconstitution, avec semblerait-il, l'apport de sang de la race Gasconne. Comme rapporté dans le tableau (2), la Herve est en danger de disparition.

- *La Herve naine*

La Herve naine était présentée assez régulièrement aux expositions depuis les années quarante du siècle passé. Sa ressemblance avec l'Ardennaise naine a fait que peu d'éleveurs parviennent à établir la différence entre elles (Brandt et Willems, 1971; VIVFN, 2008). Brandt et Willems (1971) s'interrogeaient sur les difficultés de les départager : Notamment, la différence dans la pigmentation est très marquante ; alors que l'Ardennaise noire doit avoir une pigmentation très foncée et que crête, face, oreillons et barbillons sont de couleur mûre écrasée à noirâtre, la teinte générale pour ces mêmes caractères est rouge vif chez la Herve, ce qui revient à dire que phénotypiquement parlant, des Ardennaises noires peuvent être prises pour des Herve (Brandt et Willems, 1971). Néanmoins, une différence de forme avec l'Ardennaise naine existe. Cette dernière possède un corps long, svelte et

élégant avec une forme de queue pincée et portée basse. Alors que la Herve présente un corps court et ramassé avec une queue plus ouverte et portée plus haute (VIVFN, 2008).

Tout comme l'Ardennaise, la Herve naine est une bonne petite pondeuse. Elle aime la liberté, mais peut aussi s'adapter aux parquets restreints. Le standard de la Herve naine est identique à celui de la grande race. Elle possède les mêmes variétés que la Herve de grande taille, la Herve noir, la bleue lisérée dite « *Mauheid* » et la coucou dite « *Cotte de fer* ». À l'image de sa grande sœur, elle est en danger d'extinction (Tableau 2).

3-1-7-La Malines (*Mechels hoen*)

- *La Malines de grande taille*

La Malines (souvent populairement appelée Coucou de Malines, en raison du coloris principal) est originaire de la zone sablonneuse comprise entre Louvain, Aerschot et Malines. Très estimée pour ses qualités, la plus renommée des races belges, s'est répandue dans tout le pays; mais la Coucou de Malines était surtout élevée et produite dans le Nord du Brabant et le Sud de la province d'Anvers, voire dans l'Est de la Flandre.

La Malines est sans doute dans l'ensemble des races belges, celle qui a connu et connaît encore, d'une certaine manière, un important développement commercial. La Malines est une volaille de chair précoce de grande taille, rustique, massive, large et volumineuse avec un dos long. C'est une grosse productrice de chair blanche très fine qui peut être engraisée vers l'âge de 3 mois pour donner de gros poulets tendres (Vander Snickt, 1906 ; Brandt et Willems, 1971). Capriaux (1921) la qualifiait de la plus précoce de toutes les volailles d'engraissement. D'un tempérament familial, elle peut présenter une ponte moyenne de 140 à 160 œufs d'un poids d'environ 65 g et de coloris foncés. Elle est excellente couveuse et bonne mère (Brandt et Willems, 1971). Le poids des sujets adultes est parmi les plus élevés de toutes les races de volailles, avec celui du Jersey Giant. Le coq adulte pèse 5 kg et la poule 4 kg selon le standard mais en réalité beaucoup de sujets surpassent cette masse prescrite (VIVFN, 2008 ; De Boitselier, 1998).

Vers le milieu du 19^{ème} siècle, l'introduction en Angleterre des volailles asiatiques (la Cochinchinoise, la Brahma de l'Inde et ensuite la Langshan du nord de la Chine), va modifier de fond en comble l'aviculture telle qu'elle se pratiquait. Avant cette période, pour obtenir un gros poulet, à chair fine et tendre, il fallait passer par le chaponnage. La France a eu sa Faverolles, issue des croisements de la Houdan avec les races asiatiques. L'Angleterre créa la Sussex dans le même ordre en croisant des volailles fermières indigènes avec les poules asiatiques.

Emboîtant le pas, les aviculteurs belges de la région du sud de la province d'Anvers et du nord du Brabant, qui depuis toujours pourvoyaient la capitale (Bruxelles) de ces fameuses poulardes qui figuraient sur les menus comme « Poulet de Bruxelles », désiraient également produire une race nationale pouvant lutter avec la concurrence étrangère (Faverolles et Sussex) (Anonyme, 1893). Au début de l'année 1852, des poules fermières locales avec le plumage « coucou » étaient croisées avec

des Shangais herminées du jardin zoologique d'Anvers, importées directement de Chine (Anonyme, 1893 ; Brandt et Willems, 1971).

Un peu plus tard, il fut décidé par les responsables d'envoyer des Brahma chez les éleveurs des environs de Malines. Les produits de cet heureux croisement n'ont cependant pas été conservés. Ils furent croisés à leur tour à des Cochinchinoises et à des Langshan. Un coq à pattes jaunes emplumées allié à des poules à pattes blanches lisses, produisait des poulets à pattes blanches légèrement emplumées. De ces unions naquirent des animaux qui tenaient de l'asiatique la grande charpente et de l'indigène la prolificité et la finesse de la chair. Vers 1891 quelques amateurs sélectionnent cette volaille au point de vue type et couleur et, le 15 juin 1898, elle fut reconnue par le standard officiel (Brandt et Willems, 1971 ; De Boitselier, 1998). Un quart de siècle plus tard, la Malines envahit le marché bruxellois sous la dénomination « Poulet de Bruxelles » et sa renommée dépassa les frontières de la Belgique. D'ailleurs les Allemands qui avaient ouvert leur marché à la race Malines au début des années 1900, possèdent toujours aujourd'hui un club spécialisé de la Malines. La chair fine, très blanche et très ferme, prenant facilement la graisse, et le volume de la Malines ont fait durant la seconde moitié du 19^{ème} et la première partie du 20^{ème} siècle, sur plus d'un marché, dont celui de Merchtem, la renommée du « Poulet de Bruxelles ». Plus tard, après les 2 guerres, les races étrangères spécialisées, les 1^{ers} croisements avicoles de l'ère moderne... ont écarté mais n'ont pas entièrement déraciné la Malines. Juste quelques éleveurs passionnés ont continué à l'élever. Et ce n'est qu'après la fondation d'un nouveau club de Malines en 1979, qu'elle est redevenue une race commune. En 1993, le concept « Coucou de Malines » qui fait référence à la tradition et à l'histoire a été rétabli à l'initiative de la *Société BELKI* dans une filière commerciale. Le Club spécial pour la Coucou de Malines qui rassemble les détenteurs de la race pure est associé à l'initiative de mise en place d'un poulet commercialisable : il est à l'origine de la fourniture de reproducteurs et à ce titre, il est garant de l'authenticité des animaux fournis à la filière ; des reproducteurs répondant au phénotype de la race et aux critères sanitaires.

La race est représentée sous 8 variétés, (1) coucou (2) coucou à camail doré, (3) noir à camail argenté blanc, (5) noir, (6) bleu, (7) noir à camail doré et (8) blanc herminé noir (VIVFN, 2008). Avec la forte augmentation des prix des céréales ces dernières années, le nombre de Malines aux expositions avicoles a très fortement diminué. Récemment, entre 2008 et 2011, des Malines ont été importées en plusieurs pays de l'Europe orientale, à savoir la Slovaquie, la Bulgarie et la Slovénie. Malheureusement beaucoup d'hybrides à plumage coucou sont toujours vendus comme des vraies Malines sur les marchés de volailles chaque semaine. Pas moins de 575 reproducteurs Malinois dont 444 poules étaient enregistrés en Flandre en 2010 (Tableau 3).

- *La Malines naine*

La version naine de la Malines fut créée en même temps dans les années 1990 par M. Robert Vanceulebroeck de Zingem (Flandre orientale) et M. Willy Delespesse de Hoves (Hainaut). Elle est

issue de croisements de plusieurs races naines. Du sang de la Malines a aussi été introduit. La naine ressemble à la grande race en toutes les caractéristiques sauf la taille. Son poids officiel est de 1,5 kg pour les coqs et 1,4 pour les poules mais beaucoup de coqs le dépassent facilement. La naine est seulement reconnue en coucou et il n'existe pas de version 'à tête de dindon'. Elle est peu répandue et on la rencontre plus souvent aux expos wallonnes qu'en Flandre (Verelst, 2004 ; VIVFN 2002-2011).

3-1-8-La Malines à tête de dindon (Mechelse kalkoenkop)

A l'exception de sa crête triple très peu développée, sa tête très forte aux arcades sourcilières très développées, ses barbillons rudimentaires, son fanon très prononcé, son type un peu plus relevé et moins profond et son poids plus élevé par rapport à la Malines à crête simple, elle présente les mêmes caractères de cette dernière (Monseu, 1906 ; Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et Marcq, 1948 ; Brandt et Willems, 1971 ; De Boitselier, 1998 ; VIVFN, 2008 ; Verelst, 2009). Cependant la Malines à tête de dindon est de croissance plus lente, en effet il lui faut 5 mois avant d'être prête à l'engraissement, alors qu'il ne faut que 3 mois pour la Malines à crête simple (Vander Snickt, 1906). Capriaux (1921) la qualifiait de variété de la race Malines à crête simple. De nos jours, il n'existe plus cette différence de développement entre les deux races.

La création de cette race ou variété de la Malines, remonte vers le début du siècle passé (Monseu, 1906), suite à la demande, le marché allemand, qui venait de s'ouvrir aux aviculteurs belges, exigea des pièces de plus en plus en grosses. Pour satisfaire les exigences de ce gros client, les éleveurs de la Malines songèrent à augmenter encore le volume de leurs volailles, sans en diminuer notablement les qualités. La solution est venue des Combattants de Bruges qui, croisés à la Malines, ont donné naissance à un produit supérieur en poids à la Malines à crête simple. Ce produit est appelée Malines à crête triple encore dite tête de dindon (Brandt et Willems, 1971 ; De Boitselier, 1998 ; Verelst, 2009). Cette race est composée de 9 variétés, en effet, il faudra ajouter la variété coucou à camail argenté aux 8 recensées pour la Malines à crête simple (VIVFN, 2008).

Son effectif est très loin de celui enregistré pour la Malines à crête simple (Tableau 3).

3-1-9- La Fauve de Hesbaye, la Fauve de Mehaigne ou encore Poule de Gembloux (Gele van Haspengouw, Gele van Mehaigne)

- *La Fauve de Hesbaye de grande taille*

En terre liégeoise on la dénommait Fauve de Hesbaye, alors que dans le Namurois on lui préférerait l'appellation de Fauve de Mehaigne ou encore de Poule de Gembloux (VIVFN, 2008). Nous ne savons pas grand-chose sur cette race. L'origine de cette volaille est méconnue. Il faut attendre l'étude de Maréchal (1905) cité par Brandt et Willems (1971) qui décrivait en détail cette race. La Fauve de Hesbaye est une race très active avec de bonnes qualités de ponte. Si les poules donnent de gros œufs blancs, elles ne couvent cependant presque jamais. Il faut avoir une clôture assez haute pour qu'elles ne s'échappent pas. La race est de taille forte, 3 à 3,5 kg pour le coq et 2 à 2,75 kg pour la poule. Le corps est fort et rectangulaire. Chez la poule, l'abdomen est bien développé. Les pattes sont blanc

rosâtre et assez longues. La crête est simple, grande et droite chez le coq. Chez la poule, elle tombe vers un côté pendant la saison de ponte. Les oreillons sont blancs en forme d'amande.

Sur la couleur du plumage il y a plus de questions que des réponses. Pendant des dizaines d'années deux clubs en Wallonie se sont disputés sur la couleur et le dessin de la Fauve de Hesbaye et de la Fauve de Mehaigne (sa forme nanifiée). Il en a résulté des changements continus du standard avec le résultat final que les éleveurs ne voulaient plus garder ces races (Peeters, 1996 ; Verelst 1996). La Fauve de Hesbaye a disparu complètement dans les années 1950 pour être reconstituée par la suite (Verelst, 2009).

Brandt et Willems (1971) mentionnaient encore 4 variétés de Fauve de Hesbaye mais sans donner des descriptions, c'est-à-dire (1) la fauve claire, (2) la fauve foncée, (3) la liserée de fauve sur fond noir et (4) la liserée de fauve sur fond blanc. Finalement en 1986 la Fédération nationale a décidé en faveur de la variété fauve à queue noire, la seule variété qui est bien connue chez d'autres races et au niveau génétique, alors que les variétés de Brandt et Willems sont plutôt à considérer comme des 'fantaisies' qu'on ne rencontre chez aucune autre race (Verelst, 1996 ; VIVFN, 2008). Malgré ses propriétés intéressantes et sa belle apparence, la race est dans une situation critique (Tableau 3).

- *La Fauve de Hesbaye naine*

La Fauve de Mehaigne est une race naine de création encore relativement récente. Elle fut créée à Namur, à partir de 1940 par Monsieur Herregodts, en partant de sujets nains fauves découverts dans la région de Noville-Sur-Méhaigne et d'Eghezée (VIVFN, 2008). Elle n'a pas de lien de parenté avec l'ancienne grande race fauve, répandue en Hesbaye et dans le Namurois au début du 20^{ème} siècle mais elle en est en fait le phénotype nanifié. Au début Herregodt voulait recréer la Fauve de Hesbaye mais par manque de matériel de démarrage il a commencé à en créer une version naine (VIVFN, 2008). Une reconnaissance tacite fut accordée à monsieur Herregodts en 1949. Le premier standard de la race fut officiellement admis en 1951 et il fut seulement approuvé en 1957.

Cette volaille de petite taille au port légèrement incliné vers l'arrière, au corps allongé, relativement épais, est considérée comme bonne pondeuse. Ses œufs blancs pèsent entre 38 à 40 g. Elle couve très bien, ses poussins s'élèvent facilement, les poulettes sont précoces. Comme l'indique aussi bien son nom, elle présente une seule variété, la Fauve. La Fauve de Méhaigne ne fait pas exception, aujourd'hui elle est dans une situation critique (Tableau 2).

3-1-10-Les Combattants belges

- **Les Combattants belges de grande taille**

3-1-10-1-Le Combattant de Bruges (*Brugse vechter*)

Cette race est admirablement douée pour le combat (Capriaux, 1921). Sans doute le Combattant de Bruges est le plus ancien des trois combattants belges. Ce combattant originaire de Flandre occidentale date probablement du début du 19^e siècle (VIVFN, 2008). Comparées avec d'autres races de combattants les poules du Combattant de Bruges sont de très bonnes pondeuses mais pauvres

couveuses. Par an elles pondent environ 150 œufs à coquille crème, qui pèsent parfois jusqu'à 70 g. De plus, le Combattant de Bruges produit une belle quantité de chair tendre et savoureuse (Capriaux, 1921 ; Brandt et Willems, 1971). Il faut noter que certaines souches sont toujours agressives entre elles et il est recommandé d'élever les coqs et les poules séparément. Le Combattant de Bruges est caractérisé par sa grande et forte taille et son aspect agressif. Le poids d'un coq adulte varie de 5 à 5,5 kg et celui d'une poule adulte est d'environ 4 kg. Son port est relevé et son dos plat est peu inclinant. Vraisemblablement on a voulu trop accentuer ce dos « presque horizontal » pour faire une distinction forcée avec le Combattant de Liège. Quoiqu'il en soit, le dos doit être aussi large que long. Les cuisses sont très charnues et les pattes bleu ardoisées sont très fortes, épaisses et assez longues. La tête est très forte. La face est fortement pigmentée et d'une couleur pourpre rougeâtre qui peut virer vers le noir. Dans le livre sur les monographies de races belges (Bertaut, 1905 cité par Blanchon et De Monchaux, 1924), René Bertaut se demande pourquoi distinguer en deux races le combattant de Bruges et le Combattant de Liège, « deux variétés, dit-il, qui ont tant de points de ressemblance » ; et il les réunit sous un même nom, celui des Combattants belges. La crête est triple et très petite. Plusieurs variétés du Combattant de Bruges ont été décrites : (1) noir, (2) blanc, (3) bleu, (4) noir à camail doré, (5) noir à camail argenté, (6) bleu à camail doré, (7) bleu à camail argenté, (8) noir à camail argenté et poitrine liserée, (9) noir à camail doré et poitrine liserée, (10) bleu à camail doré et poitrine liserée, (11) bleu à camail argenté et poitrine liserée, (12) saumon doré, (13) saumon argenté, (14) saumon bleu doré, (15) saumon bleu argenté, (16) saumon argenté à épaule rouge, (17) saumon bleu argenté à épaules rouges (VIVFN, 2008). Aujourd'hui, cette race est en danger d'extinction (Tableau 3). Il ne reste que très peu d'éleveurs en Flandres. Cependant ces dernières années la race connaît un fort regain d'intérêt ; dont il résulte un quasi triplement du nombre en cinq ans (VIVFN, 2002-2011).

3-1-10-2-Le Combattant de Liège (Luikse vechter)

À la fin du 19^e siècle des essais d'amélioration des aptitudes combatives du Combattant de Bruges ont été menés dans les environs de Liège. Le Combattant de Bruges a ainsi été croisé avec des combattants asiatiques, ce qui a donné une nouvelle race belge : le Combattant de Liège (Brandt et Willems, 1971). Le Combattant de Liège est caractérisé par sa grande et forte taille et son aspect agressif (Brandt et Willems, 1971). Un coq adulte pèse 5 à 5,5 kg et une poule adulte environ 4 kg. Le combattant liégeois selon Blanchon et De Monchaux (1924) a une grande similitude avec son voisin et parent le Combattant de Bruges. La différence avec le Combattant de Bruges est que le dos du Combattant de Liège est fort incliné. En général le Combattant de Liège est un peu plus long, un peu moins large et un peu plus haut sur pattes avec une queue portée plus haute. Les cuisses sont très charnues et les pattes bleu ardoises sont très fortes, épaisses et assez longues. La tête est très forte avec des sourcils bien développés. La face est fortement pigmentée et d'une couleur pourpre rougeâtre jusqu'à presque noire. La crête était simple à l'origine, ce qui n'est pas du tout idéal pour un combattant. Des années de croisements avec des Combattants de Bruges ont mené à des crêtes plus ou moins triples mais

grandes et irrégulières. Depuis 2000 la crête simple n'est plus acceptée. De nos jours, elle doit être triple et petite comme chez le Combattant de Bruges. Les mêmes 17 variétés décrites plus avant pour le Combattant Brugeois sont retrouvées chez le Combattant de Liège (VIVFN, 2008) ; cependant les variétés typiques de la race restent les noire à camail doré et noire à camail argenté (Brandt et Willems, 1971).

La race reste rare, il ne subsiste que 285 spécimens (Tableau 3) répartis entre Flandre et Wallonie. Néanmoins, le Combattant de Liège reste le plus populaire de tous les grands combattants belges. Il est même élevé par quelques amateurs en Allemagne.

3-1-10-3-Le Combattant de Tirlemont ou encore le Brabançon (Tiense vechter)

Le Combattant Brabançon est un vrai coq de combat dont les caractères rappellent ceux du Combattant de Liège, dont il a l'aspect extérieur, la hauteur et le dos fuyant. Au début du siècle passé, l'élevage de cette race se pratiquait principalement dans les villages de Cumptich, Vissenaeken, Glabbeek, Oplinter et Haekendover (Brandt et Willems, 1971). Le combattant de Tirlemont est caractérisé par sa grande et forte taille et son aspect agressif. Le poids du coq adulte est de 5 à 5,5 kg et celui de la poule adulte est d'environ 4 kg. L'aspect du Combattant de Tirlemont est presque le même que celui du Combattant de Liège, à l'exception de l'absence totale du pigment foncé dans la peau, les yeux, le bec et les pattes. Il existe plusieurs variétés du Combattant de Tirlemont, en plus des 17 variétés enregistrées chez les combattants de Liège et Brugeois, il faut rajouter les variétés (18) froment, (19) froment bleu, (20) coucou à camail doré et (21) coucou (VIVFN, 2008). Cette dernière est considérée comme la variété la plus typique selon Brandt et Willems (1971). En 2010, la race est quasi disparue (Tableau 3).

- **Les combattants belges nains**

Il existe une version naine de tous les trois grands combattants belges qui en diffère seulement par leur taille. Ces races sont apparues seulement dans la deuxième moitié du siècle passé. Brandt et Willems (1971) les mentionnaient juste brièvement en stipulant qu'il restait encore beaucoup à améliorer. Ce processus a eu lieu dans les années 1980 et 1990 et maintenant il existe de très beaux exemplaires avec des couleurs beaucoup plus pures que chez les grandes races (VIVFN, 2008). Le plus populaire est le Combattant de Liège nain, suivi de loin par le Combattant de Bruges nain et finalement par le Tirlemont nain qui à l'image de la grande race est menacé d'extinction (VIVFN, 2002-2011). Les deux premiers sont aussi répandus aux Pays-Bas et en Allemagne

3-1-11- Les volailles de Zingem

Deux races de Zingem sont distinguées en Belgique ; la Pondeuse et la Poule de chair de Zingem. Zingem étant la commune où habitait Robert Vanceulebroeck, la personne la plus importante dans l'aviculture belge après la dernière guerre mondiale pendant presque 50 années (Verelst, 2010).

3-1-11-1- Le Poulet de chair de Zingem (Zingems vleeshoen)

Cette race est de création assez récente. Elle avait pour but de créer un poulet à chair indigène aux qualités remarquables, très bonne production de chair, plumes blanches, pattes blanches, à chair

blanche. La création a été entreprise par Robert Vanceulebroeck à partir de 1955 au départ de croisements de White Cornish et de la Malines blanche. Après 7 ans de rigoureuses sélections, en choisissant chaque année les individus les plus lourds parmi 500 à 600 sujets élevés, le créateur a atteint en 1962 un résultat concret et satisfaisant. Malheureusement pour le créateur, qui était professionnellement actif dans le secteur de l'élevage industriel de volailles, sa création fut réalisée trop tard pour encore jouer un rôle important au niveau professionnel. Alors, il décida de faire reconnaître la Poule de chair de Zingem comme race d'exposition. Le standard fut accepté en 1965. (Boonen, 2010).

C'est une volaille à chair de très grande taille (4 kg pour la poule et 5,5 kg pour le coq), croissance rapide, bonne pondeuse (180 œufs bruns de 62 g par année) et très bonne couveuse (Brandt et Willems, 1971). Le standard de la race ne reconnaît qu'une seule variété, la blanche (VIVFN, 2008).

A la fin des années quatre-vingts du siècle passé, la race disparaissait par manque d'éleveurs, des problèmes avec la fécondation et des problèmes cardiaques chez les coqs très lourds. En 2005 Vanceulebroeck, âgé de 94 ans alors, a encore essayé une reconstruction issue des mêmes races que dans les années cinquante (Boonen, 2010). Avant sa mort en 2010, Vanceulebroeck avait donné ses sujets à un autre éleveur de sa région qui possède en 2010 toujours 11 sujets (VIVFN, 2002-2011).

3-1-11-2-La Pondeuse de Zingem (*Zingems leghoen*)

Le nom Zingem, indique encore une autre race, la Pondeuse de Zingem, de création encore plus récente que la Poule de chair de Zingem. Monsieur Dion Delaporte de Zingem voulait créer une poule avec la même beauté que la Braekel dorée mais qui pondrait des œufs à coquille brune. Il commença dans les années septante avec des croisements entre des Braekels dorées qui pondaient déjà des œufs à coquille crème et d'autres races. Il n'est pas très clair s'il s'agissait des pondeuses hybrides ou des Rhode-Island rouges (Verelst, 2004 et 2009 ; Périquet, 2008). En 1985, la Pondeuse de Zingem était officiellement acceptée comme nouvelle race belge. La Pondeuse de Zingem est une poule qui est très bien adaptée au climat belge humide. C'est une bonne pondeuse. Les œufs ont une coquille brune et pèsent environ 65 g. Cependant elle est considérée comme une mauvaise couveuse. En effet, la poule couve rarement. Comme elles ont une très grande aptitude au vol, il est nécessaire de les mettre dans un promenoir assez grand avec une clôture assez haute, sinon elles vont s'échapper. Elle ressemble fortement à la Braekel. Autrement dit, le corps est rectangulaire avec une poitrine profonde et l'abdomen bien développé. Un coq adulte pèse environ 2,5 kg et une poule 2 kg. La crête du coq est grande et droite et celle de la poule aussi par opposition à celle de la poule Braekel. Les oreillons sont blancs avec souvent un reflet bleuâtre. Les pattes sont bleu ardoisées. Une seule variété est admise dans le standard belge des races de poule (VIVFN, 2008), la dorée. La poule ressemble beaucoup à la poule Braekel mais la couleur de fond est plus rouge brunâtre et les barres noires sont moins larges. Le coq est presque entièrement rouge brunâtre avec la queue noirâtre et un peu de dessin barré sur les flancs et l'abdomen. Sa poitrine n'est pas barrée par rapport à celle du coq Braekel (Verelst, 2004 ; VIVFN, 2008 ; Périquet, 2008).

En 2010, deux éleveurs sont enregistrés en Flandre avec 30 sujets reproducteurs (VIVFN, 2002-2011). La mort de Dion Delaporte en 2005 et la disparition en 2009 du club avicole de Zingem ont certainement réduit l'intérêt pour cette race et diminué sa chance de survivre.

3-1-12- Le Coucou des Flandres (*Vlaanderse koekoek*)

Selon Brandt et Willems (1971), le Coucou des Flandres à une origine commune avec la Malines, selon toujours les mêmes auteurs, la première race nommée ne serait autre que le type ancien de la seconde. Des sources plus anciennes le considèrent plutôt comme l'ancêtre de la Malines qui lui a fourni malgré les croisements avec des races asiatiques à pattes jaunes, non seulement son coloris typique et ses pattes blanches mais aussi sa qualité de chair. Ce point de vue est toujours suivi aujourd'hui (Detroy, 1913 ; Pulinckx-Eeman, 1927 ; Verelst, 2009). Le Coucou de Flandres n'est pas seulement une race de Flandres mais aussi de la région Picarde (Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et Marcq, 1948 ; VIVFN, 2008). L'origine exacte est méconnue mais la race existe probablement déjà depuis des siècles (Brandt et Willems, 1971) bien qu'elle ait disparu après la première guerre mondiale et ait été reconstituée entre les deux guerres (Pulinckx-Eeman, 1927). La Coucou des Flandres, parfois appelé la Poule de la Dendre (en référence à son territoire qui serait situé en Flandre orientale), est une race active mais familière. Elle est facile à élever et ne demande pas beaucoup pour survivre. La race est précoce et la ponte est bonne (150 œufs par an). Les œufs à coquille crème pèsent environ 60 g. La croissance des poussins est rapide et ils produisent une chair blanche et fine. Les poules couvent et sont bonnes mères. C'est une volaille de taille moyenne, avec le port horizontal. Le corps est rectangulaire, la poitrine est profonde et large, le dos est assez court et plat et la queue est portée assez haute. La crête de taille moyenne est simple et droite chez le coq et tombe légèrement chez la poule. Les oreillons sont rouges, les yeux rouge orangé et les pattes lisses sont blanc rosâtre. Le coq pèse environ 3 à 3,5 kg et la poule 2,5 à 3 kg. (VIVFN, 2008 ; Verelst, 2009). En 2005 seulement 53 sujets étaient recensés dans toute la Belgique (Tableau 2). Pour l'instant il y a une légère remontée en Flandres où il y a huit éleveurs enregistrés (VIVFN, 2002-2011). Dans le nord de la France la race est plus commune (Verelst, 2009).

3-1-13- Poule de Zottegem (*Zottegems hoen*)

Le grand spécialiste des volailles Louis Vander Snickt décrivait la « Zottegem à tête noire » pour la première fois en 1899 dans « Chasse et Pêche ». L'origine de cette race est peu connue ; elle serait de la région qui lui a donné son nom. Quand la Braekel prospérait dans la région de Gand au début du vingtième siècle, les autres régions en Flandres voulaient avoir elles-mêmes une race avec ce dessin magnifique et ces excellentes qualités de ponte. De nombreuses variétés locales sont alors développées. En Campine, on avait la Campinoise ; dans la région d'Anvers, la poule de Hoogstraten ; dans la région de Grammont, la poule de Grammont et dans la province hollandaise Brabant du Nord, la poule de Chaam. La poule de Zottegem est la seule de toutes ces races qui a survécu jusqu'à nos jours. La poule de Zottegem est une poule très bien adaptée au climat belge humide. Elle est résistante et demande très peu pour survivre. La ponte est assez bonne et les œufs à coquille blanche pèsent

environ 60 à 65 g. Habituellement la poule ne couve pas. Parce que les Zottegem sont capables de voler, la mise en parcours spacieux avec une clôture suffisamment haute, s'impose afin de les garder. La poule de Zottegem est identique à la Braekel en type, poids, crête, pattes... Seulement le dessin du plumage diffère beaucoup. Le nom « tête noire » renvoie au camail de la poule. Environ la moitié aux deux tiers supérieurs du camail est noire. La partie inférieure est blanche avec une petite tâche triangulaire au bout de chaque plume. Le dessin barré du reste du plumage ressemble à celui du Braekel mais les barres noires sont plus larges ce qui rend l'image totale plus foncée. Le coq de Zottegem n'a pas le camail noir mais blanc. La différence avec un coq Braekel n'est pas toujours très claire mais la couleur des petites plumes qui couvrent le canal auditif donne sûreté. Chez le coq de Zottegem elles sont toujours gris foncé ou noir, chez le Braekel elles sont de couleur blanche. Les variétés reconnues de la Zottegem sont argentée, dorée et citron (Verelst, 2011) Très rare, elle est menacée de disparition (Tableau 3). D'autre part, la Poule de Zottegem n'est rien d'autre qu'une variété 'à tête noire' de la Braekel avec laquelle elle est très souvent croisée, donnant déjà en F1, des sujets phénotypiquement Zottegem. De cette façon la sauvegarde de la Zottegem est moins inquiétée parce qu'elle est génétiquement très proche de la Braekel et quelques sujets restant permettant de rétablir toute une population à condition que la Braekel soit conservée (Boonen, 2008).

3-1-14- Poule de la vallée de la Zwalm (Hoen van de Zwalmvallei)

Frans Okerman habitant Braekel et compétant en génétique a mené une carrière professionnelle au Centre de Recherches Agronomiques de Melle-Merelbeke (Gand), CLO à l'époque, ILVO aujourd'hui. Et à titre privé, il est passionné et détenteur de volailles de race Braekel. Lorsqu'il a entrepris de créer cette race autosexable qu'est la Poule de la vallée de la Zwalm, Frans Okerman s'est basé sur une expérimentation réalisée aux USA dans les années 1930 où le croisement Plymouth Rock x Braekel dorée avait donné la « Cambar ». Il y a beaucoup de races qui ont le même facteur barré et le principe est l'union avec une race dont les poussins ont le duvet brunâtre. Le duvet du poussin femelle de la vallée de la Zwalm (du nom d'un ruisseau près de Braekel, qui coule vers Oudenaerde et finalement se jette dans l'Escaut), est foncé comme le duvet de la Braekel dorée, mais les mâles sont beaucoup plus pâles. La base a consisté en des croisements entre des poules Braekel dorées, un coq Coucou de Flandres et un coq Coucou allemand. La procédure pour obtenir la reconnaissance fut entamée en 1998 et acquise en 2003. Parce qu'à cette nouvelle variété de la Braekel il manquait quelques caractéristiques typiques à cette race, c'est-à-dire les tarses bleu ardoise, les yeux foncés et la pigmentation des attributs de la tête, on a préféré de ne pas la nommer Braekel mais de lui donner un autre nom inspiré de la région d'origine (Verelst, 2003).

La Poule de la vallée de la Zwalm ressemble fort à la Braekel dorée, avec en plus le facteur coucou, les pattes blanches et les yeux orange. Le corps est rectangulaire avec une poitrine profonde et l'abdomen bien développé. La queue est semi-ouverte chez les deux sexes. Le poids d'un coq adulte est d'environ 2,5 kg et celui d'une poule de 2 kg. La crête de la poule est grande et tombante sur un

côté. La crête du coq est grande et droite. Il n'existe qu'une seule variété, 'dorée barré coucou' (VIVFN, 2008).

Les Poules de la vallée de la Zwalm sont de bonnes pondeuses d'œufs à coquille blanche à crème, d'environ 65 g. Puisqu'elles sont très capables de voler, leur garde nécessite un parcours assez grand avec une clôture suffisamment haute, sinon elles risquent de s'échapper. Larivière et Leroy (2005) avaient recensé lors de l'enquête menée en 2005, 12 sujets regroupés en Wallonie. En Flandres il reste 4 éleveurs et 20 sujets reproducteurs en 2010 (VIVFN, 2002-2011). Une situation identique à celle de la Poule de Zottegem s'applique à cette race. Elle peut sans problèmes être croisée avec des Braekel dorées et les poules résultant en F1 d'un croisement d'un coq de la vallée de la Zwalm avec une poule Braekel dorée sont toujours du type 'Zwalm'. Pour augmenter les effectifs de la Zwalm, des croisements avec la Braekel (dorée) peuvent être envisagés (Verelst, 2003 ; Boonen, 2008)

3-1-15-Coucou d'Iseghem ou encore Izegem (Izegemse koekoek)

E. Vander Straeten (1894) cite dans son œuvre Aldernardiana en Flandriana une carte de menu de la fête de 'Gaeydach' du Sint-Jooris-Gilde de Audenaerde de juillet 1554. Sur cette carte est mentionné « ses coppelen kiekens van Yseghem » (six couples de poules d'Izegem). Apparemment les poules d'Izegem étaient d'une telle qualité que les gens d'Audenaerde allaient tellement loin pour les chercher. A la fin du dix-neuvième siècle, L. Vander Snickt sr. faisait appel aux agriculteurs de la région d'Izegem de se concentrer sur la sélection de la poule de chair renommée de leur région. Les éleveurs d'Izegem s'organisaient et fondaient 't Neerhof van Iseghem en 1907 (Terry, 1984). Le 25 janvier 1909 une collection de 100 sujets était rassemblée et examinée par deux délégués de la fédération nationale et après leur avis positif, le Coucou d'Izegem fut reconnu comme race officielle (Anonyme, 1909). La nouvelle race prospérait et aussi en 1914, des sujets noirs apparaissaient à l'exposition d'Izegem. La première guerre mondiale a arrêté tout et les activités du club n'ont été reprises qu'en 1921. En 1924 la race a participé à l'exposition mondiale à Barcelone. En 1925 un centre de sélection de la race est établi à Torhout. Après trois années de sélection le nombre d'œufs pondus par an a augmenté de 108 à 142 et leur poids de 60 à 62,8 g (jeunes poulettes). En 1929 les premiers Izegem blancs apparaissaient. En 1940 le Coucou d'Izegem a disparu avec le début de la deuxième guerre mondiale. Et ce n'est qu'en 1970, que Walter Terry, juge avicole d'Izegem et éleveur renommé de Braekel, a pris en main la reconstitution du Coucou d'Izegem. Il a commencé avec un coq lourd coucou à crête double qu'il avait retrouvé dans la région et qui ressemblait fortement aux coqs des anciennes photos. Ce coq a été combiné avec une poule de combattant type brugeois. Les coqs F1 ont été croisés avec des poules fermières coucou à crête simple et aussi un peu de sang de Malines a été introduit (Terry, 1984). L'initiative a été un succès et la race est devenue à nouveau assez populaire en Flandres. Il est connu que le Coucou d'Izegem combine ses qualités de production de chair comme aucune autre volaille avec une bonne ponte. Les poules commencent à pondre à l'âge de sept mois. Le nombre d'œufs pondus par an est d'environ 160. Les poules couvent facilement 15 œufs par couvaie. Le Coucou d'Izegem est une race très forte, très calme et familière.

On peut le garder dans un promenoir assez limité. Une clôture d'un mètre suffit parce qu'elle vole à peine. Le Coucou d'Izegem est une volaille de chair assez grande et forte avec une crête rosacée. Le coq pèse selon Marcq et Lahaye (1942) et Lahaye et Marcq (1948) environ 4 à 4,5 kg et la poule 3,5 à 4 kg. La queue est peu développée et portée presque horizontalement. Le corps est plus ou moins triangulaire avec le dos long, large, plat et presque horizontal. La poitrine est large, portée bien en avant et assez haute. Les pattes sont lisses et blanches. Le bec est blanc, les oreillons rouges et les yeux sont oranges. Une seule variété est reconnue, le coucou. Chez des animaux coucou chaque plume est irrégulièrement dessinée avec des barres gris foncé et gris clair. Les coqs sont normalement plus clairs que les poules parce que les barres claires sont plus larges que chez la poule (VIVFN, 2008). Cette race est à l'image de la majorité des races belges et est classée dans la catégorie des races en danger d'extinction (Tableau 3). Elle est peu répandue en Wallonie mais la population en Flandres reste stable. En 2008, le ministre flamand du tourisme et citoyen d'Izegem, Geert Bourgeois, a lancé une campagne 'Izegem koekoekt' avec laquelle il voulait promouvoir le Coucou d'Izegem comme produit régional. Treize restaurants servaient des Coucous d'Izegem authentiques (Van Coillie, 2008). La campagne fut un succès et le Coucou d'Izegem est maintenant plus connu dans sa région d'origine.

3-1-16- La Poule d'Aarschot (*Aarschots hoen*)

La Poule d'Aarschot est une race régionale créée entre 1980 et 2000 issue de croisements de plusieurs races, comme la Malines, la Marans, la Welbar et des combattants belges. Le but était de recréer une ancienne race qui aurait vécu dans la région du Hageland autour d'Aarschot. Il n'existait pas une description de la race, juste un témoignage d'un marchand de volailles qui disait que la Poule d'Aarschot était une volaille de type 'Malines' avec un plumage coucou 'doré' cependant elle est inférieure en poids. Il n'est donc pas sur que la race actuelle ressemble à la race originelle. En 2003, le standard fut reconnu. La race est peu répandue et est peu rencontrée hors de sa région d'origine. Aussi elle n'est toujours pas bien fixée, surtout au niveau coloris (Verelst, 2003). Il existe actuellement une centaine de sujets reproducteurs en Flandres (VIVFN, 2002-2011).

3- 1-17- Autres races belges

D'autres grandes races ont existé en Belgique. Sur la plupart il n'y a presque pas de données disponibles. Souvent il s'agit d'une très brève description ou même juste une mention dans un seul article ou un seul livre. Ces races n'ont jamais eu une grande importance économique ou sportive et n'ont jamais été répandues. Il s'agit de 'races' comme la Sambrienne (*Hoen van de Samber*), la Modave (*Modave hoen*), la Laplaigne (*Laplaigne hoen*), la Coutraisienne (*Kortrijks hoen*), le Coucou de Hesbaye (*Haspengouwse koekoek*), la Poule de Grammont (*Geraardsbergs hoen*), et la Seloigne (*Seloignehoen*) (Brandt et Willems, 1971 ; Verelst et Sleenckx, 1996). Une exception est la Poule de Huttegem (*Huttegems hoen*). Cette race était officiellement reconnue au début du siècle passé et aurait déjà été exposée en 1885. C'était une race lourde à crête simple ou double avec les tarses blancs et un plumage de couleur à peu près fauve à queue noire. Elle fut principalement élevée dans la région d'Audenaerde pour la couvaison d'œufs du Canard de Huttegem. Après les deux guerres mondiales, la

race a disparu bien qu'il ait encore des essais pour la sauvegarder. Il existe même encore quelques photos en couleur du début des années 80 du siècle passé. Depuis presque trente ans on n'a plus rien entendu de cette race et elle n'est plus reprise dans le standard des volailles de races belges (Verelst, 2005 ; VIVFN, 2008). Aucune des races mentionnées ci-dessus n'a été révélée dans l'enquête de recensement réalisée en 2005 par Larivière et Leroy.

3-2-Races de petites tailles originales

Contrairement aux variétés naines, citées ci-dessus, issues de la réduction du volume des grandes races, les races originales ne possèdent pas leur pareil chez les grandes races.

3-2-1-Le Barbu d'Anvers (*Antwerpse baarkriel*)

Le Barbu d'Anvers est l'une des races naines les plus anciennes ; elle fut considérée de tout temps comme ayant été créée dans la province d'Anvers, dont elle porte le nom (Collier, 1942 ; VIVFN, 2008).

Le Barbu d'Anvers trouve ses origines dans les volailles naines et mi-naines barbues qui existent depuis plusieurs siècles dans le nord et le sud des anciens Pays-Bas (Belgique, France du Nord, Pays-Bas). Déjà au 17^e siècle, des poules barbues de la variété caille étaient représentées sur des peintures du peintre Albert Cuyp (Brandt et Willems, 1971 ; Périquet, 2008). Cependant, les écrits qui le concernent sont rares. Néanmoins, il est rapporté avec exactitude qu'une petite poule Barbue existait à l'état non sélectionné en Belgique dans le courant du 19^e siècle (Collier, 1942). Le peintre animalier René Déclin aurait possédé un ouvrage français, édité à Paris en 1817, dans lequel, la poule barbue est citée, mais on lui attribuait les Pays-Bas comme habitat (Brandt et Willems, 1971). Le même ouvrage, en décrivant la variété « coucou », spécifiait que cette couleur portait le nom de Barbu d'Anvers. Malheureusement on ne sait pas de quel œuvre il s'agit. La plus ancienne citation de la race connue à ce moment est de Ch. Jacques (1858), qui mentionne dans son livre « Le poulailler » la « race naine coucou dite d'Anvers ». Cette race devait être très rustique pour s'être perpétuée avec ses caractères principaux à une époque où les expositions n'encourageaient point l'élevage. Fatalement elle s'est alliée à d'autres races, mais sans perdre ses caractères propres de race naine et barbue. En 1881, La Perre De Roo décrivait la variété « coucou », ce qui fait dire à bien des auteurs que c'est cette variété qu'il fallait considérer comme plumage type à cette époque là. C'est vers 1890, moment où les expositions commençaient à évoluer favorablement en Belgique, que l'on commença réellement et sérieusement à s'intéresser à cette petite poule barbue. C'est L. Vander Snickt sr qui en était le plus fervent défenseur. Déjà en 1895, lors d'une exposition avicole à Bruxelles, il était dénombré 51 Barbus d'Anvers. Pour la même année, il est trouvé dans le catalogue de l'exposition de l'Union Avicole de Liège, une belle collection en coucou et en noir. À la fin du 18^e et au début du 19^e siècle, Michel Van Gelder recherche en Belgique, en France, en Hollande et en Allemagne tous les spécimens qu'il était possible d'obtenir en Barbues, puis au départ de ces poules hétéroclites et disparates il va pratiquer un élevage consanguin très poussé, même entre frères et sœurs. Très vite ces accouplements auront pour conséquence de fixer les caractères essentiels donnant naissance au Barbu d'Anvers

connus aujourd'hui. Rapidement le Barbu d'Anvers devient une race nationale belge de premier plan et en 1910, année qu'il faut un peu considérer comme celle de l'apogée de la race, une statistique faite par le « Club Avicole du Barbu Nain –C.A.B.N.–», annonce le chiffre incroyable de 9.300 Barbus d'Anvers bagués, dont 2930 étaient inscrit au livre des origines. Pour la seule année de 1909, en comptabilisant les expositions patronnées par ce club (C.A.B.N.), il a été exposé 6.890 Barbus d'Anvers pour 961 exposants. Autre signe de l'essor que prend cette petite poule barbue, le Club Avicole du Barbu Nain comptait 465 membres régulièrement inscrits à la date du 31 juillet 1910. Ce club, tenait deux à trois conférences réservées exclusivement aux races barbues belges, car elles sont quatre à cette époque le Barbu d'Anvers, le Barbu de Grubbe, le Barbu d'Uccle et le Barbu d'Everberg. Les trois dernières nommées sont considérées comme des variétés de la première et elles ont toutes les mêmes origines. De nombreuses demandes de sujets arrivent de l'étranger avec en tête l'Angleterre. Le premier standard du Barbu d'Anvers pour les variétés noire, coucou et blanche est officiellement reconnu en 1905. Alors que celui de la variété « caille » a dû attendre le 18 avril 1910 pour être reconnu. Cette variété était néanmoins exposée depuis 1906. Malgré un recul brutal de la race en Belgique, le Barbu d'Anvers deviendra néanmoins un fameux ambassadeur pour l'aviculture sportive belge, à l'étranger. Encore aujourd'hui elle est certainement la race la plus répandue en dehors des frontières belges (Verelst, 2009). Le Barbu d'Anvers est une volaille de petite taille possédant un type ramassé qui lui est propre, basse sur pattes, dos très court, poitrine large et portée relevée et queue peu développée (Capriaux, 1921). Il est caractérisé par le grand développement de sa barbe, de ses favoris (plumes qui garnissent la face ou les joues) et de son camail. Les ailes sont portées presque à la verticale, de telle sorte que les bouts touchent presque le sol. Les Barbus d'Anvers nains sont très vifs, familiers et peuvent être tenus dans un parquet réduit. La ponte est bonne ; les œufs généralement à coquille blanche pèsent moins de 35 g. Les poules sont bonnes mères et bonnes couveuses. Vingt-neuf variétés de cette race sont reconnues (VIVFN, 2008) en 2008 : (1) noir, (2) blanc, (3) bleu, (4) bleu liseré (5) gris perle, (6) fauve, (7) rouge, (8) coucou, (9) saumon doré, (10) saumon argenté, (11) saumon blanc doré, (12) caille, (13) caille bleu doré, (14) caille argenté, (15) caille bleu argenté, (16) fauve herminé noir, (17) fauve herminé bleu, (18) blanc herminé noir, (19) blanc herminé bleu, (20) fauve à queue noire, (21) mille-fleurs, (22) porcelaine ou encore isabelle, (23) porcelaine ocre blanc, (24) noir caillouté blanc, (25) bleu caillouté blanc, (26) gris perle caillouté blanc, (27) noir tacheté blanc, (28) bleu tacheté blanc, (29) gris perle tacheté blanc.

Le Barbu d'Anvers reste la seule race naine Belge non menacée à l'heure actuelle d'extinction. Mille cinq cents sujets étaient recensés en 2005 par Larivière et Leroy.

3-2-2- Le Barbu de Grubbe (*Grubbe baardkriel*)

Dans les environs de 1904 naquit dans l'élevage du Grubbe chez Robert Pauwels près de Kortenberg un Barbu d'Anvers sans queue (d'où la considération par certains du Barbu du Grubbe comme une race dérivée du Barbu d'Anvers) (Blanchon et De Monchaux 1924 ; Brandt et Willems, 1971 ; VIVFN, 2008). Par des accouplements favorables on parvint à créer une belle collection de sujets que l'on vit

pendant quelques années dans les expositions et auxquels on donne le nom du Barbu de Grubbe. Après la première guerre mondiale on a plus vu ces volailles aux expositions, pendant des dizaines d'années. Le Barbu de Grubbe ne diffère du Barbu d'Anvers que par l'absence du croupion et de la queue (Brandt et Willems, 1971). Pour ce qui concerne les variétés de cette race, toutes les variétés du Barbu d'Anvers sont également admises (VIVFN, 2008). À l'heure actuelle, on dénombre 172 Barbu du Grubbe dont la majorité est enregistrée en Flandre (110 sujets). Bien que rare, la race est aussi vue régulièrement aux expositions aux Pays-Bas et depuis 2008 elle est aussi reconnue en Allemagne (Verelst, 2009).

3-2-3- Le Barbu d'Uccle (*Ukkelse baardkriel*)

D'après Collier (1942), le Barbu d'Uccle est créé au début des années 1900. C'est Michel Van Gelder, un bruxellois qui commence la sélection des races à tarsi emplumés (race dite pattue). Il était aidé dans ses travaux par Robert Pauwels et conseillé par Louis Vander Snickt. En prenant comme animaux de base le Barbu d'Anvers et en le croisant avec des volailles pattues et en pratiquant un élevage consanguin très étroit, Van Gelder arriva à fixer sur le Barbu d'Anvers une crête simple et le plumage des tarsi et des doigts. Après seulement quatre à cinq ans d'effort il obtint une naine pattue à crête simple ayant hérité la barbe, la crinière, le dos très court, le port de la queue très haute et les tarsi très courts du Barbu d'Anvers. Il l'expose pour la première fois en 1905 et il lui donne le nom de Barbu d'Uccle (banlieue de Bruxelles).

En 1909, le Barbu d'Uccle, qui n'était encore qu'une variété pattue du Barbu d'Anvers, avait fait un fameux chemin. Non seulement la race avait atteint une certaine perfection, mais encore elle était réellement fixée. Les premières variétés qui sortaient de l'élevage de Michel van Gelder furent la mille-fleurs et la porcelaine. Mais après seulement quelques années, des Barbu d'Uccle blancs, noirs et coucous étaient montrés aux expositions. La race a fait son chemin en Belgique sans atteindre les sommets du Barbu d'Anvers et elle n'est jamais parvenue à s'imposer à l'étranger comme lui, justement parce que les pays voisins possèdent déjà une race un peu similaire à la Barbu d'Uccle (la Sabelpoot) et dans les mêmes variétés. Comme pour toutes les races européennes, les deux guerres mondiales sont venues anéantir beaucoup d'efforts. Petit à petit, la race a donné des signes de dégénérescence. En avril 1969, le "Club belge du Barbu d'Uccle" est fondé sous la présidence de Madame la Baronne Y. de Rosée. Depuis, une sélection sévère a porté ses fruits avec le travail très actif du club qui regroupait tous les barbues belges. Le Barbu d'Uccle, appelé aussi en Belgique « fleur vivante de nos jardins » pour ses jolis et riches coloris de ses variétés mille-fleurs et porcelaine, ajoutés à ses formes extérieures très spéciales, est un oiseau de choix pour la volière et le jardin. La poule Barbu d'Uccle est assez bonne pondeuse, bonne couveuse et mère. Blanchon et De Monchaux (1924) considéraient les Barbues d'Uccle, d'Everberg et du Grubbe comme trois races dérivées de Barbu d'Anvers.

Les variétés principales de cette race sont essentiellement (Collier, 1942 ; Brandt et Willems, 1971 ; Verelst, 2009) : mille-fleurs, porcelaine, blanc, noir, bleu et caillouté (Collier, 1942 ; Brandt et Willems, 1971). Cependant, 28 variétés sont enregistrées par le standard belge des races de poules

naines (VIVFN, 2008) : (1) noir, (2) blanc, (3) bleu, (4) bleu liseré, (5) gris perle, (6) fauve, (7) rouge, (8) coucou, (9) saumon doré, (10) saumon argenté, (11) caille, (12) caille bleu doré, (13) caille argenté, (14) caille bleu argenté, (15) fauve herminé noir, (16) fauve herminé bleu, (17) fauve à queue noire, (18) mille fleurs, (19) porcelaine (isabelle), (20) porcelaine ocre blanc, (21) noir caillouté blanc, (22) bleu caillouté blanc, (23) gris perle caillouté blanc, (24) noir tacheté blanc, (25) bleu tacheté blanc, (26) gris perle tacheté blanc, (27) blanc herminé bleu et (28) blanc herminé noir.

Aujourd'hui et malgré son statut de race en danger d'extinction, le Barbu d'Uccle représente la troisième race en effectifs des races naines belges après les Barbues d'Anvers et de Watermael (Tableau 2).

3-2-4- Le Barbu d'Everberg (*Everbergse baardkriel*)

Vers 1906, il fut obtenu au château d'Everberg près de Bruxelles un barbu d'Uccle sans queue. La race ne prit guère d'extension, jusque vers 1918, des sujets furent présentés lors de manifestations organisées par le Club avicole du Barbu Nain (C.A.B.N.) de Bruxelles. Il disparut et refit une timide apparition en 1948 avant de s'éteindre à nouveau. Le Barbu d'Everberg est une race sans queue dérivée du Barbu d'Uccle. Comme chez toutes les volailles sans queue les dernières vertèbres coccygiennes sont absentes. Hormis l'absence de queue, il est identique au Barbu d'Uccle. Pour les variétés de la race on retrouve toutes les variétés de Barbu d'Uccle (VIVFN, 2008).

À l'heure actuelle quelques spécialistes parviennent à en remonter. La race Barbu d'Everberg est l'une des races belges les plus menacées de disparition (Tableau 2). Cependant, la race a connu une remontée très remarquable avec 94 sujets en 2010 (AIWEABC, 2010 ; VIVFN, 2002-2011).

3-2-5- Le Barbu de Watermael (*Watermaalse baardkriel*)

Alors que le Barbu de Watermael figure parmi les races relativement les plus jeunes du répertoire national belge, son origine est très mal documentée. Tout ce qui est connu est que la race a été créée par Antoine Dresse à l'élevage des Fougères à Watermael au début du siècle passé. Sa création a toujours été entourée d'un vrai mystère inexplicable et il est sans doute regrettable que feu Oscar Dresse, fils du créateur de la race, décédé vers la moitié du siècle passé, soit resté aussi discret sur l'origine d'une race qu'il a vu naître. Comme les créateurs ont voulu garder le secret de sa création, nous n'insisterons donc pas d'avantage sur l'origine de cette race pourtant belle et originale (Brandt et Willems, 1971). Sa création selon Collier (1942) remonte à l'année 1915. Cependant ce n'est qu'en 1922 que nous trouvons pour la première fois son inscription à une exposition bruxelloise. En ce qui concerne sa création, on est à peu près certain que le Barbu d'Anvers y joua son rôle, même si le type du Watermael s'en écarte assez bien. Il est en effet prouvé que barbe, crinière et hauteur des pattes lui ont été léguées par l'Anvers. Pour le reste, Oscar Dresse écrit qu'elle n'a aucun lien de parenté avec la Padoue naine (Collier, 1942; Brandt et Willems, 1971). En prenant cette affirmation pour vraie on peut se demander quelle autre volaille naine de l'époque a pu apporter la huppe et la petite crête en pointes et pour quelle raison le premier standard considérait comme défaut une huppe de Padoue et sa protubérance crânienne.

Le Barbu de Watermael ne prit jamais l'extension des autres races barbues belges et resta même longtemps une race locale bruxelloise. Très peu d'auteurs étrangers la mentionnaient dans leurs livres ou leurs écrits et il fallut la création d'un club spécialisé de la race pour enfin la promouvoir. Après la deuxième guerre mondiale un club spécialisé s'ébaucha également en France et la race y connut un certain engouement.

Cette volaille naine, semi-huppée et d'allure vive et dégagée est représentée sous 30 variétés : (1) noire, (2) blanche, (3) bleue, (4) bleue liserée, (5) fauve, (6) rouge, (7) coucou (8) saumon doré, (9) caille, (10) caille bleue dorée, (11) caille argenté, (12) caille bleue argenté, (13) caille blanc doré, (14) caille blanc citron, (15) fauve herminé noir, (16) fauve herminé bleu, (17) blanc herminé noir, (18) blanc herminé bleu, (19) fauve à queue noire, (20) mille-fleurs, (21) porcelaine (isabelle), (22) porcelaine ocre blanc, (23) bleue caillouté blanc, (24) gris perle caillouté blanc, (25) noir tacheté blanc, (26) bleue tacheté blanc, (27) gris perle tacheté blanc, (28) gris perle (29) saumon argenté et (30) noire caillouté blanc.

En 1971 un club fut fondé aux Pays-Bas et aujourd'hui la race y est bien répandue. Plusieurs importations en Allemagne, Suisse, Italie et Slovénie ont eu lieu récemment de sorte qu'on y rencontre des Watermaels aussi aux expositions en plusieurs variétés (Verelst A., observations personnelles).

Enfin, cette race considérée comme la plus récente des races Barbues belges, est actuellement la deuxième race Barbue élevée en Belgique après le Barbu d'Anvers (Tableau 2).

3-2-6- Le Barbu de Boitsfort (*Bosvoordse baardkriel*)

Cette race est la plus jeune des Barbus belges. Vu qu'il existait déjà une race sans queue dérivée des Barbus d'Anvers et d'Uccle, il était quasi logique qu'un jour une version sans queue du Barbu de Watermael serait créée. En 1997 le club des barbus montrait quelques sujets à l'exposition nationale de Bruges et la reconnaissance définitive suivait en 2001. La race fut créée par des croisements entre des Barbus de Watermael et de Grubbe. La seule différence avec le Watermael est l'absence de vertèbres coccygiennes. Pour la dénomination de la race on a choisi 'de Boitsfort' d'après la commune bruxelloise Watermael-Boitsfort. Ainsi son nom montre très bien que le Barbu de Boitsfort est fortement lié à celui de Watermael (Sleeckx, 1998). La race est toujours très rare mais connaît pour l'instant un progrès important, surtout en Flandres (AIWEABC, 2010 ; VIVFN 2002-2011).

3-2-7- La Naine belge (*Belgische kriel*)

La Naine belge ou encore la Belge naine, appelée aussi de Barbarie (Blanchon et De Monchaux, 1924) doit être considérée comme le type belge d'une petite volaille de la variété saumon dorée qui était très répandue dans toute l'Europe occidentale vers le milieu du 18^{ème} siècle (Brandt et Wilems, 1971). Cette poule portait plusieurs dénominations selon la région, elle est appelée Naine dorée et Poule anglaise par les francophones, Poules des jardins (*Gartenhühner*) par les germanophones et 'Engelse kiekens' par les néerlandophones (Brandt et Wilems, 1971). C'est vers la fin de 1909 que quelques amateurs se mirent à sélectionner cette petite volaille très jolie en orientant cette sélection vers une

harmonie de formes gracieuses, bien proportionnées et très arrondies (Collier, 1942). Il faut cependant attendre une vingtaine d'années avant que la race ne puisse être considérée comme fixée. Barrée par plusieurs races naines similaires, elle ne prendra jamais l'essor espéré. Elle restera en tout l'apanage de quelques amateurs sportifs. Le premier standard officiel de la race, est admis en 1934. Depuis sa création, cette race a très souvent été confondue avec l'Ardennaise naine (Collier, 1942). En 1971, Brandt et Willems rapportaient que la vraie Naine belge étant pour ainsi dire éteinte, on présente fréquemment sous cette étiquette des mauvaises Ardennaises manquant de pigmentation, au dos assez court et un port de queue un peu relevé.

Toujours selon Brandt et Willems (1971), la Naine belge, n'a absolument rien de commun avec l'Ardennaise, alors que la dernière a des formes allongées, la première doit posséder des formes très arrondies. Cette volaille de très petite taille, alerte, a l'allure éveillée, les formes gracieuses, bien proportionnées et arrondies, le tout constituant un ensemble très élégant. Elle présente une crête simple, un plumage plein et serré. Elle est vive dans ses mouvements, les attributs de la tête sont très petits, les tarses de longueur moyenne, lisses et de coloration bleu ardoise, les oreillons sont ronds, la queue est élégamment courbée et portée assez haute. Cette poule décrite selon Collier (1942) et Brandt et Willems (1971), comme sportive, rustique, vive et très familière, peut se tenir dans un espace réduit, bonne pondeuse d'œufs de 30 à 35 gr, c'est une bonne couveuse et une bonne mère, les poussins s'élèvent facilement. 12 variétés sont reconnues par le standard (VIVFN, 2008) : (1) noir, (2) blanc, (3) bleu, (4) saumon doré, (5) saumon bleu doré, (6) saumon argenté, (7) saumon bleu argenté, (8) saumon argenté à épaules rouges, (9) saumon bleu argenté à épaules rouges, (10) saumon blanc doré, (11) froment et (12) froment argenté. En 2009 une treizième variété a été reconnue, saumon doré clair, élevée par A. Verelst et R. Boonen.

La race Belge naine fut classée en danger d'extinction en 2010, 168 sujets étaient recensés dans toute la Belgique, dont la majorité est en Flandre (Tableau 2).

3-2-8- La Naine de Waes (*Waasse kriel*)

Vraisemblablement originaire de la région dont elle porte le nom (le Pays de Waes dans le nord-est de la province de Flandre orientale), on ne connaît absolument rien sur son origine. A vrai dire, elle n'a jamais été fort répandue et semble être une race plutôt locale.

La Naine de Waes n'est autre chose qu'une Naine Belge à crête double (VIVFN, 2008). Elle doit donc en posséder tous les caractères essentiels. C'est une volaille très ample, très fournie, aux faucilles largement cintrées. Tout comme la Naine Belge, la Naine de Waes est avant tout une volaille sportive. Pour son standard, il faudra bien se référer à celui de la Naine belge. Malheureusement, cette race est dans une situation critique. Cent et sept sujets sont enregistrés, exclusivement en Flandre (Tableau 2).

3-2-9- La Naine du Tournaisis (*Doornikse kriel*)

Cette petite race ancienne, était élevée dans la commune de Bléharies, située sur l'Escaut à son entrée en Belgique. Si cette race s'est prolongée depuis si longtemps, c'est que sa conservation était liée à de véritables qualités de rusticité, de ponte et de chair. Cette race est aussi appelée Mille-fleurs du

Tournaisis, Naine du Tournaisis ou encore la Poule du Batelier (Collier, 1942 ; Brandt et Willems, 1971). Cependant, selon Collier (1942), cette race fut anéantie lors de la guerre 1914-1918.

Dans Chasse et Pêche de 1923, nous trouvons quelques lignes à son sujet, Pulincks-Eeman écrit qu'il a rencontré cette race pour la première fois durant la fin du 19^{ème} siècle le long de la frontière belgo-française, alors qu'il donnait dans cette région des conférences sur l'essor de l'aviculture en Belgique. Comme cité par Brandt et Willems (1971), R. Du Manoir qui exposait quelques sujets à l'exposition de Pâturage, également en 1923, dit qu'il a connu cette race et qu'en 1883, alors qu'il avait 15 ans, son père recherchait déjà la Mille-fleurs du Tournaisis pour l'incubation de perdrix et de faisans. Il dit encore que les campagnards de la région désignaient cette petite volaille sous la dénomination de Tiquetée. Léon Duquesne (1913) donnait une description très détaillée de la race, de même que sa couleur. Il affirmait aussi connaître la race depuis bien longtemps. Toujours d'après cet auteur le coq pesait 750 g et la poule un peu moins. La poule était bonne pondeuse d'œufs d'environ 37 g, très bonne couveuse et excellente mère. Elle manifestait généralement l'envie de couvrir dès qu'elle avait pondu 12 à 13 œufs ; cette qualité la faisait rechercher pour couvrir les œufs d'oiseaux de gibier. Le coq était fier et batailleur. D'après Brandt et Willems (1971), on lit souvent à son sujet qu'il a beaucoup de similitude avec le « Old English Game » (Combattant anglais nain ancien type). On sait aussi que cette race fut utilisée après-guerre pour recréer la Naine du Tournaisis. Après sa recréation, la race a connu un parcours difficile, son standard étant différent en Wallonie, en Flandres et aux Pays-Bas. Les sujets hollandais étaient mêmes d'un coloris différent des sujets belges. En 1984, M. Lambiotte publie un article de 18 pages sur cette race. Il donne un aperçu de son histoire et des hypothèses sur la génétique du coloris typique à cette race. En 2006, le standard flamand été remplacé par un nouveau standard belge. Depuis sa situation s'est légèrement améliorée. La seule variété reconnue par Collier (1942), Marcq et Lahaye (1942), Lahaye et Marcq (1948), Brandt et Willems (1971) et VIVFN (2008) reste la bariolée. Comme la majorité des races naines belges, La Naine de Tournaisis est aujourd'hui menacée d'extinction, comme indiqué dans le Tableau 2, son nombre ne dépasse guère 150 individus.

3-2-10- La Bassette (Bassette)

A la fin du 19^{ème} siècle, une poule de petite taille était propagée dans la région liégeoise et dans le sud du Limbourg belge. Elle se perpétuait dans toute cette région à l'état non sélectionné et on lui donnait communément la dénomination de Bassette ou de Bassette liégeoise. Il faut souligner ici que l'appellation Bassette est typiquement liégeoise et désigne en wallon liégeois une volaille naine, donc une volaille de petite taille, sans désignation de race (Collier, 1942; Brandt et Willems, 1971). Jean Denis, un des pionniers de l'aviculture et de la cuniculture liégeoise avait à maintes reprises raconté qu'il se rappelait très bien de cette petite poule excessivement sauvage et avide de liberté. On croyait à l'époque qu'elle avait été obtenue par croisement d'une petite race locale avec des « poules anglaises ». Elle était très recherchée pour l'élevage des faisans et des perdreaux. Le peintre animalier et très grand connaisseur, Maître René Delin, la décrivait sous des parures très diverses, en spécifiant néanmoins

qu'on la rencontrait surtout sous un plumage possédant beaucoup d'analogie avec celui de la caille ; variété que l'on désigne aujourd'hui par « caille claire ». Des écrits datant d'avant la première guerre mondiale la décrivent comme une volaille très vive, crête simple et oreillons blancs (Brandt et Willems, 1971). Certains auteurs citaient déjà les variétés dorée, argentée, coucou, noire, blanche, fauve et mille-fleurs. Certaines étaient à pattes bleues, d'autres à pattes blanches. En 1914, suite aux restrictions amenées par la guerre, son engouement alla encore en augmentant et c'est ainsi que William Collier de Bruxelles commença sa sélection pour en faire une race stable, en recherchant avant tout à améliorer encore ses qualités utilitaires. Elle s'orienta vers une volaille plus grande, plus volumineuse et plus massive, pour aboutir finalement à une race de taille intermédiaire entre les naines et les races de grande taille, chez laquelle sont recherchées les qualités utilitaires connues encore aujourd'hui. En décembre 1930, MM. René Delin, Frans Van Hout et William Collier élaborèrent un premier projet de standard. Ce dernier fut finalement approuvé le 12 janvier 1932 (Collier, 1942 ; Brandt et Willems, 1971). Cette petite poule d'apparence plus ou moins basse sur pattes, mais sans exagération, au corps long, au bassin bien développé et bas, à la queue bien développée et l'allure vive, possède tous les attributs d'une bonne pondeuse du type de l'ancienne poule du pays. La Bassette Liégeoise est une volaille pouvant très bien convenir pour les parquets restreints, mais elle se plaît cependant davantage quand elle dispose d'une certaine liberté. La race est d'instinct assez familial. Sa rusticité est extraordinaire. Très bonne pondeuse, sa production en œufs peut varier de 125 à 180 œufs de très belle grosseur, d'un poids normal de 42 grammes et pouvant aller jusqu'à 48 grammes (Collier, 1942; Brandt et Willems, 1971). La Bassette liégeoise convient également très bien comme couveuse. Ses poussins s'élèvent sans la moindre difficulté. Dix huit variétés composent cette race : (1) noire, (2) blanche, (3) bleue, (4) bleue liserée, (5) gris perle, (6) fauve, (7) saumon doré, (8) saumon argenté, (9) sauvage doré (faisan), (10) sauvage argenté (faisan argenté), (11) caille, (12) caille bleu doré, (13) caille argenté, (14) caille bleu argenté, (15) caille gris perle argenté, (16) fauve herminé noir, (17) blanc herminé noir, (18) fauve à queue noire. Aujourd'hui la race est à l'image de ces congénères belges, elle est en danger de disparition (Tableau 2). Bien qu'elle soit liégeoise d'origine, cette race est équitablement répartie entre la Wallonie et la Flandre (Tableau 2) mais est également élevée aux Pays-Bas et en Allemagne.

3-3-Autres races belges naines:

D'autres races ou variétés belges de petite taille existent ou ont existé. On peut citer entre autres la race Bleue de Lasnes qui n'est pas reconnue officiellement. Il s'agissait d'un essai de création d'une race naine huppée qui pondrait des œufs à coquille verte. Après 20 ans de sélection, elle n'est toujours pas bien fixée.

4- Discussion et conclusion

En Belgique comme d'une façon générale en Europe, actuellement, les souches commerciales dominent la production de viande et d'œufs. Les races locales quant à elles, sont détenues presque uniquement par des éleveurs amateurs et collectionneurs. Pour la majorité des races de poules belges,

la population présente un très petit effectif (Tableaux 2 et 3). La conservation de ces races belges en majorité menacées d'extinction est le devoir de tout un chacun. En effet, la biodiversité en général et avicole en particulier est un bien commun. Il convient donc d'assurer la reproduction des animaux dans de bonnes conditions et de limiter l'élévation de la consanguinité par l'utilisation de méthodes de gestion efficaces, avec une augmentation de la taille des populations. Il est indispensable de veiller à obtenir un effectif génétique efficace important, cela conduit à conserver pour la reproduction un bon nombre de coqs (1coq/2-3 poules).

Pour avancer, il serait utile d'actualiser et/ou d'enrichir les bases de données sur les populations considérées. Il est au moins nécessaire d'avoir un recensement à jour et il faudrait dans la plupart des cas compléter – voire commencer à collecter – les informations sur les caractéristiques moléculaires. L'exploitation de ces données permettrait d'évaluer la diversité génétique au sein des races ou entre les races, en particulier entre celles qui ont des ancêtres communs.

Ces éléments permettraient aussi de mesurer l'érosion génétique que l'on constate dans les populations de taille insuffisante et d'évaluer l'impact de l'introgession due à de trop nombreux croisements. Il serait alors possible d'envisager des programmes de conservation qui s'appuieraient sur une base objective. Aujourd'hui, de tels programmes de conservation manquent souvent, qu'ils ne soient tout simplement même pas encore envisagés (comme c'est le cas pour la majorité des races de poules belges) ou qu'ils n'aient pas encore une envergure suffisante (cas des poules de races Famennoise et Ardennaise par exemple).

La préservation d'une race doit aussi prendre en compte les scénarios « catastrophe » qui pourraient conduire à une disparition beaucoup plus brutale de la race (une grosse crise sanitaire par exemple).

On peut alors envisager deux grands types de programmes de conservation : la plus évidente consiste à maintenir une race donnée dans un environnement aussi proche que possible de celui d'origine mais dans des conditions d'élevage protégé pour éloigner le risque de disparition brutale de cet échantillon préservé. Ce type de démarche est dit *in situ*, par opposition aux programmes qui reposent sur des méthodes dites *ex situ* qui consistent à conserver en dehors de leur habitat naturel des éléments qui permettent de reconstituer la race. Il s'agit dans ce cas de collecter et de conserver les éléments nécessaires à la reconstitution de la race sous forme de semence congelée dans de l'azote liquide. Cette cryoconservation permet d'éliminer complètement les principaux risques de disparition brutale et rend possible une régénération de la race de façon simple. De plus, la conservation de sang ou d'ADN est utile pour des études génétiques, notamment pour l'identification des mutations morphologiques caractérisant ces races,

Si la cryoconservation est efficace à coup sûr, elle requiert une formation des éleveurs et une centralisation de la conservation de la semence. La tendance actuelle est plutôt de privilégier les méthodes *in situ* tout en gardant au moins un minimum de patrimoine de la race « pour le cas où ... ». Une démarche dynamique de valorisation qui met en avant la protection des ressources permet d'établir un noyau d'élevage sain pour approvisionner les amateurs, les centres de recherche, les

marchés et les parcs animaliers. Ces programmes de conservation devraient être encadrés par une gestion génétique et économique, contribuant ainsi à l'enseignement scientifique et culturel, au développement sociétal et à l'économie rurale. Il faut aussi en assurer la cohérence : on reproche assez souvent aux programmes de conservations des ressources génétiques animales en Belgique l'absence de coordination entre les différentes parties concernées par le programme et le manque de continuité des projets (l'exemple de la Famennoise montre que des programmes peuvent être suspendus alors que la menace sur la race n'a pas été maîtrisée).

En conclusion, pour se donner les moyens de réellement sauvegarder les races de poules locales en Belgique, il est important d'envisager :

- De développer de nouvelles procédures informatisées pour faciliter la collection et l'entretien des performances et des informations sur les ressources génétiques animales en général et sur les races de poules concernées en particulier.
- D'analyser la structure des différentes races de poules et de formuler les recommandations adéquates pour la conservation effective de chaque race.
- De mettre en place des cryobanques pour assurer un archivage systématique de la semence afin de prévenir la perte accidentelle due à des catastrophes.
- De solliciter de la part des autorités compétentes une analyse périodique (tous les deux ans voire tous les ans) pour mesurer efficacement l'évolution des races de poules belges.

Tableau 1 : Les statuts de risque des races de poules dans le monde –entre 2007 et 2010— (FAO, 2007-2010).

<u>Statuts de risque</u>	<u>2007</u>	<u>2010</u>
Races critiques	156	130
Races critiques maintenues	9	16
Races en dangers	212	226
rares en danger maintenues	42	83
Races éteintes	40	43*
Races sans risques	321	357
Races inconnues	493	563
TOTAL	1273	1418

*sur les 43 races disparues, 37 sont d'Europe et de Caucase, 5 du continent Asiatique et 1 d'Amérique du nord.

Tableau 2: Situation des grandes races belges d'après Capriaux (1921), Larivière et Leroy (2005), Brandt et Willems (1971), Périquet (2008), Moula *et al.* (2011), VIVFN (2011) et AIWEABC (2011).

Races	Males					Femelles							Statut de la race pour toute la Belgique en 2010
	Flandre		Wallonie		Poids Adulte (kg)	Flandre		Wallonie		Poids Adulte (kg)	Ponte annuelle (œuf)	Poids de l'œuf (gr)	
	2005	2010	2005	2010		2005	2010	2005	2010				
Aarschot	11	28	-	-	-	38	77	-	-	-	-	-	Critique
Ardennaise	12	15	122	68	2-2,5	37	55	511	213	1,75-2	120-180	55-65	En danger
Brabançonne	38	65	18	27	< 2,5	119	196	62	88	< 2	150-200	60-70	En danger
Braekel	144	157	48	-	2,5	476	521	163	-	2,5	180	65	En danger
Combattant de Bruges	11	56	2	-	5-5,5	47	141	7	-	4	150	65-75	En danger
Combattant de Liège	27	42	34	37	4-5	99	95	117	111	3,5-4	-	-	En danger
Combattant de Tirlemont	3	13	4	-	5	7	20	13	-	4	-	-	Critique
Coucou des Flandres	12	12	-	-	3-3,5	41	44	-	-	2,5-3	150	-	Critique
Coucou d'Izegem	73	-	2	-	4	235	-	7	-	3,5	-	-	Critique
Famennoise	-	-	19	6	3	-	-	79	21	2,5	140-170	60	Critique
Fauve de Hesbaye	4	6	10	16	3-3,5	13	16	33	53	2-2,75	-	-	Critique
Herve	3	3	93	41	2,5	10	9	346	128	2	140-180	60-65	En danger
Malines	513	131	40	-	5	948	444	137	-	4-4,5	140-160	65	En danger
Malines tête de dindon	37	31	25	-	5	123	92	85	-	4-4,5	140-160	65	Critique
Poule de la Zwalm	3	4	-	-	2,5	9	16	-	-	2	-	65	Critique
Poule de Zingem	18	4	2	-	2,5	89	26	7	-	2	180	65	Critique
Poulet de chair de Zingem	1	2	-	-	5,5	1	5	-	-	4	180	62	Critique
Sans queue des Ardennes	-	-	17	9	2-2,5	-	-	59	25	1,75-2	120-180	55-60	Critique
Zottegem	15	7	2	-	2,5	37	19	7	-	2,2	-	-	Critique

Tableau 3: Situation et performances des petites races belges d'après Capriaux (1921), Larivière et Leroy (2005), Brandt et Willems (1971), Périquet (2008) ; VIVFN (2011) et AIWEABC (2011).

Races	Males					Femelles							Statut de la race pour toute la Belgique en 2010
	Flandre		Wallonie		Poids Adulte (gr)	Flandre		Wallonie		Poids Adulte (gr)	Ponte annuelle (œuf)	Poids de l'œuf (gr)	
	2005	2010	2005	2010		2005	2010	2005	2010				
Ardennaise naine	5	7	70	54	600-650	13	26	196	141	550-600	-	38	En danger
Barbu d'Anvers	238	321	155	-	700	644	668	434	-	600	-	35	En danger
Barbu de Boitsfort	-	25	5	14	600-700	-	51	14	35	450-500	-	30	Critique
Barbu de Grubbe	32	24	8	28	700	78	46	21	74	600	-	35	En danger
Barbu de Waes	13	27	-	-	550-650	41	80	-		500-550	-	30-35	Critique
Barbu de Watermael	69	164	93	50	600-700	196	419	259	130	450-550	-	-	En danger
Barbu d'Everberg	11	51	-	3	700-800	15	91	-	7	550-650	-	35-40	Critique
Barbu d'Uccle	103	210	60	67	800	244	456	168	189	650	-	35-40	En danger
Bassette Liégeoise	60	34	63	66	1000	183	106	175	165	900	125-180	42-48	En danger
Belge naine	58	31	15	15	650	147	87	38	35	550	-	30-35	En danger
Bleue de Lasnes	-	-	10	13	-	-	-	28	35	-	-	-	Critique
Brabançonne naine	-	8	20	31	650	-	30	56	81	550	-	35-40	En danger
Braekel naine	-	17	8	-	650	-	48	21	-	550	-	38	Critique
Combattant de Liège nain	28	26	45	32	800-1100	64	49	126	81	700-800	-	45	En danger
Combattant de Bruges nain	-	4	-	-	800-1100	-	7	-	-	-	-	-	Critique
Combattant de Tirlémont	5	9	3	-	600-700	7	15	7	-	700-800	-	45	Critique
Famennoise naine	1	-	8	3	800	3	-	21	7	500-600	-	40	Critique
Fauve de Méhaigne	-	-	23	11	650-700	-	-	63	28	700	-	38-40	Critique
Herve naine	1	-	33	34	1500-1900	3	-	91	88	550-600	-	38	Critique
Malines naine	16	7	3	-	650	73	26	7		1400-1700	-	45	Critique
Sans que des Ardennes naine	-	-	15	7	750	-	-	42	18	550	-	38	Critique
Tournaisis	22	35	18	28	600-650	59	33	49	77	650	-	37	En danger

REFERENCES

- ALDERS R.G., PYM R.A.E. Village poultry: still important to millions, eight thousand years after domestication. *World's Poult. Sci. J.*, 2009, 65,181-190.
- ANONYME. Le coucou de Malines. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1893, 43: 354-355.
- ANONYME. De Izegemsche Koekuit. *Gazette van Iseghem*, 6 mars 1909.
- Association Interprovinciale Wallonne d'Eleveurs d'Animax de Basse-Cour asbl. Inventaire des races wallonnes 2010. Informations non publiées.
- AUDIOT A. Races d'hier pour l'élevage de demain. Edité par INRA Editions, Paris, France, 1995, 219p.
- BOONEN R. Het Zingems leghoen, terug van weggeweest ? *Het Vlaams Neerhof* , 2010, 14(2), 28.
- BOONEN R. De ethische relevantie van het bewaren van biodiversiteit door middel van rustieke rassen : hoenderrassen als casus. Eindwerk voorgedragen tot het behalen van de graad van Bio-ingenieur in de Landouwkunde. K.U.Leuven, faculteit Bio-ingenieurswetenschappen. 2008.
- BLANCHON H. L. A., DE MONCHAUX D. Toutes les poules et leurs variétés. Description, standard, points, élevage. Charles Amat : Paris, 1924, 645p.
- BRANDT E.T., WILLEMS A.E.R. Traité d'Aviculture Sportive, avec les Standards officiels des Races Belges de volailles, aquatiques et dindons. Edité par la S.R. "Het Neerhof" Gent, Belgique, 1971. 365 p.
- CAMPO J.L., GIL M.G., DAVILA S.G., TORRES O. Conservation of genetic diversity in Spanish chicken, 25 years of a conservation program. 2000,
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/infpd/documents/papers/2000/3018_CAM1.DOC
- CARPIAUX E. Traité complet Aviculture, Imprimerie-Librairie J. Duculot, Editeur, Gembloux, Belgique, 1921, 344p.
- COQUERELLE G. Les poules : diversité génétique visible. Institut National de la Recherche Agronomique : Paris, 2000, 181 p.
- COLLIER W. Poules naines de races belges et manuel d'aviculture familiale. Edité par Royal Club Avicole du Barbu Nain (R.C.A.B.N.), Bruxelles, 1942, 101p.
- CORNEVIN C. H., Traité de Zootechnie Spéciale: Les oiseaux de Basse-Cour, Cygnes, Oies, Canards, Paons, Faisans, Pintades, Dindons, Coqs, Piegeons. Librairie J.-B Baillié et Fils, Rue Hautefeuille, 19, Prés du Boulevard Saint Germain, Paris, 1895, 300p.
- CRAWFORD R. Poultry Breeding and Genetics. Elseiver, Amsterdam, 1990, 1123p.
- CUC N. T. K., WEIGEND S., TIEU H. V., SIMIANER H. Conservation priorities and optimum allocation of conservation funds for Vietnamese local chicken breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, 2011, 128, 284-294.
- DRESSE O. Standards des Volailles Belges. 1907.

- FADLAOUI A., Modélisation bioéconomique de la conservation des ressources génétiques animales, Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN (UCL), Louvain-la-Neuve, Novembre 2006, 287p.
- FAO. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B. Rischkowsky and D. Pilling. Rome. 2007. 511 p.
- FAO (2010). 6th Session of the intergovernmental technical working group on animal genetic resources for food and agriculture, Rome (Italy).
(<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/angrvent-docs.html>).
- FOTSA J. C. Caractérisation des populations de poules locales (*Gallus gallus*) au Cameroun. (Thèse pour obtenir le grade de Docteur). Institut national agronomique : Paris-Grignon, 2008, 301p.
- GRANEVITZE Z., HILLEL J., CHEN G.H., CUC N.T.K., FELDMAN M., EDING M., WEIGEND S. Genetic diversity within chicken populations from different continents and management histories. *Anim. Gen.*, 2007, 38, 576-583.
- GUEYE E. F. Préserver les ressources génétiques aviaires, Bulletin RIDAF. Vol. 11 N°. 1, Janvier-Juin 2001.
- DARDENNE J. La poule noire du pays de Herve. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1895, 350-351
- DE BOITSELIER J. De Mechelse koekoek. *Het Vlaams Neerhof* , 1998, 2(3), 4-8
- DETROY A. Le coucou de Flandre. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1913, 453.
- DRESSE O. Standards des Volailles Belges. 1907.
- DUQUESNE L. Une race digne d'intérêt – la Naine du Tournaisis. *Elevage moderne*, n° 38, 14 septembre 1913.
- JACQUE CH. 1858. Le Poulailier. Librairie agricole de la maison rustique. 26, rue Jacob, Paris.
- KRINS J.F. Het Famennehoen. Keurmeesterscongres VIVFN te Oostmalle 2010.
- LAHAYE J., MARCQ J., CORDIEZ E. Traité d'Aviculture. Edité par JULES DUCULOT, Gembloux, Belgique, 1948. 624p.
- LA PERRE DE ROO V. Monographie des races de poules, Editée par: aux bureaux du journal «*l'Acclimatation* », Paris, 1882, 454p.
- LAMBIOTTE M. « Famennoise ou Ardennaise blanche ? », Association des Eleveurs de Races Wallonnes (A.E.R.W.), Contact n° 84, 1984a.
- LAMBIOTTE M. Ardennaises. Association des Eleveurs de Races Wallonnes (A.E.V.R.W.), Contact n° 84, 1984b.
- LAMBIOTTE M. Origines, avatars et promesses des Naines du Tournaisis. Association des Eleveurs de Races Wallonnes (A.E.V.R.W.), 1984c.

- LAMBIOTTE M. Modification de standards. Association des Eleveurs de Races Wallonnes (A.E.V.R.W.), Contact n° 92, 1986.
- LARIVIÈRE J.-M., LEROY P. Poultry biodiversity in Belgium. In: Proceedings of the IVth European Poultry Genetics Symposium (WPSA), Dubrovnik, 2005, 22.
- LARIVIERE J.-M., MICHAUX C., VERLEYEN V., ERPICUM M., LEROY P. Genetic parameters of body weight in the Ardennaise chicken breed. IN: XIII World Congress on Genetics applied to Livestock Production, 2006, Bello Horizonte, Brazil.
- LARIVIERE J.-M., MICHAUX C., FARNIR F., DETILLEUX J., VERLEYEN V., LEROY. Reproductive Performance of the Ardennaise Chicken Breed under Traditional and Modern Breeding Management Systems, *Int. J. Poult. Sci.*, 2009, 8 (5), 446-451.
- LARIVIERE J.-M., FARNIR F., DETILLEUX J., MICHAUX C., VERLEYEN V., LEROY P. Performance, Breast Morphological and Carcass Traits in the Ardennaise Chicken Breed. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009, 8 (5), 452-456.
- LIU Y. P., WU G. S., YAO Y. G., MIAO Y. W., LUIKART G., BAIG M., BEJA-PEREIRA A., DING Z. L., PALANICHAMY M. G., ZHANG Y. P. Multiple maternal origins of chickens: Out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2006, 38 (1), 12-19.
- MARGUERIE J. La Gournay : étude de la situation actuelle d'une race française de race ancienne. (Thèse pour le Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire). Ecole vétérinaire de Nantes : Nantes, 2002, 93 p.
- MARCQ J., LAHAYE J., Traité d'Aviculture. Edité par JULES DUCULOT, Gembloux, Belgique, 1942. 564p.
- MONSEU P. Acclimatation & Elevage, projet de standard des Malines à tête de dindon. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1906, 48, 802-803.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., PHILIPPART M., LEROY P. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ? *Ann. Méd. Vét.*, 2009a, 153, 66-75.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. L'Ardennaise: statut de la race et de ses variétés. *Ann. Méd. Vét.*, 2009b, 153, 231-240.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009c, 8, 389-396.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009d, 8, 768-774.

- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., DECUYPERE E., FARNIR F., MERTENS K., DE BAERDEMAEKER J., LEROY P. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Arch. Geflügelkunde*, 2010, 74 (3), 164–171.
- MOULA N., JACQUET M., VERELST A., ANTOINE-MOUSSIAUX N., LEROY P. Les races de poules belges de grande taille. IN: 1st Scientific Meeting of the Faculty of Veterinary Medicine, Liege, Belgium. 2011, 37.
- MUIR W.M., WONG G.K., ZHANG Y., WANG J., GROENEN M.A.M., CROOIJMANS R.P.M.A., MEGENS H.-J., ZHANG H.M., MCKAY J.C., MCLEOD S., OKIMOTO R., FULTON J.E., SETTAR P., O'SULLIVAN N.P., VEREIJKEN A., JUNGRIUS-RATTINK A., ALBERS G.A.A., TAYLOR LAWLEY C., DELANY M.E., CHENG H.H. Review of the initial validation and characterization of a 3K chicken SNP array. *World's Poult. Sci. J.*, 2008, 64 :219-226.
- PERCIVAL P. Le Braekel. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1899-1900, 123-124.
- PERIQUET J.-C. Coqs et poules. Les races étrangères. La grande encyclopédie de la basse-cour. Tome II. Edité par Club de la volaille Meusienne, France, 2008, 182p.
- PEETERS B. De Vale van Mehaighe : hoe zit het met de genetica ? *SBHD-Info*, 1996, (1), 7-9.
- PULINCKX-EEEMAN V. La Coucou des Flandres. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1927, 1351
- RODILLON J. La basse cour modèle. Editeur: S. Bornemann. Paris. France. 1921, 223p
- SAUVEUR B. Evolution de la perception de la qualité de l'œuf: conséquence ou origine des réglementations ?, *INRA Prod. Anim.*, 1995, 8, 227-233.
- SIMON D.L., BUCHNAUER D. G. Genetic diversity of European livestock breeds. EEAP Publication, Wageningen, NL, 1993, 66,
- SKINNER JOHN L. Bantams, Edited by Kurt Gutknecht, North Central Regional Publication Extension Publication, U.S.A., 1914, 18p
- SLEECKX J. De Bosvoordse baardkriel. *SBHD-Info*, nr. 1, jaargang 1998.
- SPALONA A., RANVIG H., CYWA-BENKOS K., ZANON A., SABBIONI A., SZALAY I., BENKOVA J., BAUMGARTHER J., SZWACZKOWSKI T., Population size in conservation of local chicken breeds in chosen European countries, *Archiv fur Geflugelkunde*, 2007, 71 (2), 49-55.
- TERRY W., VAN DE BEEK J., VAN HEE R. Het Brakelhoe. Speciaalclub voor het Brakelhoe 1983. 112p.
- TERRY W. De Izegemse Koekoek. 1984, 27p
- THEWIS A. Situation, spécificité et développement de la production de volaille en Wallonie proposés principalement sur le poulet de chair, *Annales de Gembloux*, 1997, 103, 155-180.

- TISDELL C. Socio-economic causes of loss of animal genetic diversity: analysis and assessment. *Ecological Economics*, 2003, 45(3), 365-376.
- TIXIER-BOICHARD M. L'amélioration génétique en France, le contexte et les acteurs, *Les Volailles, INRA Prod. Anim., hors série "Éléments de génétique quantitative et application aux populations animales"*, 1992, 35-38.
- TIXIER-BOICHARD M. A survey of experimental of experimental poultry lines in Europe: prospects for research and conservation issues. In: *Proceedings of the IIIrd European Poultry Genetics Symposium (WPSA)*, 2003, Wageningen, NL, 72.
- VAN COILLIE P. Minister promoot Izegemse Koekoek. *Het Laatste nieuws*, 9 septembre 2008.
- VANDER STRAETEN E. *Aldernardiana en Flandriana. Tweede deel*. Gent, 1894, p50.
- VANDER STRAETEN E. *Aldernardiana en Flandriana. Tweede deel*. Gent, 1894, 50 p.
- VANDER SNICKT L. Le Braekel. *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1898, 160p.
- VANDER SNICKT L. Le Malines Club, *Chasse et Pêche, Zoologie, Acclimatation, Revue des éleveurs*, 1906, 48, 803-804.
- VAN COILLIE P. Minister promoot Izegemse Koekoek. *Het Laatste nieuws*, 9 septembre 2008.
- VERELST A. De Vale van Mehaigne : hoe zit het met de standaard ? *SBHD-Info*, 1996, (1), 9-10.
- VERELST A. Het Hoen van de Zwamvallei. *Het Vlaams Neerhof*, 2003, 7(2), 9.
- VERELST A. Het Zingems leghoen : slechtgetekende goudbakel of toch niet ? *Vereniging ter Promotie van Belgische Neerhofdieren*, 2004, 3(3), 10-12.
- VERELST A. Het Brabants hoen. *Het Vlaams Neerhof* , 2006, 10(4), 14-20.
- VERELST A. De Belgische rassen. *Landsbond van fokkers van neerhofdieren. Deel I. De hoenderrassen*, 2009, 64p.
- VERELST A. Afscheid van en monument. *Het Vlaams Neerhof*, 2010, 14(2), 5-6.
- VERELST A. Het Zottegems hoen. *Het Vlaams Neerhof* , 2011, 15(2), 30-31.
- VERELST A., SLEECKX J. De Belgische hoenderrassen. 1996. Edité par le Speciaalclub van Belgische Hoenders en Dwerghoenders.
- VERELST A. Uit het verleden : het Huttegems hoen. *Vereniging ter Promotie van Belgische Neerhofdieren*. 2005, 4(3), 8-11.
- VERELST A. Het Aarschots heon : oude glorie of nieuw Belgisch ras ? *Vereniging ter Promotie van Belgische Neerhofdieren*. 2003, 2(3), 14-16.
- VERELST A. Mechelse krielen. *Het Vlaams Neerhof* , 2004, 8(1), 14-15.
- VERRIER E. L'amélioration génétique : une activité humaine organisée, au service de l'adaptation des populations animales. 37^{ème} Journée de la Recherche Equine Jeudi 24 février 2011. *Institut français du cheval et de l'équitation*. 2011, 85-92.
- VERRIER E. La gestion génétique des petites populations. *Prod. Anim., hors série "Éléments de génétique quantitative et application aux populations animales"*. 1992, 265-271.

- VISSAC B., 1993, Société, race animale et territoire entre les théories et l’histoire: réflexions sur une crise, *Natures Sciences Sociétés*, 1(4), p.282-297.
- Vlaams Interprovinciaal Verbond van Fokkers van Neerhofdieren vzw. Standard volailles & volailles naines, Races belges. Edité par Vlaams Interprovinciaal Verbond van Fokkers van Neerhofdieren vzw, Belgique, 2008, 301p.
- Vlaams Interprovinciaal Verbond van Fokkers van Neerhofdieren vzw. Inventaris Belgische rassen in Vlaanderen. 2002-2011.
- VOITELLIER CH. Aviculture, Les races de volailles, poules, Pintades, Dindons, Canards, Oies, Pigeons. Librairie J.-B Baillière et Fils, Rue Hautefeuille, 19, Prés du Boulevard Saint Germain, Paris, 1925, 515p.
- WEST B., ZHOU B.X. Did chickens go north? New evidences for domestication. *World’s Poult. Sci. J.*, 1988, 45, 205-218.

Figure 1 : Évolution de la diversité génétique du poulet (Weigend et Romavov, 2001 traduit par Larivière et Leroy, 2008).

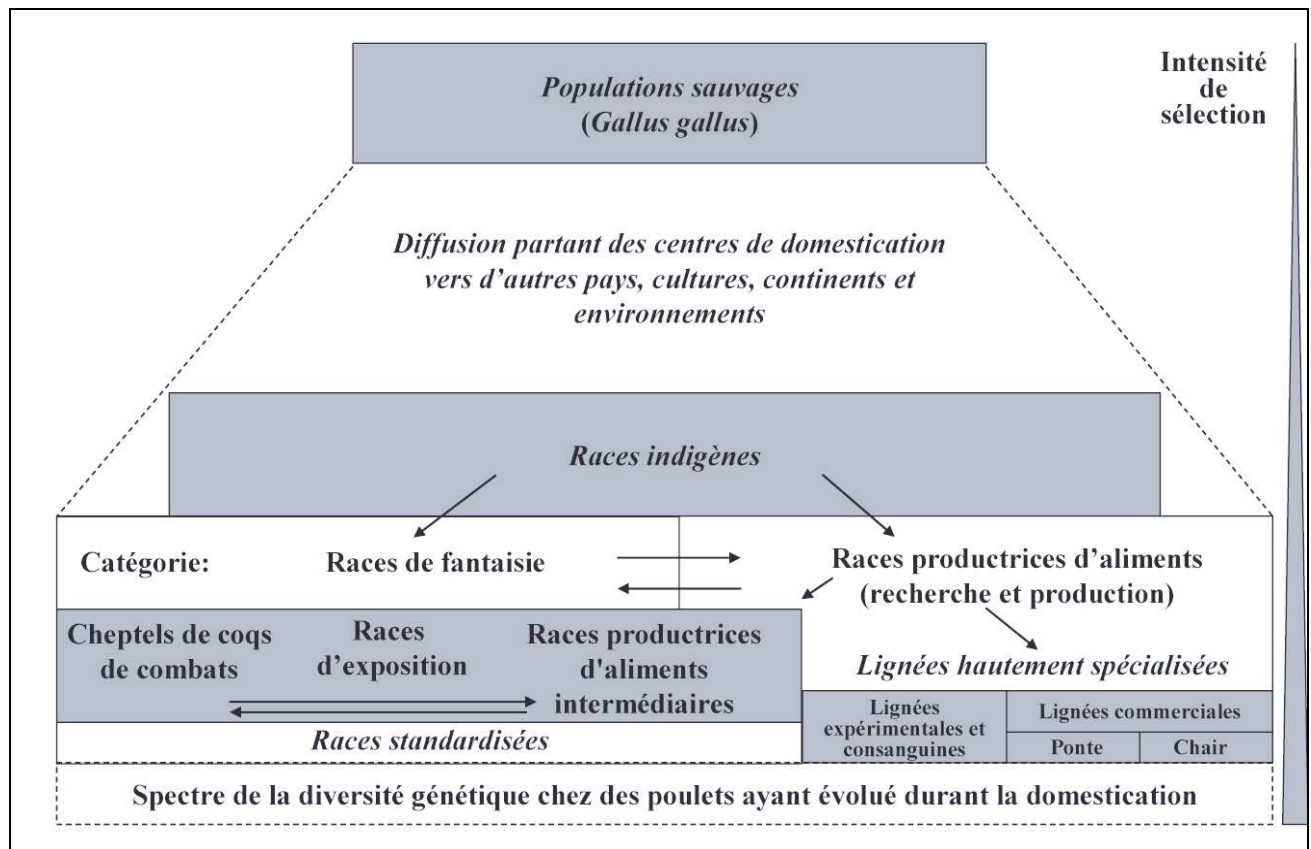




Figure 2 : Coq et Poule Ardennais noir à camail doré (Dr Verelst A.)

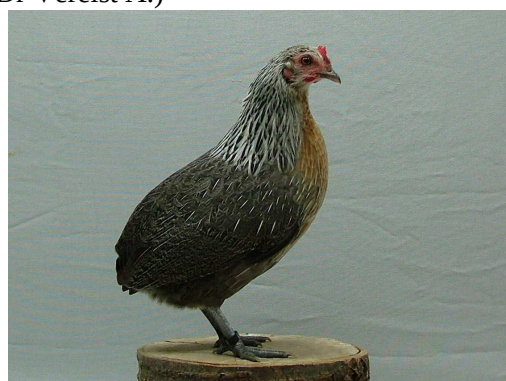


Figure 3 : Race Sans queue des Ardennes nain-Coq saumon doré- et -Poule saumon argenté- (Dr Verelst A.)



Figure 4 : Coq et Poule Famennois (Dr Verelst A.)



Figure 5 : Race Brabançonne-Coq caille- et -Poule noire- (Dr Verelst A.)



Figure 6 : Coq Braekel nain et poule Braekel argenté (Dr Verelst A.)

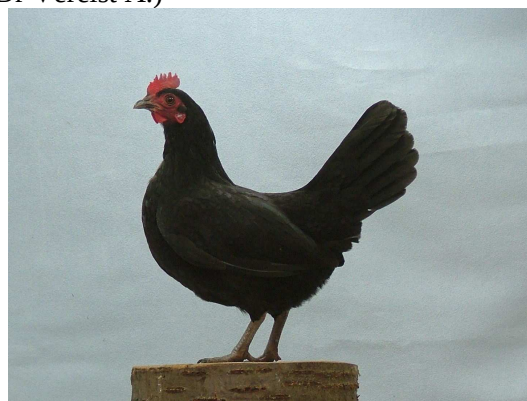


Figure 7 : Race Herve naine -Coq bleu- et -Poule noire- (Dr Verelst A.)

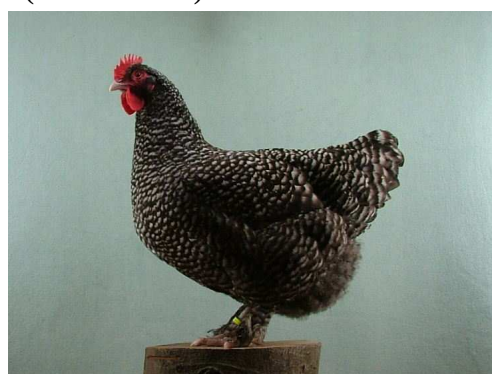


Figure 8 : Coq et poule Malines coucou (Dr Verelst A.)



Figure 9 : Coq et poule Malines naine coucou ((Deyaert R., VIVFN)

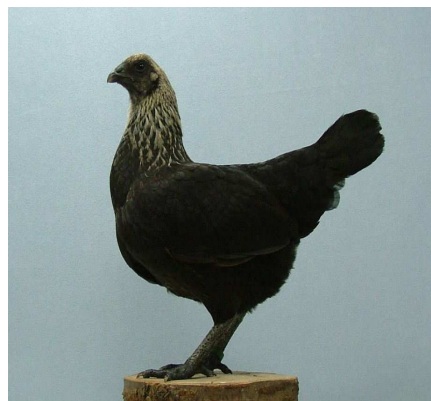


Figure 10 : Race Combattant de Bruges nain -Coq bleu- et -Poule noire à camail argenté- (Dr Verelst A.)



Figure 10 : Race Combattant de Liège –Coq nain noir à camail doré - et -Poule bleue- (Dr Verelst A.)



Figure 11 : Coq et poule Combattant de Tirlemont nain saumon argenté à épaules rouges (Dr Verelst A.)



Figure 12 : Poule de chair de Zingem (coq) (Dr Verelst A.)



Figure 12 : Coq et poule de race Pondeuse de Zingem (Deyaert R., VIVFN)



Figure 13 : Coq et poule de race Coucou des Flandres (Dr Verelst A.)



Figure 14 : Coq et poule de race de Fauve de Hesbaye (Dr Verelst A.)



Figure 15 : Coq et poule de race Poule de Zottegem doré (Dr Verelst A.)



Figure 16 : Coq et poule de race de Poule de la vallée de la Zwalm (Dr Verelst A.)



Figure 17 : Coq de race de Coucou d'Izeghem (Dr Verelst A.)



Figure 18 : Coq et poule de race de la Poule d'Aarschot (Dr Verelst A.)

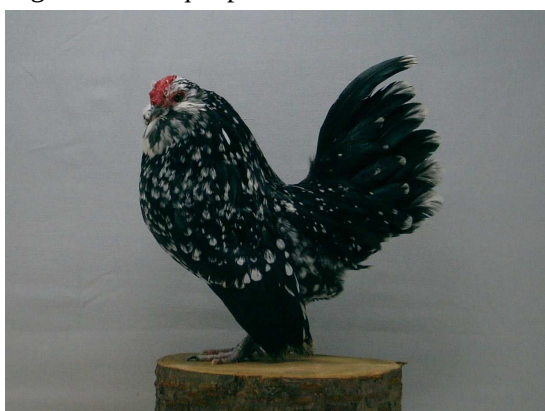


Figure 19 : Le Barbu d'Anvers -Coq noir caillouté blanc- et -poule gris perle- (Dr Verelst A.)

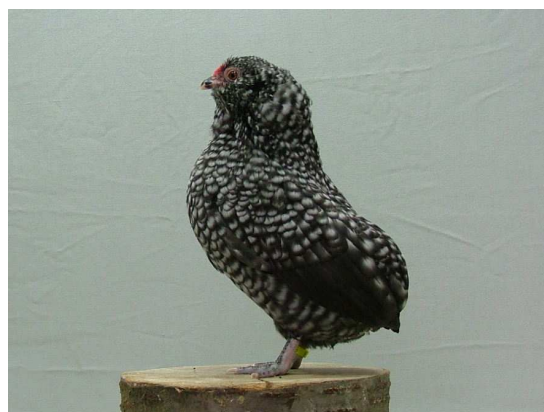
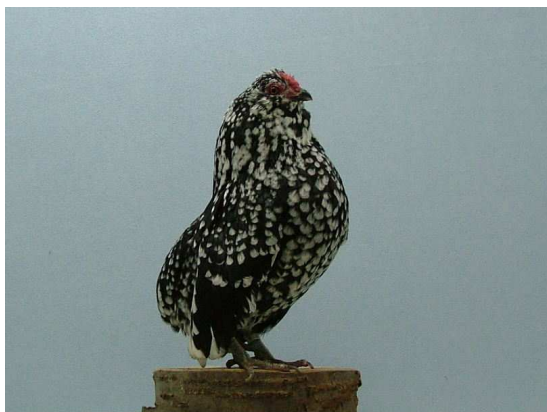


Figure 20 : Le Barbu de Grubbe -Coq noir caillouté blanc- et -poule coucou- (Dr Verelst A.)



Figure 21 : Le Barbu d'Uccle-poule caille- (Dr Verelst A.)



Figure 22 : Le Barbu d'Everberg-coq mille-fleurs- (Dr Verelst A.)



Figure 23 : Le Barbu de Watermael – coq blanc- et – poule caille argenté- (Dr Verelst A.)



Figure 24 : La Naine belge –coq et poule saumon doré- (Dr Verelst A.)

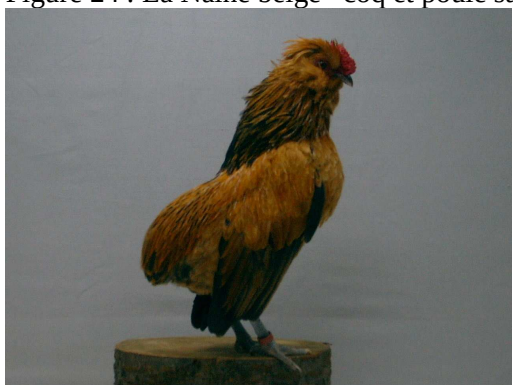


Figure 25 : Le Barbu de Boitsfort– coq caille- et – poule caille bleu doré- (Dr Verelst A.)

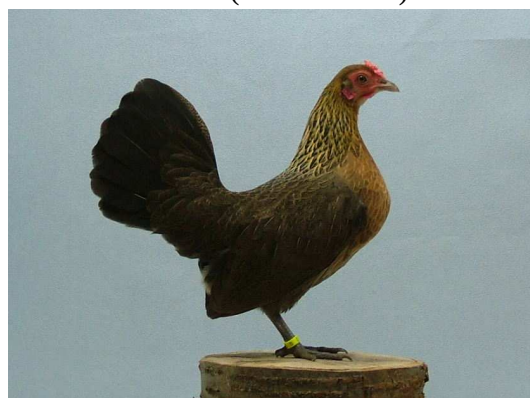


Figure 26 : La Naine de Waes – coq saumon bleu argenté et épaules rouges- et – poule saumon doré-



Figure 27 : Coq et poule de La Naine de Tournais (Dr Verelst A.)



Figure 28 : La Bassette -coq caille argenté- et – poule caille- (Dr Verelst A.)



Figure 29 : Coq et poule de la race Fauve de Mehaigne (Dr Verelst A.)

PERFORMANCES
ZOOTECHNIQUES DE LA POULE
ARDENNAISE, UNE RACE
ANCIENNE POUR LE FUTUR ?

Ann. Méd. Vét., 2009, 153 : 66-75

Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ?

MOULA N.¹, ANTOINE-MOUSSIAUX N. ¹, FARNIR F. ¹, PHILIPPART DE FOY M.², LEROY P. ¹

¹ Département de Production animale, Service de Génétique quantitative, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique

² CoqArd SA, rue de Berleur, 2, 4550 Nandrin, Belgique.

Correspondance : Prof. Pascal Leroy

Email : Pascal.Leroy@ulg.ac.be

RESUME : L'aviculture belge est aujourd'hui encore caractérisée par la grande diversité de ses races de poules. Cette biodiversité, cruciale pour les développements futurs de l'élevage, est pourtant fortement en danger. Le présent travail évalue les performances zootechniques d'une race ancienne originaire des Ardennes franco-belges, la poule Ardennaise, dans le but d'assurer sa valorisation et sa conservation. Cette race se caractérise par une variabilité phénotypique importante, douze variétés différentes étant actuellement reconnues. L'évaluation de son potentiel est réalisée par le biais de trois études : (1) le suivi de la croissance et de l'indice de consommation des poulets Ardennais sur douze semaines d'élevage, (2) la comparaison de la croissance de quatre groupes de variétés d'Ardennaises sur dix-sept semaines, (3) le suivi de la ponte et du poids des œufs pendant 70 semaines. Des résultats obtenus, il apparaît que la race Ardennaise constitue une race locale prometteuse pour laquelle un travail de sélection pourrait être envisagé. Cette race pourrait ainsi être utilisée comme race à deux fins : chair et ponte, ou encore dans le cadre de croisements améliorateurs dans la production d'œufs afin d'augmenter le rendement en matière sèche des œufs. Ce travail démontre également tout l'intérêt d'étendre ce type d'évaluation du potentiel zootechnique aux nombreuses races belges actuellement en danger d'extinction, afin de motiver une nécessaire conservation des races.

1. INTRODUCTION

La biodiversité constitue une richesse contribuant au développement et à la survie de l'humanité. Paradoxalement, alors que les ressources génétiques doivent constituer un enjeu stratégique global, la diversité génétique se trouve souvent menacée par des intérêts commerciaux conduisant notamment à la disparition des races locales.

Toutes les races de poules domestiques actuelles ont la poule Bankiva, une poule brune de la jungle ou *Gallus gallus* issue des forêts indonésiennes, comme ancêtre commun. Leur diversité extraordinaire fait suite à une sélection basée sur des caractères extérieurs (squelette, couleur du plumage, absence de queue, cou nu...) et de caractères de performance (poids de la carcasse, nombre d'œufs...) (Granevitze *et al.*, 2007). Cette diversité est largement menacée par le développement et l'extension de l'usage des souches hybrides (sélectionnées et spécialisées pour la production de viande ou d'œufs) accélérant l'extinction des races

locales. Avec seulement deux entreprises internationales actives dans la sélection des souches de poulets industriels se partageant la totalité du marché avicole mondial, le secteur économique de la volaille est effectivement marqué par une très forte concentration favorisant une uniformisation génétique mondiale (Tixier-Boichard, 1992).

La Belgique reste un des pays les plus connus pour sa diversité génétique en disposant toujours de plus d'une vingtaine de races de poules domestiques. La pérennité de cette richesse n'est cependant pas garantie ; en effet, 96 % de ces races locales sont aujourd'hui classées en « stade critique » avec une population comptant moins de 100 femelles et de 5 mâles (Larivière et Leroy, 2005). Comme un peu partout en Europe, certaines de ces races ne doivent leur sauvegarde qu'aux éleveurs amateurs collectionneurs. Les races à petits effectifs ne peuvent en effet survivre que grâce à quelques passionnés s'engageant à les conserver (Spalona *et al.*, 2007). Comme leurs collègues européens, les éleveurs amateurs belges

contribuent ainsi pour beaucoup à la préservation de nombreuses races, parmi lesquelles l'Ardennaise.

Originaire du plateau ardennais, l'Ardennaise possède les caractères de la Gauloise, dont elle est d'ailleurs génétiquement proche. Considérée comme franco-belge ou plutôt belge, selon Periquet (1992), elle est décrite comme « rustique, sobre, tôt levée, tard couchée, chercheuse, vive et vagabonde ». Elle présente un vol très aisé et recherche les lieux solitaires, se perchait sur les arbres (d'où l'appellation wallonne de « *poie di haie* », ou poules des haies, qui lui est donnée dans son terroir). Son aire de dispersion va de la région de Herve aux Ardennes françaises en passant par les Fagnes, la Famenne et les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Semois. Ses œufs blancs pèsent de 55 à 65 g et l'Ardennaise peut en pondre de 120 à 180 par an (Brandt et Willems, 1970).

L'histoire de l'Ardennaise a été retracée par Brandt et Willems (1970). À la fin du XIX^e siècle, La Perre De Roo avait

donné de l'Ardennaise une description assez fidèle et avait dépeint ses variétés « perdrix ». En 1883, Paul Monseu l'avait décrite sous la même robe mais reconnaissait aussi la variété noire. Vander Snickt, rénovateur des vieilles races belges, la voulait également « perdrix ». Moureau de Hotton écrit que sur la fin du XIX^e siècle, elle tendait déjà à disparaître et devenait rare même en Ardenne. En 1893, un groupe d'amateurs (« Union avicole de Liège ») est créé et prend immédiatement l'Ardennaise sous sa protection. Cette dernière va alors connaître une période de prospérité qui va durer une bonne trentaine d'années. La race est reconstituée dans les variétés perdrix argentée et dorée, noire à camail doré, argentée et noire unie. À la fin de la première guerre mondiale, des volailles italiennes à pattes jaunes sont importées en masse en Belgique. Nettement supérieures en rendement aux races locales, elles entraînent le déclin commercial rapide. En 1921, toujours selon Brandt et Willems (1970), *Le groupement avicole de la Haute Belgique pour la protection de l'Ardennaise* a vu le jour pour lutter contre l'implantation des poules exotiques. La sélection des poules en faveur de la ponte fait monter la ponte moyenne de 150 œufs par an à 163 en 1924 et à 173 en 1925. Pour atteindre de meilleurs résultats, du sang de Leghorn a été introduit, ce qui a accéléré son déclin, aucun enregistrement de la présence de la race n'étant plus disponible à partir de 1940. Après la guerre, suite aux efforts des amateurs de l'Ardennaise, une reconstitution de la race est entamée qui ne mènera toutefois à l'enregistrement de poules conformes à la race d'origine que trente années plus tard. Aux dix variétés initiales décrites par Brandt et Willems (1970), dont la blanche qui est aujourd'hui considérée comme une race à part entière (appelée Famennoise) (Moula *et al.*, 2009), il convient d'ajouter la variété « bleu doré » créée récemment par le Dr Th. Detobel mais non encore homologuée.

Cette étude a pour objectif d'évaluer les performances de ponte et de croissance de la race Ardennaise recréée. Elle constitue également une première approche de la mesure de la variabilité de la croissance des quatre variétés de la race.

2.1. Matériels et méthodes

L'étude, réalisée au centre de sélection de la société CoqArd (Nandrin), s'est déroulée en trois phases. L'objectif de la première était d'étudier les performances de croissance (poids et gains)

à 84 jours et l'indice de consommation ; la deuxième visait à comparer les performances de croissance entre les différentes variétés de la race ; la troisième phase concernait l'étude des performances de ponte sur une période de 70 semaines. Les animaux utilisés dans les différentes études, sont tous issus de l'élevage de la race Ardennaise appartenant à la société CoqArd ; néanmoins, ils ne sont pas issus des mêmes lignées parentales.

2.1. Performances de croissance

2.1.1. Population étudiée

Effectif et identification des animaux

Les poussins ont été produits en deux phases : la première comportait 114 poussins, éclos le 25/06/2007, et la deuxième en comptait 172, éclos le 17/01/2008. Les œufs ont été pesés avant mise en incubation. Ils ont été conservés au maximum 2 semaines. Tous les œufs provenaient de reproducteurs de la ferme CoqArd.

Dans le cadre de la deuxième étude, chaque poussin était identifié à l'aide d'une bague en plastique colorée et numérotée. Ces bagues étaient remplacées à 5 semaines par des bagues métalliques numérotées fixées sur la membrane alaire droite.

Pour la troisième étude, 27 poules ont été suivies, toutes provenant du centre d'élevage de CoqArd.

Conditions d'élevage

Les poussins sont élevés au sol sur un parquet recouvert d'une litière de sciure de bois dans le même bâtiment en dur, ventilé mais non climatisé. Ils sont élevés sous des lampes chauffantes. La température de la pièce est réglée manuellement suivant le comportement des poussins sous la lampe. L'éclairage est maintenu en continu dès le début. Les poules pondeuses sont élevées sur sol et l'élevage dispose de pondoires en bois.

Alimentation et prophylaxie

Le régime alimentaire est entièrement végétal et sans organismes génétiquement modifiés (OGM). Il est basé sur un aliment de démarrage et un aliment pour poulets d'élevage « tradition » pour les deux premiers élevages. Ces deux aliments, consommés *ad libitum* par les animaux, contiennent du froment, du maïs, du soja, de l'huile de soja, de la méthionine, de la lysine, des vitamines et de l'antioxydant BHT ethoxyquine (tableau I). L'aliment de démarrage contient 2.870 Kcal d'énergie métabolisable par kilogramme (EM/kg) et présente une densité de 0,732 kg/l tandis que l'aliment pour poulets d'élevage « tradition » contient 2.950 kcal EM/kg et présente une densité égale à 0,723 kg/l. L'aliment de démarrage a été distribué de la naissance au 14^e jour. La transition entre l'aliment de démarrage et l'aliment « tradition » a été opérée entre les jours 14 et 21. L'aliment pour poulets

Tableau I : composition de l'aliment utilisé durant la croissance (études 1 et 2).

Ingrédients	Poulet démarrage	Poulet élevage « Tradition »
Matières premières		
Tourteaux d'extraction de soja cuit	32,00 %	30,00 %
Froment	37,00 %	31,00 %
Maïs	25,00 %	33,00 %
Huile végétale de soja	2,30 %	2,00 %
Phosphate monocalcique	1,50 %	1,60 %
Vitamines et oligoéléments ¹	1,10 %	1,00 %
Carbonate de calcium	1,08 %	1,20 %
Méthionine	0,02 %	0,20 %
Composition analytique		
Energie métabolisable	2870,00 kcal EM/kg	2950,00 kcal EM/kg
Matières grasses	55,13 g/kg	52,18 g/kg
Lysine	12,45 g/kg	8,46 g/kg
Méthionine	5,39 g/kg	3,45 g/kg
Calcium	9,50 g/kg	38,00 g/kg
Phosphore	6,03 g/kg	5,62 g/kg
Matière sèche	612,90 g/kg	749,60 g/kg
Matière azotée totale	220,00 g/kg	170,00 g/kg

¹ : Vitamine A 13.500 UI/kg, Vitamine D3 3.000 UI/kg, Vitamine E 25 mg/kg, Sulfate de cuivre 15 mg/kg.

Tableau II : composition de l'aliment distribué aux poules pondeuses pendant toute la durée de l'étude 3.

Ingrédients	Proportion
Tourteaux d'extraction de soja cuit	20,00 %
Froment	11,00 %
Mais	50,00 %
Huile végétale de soja	3,00 %
Phosphate mono calcique	1,00 %
Vitamines et oligoéléments ¹	1,00 %
Carbonate de calcium	7,50 %
Méthionine	0,10 %
Luzerne	2,40 %
Mélasse de betteraves	1,50 %
Remoulage de blé	2,50 %
Composition analytique	
Energie métabolisable	3060,40 kcal EM/kg
Matières grasses	54,53 g/kg
Lysine	11,28 g/kg
Méthionine	4,36 g/kg
Calcium	10,00 g/kg
Phosphore	5,68 g/kg
Matière sèche	561,26 g/kg
Matière azotée totale	200,00 g/kg

1 : Vitamine A 13.500 UI/kg, Vitamine D3 3.000 UI/kg, Vitamine E 25 mg/kg, Sulfate de cuivre 15 mg/kg.

Photo 1 : Coq et poule de la variété noire dorée non liserée



Photo 2 : Coq et poule de la variété noire dorée avec une poitrine liserée



Photo 3 : Coq et poule de la variété noire argentée non liserée



d'élevage « tradition » a ensuite été utilisé seul jusqu'à l'abattage. L'aliment des pondeuses, décrit dans le tableau II, contient 10 g/kg de calcium.

Un traitement préventif a été mis en place pour la coccidiose en fin de première semaine et à la cinquième semaine. Les poussins ont été systématiquement vaccinés contre la maladie de Marek à un jour.

2.1.2. Relevé des performances de croissance

Première étude

Les animaux, principalement de la variété Noir Dorée, ont été pesés individuellement, une fois par semaine à heure fixe, depuis le jour de l'éclosion (j0) jusqu'à la semaine 12, à l'aide d'une balance électronique (précision de 0,01 g). L'identification du sexe a été réalisée visuellement à la 9^e semaine, en fonction de l'importance de la crête. L'indice de consommation (IC) a été calculé chaque semaine en divisant le poids de la nourriture consommée par les animaux (c'est-à-dire la différence entre le poids de la nourriture servie et de la nourriture refusée) par le poids vif total de l'élevage. La mortalité a été relevée.

Deuxième étude

Les animaux étaient pesés une fois par semaine, à jour et heure fixe (balance électronique, précision de 0,01 g). Pour avoir des groupes de variétés représentatifs, quatre groupes ont été constitués. Le premier (groupe ND) comporte les variétés noir doré (liseré ou non liseré) (photos 1 et 2) ; le deuxième (NA) comporte les variétés noir argenté (liseré ou non liseré) (photo 3); le troisième groupe est composé des différentes variétés saumonées (photos 4, 5 et 6) ; le dernier groupe, relativement peu peuplé, comporte les poulets de la variété bleu doré (photo 7). L'indice de consommation n'a pas été calculé pour ce dernier groupe.

2.2. Performances de ponte

2.2.1. Effectifs et conditions d'élevage

Le suivi de la ponte a concerné vingt-sept poules (majoritairement de la variété Noire Dorée) du troupeau initial de reproductrices du centre d'élevage de CoqArd, écloses le 5/05/2006.

Photo 4 : Coq et poule de la variété saumon bleu doré



Photo 5 : Coq et poule de la variété saumon doré



Photo 6 : Coq et poule de la variété saumon argenté



Photo 7 : Coq et poule de la variété bleue dorée



Les poules, élevées au sol, n'ont pas été stimulées par la lumière pour provoquer le début de ponte. Elles ont subi les conditions lumineuses automnales précédant la première ponte avant d'être transférées dans un local à 16 heures de lumière par jour (les poules avaient commencée la ponte avant leur transfert).

2.2.2. Relevés de ponte

La ponte a été enregistrée de la semaine de ponte 1 à la semaine 70. Chaque semaine, les œufs étaient récoltés et pesés (balance électronique, précision 0,01 g). Le poids moyen était ensuite calculé en divisant le poids total des œufs pondus par le nombre

d'œufs pondus chaque semaine. Les œufs anormaux (souillés, cassés, à la coquille fragile, sans coquille...) ont été éliminés.

2.3. Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System).

Les statistiques descriptives (moyenne arithmétique, valeurs maximale et minimale, déviation standard) ont été obtenues pour les différents paramètres étudiés.

Dans la deuxième étude, l'analyse de la variance a été réalisée selon la pro-

cédure GLM (*General Linear Models Procedure*). Les effets de différents facteurs sur les performances ont été estimés, en utilisant le modèle linéaire fixe suivant :

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl}$$

	Y = poids
	μ = moyenne générale
	A_i = effet fixe de la variété (i = 1 à 4 : NA, BD, ND et S)
	B_j = effet fixe du sexe (j = 1 à 2 : mâle, femelle)
	C_k = effet fixe de l'âge (semaines)
où	$(AB)_{ij}$ = effet de l'interaction de la variété et du sexe
	$(AC)_{ik}$ = effet de l'interaction de la variété et de l'âge
	$(BC)_{jk}$ = effet de l'interaction du sexe et de l'âge
	$(ABC)_{ijk}$ = effet de l'interaction de la variété, du sexe et de l'âge
	e_{ijkl} = effet résiduel aléatoire

Les moyennes moindres carrées des poids des différentes variétés ainsi que leur erreur standard ont été calculées. La méthode de Duncan a été ensuite utilisée pour classer les différences des poids entre les variétés d'Ardenaises.

L'équation de Gompertz (Hurwitz *et al.*, 1997 ; Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000) a été utilisée pour la détermination des paramètres de la courbe de croissance de la race Ardenaise :

$$Y = \alpha e^{-\beta e^{-\gamma t}}$$

	Y = poids du poulet
	α = poids asymptotique ou encore le poids maximum à un âge infini
	β = constante d'intégration
avec	γ = paramètre de vitesse de croissance ou facteur de maturation encore appelé paramètre de déclin ou taux de maturité qui est lié à la vitesse de croissance initiale spécifique.

Les paramètres de la courbe de croissance ont été estimés à partir de l'équation de Gompertz selon une procédure de régression non linéaire en utilisant la méthode de Marquardt à l'aide du logiciel SAS. Les paramètres de cette équation ont été calculés pour chaque groupe de variétés.

3. Résultats et discussion

3.1. Première étude

3.1.1. Poids moyen

L'évolution du poids moyen de l'élevage est donnée au tableau III. Le poids moyen de 30 g, observé à l'éclosion, est inférieur à celui de nombreuses races anciennes (Gournay : 35-41 g (Marguerie, 2002) ; Gauloise : 33-39 g (N'dri, 2006) ; Fayoumi : 36 g et Sinai : 38 g (Saadey *et al.*, 2008)). Il est par contre supérieur à celui de la race Egyptienne Dandarawy (29 g) (Abdellatif, 1989) et à de nombreux croisements observés au Nigeria (26-30 g) (Nwachukwu *et al.*, 2006).

Le poids moyen évolue ensuite pour atteindre 656 g à 8 semaines,

poids qui reste inférieur à celui des races Françaises Gournay (763 g) et Gasconne (725 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006) mais qui est désormais supérieur à celui de la Fayoumi (329 g pour les femelles et 361 g pour les mâles) (Hossary et Galal, 1995). À la semaine 12, le poids moyen est de 1042 g (respectivement 1150 g et 914 g pour les mâles et pour les femelles). Il est inférieur à celui des poulets « bio » au Danemark (2170 g) (Pedersen *et al.*, 2003 ; Sauveur, 1997), à celui des Noirs de Challans (mâles : 2000 g et femelles : 1500 g) (Lelievre, 2005) mais est supérieur à celui de la Dandarawy (537 g pour les femelles et 700 g pour les mâles) (Abdellatif, 1989) et est comparable à celui au même âge de la Fayoumi (1056 g) et de la Sinai (1081 g) (Saadey *et al.*, 2008).

3.1.2. Le gain quotidien moyen

L'évolution du gain quotidien moyen (GQM) est donnée dans le tableau III. Le GQM au départ est de 2,32 g, puis il progresse pour atteindre 24,79 g à la semaine 7 avant de chuter à 12,21 g la semaine suivante. Au cours des semai-

nes 9 à 11, il se stabilise aux alentours de 15 g avant de chuter à 12,04 g à la semaine 12.

Le GQM moyen pour l'ensemble de la période d'élevage et de l'effectif est de 12,04 g. Cette valeur assez basse est classique dans les races locales, qui présentent généralement une croissance plus lente et largement moindre que celle observée dans les souches industrielles. Le GQM est toujours supérieur pour les mâles, à l'exception de la semaine 12.

3.1.3. L'indice de consommation

L'indice de consommation (IC) est donné dans le tableau III. L'élevage a enregistré des IC cumulés respectivement de 2,76, 3,23 et de 4,41 pour les semaines 4, 8 et 12. Un doublement de l'IC est observé entre les semaines 11 et 12. Cet indice est largement supérieur à celui recommandé pour le poulet Label rouge français (2,17) (Sauveur, 1997).

Tableau III : évolution sur 12 semaines du poids, d'indice de consommation, de gain quotidien moyen et de la mortalité

âge	sexe	n	Poids				GQM		IC		Morts
			gr	Dev Std	Max	Min	gr/j		gr/gr		sujet
J0		114	30,49	2,66	36,60	24,60		cumulé		cumulé	
S1		112	46,74	9,26	75,50	26,00	2,32	2,32	5,11	5,11	2
S2		111	79,77	13,68	117	47,00	4,72	3,52	2,70	3,49	1
S3		111	134,36	20,81	187	77,00	7,80	4,95	2,63	3,03	
S4		111	193,42	21,04	247	137,00	8,43	5,81	2,3	2,76	
S5		111	288,10	27,85	313	185,00	13,54	7,36	2,7	2,74	
S6		111	397,31	42,89	454	205,00	15,60	8,73	3,26	2,89	
S7		109	570,85	49,46	629	263,00	24,79	11,03	3,56	3,10	2
S8		109	656,33	48,88	715	349,00	12,21	11,17	4,04	3,23	
S9	♂	59	775,02	76,42	875	509,00					
	♀	50	712,98	37,47	848	646,00					
	total	109	746,56	68,83	875,00	509,00	12,89	11,37	3,96	3,32	
S10	♂	59	916,30	126,92	1078,00	675,00	20,18	20,19			
	♀	50	779,60	57,58	1051,00	706,00	9,52	9,52			
	total	109	853,60	121,81	1078,00	675,00	15,29	11,76	4,36	3,46	
S11	♂	59	1051,47	192,88	1281,00	723,00	19,31	19,74			
	♀	50	840,60	66,55	1120,00	759,00	8,71	19,11			
	total	109	954,74	182,02	1281,00	723,00	14,45	12,00	5,96	3,73	
S12	♂	59	1149,90	221,00	1411,00	745,00	14,06	16,68			
	♀	50	913,88	89,35	1250,00	809,00	28,72	18,72			
	total	109	1041,63	209,31	1411,00	745,00	12,41	12,04	11,63	4,41	
total											5

Le sexage des animaux est effectué à la 9ème semaine d'âge.

3.1.4. Mortalité

La mortalité globale a concerné 5 individus (tableau III). Deux poulets sont morts au cours de la semaine 1, un au cours de la semaine 2 et deux au cours de la semaine 7. Cette mortalité (4,38 %) est supérieure à celle enregistrée dans le 2^e élevage (3,49 %) et celle recommandée par Sauveur (1997) pour le poulet Label Rouge (2,5 %), mais reste acceptable par rapport à celle recommandée toujours par le même auteur pour le poulet standard (5,1 %).

3.2. Deuxième étude

3.2.1. Paramètres de la courbe de Gompertz

Les paramètres de la courbe de croissance des poulets Ardennais ont été établis (tableau IV). L'étude des différents paramètres de la courbe de croissance a révélé des valeurs différentes selon le sexe et le groupe de variétés. Pour l'ensemble de l'élevage, la formule de Gompertz s'écrit :

$$Y = 2,1098 e^{-4,5e^{-0,0266x}} \text{ pour les mâles}$$

$$Y = 1,4999 e^{-4,09e^{-0,0279x}} \text{ pour les femelles}$$

Au sein des groupes de variétés, les paramètres de la courbe de Gompertz varient aussi selon le sexe. Pour le poids asymptotique (α), les mâles du groupe NA présentent la valeur la plus importante (2424,6 g) devant le groupe S (2029,7 g) et le groupe ND (1899,5 g) et le groupe BD (1744,0 g). Comme pour les mâles, les femelles du

groupe NA avaient présenté le poids asymptotique (α) le plus important. Suivent les groupes ND (1489,5 g) et S (1393,4 g). Comme pour les mâles, les femelles du groupe BD présentaient le poids asymptotique le plus faible (1356,1 g). Cette différence de poids asymptotique entre les mâles et les femelles est conforme aux résultats enregistrés par Mignon-Grasteau et Beaumont (2000), Pedersen et collaborateurs (2003) et Gous et collaborateurs (1999). Elle s'explique par des effets liés au sexe de l'animal dont Barbato et Vasilatos-Younken (1991) ont montré qu'ils affectaient la croissance dans une proportion de 5 à 10 %. Dans toutes les espèces où la femelle est plus légère que le mâle, le poids asymptotique (α) est plus faible chez la femelle.

Pour la vitesse de maturation (γ), les valeurs différaient selon le groupe et le sexe. Chez les mâles, les valeurs sont respectivement 0,0289, 0,0278, 0,0273 et 0,0254 pour les groupes BD, S, ND et NA. Pour les femelles, les groupes BD, S, ND et NA avaient présenté respectivement un γ de 0,0260, 0,0273, 0,0284 et 0,0268. Dans les groupes NA et ND, γ est significativement ($p < 0,05$) supérieur chez les femelles, ce qui est conforme à la littérature (Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000 ; Hancock et al., 1995). Cependant, les mâles des groupes S et BD ont présenté une vitesse de maturation significativement ($p < 0,05$) supérieure à celle des femelles. D'autres auteurs obtenant des résultats similaires proposent la possibilité d'un effet de la sélection sur ce paramètre, entraînant une augmentation plus marquée de

celui-ci chez le mâle (Gous et al., 1999 ; Lelièvre, 2005). Dans le cas de cette étude, il n'est pas possible d'imputer ce phénomène à un différentiel de sélection dans ces deux groupes, la sélection ayant concerné toutes les variétés ensemble. Il est toutefois envisageable que le faible nombre de reproducteurs de ces variétés ait eu pour conséquence une accélération de l'apparition des résultats de la sélection chez certaines variétés.

3.2.2. Performances de croissance chez les différents groupes de variétés

Le modèle utilisé dans l'analyse statistique a conduit à l'estimation des effets des différents facteurs sur l'évolution du poids des animaux. L'effet de sexe, de l'âge, et des interactions sexe x âge et variété x sexe sont hautement significatifs ($p < 0,0001$). L'effet de l'interaction sexe x groupe x âge sur la croissance des poulets Ardennais, est significatif ($p < 0,05$), l'effet du groupe n'est pas significatif ($p > 0,05$).

La croissance des différentes variétés d'Ardennaises est représentée dans le tableau V. Quel que soit l'âge, les mâles présentaient des poids supérieurs à ceux des femelles.

À l'éclosion, les mâles avaient un poids moyen variant de 33 g pour le groupe ND à 34 g pour le groupe NA, avec un poids de 34 g pour le groupe BD et de 34 g pour le groupe S. Chez les femelles, les poids moyens sont respectivement de 33 g, 33 g, 32 g et 33 g pour les groupes BD, NA, ND et S. À la semaine 4, les poids moyens des mâles avaient atteint respectivement 247 g, 242 g, 246 g et 259 g pour les groupes BD, NA, ND et S. La différence entre les quatre groupes n'est pas significative ($p > 0,05$). Chez les femelles, les quatre groupes cités avaient donné respectivement des poids de 218 g, 228 g, 234 g et 209 g, avec une différence significative entre les groupes ND et S ($p < 0,05$). À la semaine 8, aucune différence significative n'a été observée entre les femelles et entre les mâles dans les différents groupes. Les groupes BD, NA, ND et S avaient atteint respectivement 726 g, 775 g, 758 g et 803 g pour les mâles et 573 g, 655 g, 658 g et 803 g pour les femelles.

À 12 semaines, les moyennes moindres carrés du groupe NA sont significativement supérieures aux autres groupes chez les mâles ($p < 0,05$) alors que les différences ne sont pas significatives entre les groupes BD, ND et S

Tableau IV : estimation des paramètres de la courbe de croissance des quatre groupes de variétés d'Ardennaise en fonction de sexe, selon l'équation de Gompertz (moyennes moindres carrés $\pm$ erreurs standards).

	sexe	n	Y (g)	β	γ (j ⁻¹)
Variétés Noir Argentée (liseré ou non liseré)	♂	22	2424,60 $\pm$ 89,36	4,70 $\pm$ 0,23	0,0254 $\pm$ 0,00139
	♀	16	1640,40 $\pm$ 53,73	4,14 $\pm$ 0,21	0,0268 $\pm$ 0,00151
Variétés Noir Dorée (liserée ou non liserée)	♂	43	1989,50 $\pm$ 36,14	4,46 $\pm$ 0,13	0,0273 $\pm$ 0,00084
	♀	55	1489,50 $\pm$ 23,48	4,07 $\pm$ 0,11	0,0284 $\pm$ 0,00085
Variétés Bleue Dorée	♂	2	1744,00 $\pm$ 70,13	4,37 $\pm$ 0,33	0,0289 $\pm$ 0,00217
	♀	2	1356,1 $\pm$ 43,12	3,76 $\pm$ 0,17	0,0260 $\pm$ 0,00143
Variétés Saumonée	♂	12	2029,70 $\pm$ 84,10	4,43 $\pm$ 0,31	0,0278 $\pm$ 0,002
	♀	14	1393,4 $\pm$ 84,77	4,00 $\pm$ 0,39	0,0273 $\pm$ 0,003
Race Ardennaise (toutes variétés confondues)	♂	79	2109,80 $\pm$ 35,34	4,50 $\pm$ 0,03	0,0266 $\pm$ 0,00072
	♀	87	1499,90 $\pm$ 23,12	4,09 $\pm$ 0,11	0,0279 $\pm$ 0,00078

Y = poids du poulet (en g) ; β = constante d'intégration ; γ = paramètre de vitesse de croissance (facteur de maturation)

Tableau V : évolution sur 17 semaines d'élevage du poids des mâles et femelles des 4 groupes de variétés d'Ardennaise étudiées (moyennes moindres carrés du poids $\pm$ erreurs standards de la moyenne).

		BD	NA	ND	S
J0	total	33 ^{abcd} $\pm$ 0,4	34 ^{bd} $\pm$ 0,1	33 ^{ac} $\pm$ 0,1	34 ^d $\pm$ 0,1
	♂	34 ^{abd} $\pm$ 0,5	34 ^b $\pm$ 0,2	33 ^{ac} $\pm$ 0,1	34 ^d $\pm$ 0,2
	♀	33 ^{abcd} $\pm$ 0,5	33 ^{bd} $\pm$ 0,2	33 ^c $\pm$ 0,1	33 ^d $\pm$ 0,2
S2	total	91 ^a $\pm$ 7	95 ^a $\pm$ 2	96 ^a $\pm$ 1	93 ^a $\pm$ 3
	♂	95 ^a $\pm$ 10	95 ^a $\pm$ 3	96 ^a $\pm$ 2	99 ^a $\pm$ 4
	♀	87 ^a $\pm$ 10	94 ^a $\pm$ 3	95 ^a $\pm$ 2	86 ^a $\pm$ 4
S3	total	150 ^a $\pm$ 12	153 ^a $\pm$ 4	155 ^a $\pm$ 2	152 ^a $\pm$ 5
	♂	151 ^a $\pm$ 17	156 ^a $\pm$ 5	157 ^a $\pm$ 4	165 ^a $\pm$ 7
	♀	148 ^{abc} $\pm$ 17	151 ^{abc} $\pm$ 6	153 ^b $\pm$ 3	138 ^c $\pm$ 7
S4	total	232 ^a $\pm$ 19	235 ^a $\pm$ 6	240 ^a $\pm$ 4	234 ^a $\pm$ 7
	♂	247 ^a $\pm$ 27	242 ^a $\pm$ 8	246 ^a $\pm$ 5	259 ^a $\pm$ 11
	♀	218 ^{abc} $\pm$ 27	228 ^{abc} $\pm$ 10	234 ^b $\pm$ 5	209 ^c $\pm$ 10
S5	total	320 ^a $\pm$ 27	330 ^a $\pm$ 10	338 ^a $\pm$ 5	332 ^a $\pm$ 10
	♂	350 ^a $\pm$ 38	343 ^a $\pm$ 11	348 ^a $\pm$ 8	371 ^a $\pm$ 15
	♀	289 ^{abc} $\pm$ 38	317 ^{abc} $\pm$ 13	328 ^b $\pm$ 7	293 ^c $\pm$ 14
S6	total	434 ^a $\pm$ 35	449 ^a $\pm$ 11	455 ^a $\pm$ 7	452 ^a $\pm$ 14
	♂	480 ^a $\pm$ 49	474 ^a $\pm$ 15	478 ^a $\pm$ 11	513 ^a $\pm$ 20
	♀	388 ^a $\pm$ 49	424 ^a $\pm$ 17	432 ^a $\pm$ 9	392 ^a $\pm$ 19
S7	total	549 ^a $\pm$ 44	584 ^a $\pm$ 15	581 ^a $\pm$ 9	580 ^a $\pm$ 17
	♂	609 $\pm$ 63	628 $\pm$ 19	615 $\pm$ 13	663 $\pm$ 26
	♀	488 $\pm$ 63	540 $\pm$ 22	547 $\pm$ 12	497 $\pm$ 24
S8	total	650 ^a $\pm$ 50	715 ^a $\pm$ 16	707 ^a $\pm$ 10	702 ^a $\pm$ 20
	♂	726 ^a $\pm$ 71	775 ^a $\pm$ 21	758 ^a $\pm$ 15	803 ^a $\pm$ 29
	♀	573 ^a $\pm$ 71	655 ^a $\pm$ 25	657 ^a $\pm$ 13	600 ^a $\pm$ 27
S9	total	763 ^a $\pm$ 58	854 ^a $\pm$ 19	836 ^a $\pm$ 12	823 ^a $\pm$ 23
	♂	864 ^a $\pm$ 82	937 ^a $\pm$ 25	906 ^a $\pm$ 18	951 ^a $\pm$ 33
	♀	662 ^{abc} $\pm$ 82	771 ^{abc} $\pm$ 29	766 ^b $\pm$ 16	696 ^c $\pm$ 31
S10	total	883 ^a $\pm$ 64	995 ^a $\pm$ 21	959 ^a $\pm$ 13	942 ^a $\pm$ 25
	♂	1012 ^a $\pm$ 91	1098 ^a $\pm$ 27	1048 ^a $\pm$ 20	1096 ^a $\pm$ 37
	♀	754 ^{abcd} $\pm$ 91	893 ^{bc} $\pm$ 32	870 ^c $\pm$ 17	789 ^d $\pm$ 34
S11	total	921 ^a $\pm$ 71	1082 ^b $\pm$ 23	1024 ^a $\pm$ 15	996 ^a $\pm$ 28
	♂	1046 ^{ab} $\pm$ 101	1205 ^b $\pm$ 30	1124 ^a $\pm$ 22	1158 ^a $\pm$ 41
	♀	796 ^{ab} $\pm$ 101	959 ^a $\pm$ 36	925 ^a $\pm$ 19	834 ^b $\pm$ 38
S12	total	1013 ^a $\pm$ 75	1223 ^b $\pm$ 25	1140 ^a $\pm$ 15	1118 ^a $\pm$ 30
	♂	1159 ^a $\pm$ 106	1388 ^b $\pm$ 32	1255 ^a $\pm$ 23	1309 ^{ab} $\pm$ 43
	♀	867 ^{ab} $\pm$ 106	1057 ^a $\pm$ 38	1026 ^a $\pm$ 20	926 ^b $\pm$ 40
S13	total	1129 ^a $\pm$ 80	1346 ^b $\pm$ 26	1245 ^a $\pm$ 16	1221 ^a $\pm$ 321
	♂	1295 ^{ac} $\pm$ 114	1544 ^{bc} $\pm$ 34	1380 ^{ac} $\pm$ 24	1441 ^c $\pm$ 46
	♀	962 ^{ab} $\pm$ 114	1149 ^a $\pm$ 40	1111 ^a $\pm$ 22	1001 ^b $\pm$ 43
S14	total	1160 ^a $\pm$ 80	1406 ^b $\pm$ 26	1289 ^a $\pm$ 16	1265 ^a $\pm$ 31
	♂	1343 ^a $\pm$ 113	1638 ^b $\pm$ 35	1451 ^a $\pm$ 25	1514 ^a $\pm$ 46
	♀	977 ^{ab} $\pm$ 113	1173 ^a $\pm$ 40	1127 ^a $\pm$ 21	1015 ^b $\pm$ 43
S15	total	1243 ^a $\pm$ 85	1513 ^b $\pm$ 28	1374 ^a $\pm$ 17	1363 ^a $\pm$ 33
	♂	1422 ^a $\pm$ 120	1747 ^b $\pm$ 37	1542 ^a $\pm$ 26	1606 ^a $\pm$ 49
	♀	1064 ^{ab} $\pm$ 120	1278 ^a $\pm$ 42	1206 ^{ab} $\pm$ 23	1119 ^b $\pm$ 45
S16	total	1292 ^a $\pm$ 90	1581 ^b $\pm$ 30	1428 ^a $\pm$ 18	1401 ^a $\pm$ 35
	♂	1477 ^a $\pm$ 127	1831 ^b $\pm$ 39	1602 ^a $\pm$ 28	1653 ^a $\pm$ 52
	♀	1107 ^{ab} $\pm$ 127	1330 ^a $\pm$ 45	1254 ^a $\pm$ 24	1149 ^b $\pm$ 48
S17	total	1335 ^a $\pm$ 97	1671 ^b $\pm$ 32	1506 ^a $\pm$ 20	1479 ^a $\pm$ 38
	♂	1505 ^a $\pm$ 137	1933 ^b $\pm$ 42	1687 ^a $\pm$ 30	1734 ^a $\pm$ 56
	♀	1165 ^{ab} $\pm$ 137	1408 ^a $\pm$ 49	1324 ^a $\pm$ 26	1223 ^b $\pm$ 52

NA : variétés noires argentées (liserée et non liserée), ND : variétés noires dorées (liserée et non liserée), BD : variétés bleues dorées ; S : variétés saumonées (Argentée, Dorée et Bleue Dorée).

a, b, c, d Les valeurs suivies de lettres distinctes diffèrent significativement ($p < 0,05$) au même stade, entre les variétés de poules étudiées.

($p > 0,05$). Comme chez les mâles, le groupe NA a présenté les femelles les plus lourdes, avec une différence significative par rapport au groupe S ($p < 0,05$). La différence n'est pas significative entre les groupes BD, NA et ND, pas plus qu'entre BD et S ($p > 0,05$). Les poids enregistrés pour les groupes BD, NA, ND et S sont respectivement de 1.159 g, 1.388 g, 1.255 g et 1.309 g pour les mâles et de 867 g, 1.057 g, 1.026 g et 926 g pour les femelles.

Le groupe NA a présenté à 16 et 17 semaines des coqs significativement plus lourds par rapport aux 3 autres groupes, qui ne présentaient par ailleurs aucune différence significative entre eux. Les groupes BD, NA, ND et S ont atteint respectivement des poids de 1.477 g, 1.831 g, 1.602 g et 1.653 g pour la semaine 16 et 1.505 g, 1.933 g, 1.687 g et 1.734 g à la semaine 17.

Comme chez les mâles, les femelles du groupe NA sont les plus lourdes aux semaines 16 et 17 avec des poids significativement ($p < 0,05$) différents de ceux du groupe S. Les différences ne sont pas significatives entre les groupes BD, NA et ND, ni entre BD et S ($p > 0,05$).

Les moyennes moindres carrés des poids obtenues pour les poules des groupes BD, NA, ND et S sont respectivement de 1.107 g, 1.330 g, 1.254 g et 1.149 g à la semaine 16 et 1.165 g, 1.408 g, 1.324 g et 1.223 g à la semaine 17.

Dans cette étude, le groupe réunissant la variété NA a présenté les poids les plus importants aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Pour les femelles, la différence entre les groupes n'est cependant pas significative. De telles différences entre les variétés d'une même race étaient déjà connues, par exemple pour la Gauloise (race parente de l'Ardennaise), entre la variété noire et la variété grise (Tixier-Boichard *et al.*, 2006) ou entre la variété noire et la variété dorée (N'dri, 2006).

3.2.3. Performances de ponte

L'âge moyen aux premiers œufs des 27 poules est de 175 jours (tableau VI). Il est possible d'abaisser cet âge en utilisant un programme de stimulation lumineuse. L'Ardennaise pond des œufs blancs, avec un poids minimum de 36,50 g à la semaine 1 et un poids

maximum de 56,93 g à la semaine 63 (figure 1). Ce poids est inférieur à celui déjà rapporté pour l'Ardennaise (55 g à 65 g) (Brandt et Willems, 1970), mais ces données étaient basées sur des variétés lourdes qui, paradoxalement, ont quasiment disparu.

L'évolution du poids des œufs avec l'âge est donnée dans la figure 1. Le poids moyen des œufs durant les 70 semaines de ponte n'excède pas 52 g. Même s'il est déjà supérieur à celui de nombreuses races locales comme la Fayoumi (42-47 g) (Hossary et Galal, 1995 ; Saadey *et al.*, 2008), la Large Baladi (38,46 g), la Bare-Neck (39,39 g) et la Betwil (37,95 g) (Mohammed *et al.*, 2005), la Gauloise Grise (51,7 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006) ou à celui des poules indigènes Kadaknath (45,41 g) (Parmar *et al.*, 2006), il reste inférieur à celui de la Bresse (54,2 g) et de la Gasconne (54 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006).

Le taux de ponte indiqué dans la figure 2, varie de 18 % la semaine de ponte n°2 à 75 % entre les semaines 29 et 31. Le taux de ponte moyen calculé sur une période de 52 semaines est de 51 % et de 48 % sur une période de 70 semaines de ponte. Les poules Ardennaises ont pondu en moyenne 186 œufs en 52 semaines et 237 œufs en 70 semaines. Cette moyenne dépasse la production de certaines races locales comme la race égyptienne, la Fayoumi (134-216 œufs/72 semaines de ponte) (Hossary et Galal, 1995) ou la race espagnole, la Menorca (120 œufs/72 semaines de ponte) (Villalba *et al.*, 2007).

4. DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Les données bibliographiques sont très incomplètes sur l'Ardennaise, notamment ses aptitudes de poule de rente. Même si le travail entrepris reste modeste au regard des échelles mises en jeu dans les travaux qu'il est possible d'accomplir en aviculture moderne, le protocole de description du type ainsi que du suivi des performances a été mené sur une population suffisante et de façon suffisamment stricte pour que des premières conclusions soient tirées sur l'état actuel du potentiel génétique de l'Ardennaise. Dans le contexte de la disparition accélérée des races locales avicoles, particulièrement aigu en Belgique (Larivière et Leroy, 2005), ce type de protocole pourrait avantageusement

Figure 1 : évolution de poids de l'œuf avec l'âge de la poule

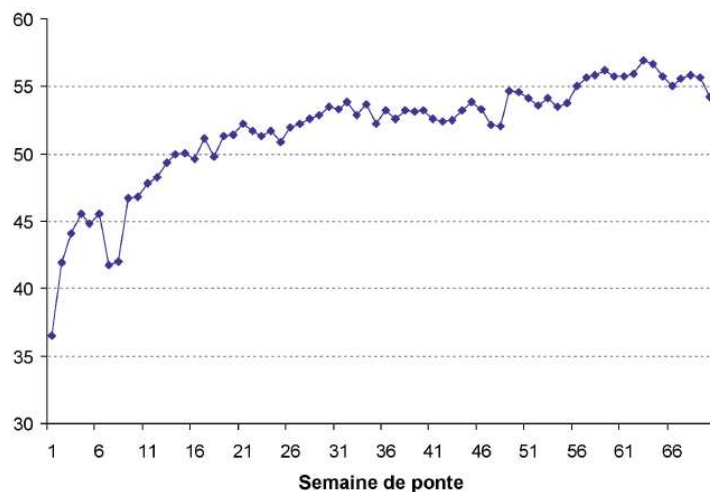


Figure 2 : taux de ponte : nombre d'œufs pondus par nombre de pondeuses, de la poule Ardennaise

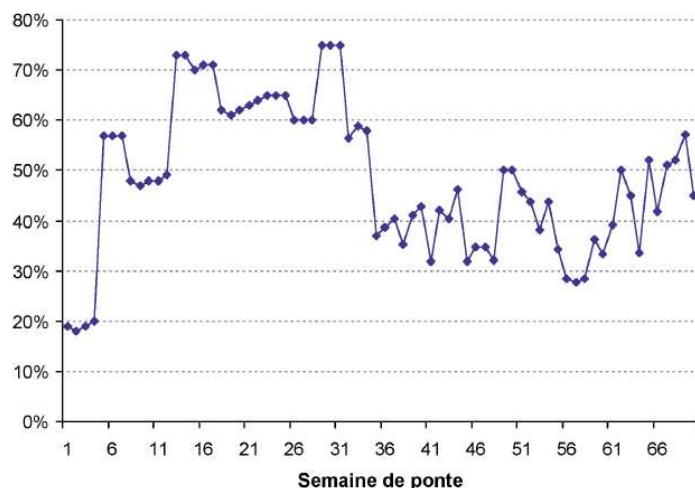


Tableau VI : performance de ponte de la poule Ardennaise.

	Nombre d'œufs/poule	Poids total des œufs pondus/poule (g)	Poids moyen de l'œuf (g)
en 52 semaines de ponte	186	9432,64	50,49
en 70 semaines de ponte	237	12291,41	51,75

être appliqué dans un but de soutien à une politique de conservation de la biodiversité avicole belge, accordant la nécessaire priorité aux races locales présentant les potentiels productifs les plus intéressants.

En comparaison aux souches commerciales, la productivité moindre d'une race locale telle que l'Ardennaise est

compensée par d'autres qualités, notamment le goût plus intense de la viande et des œufs (Galal, 2006), appréciés par les consommateurs (Sarter, 2004 ; Moula *et al.*, 2009) ainsi qu'un certain niveau de rusticité. Son usage pourrait ainsi s'inscrire dans le cadre d'une approche de qualité différenciée, le consommateur accordant de plus en

plus d'importance au caractère « terroir » des productions animales (variabilité phénotypique des animaux, lieu de production identifiable et associé à une région, modes d'élevage moins intensifs, qualités organoleptiques), ainsi qu'au bien-être des animaux. La possibilité d'utiliser les animaux de cette race à la fois comme poulets de chair et comme poules pondeuses, illustré par la présente étude, apparaît comme particulièrement intéressante dans ce contexte. Les performances de la ponte sont toutefois, en l'état actuel des choses, plus satisfaisantes que celles de la croissance. Il est d'ailleurs à noter que les performances de ponte enregistrées ici sont supérieures à celles rapportées il y a plus de trente ans par Brandt et Willems (1970) (120 à 180 œufs/an). Concernant la croissance, un travail de sélection devrait être réalisé afin d'atteindre des poids vifs de deux kilos avec des pratiques d'engraissement des élevages à croissance lente (12 semaines).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Dr Sandrine Vandeput (FMV, ULg), Pascal Erpicum et Philippe Leplat (CoqArd SA) et Michel Jacquet (Filière avicole et cunicole wallonne - FACW) pour leur contribution à ce travail.

Summary

Nowadays, Belgian poultry breeding is characterized by a strong biodiversity that is nevertheless greatly endangered. The present work aims at evaluating the zootechnical potential of an ancient poultry breed originating from the Franco-Belgian Ardennes region, the Ardennaise. This breed shows an important phenotypic variation, with 10 different varieties being recognized. This study evaluates the Ardennaise production performances and

is divided into three parts: (1) the analysis of the growth and the consumption indices over a twelve weeks period, (2) the comparison of the growth over seventeen weeks in four varieties, (3) the study of eggs number and eggs weight over 70 weeks laying. The results indicate that the Ardennaise breed constitutes a good dual purpose breed that could be interestingly submitted to selection. Its use in industrial crosses for egg composition amelioration is also proposed. Lastly, this work shows the importance of extending the here developed evaluation protocol to other Belgian endangered poultry breeds to motivate the necessary conservation programs.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELLATIF M.A. Genetic study of Dandarawy chickens : 1. Heritabilities and genetic correlations of body weight and weight gain. *Genet. Sel. Evol.*, 1989, **21**, 81-92.
- BENABDELJELIL K., LAHBABI S., BORDAS A. Comparaison de croisements incluant une race locale ou une lignée expérimentale à un témoin commercial pour la production d'œufs au Maroc. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2003, **56**, 193-198.
- BARBATO F., VASILATOS-YOUNKEN R. Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. *Poult. Sci.*, 1991, **70**, 709-718.
- BEAUMONT C., LE BIHAN-DUVAL E., MAGDELAINE P. Productivité et qualité du poulet de chair. *Prod. Anim.*, 2004, **17**, 265-273.
- BRANDT E.T., WILLEMS A.E.R. Traité d'aviculture sportive, avec les standards officiels des races belges de volailles, aquatiques et dindons. Het Neerhof : Gent, 1970, 365 p.
- GOUS R.M., MORAN E.T. J.R., STILBORN H.R., BRADFORD G.D., EMMANS G.C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscle of broilers. *Poult. Sci.*, 1999, **78**, 812-821.
- GRANVITZE Z., HILLEL J., CHEN G.H., CUC N.T.K., FELDMAN M., EDING M., WEIGEND S. Genetic diversity within chicken populations from different continents and management histories. *Anim. Gen.*, 2007, **38**, 576-583.
- HANCOCK E., BRADFORD G.D., EMMANS G.C., GOUS R.M. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 1995, **36**, 247-264.
- HOSSARY M. A., GALAL E.S.E. Improvement and adaptation of the Fayoumi chicken. *Anim. Genet. Res. Info.*, 1995, **14**, 33-41.
- HURWITZ S., TALPAZH. Modelling of growth. In : European Symposium on Poultry Nutrition, Proceeding of the 11th European Symposium on Poultry Nutrition, Faaborg, Denmark, 1997, 148-157.
- FRANCESCH A. Conservation of indigenous breeds of fowls in catalonia. *Arch. Zootec.*, 1998, **47**, 141-148.
- LARIVIERE J.M., LEROY P. Poultry biodiversity in Belgium. In : **World Poultry Science Association**, Proceedings of the 4th European Poultry Genetics Symposium, Dubrovnik, Croatia, 6-8 October, 2005, **22**.
- LELIEVRE A. Evaluation de la situation actuelle d'une race de poules à faible effectif : la Noire de Challans. (Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur Vétérinaire). Ecole Vétérinaire de Nantes : Nantes, 2005, 116 p.
- MARGUERIE J. La Gournay : étude de la situation actuelle d'une race française de race ancienne. (Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur Vétérinaire). Ecole Vétérinaire de Nantes : Nantes, 2002, 93 p.
- MIGNON-GRASTEAU S., BEAUMONT C. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *Prod. Anim.*, 2000, **13**, 337-348.
- MOHAMMED M. D., ABDASALAM Y. I., KHEIR A. M., WANG J. Y., HUSSEIN M.H. Comparison of the egg characteristics of different

- Sudanese indigenous chicken types. *Int. J. Poult. Sci.* 2005, **4**, 455-457.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009, **8**, 389-396.
- N'DRI A. L. Etude des interactions entre génotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse. (Thèse pour obtenir le grade de Docteur). Institut national agronomique : Paris-Grignon, 2006, 208 p.
- NWACHUKWU E.N., IBE S.N., EJEKWU K., OKE U.K. Evaluation of growth parameters of main and reciprocal crossbred normal, naked necked and frizzle chickens in a humid tropical Environment. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2006, **5**, 542-546.
- PARMAR S. N. S., THAKUR M.S., TOMAR S.S., PILLA P.V.A. Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2006, **18** [en ligne] Adresse URL : <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/parm18132.htm>
- PEDERSEN M.A., THAMSBORG S. M., FISKE C., RANVIG H., CHRISTENSEN J.P. New production systems : evaluation of organic broiler production in Denmark. *J. Appl. Poult. Res.*, 2003, **12**, 493-508.
- PERIQUET J.C.L. Les poules, oies et canards: races, soins, élevage. Rustica : Paris, 1992, 159 p.
- SAADEY S. M., GALAL A., ZAKY H.I., ZEIN EI-DEIN A. Diallel crossing analysis for body weight and egg production traits of two native egyptian and two exotic chicken breeds. *Int. J. Poult. Sci.*, 2008, **7**, 64-71.
- SARTER G. Entre beldi et roumi : préférences des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 2004, **13**, 75-78.
- SAUVEUR B. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *Prod. Anim.*, 1997, **10**, 219-226.
- SPALONA A., RANVIGH H., CYWA-BENKOS K., ZANON A., SABBIONI A., SZALAY I., BENKOVA J., BAUMGARTHER J., SZWACZKOWSKI T. Population size in conservation of local chicken breeds in chosen European countries. *Arch. Geflügelkd.*, 2007, **71**, 49-55.
- TIXIER-BOICHARD M. L'amélioration génétique en France, le contexte et les acteurs : les volailles. *Prod. Anim.*, 1992, hors série « *Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales* », 35-38.
- TIXIER-BOICHARD M., AUDIOT A., BERNIGAUD R., ROGNON X., BERTHOULY C., MAGDELAINE P., COQUERELLE G., GRINAND R., BOULAY M., RAMANANTSEHENO D., AMIGUES Y., LEGROS H., GUINTARD C., LOSSOUARN J., VERRIER E. Valorisation des races anciennes de poulets : facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaire. *Actes BRG*, 2006, **6**, 495-520.
- VILLALBA D., FRANCESCH A., PONS A., BUSTAMANTE J., ESPADAS M., CUBILO D. Resultados de puesta y crecimiento de una población de Gallinas de raza Menorca. *Arch. Zootec.*, 2007, **56**, 545-550.

**L'ARDENNAISE : STATUT DE LA
RACE ET DE SES VARIETES**

Ann. Méd. Vét., 2009, 153 : 231-240

L'Ardennaise : statut de la race et de ses variétés

MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P.

Département des productions animales, Service de Génétique quantitative, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, Bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique.

Correspondance : Prof. Pascal Leroy

Email : Pascal.Leroy@ulg.ac.be

RÉSUMÉ : La poule Ardennaise est une race emblématique de la biodiversité avicole belge. Dans un contexte mondial poussant à envisager de manière urgente la conservation des races locales d'animaux domestiques, cette étude est consacrée à la diversité phénotypique présentée par les différentes variétés de l'Ardennaise, avec un souci particulier pour l'évaluation de leurs performances de croissance et de ponte. En effet, une stratégie de conservation efficace peut être envisagée si elle est basée sur l'intérêt économique des races locales, dans le cadre de productions animales de qualité différenciée. Parmi les douze variétés d'Ardennaises décrites, seules huit subsistent ; elles font toutes l'objet d'une évaluation dans cette étude. Une distinction claire est ici démontrée entre les variétés colorées de l'Ardennaise et la variété blanche, la Famennoise, sur base des performances pondérales de chaque variété. Les pistes d'action en matière de sauvegarde de la poule Ardennaise et de sa valorisation économique conjointe sont proposées, faisant appel à des stratégies différentes entre variétés colorées et Famennoise.

1. INTRODUCTION

L'élevage constitue un secteur agricole important et prometteur au vu de la croissance de la demande mondiale en produits animaux et de leur haute valeur ajoutée (Delgado *et al.*, 1999). Dans un contexte mondial évoluant rapidement et caractérisé par les défis économiques et écologiques du développement global durable, la pratique de l'élevage devra également faire face à de profondes mutations (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006 ; International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, 2009). La biodiversité sera dans ces évolutions un atout primordial qu'il convient de protéger dès à présent tant les menaces pesant sur elle sont nombreuses et pressantes. À l'heure actuelle, 1350 races animales domestiques sont en voie d'extinction à l'échelle mondiale et deux races disparaissent en moyenne chaque semaine (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000). L'élevage avicole ne fait pas exception à ce phénomène général. En effet, l'extension rapide de l'élevage intensif de souches hybrides génétiquement uniformes se fait au détriment des races locales de poules qui constituent pourtant un outil

central du développement socio-économique rural dans diverses régions du monde (Kitalyi, 1998 ; Moula *et al.*, 2009a). En Belgique plus particulièrement, 95 % des races de poules sont en danger d'extinction (Larivière et Leroy, 2005). Parmi les races belges, la race Ardennaise est certainement parmi les plus emblématiques. Autrefois largement répandue en Wallonie, de la région de Herve aux Ardennes françaises en passant par les Fagnes, la Famenne et les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Semois (Brandt et Willems, 1970), il n'en subsisterait aujourd'hui guère plus de 200 individus. Ce nombre, s'il est préoccupant, permet toutefois d'envisager la reconstitution d'une population importante si le noyau disponible est bien géré. Tel que rapporté par Moula et collaborateurs (2009b), l'Ardennaise est rustique, sobre, tôt levée, tard couchée, chercheuse, vive et vagabonde. Elle présente un vol très aisé et recherche les lieux solitaires, se perchait sur les arbres (d'où son appellation wallonne de « *poie di haie* » ou poule des haies). À l'instar d'autres races locales, l'Ardennaise présente des caractéristiques de rusticité et de productivité économiquement exploitables, qui constituent autant d'atouts pour la motivation des nécessaires programmes de conservation. Dans le cadre de leur

exploitation commerciale, les races locales trouvent une alliée stratégique en la préférence naissante des consommateurs pour des produits issus de modes d'élevage plus extensifs, notamment basés sur des aliments locaux. Cet engouement pour les produits du terroir fait suite aux récentes crises européennes relatives à l'élevage (encéphalopathie spongiforme bovine, dioxine, fièvre aphteuse), qui ont poussé à l'émergence de divers labels de qualités (Fumiere *et al.*, 2000 ; Kouba, 2002 ; Tixier-Boichard *et al.*, 2006). Un marché existe bien en Belgique qui est, à l'heure actuelle, le premier importateur de poulets ainsi labellisés en provenance de France. Ce marché offrirait les débouchés nécessaires à une filière nationale de poulet de qualité différenciée, basée sur l'exploitation de races de terroir.

Dans ce cadre, la présente étude se propose d'établir la diversité génétique actuellement observable au sein de la race Ardennaise. Les huit variétés encore disponibles sur les douze originellement décrites ont donc fait l'objet d'une détermination de leurs caractéristiques morpho-biométriques ainsi que de leurs performances zootechniques afin de guider les stratégies de conservation, de reconstitution de la race à partir du noyau génétique subsistant et de son exploitation commerciale.

Tableau I : effectifs des variétés d'Ardennaise recensés lors de l'étude morpho-biométrique.

	Variétés d'Ardennaise (n)							
Sexe	Bleu à camail doré (BCD)	Saumon bleu doré (BD)	Noir à camail argenté (NA)	Noir à camail doré (ND)	Noir à camail doré et poitrine liserée (NDL)	Saumon doré (SD)	Saumon argenté (SA)	Blanche Famennaise (FAM)
Coqs	9	5	9	12	4	5	3	2
Poules	9	9	33	39	19	7	13	5

Tableau II : répartitions des différentes variétés d'Ardennaise dans le premier élevage

	Sexe	BCD	BD	NA	ND	NDL	SA	SD	Total
Lot 1	Mâle	5	8	27	37	16	3	7	103
	Femelle	8	10	31	35	7	6	12	109
Lot 2	Mâle	7	7	43	16	12	5	7	97
	Femelle	6	9	41	37	10	7	11	121
Lot 3	Mâle	7	9	23	19	11	2	6	77
	Femelle	9	7	13	27	11	6	14	87
Lot 4	Mâle	4	5	21	21	2	17	11	81
	Femelle	6	11	10	27	9	7	14	84
Total	Mâle	23	29	114	93	41	27	31	358
	Femelle	29	37	95	126	37	26	51	401
	Total	52	66	209	219	78	53	82	759

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Collecte et analyse des données

2.1.1. Etude morpho-biométrique

Les animaux utilisés pour la caractérisation morpho-biométrique sont des poules adultes, provenant des élevages de la société CoqArd et de 5 éleveurs amateurs. Au total, l'étude a porté sur 174 spécimens des huit variétés existantes, répartis comme indiqué dans le Tableau I : Bleu à camail doré (BCD) (photo 1), Saumon bleu doré (BD), Noir à camail argenté (NA), Noir à camail doré (ND) (photos 2), Noir à camail doré et poitrine liserée (NDL), Saumon doré (SD) (photo 3), Saumon argenté (SA) ainsi que la Famennaise (FAM) (photo 4), souvent considérée comme la variété blanche de l'Ardennaise.

La collecte des poids et des mensurations a été réalisée à l'aide d'une balance digitale précise au gramme, d'un pied à coulisse précis à 0,01 mm et d'un mètre ruban. Une description de la phanéroptique de chaque individu a également été réalisée. Les données qualitatives ainsi relevées ont porté sur les caractéristiques de la crête (type, nombre de créteilons et couleur), la couleur des pattes, des

barbillons et du bec, en tenant compte de la variété. Outre le poids, les différentes mesures corporelles individuelles (enregistrées sur une fiche de description préparée suivant les recommandations de la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (1981)) ont été effectuées en respectant des définitions suivantes :

- longueur corporelle : distance entre le bout de la mandibule supérieure et celui de la queue (sans plumes) ;
- périmètre thoracique : circonférence

de la poitrine prise en dessous des ailes et au niveau de la région saillante du bréchet ;

- longueur de l'aile : longueur de l'aile étendue depuis la jonction de l'humérus à la colonne vertébrale jusqu'au bout de l'aile (sans plumes) ;
- longueur du bec : distance entre le bout de la mandibule supérieure et la commissure des deux mandibules ;
- longueur du tarse : distance entre le calcanéum et la cheville.



Photo1 : Ardennaise Bleue à camail doré (Photo : Dr Detobell)



Photo 2: coq de la variété noire à camail dorée (Photo Dr Detobel)



Photo 3 : coq de la variété saumoné dorée (Photo Dr Detobel)



Photo 4 : Coq et poules Ardennoise Blanche (Famennoise) (Photo : Dr Moula)

2.1.2. Performance de croissance

L'étude, réalisée au centre de sélection de la société CoqArd (Nandrin, Belgique), s'est déroulée en deux phases.

Durant la première phase, les performances de croissance à 16 semaines ont été déterminées pour 759 poulets appartenant à sept variétés d'Ardennoise (BCD, BD, NA, ND, NDL, SD, SA). La distribution des variétés dans chaque lot est affichée dans le Tableau II.

Durant la deuxième phase, le but était de comparer la croissance des différentes variétés d'Ardennoise (BD, NA, ND, NDL, SD, SA) et de la Famennoise (FAM) à celle de poulets Label belge : le CoqArd (COQARD) et le Coq de Pêche (COPECHE). La comparaison a aussi été élargie au croisement entre la Famennoise et l'Ardennoise ND (FARD). La répartition des différents groupes génétiques dans ce deuxième élevage est rapporté dans le tableau III.

Tous les poussins ont été élevés au sol sur un parquet recouvert d'une litière de sciure de bois dans un bâtiment en dur, ventilé mais non climatisé. Ils ont été placés sous des lampes chauffantes et la température de la pièce était réglée manuellement en fonction du comportement des poussins sous la lampe. L'éclairage était maintenu en continu pendant toute la durée de l'élevage. Les poussins ont d'abord été nourris avec un aliment de démarrage et ensuite un aliment de croissance. Ces deux régimes, distribués *ad libitum*, sont composés de froment, maïs, soja, huile de soja, méthionine, lysine, des vitamines et l'antioxydant BHT ethoxyquine. L'aliment de démarrage, avec 2870 Kcal d'énergie métabolisable par kg de matière sèche (EM/kg MS) et une densité de 0,732 kg/l, a été distribué du premier au 14^e jour. L'aliment de poulet élevage « tradition » a ensuite été progressivement incorporé en proportion

croissante jusqu'au 21^e jour. À partir de cet âge, jusqu'à la fin de l'élevage, l'aliment « tradition » leur était servi. Cet aliment contient 2950 kcal EM/kg MS et présente une densité de 0,723 kg/l. Les compositions des aliments utilisés sont rapportées par Moula et collaborateurs (2009b).

Tous les animaux élevés ont été identifiés individuellement par des bagues en plastique numérotées. Un suivi pondéral individuel était effectué une fois par semaine, à jour et heure fixes. L'identification du sexe a été réalisée visuellement à la 9^e semaine en évaluant l'importance de la crête.

Tableau III : répartitions des différents groupes génétiques de la deuxième étude

Variété	Sexe	Lot 1	Lot 2	Total
COQARD	Mâle	23	0	23
	Femelle	15	0	15
COPECHE	Mâle	0	28	28
	Femelle	0	17	17
BD	Mâle	10	10	20
	Femelle	7	7	14
FAM	Mâle	1	24	25
	Femelle	1	25	26
NA	Mâle	29	28	57
	Femelle	13	11	24
ND	Mâle	19	19	38
	Femelle	51	46	97
NDL	Mâle	4	6	10
	Femelle	21	8	29
SA	Mâle	11	9	20
	Femelle	12	21	33
SD	Mâle	12	12	24
	Femelle	24	22	46
FARD	Mâle	0	16	16
	Femelle	0	11	11
Total	Mâle	109	152	261
	Femelle	144	168	312
	Total	253	320	573

2.1.3. Performances de ponte

Le suivi de la ponte a concerné vingt poules du troupeau initial de reproductrices du centre d'élevage de CoqArd. Les poules élevées au sol n'ont pas été stimulées par la lumière pour provoquer le début de ponte. Elles ont subi les conditions lumineuses automnales précédant la première ponte avant d'être transférées dans un local à 16 heures de lumière. Les poules étaient donc pleinement à maturité sexuelle. La composition des aliments utilisés est rapportée par Moula et collaborateurs (2009b).

La ponte a été enregistrée de la semaine de ponte 1 à la semaine 52. Chaque semaine, les œufs étaient récoltés et pesés (balance électronique, précision 0,01 g). Le poids moyen était ensuite calculé en faisant le rapport entre le poids total des œufs pondus et le nombre d'œufs pondus chaque semaine. Les œufs anormaux (souillés, cassés, à la coquille fragile, sans coquille...) ont été éliminés.

2.2. Analyses statistiques

Une étude statistique descriptive a été réalisée sur les données qualitatives, les données quantitatives étant soumises à modèle linéaire. La méthode de Duncan a été ensuite utilisée pour classer les valeurs moyennes des paramètres morpho-biométriques des différentes variétés d'Ardennaise.

Les effets du sexe, des groupes génétiques (variétés d'Ardennaise et souches de poulet label), des lots, de l'âge et de leurs interactions ont été étudiés à l'aide du logiciel SAS (procédure Mixed, Statistical Analysis System, 2000).

Le modèle fixe suivant a été utilisé pour l'analyse des croissances des différents groupes de poulets élevés dans cette étude:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{il} + BD_{jl} + CD_{kl} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + ABD_{ijl} + ACD_{ikl} + BCD_{jkl} + e_{ijklm}$$

Avec

Y : poids
 μ : moyenne générale
 A_i : effet fixe de la variété ($i = 1$ à 7 pour le premier élevage et $i = 1$ à 10 pour le deuxième élevage)
 B_j : effet fixe du sexe ($j = 1$ à 2 : mâle, femelle)
 C_k : effet fixe de l'âge ($k = 1$ à 16 semaines pour le premier élevage et $k = 1$ à 12 semaines pour le deuxième élevage)
 D_l : effet fixe du lot ($l = 1$ à 4 pour le premier élevage et $l = 1$ à 2 pour le deuxième élevage)
 $(AB)_{ij}$: effet de l'interaction de la variété et du sexe
 $(AC)_{ik}$: effet de l'interaction de la variété et de l'âge
 $(AD)_{il}$: effet de l'interaction de la variété et du lot
 $(BC)_{jk}$: effet de l'interaction du sexe et de l'âge
 $(BD)_{jl}$: effet de l'interaction du sexe et du lot
 $(CD)_{kl}$: effet de l'interaction de l'âge et du lot
 $(ABC)_{ijk}$: effet de l'interaction de la variété, du sexe et de l'âge
 $(ABD)_{ijl}$: effet de l'interaction de la variété, du sexe et du lot
 $(ACD)_{ikl}$: effet de l'interaction de la variété, de l'âge et du lot
 $(BCD)_{jkl}$: effet de l'interaction de l'âge, du sexe et du lot,
 e_{ijklm} : effet résiduel aléatoire

Les moyennes des moindres carrés des différents effets inclus dans le modèle linéaire ont été estimées pour les différentes variétés.

3. RÉSULTATS

3.1. Paramètres de l'analyse statistique

À partir des résultats de l'analyse statistique, des effets significatifs ont été trouvés pour la première expérimentation sur le lot ($p < 0,0001$), le sexe ($p < 0,0001$) et l'âge ($p < 0,0001$). Sur la deuxième expérimentation des effets similaires ont été observés avec probabilités respectives de $p < 0,05$, $p < 0,0001$ et $p < 0,0001$.

Les interactions (sexe * âge), (variété * âge), (lot * âge), (lot * sexe * âge) et (sexe * variété * âge) sont hautement significatives ($p < 0,0001$) dans la première expérimentation. Dans la deuxième expérimentation, des effets hautement significatifs ($p < 0,0001$) ont été observés au niveau des interactions (sexe * âge), (variété * âge) et (sexe * variété * âge). Pour toutes les autres interactions envi-

sagées (sexe * variété), (lot * variété), (lot * sexe) et (lot * sexe * variété), les résultats n'ont pas montré d'influence significative ($p > 0,05$) sur la croissance.

Enfin, l'effet de la variété n'était pas significatif ($p > 0,05$) dans la première expérimentation, mais il apparaissait par contre hautement significatif ($p < 0,0001$) dans la deuxième expérimentation.

3.2. Caractéristiques morpho-biométriques de la poule Ardennaise

Les différents paramètres morpho-biométriques mesurés sont présentés dans le tableau IV. La variété blanche d'Ardennaise (la Famennoise) était la plus lourde (2500 g) avec un poids significativement supérieur ($p < 0,0001$) aux autres variétés qui présentent des poids variant de 1485 g à 1690 g. De même, pour les autres paramètres morpho-biométriques présentés dans le tableau IV, la Famennoise présentait des valeurs significativement supérieures ($p < 0,05$) aux autres variétés.

Les différents paramètres phanéroptiques étudiés sont présentés dans le tableau V. Toutes les variétés présentaient une crête simple avec un nombre de crêteillons variant de 4 à 7 mais majoritairement et équitablement partagés entre 5 et 6 crêteillons. La crête est de couleur rouge foncé (100 % des sujets pour toutes les variétés, à l'exception de la variété NDL avec 13 % de rouge). À l'exception des variétés ND et NDL qui avaient présentés 21 et 13 % d'yeux bruns, chez toutes les autres variétés la couleur des yeux était brune foncée. Le tableau V montre que les barbillons et les oreillons épousent généralement la coloration de la crête, avec approximativement les mêmes pourcentages. En effet, le rouge foncé est largement prédominant chez toutes les variétés.

Le bec courbé de couleur corne foncée est représenté dans toutes les variétés, à l'exception de la blanche où le bec courbé de couleur blanc bleuâtre est représenté dans tous les sujets étudiés. De même, pour la coloration des pattes, la variété blanche avait présenté une coloration bleue différente de celles rencontrées chez les autres variétés, bleue foncée et noire.

3.3. Performances de croissance des différentes variétés d'Ardennaise

L'évolution du poids moyen des sujets avec l'âge est représentée dans la figure 1. Le poids moyen de l'ensemble

Tableau IV: moyenne moindres carrés des paramètres quantitatifs morpho-biométriques des différentes variétés d'Ardennaise.

	Sexe	BCD	BD	FAM	NA	ND	NDL	SA	SD
Poids	Coqs	1929 ^b	1962 ^b	2817 ^a	1958 ^b	1984 ^b	2015 ^b	2036 ^b	2028 ^b
	Poules	1437 ^b	1505 ^b	2374 ^a	1449 ^b	1463 ^b	1374 ^b	1382 ^b	1449 ^b
	Total	1588 ^b	1668 ^b	2500 ^a	1558 ^b	1586 ^b	1485 ^b	1505 ^b	1690 ^b
LONBec	Coqs	34,25 ^a	34,8 ^a	39,50 ^a	36,44 ^a	36,92 ^a	37,25 ^a	36,67 ^a	36,60 ^a
	Poules	30,66 ^b	30,78 ^b	35,80 ^a	30,15 ^b	30,56 ^b	31,22 ^b	32,03 ^a	35,47 ^a
	Total	31,77 ^b	32,21 ^b	36,86 ^a	31,50 ^b	32,06 ^b	32,27 ^b	32,90 ^b	35,94 ^a
LONTar	Coqs	83,25 ^b	84,40 ^b	113,00 ^a	86,33 ^b	80,83 ^c	84,00 ^b	83,33 ^b	88,00 ^b
	Poules	70,83 ^b	68,38 ^c	83,60 ^a	68,53 ^c	67,61 ^c	72,68 ^b	73,80 ^b	80,57 ^a
	Total	74,65 ^c	74,10 ^c	92,00 ^a	72,35 ^c	70,72 ^d	74,65 ^c	75,59 ^c	83,67 ^b
DTar	Coqs	14,00 ^a	14,40 ^a	14,69 ^a	13,89 ^a	14,00 ^a	13,50 ^a	12,93 ^b	13,80 ^a
	Poules	10,97 ^b	10,44 ^a	12,47 ^a	10,40 ^c	10,31 ^c	11,24 ^b	11,55 ^b	13,02 ^a
	Total	11,90 ^b	11,86 ^a	13,11 ^a	11,14 ^b	11,18 ^b	11,63 ^b	11,81 ^b	13,34 ^a
LONCor	Coqs	439,75 ^b	445,80 ^b	511,00 ^a	449,00 ^b	455,00 ^b	458,00 ^b	460,67 ^b	458,80 ^b
	Poules	410,44 ^c	397,33 ^d	464,80 ^a	393,45 ^d	391,72 ^d	403,89 ^d	424,46 ^c	425,14 ^b
	Total	419,46 ^c	414,61 ^c	478,00 ^a	405,53 ^d	406,61 ^d	413,43 ^c	431,25 ^c	439,17 ^b
LONail	Coqs	207,25 ^b	210,40 ^b	299,50 ^a	198,78 ^b	199,42 ^b	200,75 ^b	190,33 ^b	198,40 ^b
	Poules	184,33 ^b	177,22 ^c	260,20 ^a	175,00 ^c	171,58 ^c	184,53 ^b	193,31 ^b	198,14 ^b
	Total	191,38 ^b	189,07 ^b	271,42 ^a	180,09 ^c	178,13 ^c	187,35 ^b	192,75 ^b	198,25 ^b
PThor	Coqs	386,75 ^b	396,40 ^b	462,00 ^a	391,33 ^b	417,17 ^a	424,25 ^a	427,00 ^a	414,80 ^a
	Poules	347,00 ^b	329,00 ^c	433,40 ^a	330,79 ^c	327,43 ^a	368,68 ^a	371,77 ^a	426,14 ^a
	Total	359,23 ^b	353,50 ^b	441,57 ^a	343,76 ^c	348,55 ^c	378,35 ^b	382,12 ^b	421,42 ^a

Effectifs : 9 poules et 9 coqs Bleu à camail doré (BCD), 9 poules et 5 coqs Bleu doré (BD), 33 poules et 9 coqs Noir à camail argenté (NA), 39 poules et 12 coqs Noir à camail doré (ND), 19 poules et 4 coqs Noir à camail doré et poitrine liserée (NDL), 7 poules et 5 coqs Saumon doré (SD), 13 poules et 3 coqs Saumon argenté (SA) et 5 poules et 2 coqs Famennoise (FAM).

LONBec : longueur du bec ; LONTar : longueur du tarse ; DTars : diamètre du tarse ; LONCor : longueur corporelle ; LONail : longueur des ailes ; PThor : périmètre thoracique.

^{a, b, c, d} Les valeurs suivies de lettres distinctes diffèrent significativement ($p < 0,05$) au même stade, entre les variétés de poules étudiées.

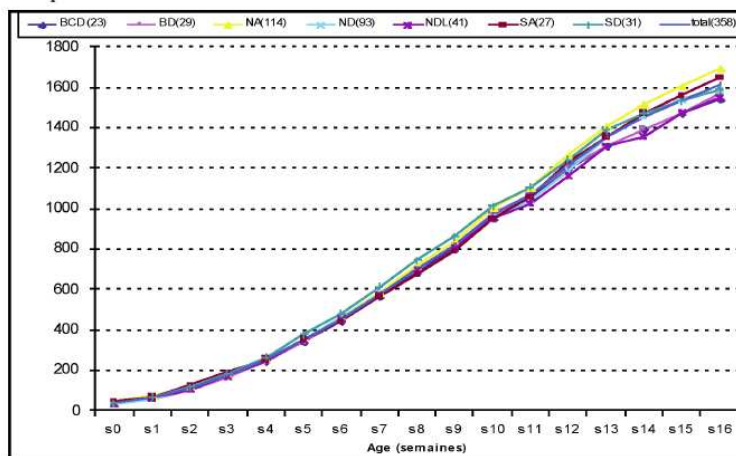
Tableau V : Caractérisation phanéroptique des différentes variétés.

Sexe	Var	n	NbCr				ColBar		ColPat		ColOr	
			4	5	6	7	R	RF	BF	NR	R	RF
Femelles	BCD	9		33,33	66,67		22,22	77,78	100			100,00
	BD	9		33,33	66,67			100	100			100,00
	NA	33	3,03	48,48	48,48		15,15	84,85	84,85	15,15		100,00
	ND	39		38,46	61,54		15,38	84,62	66,67	33,33	7,69	92,31
	NDL	19		57,89	42,11		15,79	84,21	78,95	21,05	15,79	84,21
	SA	13		38,46	61,54		15,38	84,62	76,92	23,08		100,00
	SD	7		57,14	42,86			100	100			100,00
Mâles	BCD	4			50,00	50,00		100	100			100,00
	BD	5		20,00	40,00	40,00		100	100			100,00
	NA	9		22,22	44,44	33,33		100	100			100,00
	ND	12		8,33	50,00	41,66		100	100		8,33	91,67
	NDL	4		50,00	25,00	25,00		100	100			100,00
	SA	3			66,67	33,33		100	100			100,00
	SD	5		20,00	40,00	40,00		100	100			100,00

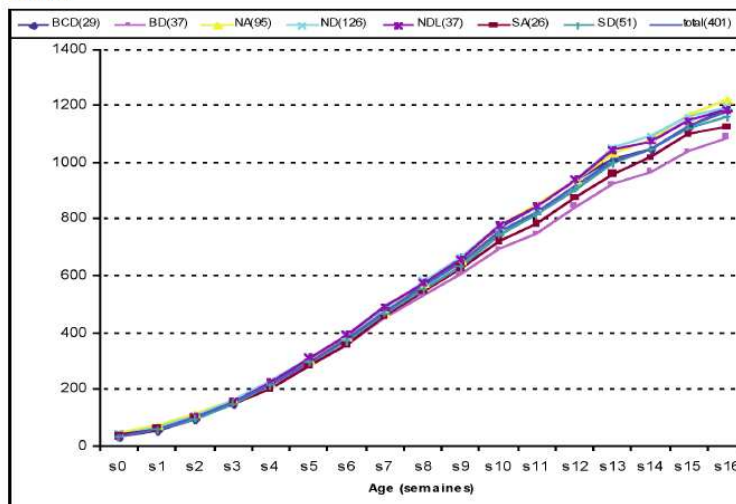
Var : variétés ; n : nombre ; NbCr : nombre de crêtilons ; ColBar : couleur des barbillons ; ColPat : couleur des pattes ; ColOr : couleur des oreillons ; RF : rougr foncé ; R : rouge ; BF : bleu foncé ; NR : noir

Figure 1 : Evolution avec l'âge du poids des différentes variétés d'Ardennaise.

Coqs



Poules



de l'élevage à l'éclosion est respectivement de 36 g pour les mâles et 35 g pour les femelles. Les poids ont évolué pour atteindre, à l'âge de 12 semaines d'élevage, 1261 g chez les mâles et 919 g chez les femelles. À 16 semaines d'élevage, les sujets avaient atteint un poids moyen de 1615 g pour les coqs et 1179 g pour les poules. Aucune différence significative ($p < 0,05$), n'a été enregistrée entre les différentes variétés pendant les huit premières semaines d'élevage. À l'âge de 12 semaines, la variété NA avait présenté des coqs plus lourds que les autres variétés avec un poids moyen de 1264 g, suivis par les variétés SA et SD avec des poids respectifs de 1226 g et 1238 g, des poids significativement supérieurs ($p < 0,05$) aux autres variétés qui n'avaient présenté aucune différence significative entre elles ($p > 0,05$).

Les coqs des variétés BCD, BD, ND et NDL pesaient respectivement, après 12 semaines d'élevage, 1194 g, 1202 g, 1188 g et 1157 g. Chez les poules, le poids moyen enregistré à la même date variait de 845 g pour la variété BD à 941 g pour la variété NA. Les variétés BCD, NA, ND, NDL et SD qui avaient enregistré des poids moyens plus ou moins proches (aucune différence significative, $p > 0,05$) et variant entre 907 à 941 g, étaient significativement ($p < 0,05$) plus lourds que les variétés BD (845 g) et SA (877 g). Comme chez les coqs, les poules de la variété NA avaient enregistré les poids les plus lourds (1226 g) ; cependant, aucune différence significative au seuil de $p < 0,05$ n'a été observée avec les variétés BCD, ND et NDL qui font respectivement 1185, 1198 et 1186 g. Au même âge,

les poules des variétés SD (1161 g), SA (1127 g) et BD (1087 g) avaient présenté des poids significativement inférieurs ($p < 0,05$) aux autres variétés.

3.4. Comparaison de la croissance des différents groupes génétiques

La croissance des différentes variétés d'Ardennaise et autres groupes génétiques est représentée dans la figure 2. Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été enregistrée entre les différents groupes étudiés à l'éclosion. Les poussins Coq de Pêche (COPECHE) présentaient les poids les plus importants (44,57 g pour les mâles et 42,72 g pour les femelles) suivis du CoqArd (COQARD) avec respectivement, 43,78 g pour les mâles et 40,98 g pour les femelles. La variété SD pour les mâles et la souche FARD pour les femelles présentaient les plus faibles poids à l'éclosion avec respectivement 31,08 et 29,72 g. À la semaine 4, le poids moyen des mâles avait atteint des poids variant de 222 g pour la variété SA à 507 g pour la souche commerciale COPECHE. Aucune différence significative n'a été enregistrée ($p > 0,05$), à 4 semaines d'âge entre les variétés BD (228 g), NA (239 g), ND (239 g), NDL (229 g), SA (223 g), SD (252 g) et le croisement FARD (260 g). Cependant, une différence significative ($p < 0,01$) a été enregistrée entre ces dernières et les souches COPECHE, COQARD (369 g) et la variété FAM (437 g). Les mêmes différences étaient enregistrées chez les femelles. La souche COPECHE a produit les femelles les plus lourdes, avec un poids de 478 g, devant la variété FAM (386 g), la souche COQARD (277 g), le croisement FARD (237 g) et le reste des variétés d'Ardennaise, qui présentaient des poids variant de 197 g pour la variété NDL à 215 g pour la variété NA.

Les différences enregistrées à 4 semaines persistent jusqu'à 8 semaines d'âge. La variété BD avait enregistré les plus faibles poids avec respectivement 506 et 598 g pour les femelles et pour les mâles alors que le poulet label COPECHE présentait les plus lourds coqs et femelles avec des poids respectifs de 1421 et 1261 g. À 12 semaines d'âge (l'âge moyen d'abattage du poulet label en Europe), aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été enregistrée entre les variétés BD et NDL et entre la NA et la SA chez les mâles, et entre les variétés ND, NDL, SA et SD. La différence du poids entre mâles et femelles était significative ($p < 0,0001$) dans toutes les souches et variétés. Le poulet label COPECHE est de loin le plus lourd

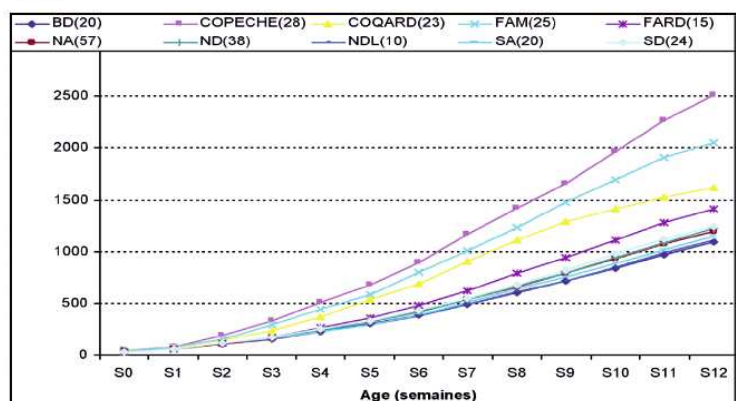
Tableau VI : tableau synthétique des génotypes probables de la race Ardennaise (Coquerelle, 2000).

Variétés	C ⁺	i ⁺	e ⁺	co ⁺	db ⁺	ml ⁺	pg ⁺	Mo ⁺	bl ⁺	b ⁺	id ⁺	W ⁺	r ⁺	p ⁺	d ⁺	cr ⁺	mb ⁺	s ⁺	Br ⁺	Nombre pointes	Couleur des oreillons
SD	+	+	e ^b	+	+	+	.	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	+	br	5-6	Mure
SA	+	+	e ^b	+	+	+	.	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	S	br	5-6	Mure
NDL	+	+	E ^R	Co	+	+	Pg	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	+	br	5-6	Mure
NAL	+	+	E ^R	Co	+	+	Pg	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	S	br	5-6	Mure
ND	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	+	br	5-6	Rouge
NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	S	br	5-6	Rouge
FAM	cc	I ⁺	.	.	.	.	.	+	.	.	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	.	br	5-6	Rouge
BD	+	+	e ^b	+	.	+	.	+	Bl ^{+/+}	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	+	br	5-6	Mure
BCD	+	+	E ^R	+	.	+	.	+	Bl ^{+/+}	+	id ^{+/M}	+	+	+	+	+	+	+	br	5-6	Mure

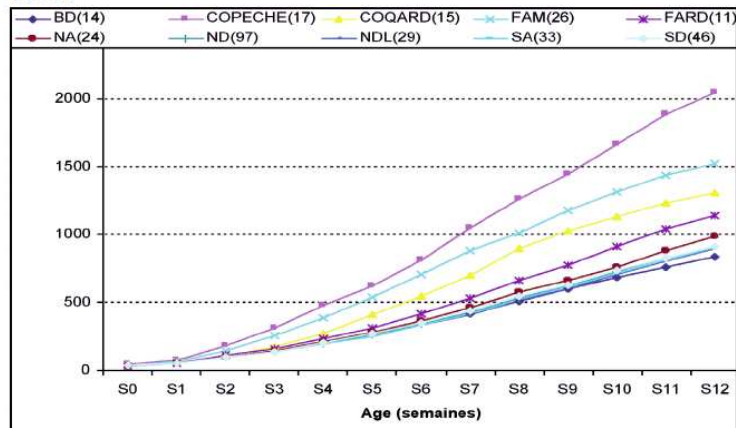
BCD : Bleu à camail doré ; BD : Saumon bleu doré ; NA : Noir à camail doré ; NDL : Noir à camail doré et poitrine liseré ; SD : Saumon doré ; FAM : Blanche encore dite Famennaise ; NAL : Noir à camail argenté et poitrine liseré ;

I - couleur du plumage : C⁺ : coloré (ou sauvage) ; cc : blanc recessif ; i⁺ : normal (ou sauvage) ; I : inhibiteur du noir (absence de noir dans le duvet et le plumage) ; e⁺ : type sauvage ; e^b : type brun (plumage pedrix) ; ER : noir type bouleau ; E : noir étendu ; co⁺ : type sauvage ; Co : noir restreint type héminé ; db⁺ : type sauvage ; ml⁺ : type sauvage ; Ml : noircit certaines zones de plumage (augmentation de la pigmentation noire du plumage) ; Pg : dessins du plumage possibles ; pg⁺ : absence de dessin (type sauvage) ; s⁺ : plumage doré lié au sexe (ou type sauvage) ; S : plumage argenté (blanc et noir) lié au sexe ; Mo⁺ : type sauvage ; mo : plumage caillouté (duvet pie avec E) ; bl⁺ : plumage non bleu (ou sauvage) ; Bl^{+/+} : plumage bleu (gris bleuté) ; b⁺ : plumage non barré (type sauvage) ; 2-couleur des pattes : id⁺ : pattes gris bleuté, pigment noir du derme des pattes (sauvage) ; id^{+/M} : pattes bleu foncé (lié au sexe) ; W⁺ : peau et épiderme des pattes blanc, pigment jaune de l'épiderme (sauvage) ; 3-forme de la crête : r⁺ : crête rosacée, forme une crête simple avec p⁺ ; p⁺ : crête en pois, crête simple avec r⁺ ; D : dédoublement de la crête ; 4-Ceil : Br⁺ : œil orangé (ou sauvage) ; br : œil brun (lié au sexe) ; 5-Tête : Cr : huppe ; Mb : barbe et favoris (tête de hibou).

Figure 2 : Comparaison du poids des différentes variétés d'Ardennaise avec les souches Coq de Pêche, CoqArd et le croisement Famennoise et Ardennaise, Coqs



Poules



(2508 g pour les coqs et 2040 g pour les femelles des poids significativement supérieurs aux autres groupes génétiques $p < 0,0001$), suivi par la Famennoise (2052 g pour les mâles et 1519 g pour les femelles), le COQARD (avec 1619 et 1305 g chez respectivement les mâles et les femelles et constituant ainsi des poids supérieurs ($p < 0,001$) aux différentes variétés colorées d'Ardennaise et du croisement FARD), le FARD (1415 g pour les mâles et 1141 g pour les femelles, significativement supérieurs aux autres groupes génétiques $p < 0,05$) et aux autres variétés d'Ardennaise, la BD (1090 g pour les mâles et 837 g pour les femelles), la NA (1192 g pour les mâles et 988 g pour les femelles), la ND (1227 g pour les mâles et 914 g pour les femelles), la NDL (1105 g pour les mâles et 894 g pour les femelles), la SA (1148 g pour les mâles et 902 g pour les femelles) et la SD (1246 g pour les mâles et 915 g pour les femelles).

3.5. Performances de ponte

La ponte a commencé à la 25^e semaine d'âge. Le taux de ponte varie de 9 % lors de la première semaine de ponte à 78 % à la 16^e semaine de ponte. Le taux de ponte moyen calculé sur une période de 52 semaines est de 50 %. Chaque poule avait pondu en moyenne 184 œufs.

Le poids moyen des œufs durant les 52 semaines de ponte était de 52 g. L'Ardennaise avait pondu des œufs blancs, avec un poids minimum de 41 g aux quatre

premières semaines et un poids maximum de 57 g aux 33^e, 49^e et 50^e semaines.

4. DISCUSSION

4.1. Le modèle d'analyse statistique utilisé

Le modèle statistique utilisé pour caractériser la croissance dans cette étude faisait intervenir les effets de sexe, d'âge, de lot, de variété ou race ainsi que les interactions entre ces paramètres. L'effet de la variété, objet principal de cette étude, est discuté séparément. Concernant le sexe et l'âge, leur effet sur la croissance de la volaille est bien connu. L'espèce est caractérisée par un dimorphisme sexuel, les mâles étant supérieurs en poids aux femelles (Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000). Ceci est également en accord avec l'interaction observée ici entre effets du sexe et de l'âge sur la croissance. Cette interaction justifie la modélisation séparée des courbes de croissance des mâles et des femelles, telle qu'effectuée ici. Concernant l'étude des différentes variétés d'Ardennaises, l'influence significative du lot sur la croissance ($p < 0,05$) s'explique par la provenance différente des poussins élevés (tableau II). Par souci de prévention de la consanguinité, les parentaux utilisés pour chaque lot étaient en effet différents.

4.2. Caractérisation morpho-biométrique et standard de race

Lors de cette enquête, huit variétés d'Ardennaise ont pu être recensées : Bleue à camail doré, Saumon bleue dorée, Noire à camail argenté, Noire à camail doré, Noire à camail doré et poitrine liserée, Saumon doré, Saumon argenté et la variété blanche, considérée par certains comme race à part entière et appelée Famennoise (Brandt et Willems, 1970 ; Lambiotte, 1984 ; Moula *et al.*, 2009c).

Quatre des douze variétés d'Ardennaise reconnues par le standard des races de poules belges sont absentes dans la présente étude. Les quatre variétés non rencontrées (variétés Noire, Noire Liserée Argentée, Noire Liserée dorée et Noire à camail argenté et poitrine liserée) sont fort probablement déjà disparues. Le tableau VI reprend les génotypes probables sous-tendant les couleurs observées dans les différentes variétés de la poule Ardennaise (Coquerelle, 2000).

Les résultats de la présente étude sont conformes à ceux apportés dans les ouvrages de Cornevin (1895), Carpiaux (1921), Voitellier (1925) et Brandt et

Willems (1970). À l'exception de la Famennoise, qui avait présenté des mensurations d'une poule assez forte, toutes les autres variétés se présentent avec une taille assez faible. Le poids des coqs dépasse rarement les 2 kg et celui des poules 1,5 kg. Les principaux caractères de cette race sont : une crête simple (r^+p^+), de texture plutôt fine, régulièrement dentelée avec 5 à 7 dentelures, de couleur rouge foncée, se détachant bien de la nuque chez les coqs, plus petite et pliée chez les poules, des barbillons et des oreillons rouges foncés, des becs moyens, courbés, principalement de couleur corne foncée, des yeux bruns foncés ($br\ id^{+/M}$) avec des paupières noires, un corps allongé, des ailes longues, bien serrées au corps, de longues faucilles, des cuisses minces, des pattes fines de couleur principalement foncée ($i^+b^+Mo^+W^+id^{+/M}$) (Coquerelle, 2000).

4.3. Performances de croissance des différentes variétés d'Ardennaise

Le poids moyen à l'éclosion, de 35,7 g chez les mâles et 34,9 g chez les femelles, est proche de celui de nombreuses races anciennes, dont la Gournay (34,7-41,2 g) (Marguerie, 2002), la Gauloise (32,8-39,2 g) (N'dri, 2006), la Fayoumi (35,9 g), la Sinai (37,8 g) (Saadey *et al.*, 2008) et la poule Kabyle (37,7 g) (Moula *et al.*, 2009a). Il est par contre supérieur à celui de la race Égyptienne Dandarawy (28,7 g) (Abdellatif, 1989) et à de nombreux croisements observés au Nigeria (26-30 g) (Nwachukwu *et al.*, 2006).

À la 12^e semaine, le poids moyen est respectivement de 1216 g et 919 g pour les mâles et pour les femelles. Il est donc inférieur à celui de la race française Noirs de Challans (mâles : 2000 g et femelles : 1500 g) (Lelievre, 2005) mais est largement supérieur à celui par exemple de la Dandarawy (537 g pour les femelles et 700 g pour les mâles) (Abdellatif, 1989) et est comparable à celui, au même âge, de la Fayoumi (1056 g) et de la Sinai (1081 g) (Saadey *et al.*, 2008).

Dans cette étude, une distinction claire est mise en évidence en termes de performances pondérales en fin d'élevage entre les variétés colorées de l'Ardennaise et sa variété blanche, la Famennoise. En effet, avec un poids final avoisinant les 2 kg, la Famennoise est largement supérieure à ses congénères colorés, ce qui pourrait justifier sur cette base phénotypique son identification en tant que race à part entière. De par ces excellentes performances, la Famennoise en vient à surpasser le poulet label CoqArd et dis-

pose donc d'atouts considérables dans le cadre d'une conservation de la race axée sur son exploitation commerciale. Malheureusement, le faible nombre d'individus disponibles semble handicaper définitivement ce sauvetage de race en l'absence de réintroduction de sang de races apparentées. À ce sujet, la poule « *Luneburger Heide* » qui est une poule allemande proche de la Famennoise (Brandt et Willems, 1970), issue de processus de sélection semblables puisque adaptée aux mêmes milieux écologiques, serait une candidate intéressante qui permettrait de relancer le noyau de Famennoise en évitant l'écueil de la consanguinité par introduction raisonnée de cette génétique voisine (la race *Luneburger Heide*). Les variétés colorées de l'Ardennaise présentent a contrario très peu de différences entre elles du point de vue pondéral. À noter que de semblables différences entre les variétés d'une même race sont rapportées dans la littérature dans le cas de la Gauloise (race parente de l'Ardennaise), entre la variété noire et la variété grise (Tixier-Boichard *et al.*, 2006) et entre la variété noire et la variété dorée (N'dri, 2006). La faiblesse des différences indique qu'un sauvetage groupé de la race est rendu possible, ce qui permet de porter le noyau disponible à un nombre d'individus suffisant pour en envisager la reproduction sans injection de matériel génétique étranger.

Étant donnée la distinction claire apparaissant entre la Famennoise et les variétés colorées de l'Ardennaise, les performances de leur croisement ont été étudiées. Le poids atteint par le croisement FARD (Ardennaise x Famennoise) était intermédiaire à celles des souches parentales. De tels croisements offrent ainsi une possibilité d'amélioration des performances de croissance de la race Ardennaise, tout en valorisant les qualités organoleptiques de la chair de l'Ardennaise pour lesquelles celle-ci est réputée. Il faut noter qu'une telle exploitation commerciale est actuellement celle promue par le label CoqArd. L'usage de la Famennoise en tant que souche amélioratrice des performances pondérales de l'Ardennaise colorée présenterait une valeur ajoutée par l'ancrage local de celle-ci. La Famennoise étant par ailleurs considérée comme une souche particulière de l'Ardennaise, l'argument de terroir joue en la faveur de l'usage de ce croisement.

Parallèlement, un travail de sélection de l'Ardennaise colorée pourrait être proposé afin d'atteindre des poids vifs

de deux kilos avec des pratiques d'engraissement des élevages à croissance lente (12 semaines). Toutefois, bien que le cycle de reproduction soit court, le temps reste un facteur limitant dans le domaine de la sélection avicole. Cette constatation s'appuie notamment sur le cas de l'amélioration de trois races locales espagnoles où une dizaine d'années de sélection fut nécessaire à l'obtention d'un gain de poids d'environ 600 g (Francesch, 1998). Il est dès lors crucial que ce travail de sélection s'inscrive dans la continuité, afin que le potentiel de cette race locale puisse s'exprimer.

4.4. Performances de ponte

L'âge moyen au premier œuf des 20 poules est de 25 semaines. Il est possible d'abaisser cet âge en utilisant un programme de stimulation lumineuse. Les performances de ponte enregistrées ici sont supérieures à celles rapportées il y a plus de trente ans par Brandt et Willems (1970) (120 à 180 œufs/an) et proches de celles enregistrées par Moula et collaborateurs (2009b) (186 œufs/an). Le poids moyen des œufs durant les 52 semaines est de 52 g. Même s'il est déjà supérieur à celui de nombreuses races locales comme la Fayoumi (42-47 g) (Hossary et Galal, 1995 ; Saadey *et al.*, 2008), la Grande Baladi (38 g), la Bare-Neck (39 g) et la Betwil (38 g) (Mohammed *et al.*, 2005) ou à celui des poules Kadaknath (45 g) (Pamar *et al.*, 2006), il reste inférieur à celui de la Bresse (54 g) et de la Gasconne (54 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006). Le taux de ponte moyen pour les 52 semaines est de 51 % (180 œufs/poule/an). Cette moyenne dépasse la production de certaines races locales comme la Fayoumi (134-216 œufs/72 semaines de ponte) (Hossary et Galal, 1995) ou la Menorca (120 œufs/72 semaines de ponte) (Villalba *et al.*, 2007). Ces bonnes performances de ponte, associées à un *ratio* jaune/albumen avantageux

et donc une forte teneur en matières sèches des œufs de l'Ardennaise (Moula *et al.*, 2009d ; 2009e), permettent d'envisager son usage dans des croisements améliorateurs de la qualité interne des œufs produits par les souches hybrides industrielles, marquée par une très forte teneur en eau.

5. CONCLUSION

Dans le prolongement de l'approche de la biodiversité avicole belge initiée par Larivière et Leroy (2005), le présent travail explore plus avant la diversité au sein de la race Ardennaise. Il caractérise ainsi les 8 variétés encore existantes de celle-ci selon des critères qualitatifs, dit « de standard », et quantitatifs, de performance de production (croissance et ponte) en vue de l'identification d'opportunités d'exploitation commerciale. Une distinction claire est ici démontrée entre variétés colorées de l'Ardennaise d'une part et sa variété blanche, la Famennoise, d'autre part, sur la base de leurs performances pondérales. Les pistes d'action en matière de sauvegarde de la poule Ardennaise et de sa valorisation économique conjointe sont proposées, faisant appel à des stratégies différentes entre variétés colorées et Famennoise. Ces stratégies s'inscrivent dans le cadre d'une approche de la production dans l'optique d'une qualité différenciée, le consommateur accordant de plus en plus d'importance au caractère « terroir » de productions animales (variabilité phénotypique des animaux, lieu de production identifiable et associé à une région, modes d'élevage moins intensifs, qualités organoleptiques) ainsi qu'au bien-être des animaux. En effet, de manière globale, en comparaison aux souches commerciales, la productivité moindre d'une race locale telle que l'Ardennaise est compensée par d'autres qualités, comme le goût plus intense de la viande et la teneur en jaune des œufs, appréciés

par les consommateurs. Sa rusticité est un atout important à valoriser au travers de modes de production plus extensifs et respectueux d'une certaine image du bien-être animal.

Summary

The Ardennaise hen is a symbol of the Belgian avian biodiversity. In the global context of urgent conservation of local breeds of domestic animals, this study is concerned with the phenotypic diversity to be found in the various varieties of the Ardennaise, with particular emphasis on the evaluation of their growth and egg-laying performances. Efficient conservation strategies can take advantage of the economic interest in local breeds within the framework of animal products differentiation. From the twelve initially (see above) described varieties, only eight survive; they are all considered here. A clear distinction between the coloured varieties of the Ardennaise and the white variety, on the basis of their weight performances, is drawn here. Distinct approaches for the preservation and the economic valorisation of these varieties, taking their differences into account, are suggested.

RÉFÉRENCES

- ABDELLATIF M.A. Genetic study of Dandarawy chickens : 1. Heritabilities and genetic correlations of body weight and weight gain. *Genet. Sel. Evol.*, 1989, 21, 81-92.
- BRANDT E.T., WILLEMS A.E.R. Traité d'aviculture sportive, avec les standards officiels des races belges de volailles, aquatiques et dindons. Het Neerhof : Gent, 1970, 365 p.
- CARPIAUX E. Traité complet d'aviculture. 3e édition. Jules Duculot : Gembloux, 1921, 344 p.
- COQUERELLE G. Les poules : diversité génétique visible. Institut National de la Recherche Agronomique : Paris, 2000, 181 p.
- CORNEVIN C.H. Traité de zootechnie spéciale : les oiseaux de basse-cour, cygnes, oies, canards, paons, faisans, pintades, dindons, coqs, pigeons. Librairie J.-B Baillière et Fils : Paris, 1895, 300 p.
- DELGADO C.L., ROSEGRANT M.W., STEINFELD H., EHUI S. K., COURBOIS C. L'élevage

- d'ici 2020 : la prochaine révolution alimentaire. International Livestock Research Institute (ILRI) : Washington, 1999, 82 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Descripteurs des espèces avicoles. In : Food and Agriculture Organization of the United Nations, Banque de données des ressources génétiques animales. Food and Agriculture Organization of the United Nations : Rome, 1981, 13-15.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations World watch list for domestic animal diversity. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations : Rome, 2000.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Livestock's long shadow environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations : Rome, 2006.
- FRANCESCH A. Conservation of indigenous breeds of fowls in catalonia. *Arch. Zootec.*, 1998, 47, 141-148.
- FUMIER O., SINNAEVE G., DARDENNE P. L'authentification rapide des poulets de chair sous label : distinction entre poulets issus de souches à croissance lente ou rapide par la spectrométrie dans le proche infrarouge. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2000, 4, 214-220.
- HOSSARY M.A., GALAL E.S.E. Improvement and adaptation of the Fayoumi chicken. *Anim. Genet. Res. Info.*, 1995, 14, 33-41.
- International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Agriculture at a crossroads : global report. Island Press : Washington, 2009, 606 p.
- KITLAYI A.J. Village chicken production systems in rural Africa Household food security and gender issues. Food and Agriculture Organization of the United Nations : Rome, 1998.
- KOUBA M. Qualité des produits biologiques d'origine animale. *Prod. Anim.*, 2002, 15, 161-169.
- LAMBIOTTE M. Famennoise ou Ardennaise blanche ? Association des Eleveurs de Races Wallonnes (A.E.R.W.), Contact n° 84, 1984.
- LARIVIERE J.M., LEROY P. Poultry biodiversity in Belgium. In : **World Poultry Science Association**, Proceedings of the 4th European Poultry Genetics Symposium, Dubrovnik, Croatia, 6-8 October, 2005, 22.
- LELIEVRE A. Evaluation de la situation actuelle d'une race de poules à faible effectif : la Noire de Challans. (Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur Vétérinaire). Ecole vétérinaire de Nantes : Nantes, 2005, 116 p.
- MARGUERIE J. La Gournay : étude de la situation actuelle d'une race française de race ancienne. (Thèse pour le Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire). Ecole vétérinaire de Nantes : Nantes, 2002, 93 p.
- MIGNON-GRASTEAU S., BEAUMONT C. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *Prod. Anim.*, 2000, 13, 337-348.
- MOHAMMED M. D., ABDASALAM Y. I., KHEIR A. M., WANG J. Y., HUSSEIN M.H.. Comparison of the egg characteristics of different Sudanese indigenous chicken types. *Int. J. Poult. Sci.* 2005, 4, 455-457.
- MOULAN., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., DETILLEUX J., LEROY P., Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (*Thayazit lekvayel*). *Ann. Méd. Vét.*, 2009a, 153, 178-186.
- MOULAN., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., PHILIPPART M., LEROY P. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ? *Ann. Méd. Vét.*, 2009b, 153, 66-75.
- MOULAN., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009c, 8, 389-396.
- MOULAN., ANTOINE-MOUSSIAUX N., DECUYPERE E., FARNIR F., MERTENS K., DE BAERDEMAEKER J., LEROY P. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Arch. Geflügelk.*, accepté pour publication, 2009d
- MOULAN., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009e, 8, 768-774.
- N'DRI A.L. Etude des interactions entre génotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse. (Thèse pour obtenir le grade de Docteur). Institut national agronomique : Paris-Grignon, 2006, 208 p.
- NWACHUKWU E.N., IBE S.N., EJEKWU K., OKE U.K. Evaluation of growth parameters of main and reciprocal crossbred normal, Naked Necked and Frizzle chickens in a humid tropical environment. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2006, 5, 542-546.
- PARMAR S. N. S., THAKUR M.S., TOMAR S.S., PILLA P.V.A. Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2006, 18, article 32.
- SAADEY S. M., GALAL A., ZAKY H.I., ZEIN EI-DEIN A. Diallel crossing analysis for body weight and egg production traits of two native egyptian and two exotic chicken breeds. *Int. J. Poult. Sci.*, 2008, 7, 64-71.
- TIXIER-BOICHARD M., AUDIOT A., BERNIGAUD R., ROGNON X., BERTHOULY C., MAGDELAINE P., COQUERELLE G., GRINAND R., BOULAY M., RAMANANTSEHENO D., AMIGUES Y., LEGROS H., GUINTARD C., LOSSOUARN J., VERRIER E. Valorisation des races anciennes de poulets : facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaire. *Les Actes du BRG*, 2006, 6, 495-520.
- VOITELLIER CH. Aviculture: les races de volailles, poules, pintades, dindons, canards, oies, pigeons. Librairie J.-B Baillière et Fils : Paris, 1925.
- VILLALBA D., FRANCESCH A., PONS A., BUSTAMANTE J., ESPADAS M., CUBILO D. Resultados de puesta y crecimiento de una poblacion de Gallinas de raza Menorca. *Arch. Zootec.*, 2007, 56, 545-550.

**EVALUATION OF THE
PRODUCTION PERFORMANCES OF
AN ENDANGERED LOCAL
POULTRY BREED, THE
FAMENNOISE**

*International Journal of Poultry Science, 2009,
8(4): 389-396*

Evaluation of the Production Performances of an Endangered Local Poultry Breed, the Famennoise

N. Moula, N. Antoine-Moussiaux, F. Farnir and P. Leroy

Department of Animal Production, Division of Genetics and Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster 20 B43, 4000 Liege, Belgium

Abstract: The Famennoise is a Belgian poultry breed which is greatly endangered. Like most of the local breeds in this situation, the Famennoise remains largely unknown and is representative of the continuous loss of genetic diversity that is threatening the future of animal production. From preliminary results, egg production traits in this breed showed valuable economic assets. The present study is, thus, aimed at assessing its production performances with the prospect that it might be conserved for future valorization. Egg production as well as growth traits were estimated. Both aspects showed exploitable performances. In absence of past selection for these traits, eggs presented a mean weight of 55.43 ± 3.03 g, so being in the middle class of marketable eggs, a yolk to albumen ratio of 50.7 ± 5.02 %, an eggshell resistance (maximal force of breakage of 36.03 ± 3.3 N) equal to commercial strains and superior to already valorized local breeds. In broilers, a mean weight 980.67 ± 16.62 g was reached at 8 weeks, 1815.90 ± 36.55 g at week 12 and 2191.90 ± 48.31 g at week 15. The Famennoise is, therefore, suggested for use as a dual-purpose breed with a good potential of selection for both productions. It could further serve in crosses for improvement of commercial strains. In conclusion, it appears to be highly urgent to screen endangered local poultry breeds for economically exploitable traits which would motivate conservation programs of biodiversity, before this extraordinary scientific and economic potential get irremediably lost.

Key words: Biodiversity, local breed, famennoise, growth, egg quality, Belgium

INTRODUCTION

The present extraordinary wealth of poultry breeds is the result of about four thousands years of selection for morphological and productive traits (Granevitze *et al.* 2007). However, in all domestic species, as a result of intensification of animal productions, a few highly specialized breeds have been privileged and exploited world-wide leading to a global threat to biodiversity. In poultry, production systems have become largely industrial, resulting in a great improvement of their productivity and economic efficiency (Beaumont *et al.*, 2004). This intensive industrialization has made the problem of genetic diversity loss particularly acute in poultry. A few hybrid strains are indeed exploited across the world, with a decreasing number of companies controlling the global market. According to the Commission for Genetic Resources of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), at least one domestic breed have become extinct every month in the last seven years, a tremendous genetic potential being irremediably lost (FAO report, 2007). Nevertheless, as in the rest of Europe, a great biodiversity still remains in Belgium, which is, however, characterized by a critically endangered status of 96 % of local poultry breeds (less than 100 females and 5 males) (Larivière and Leroy, 2005). Because of these small population sizes, local breeds will survive only if

the responsibility for their preservation is rapidly taken (Spalona *et al.*, 2007).

Paradoxically, parallel to this continuous loss of biodiversity, the consumers' expectations have evolved to an important demand for terroir products, for environment and animal-friendly production systems and for an enhanced food safety (Lamine, 2005). Local breeds, adapted to less industrial production systems, can fulfil this threefold expectation, offering the more flavorful products which the modern consumers are looking for (Sarter, 2004).

This growing demand can be considered as an opportunity for the launching of extensive conservation programs of local breeds, which find in this new context their economical justification. In France, some good illustration of such an economically-driven conservation program in poultry can be found, as several local breeds, among which the Bresse, have been conserved with the prospect of commercial exploitation under "quality labels" of controlled origin (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a,b), which the Bresse breed had since 1957 (Beaumont *et al.*, 2004). Spain and Poland are also good examples of countries where several local breeds, known for the high quality of their eggs or meat, are actually protected from extinction (Francesch *et al.*, 1997; Anita, 2002). In Belgium, such an approach also exists. By using the Ardennaise in commercial crosses for high

quality slow-growing broiler production, this endangered local breed has also been saved from extinction. The Famennoise is another Belgian poultry breed which is at the moment endangered. Like most of endangered local breeds, the Famennoise remains largely unknown and is representative of the continuous loss of genetic diversity that is threatening the future of animal production. From preliminary results, egg production traits in this breed showed valuable economic assets. It has, thus, been chosen as the focus of the present work. Phenotypically, it is quite close to the Ardennaise, from which it must, however, be differentiated by its dark brown eyes. It is further characterized by its white plumage, its red face, and its slightly bluish beak, as described by Brandt and Willems (1970). The same authors give for this breed a mean annual egg production of 140-170 eggs, with a mean egg weight of 60 g. The adult rooster weighs 3 kg and the adult hen 2.5 kg, while young males and females are about 2.5 and 2 kg, respectively (Thewis, 2007). The meat of this slow growing breed is known for its delicate flavour and is highly appreciated by a few connoisseurs. In 2005, Larivière *et al.* (2005) reported that only 98 individuals (19 roosters and 79 hens) were still kept by fanciers. The breed was, therefore, at the time almost extinct. However, since then, a selection program was initiated by Professor Thewis, from the Agronomy College of Gembloux and is presently implemented at the Experimentation Centre of Malagne-la-Galloromaine in Rochefort. This program allowed the production of broilers weighing 2.3 kg at 110 days, with a ready-to-cook weight of 1.5 kg (Thewis 2007). In this context, the present study aims at establishing production performances of the Famennoise in the prospect of its conservation and future valorization.

MATERIALS AND METHODS

Egg quality: Eggs were freshly collected from laying hens aged 52 weeks, that were bred at the Experimentation Center of Malagne-la-Galloromaine in Rochefort. Hundred and one eggs were collected, numbered and stored at 6°C until the day following collection, when measurement were taken.

Eighty eggs were studied at the Veterinary Faculty of the University of Liege (Food Science Laboratory) where the following parameters were measured: length, width (electronic sliding caliper, 0.1 mm accuracy), total egg weight, albumen weight, yolk weight, eggshell weight (electronic balance, 10⁻² g accuracy) and albumen pH (Consort, P514). Egg shape index could then be calculated as defined as the ratio between length and width multiplied by 100 (Parmar *et al.*, 2006; Monira *et al.*, 2003). Egg constituents weight were used in the form of their percentage of total egg weight. The ratio of yolk and albumen was also calculated (Y:A ratio).

Twenty one eggs were studied at the Catholic University of Leuven at the Egg Quality and Incubation Research Group. Maximal breaking force (F_{max} , in Newton) was determined by the static compression method (De Ketelaere *et al.*, 2002) using a universal tensile and compression test machine (UTS test system GmBH., Ulm, Germany) shown in Fig. 1 (De Ketelaere *et al.*, 2002). Eggs were placed horizontally between two steel plates squeezing them at a speed of 10 mm/min. F_{max} was the force at which egg breaking occurred.

The shell thickness was measured at three different random points in the equatorial shell zone using an electronic micrometer (accuracy 0.1 mm). The calculated average was used as a trait. Tyler and Geake (1964) indeed reported the eggshell thickness to be slightly thinner but more stable in the equatorial shell zone compared to other shell zones.

Famennoise broiler production

Animals: At the Experimentation Center of Malagne-la-Galloromaine (Rochefort), 59 chicks from eggs layed by 54 weeks old hens were followed. These were bred on a sawdust litter in a ventilated building. The animals were divided in four groups, three of them containing 15 animals and a fourth group containing 14 animals.

Feeding and prophylaxis: Animals were fed *ad libitum* with a starter mix until the age of 14 days (energy: 2870 Kcal/kg, density: 0.732 kg/l) and then passed to a tradition poultry mix (energy: 2950 kcal/kg, density: 0.723 kg/l) which was given *ad libitum* until slaughter. Between day 14 and 21, both food types were mixed to respect a food transition phase. Both mixes contained wheat, corn, soy, soy oil, methionine, lysine, vitamins and BHT ethoxyquine antioxydant. Their compositions are listed in Table 1.

Controls and measures: Animals were weighted individually once a week until week 15. Sexing was achieved at 8 weeks by observation of the comb. During the eight first weeks an electronic balance (accuracy 0.1 g, maximum weight 2 kg) was used. A balance with an accuracy of 1 g and a maximum weight of 5 kg was then used until week 15.

The feed conversion index was determined for each group from the total calculated ingested food and total live weight. Daily Weight Gain (DWG) was calculated by dividing the week gain by seven. Mortality was recorded.

Statistical analysis: Descriptive statistical analysis (arithmetic mean, maximum and minimum values, standard error) was achieved for each of the studied traits. Effect of sex and group on growth was then assessed through an analysis of variance, using the SAS software (general linear model, Statistical Analysis Software, 2000). Means of live weights at each age, as well as standard errors, were calculated for each sex.

Growth curve parameters were estimated, according to the following Gompertz equation:

$$Y = \bullet \cdot e^{-e^{-\lambda(T-T_0)}}$$

where y = weight of broiler (g); $\bullet$ = asymptotic weight; λ = integrating constant; T = growth speed factor (maturation factor) (Hurwitz *et al.*, 1997; Mignon-Grasteau and Beaumont, 2000). These parameters were estimated through a non-linear regression procedure using the Marquardt method (SAS Software, Proc nlin).

RESULTS AND DISCUSSION

Egg quality: Egg total weight, length, width and form index, components (albumen, yolk and eggshell) weight and percentage, Y:A ratio, albumen pH, maximum breaking force and eggshell thickness are presented in Table 2.

The average albumen pH was 8.86 ± 0.20 . This value is close to that reported by Silver sides and Villeneuve (1994) (8.83) and by Merat *et al.* (1983) (8.85-8.91), for different poultry breeds. However, it is higher than values recorded in commercial hybrid strain (Silver sides and Scott, 2001) (8.42-8.44). Breeding conditions, rather than a genetic effect, is probably to incriminate here. In industrial egg production, eggs are collected sooner after laying compared to our study where eggs could stay for some hours on the litter before collecting, which could speed up albumen liquefaction and pH modifications.

Mean egg weight was 55.43 ± 3.03 g, which corresponds to the middle category (53-63 g) of eggs commercialized in Europe (Sauveur, 1995). This egg weight is actually superior to those of different European local breeds, as the Bresse (54.2 g), the Gasconne (54 g) or the Grey Gauloise (51.7 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a). More importantly, it is far superior to those of the Egyptian breed, the Fayoumi (42.8 g), Tixier-Boichard *et al.* (2006b), the latter breed being extensively used in crosses with commercial hybrids aiming at egg quality improvement but presenting the disadvantage of a low egg weight.

Albumen, yolk and eggshell percentages were 58.56 ± 2.02 , 29.63 ± 1.91 and $11.82 \pm 0.79\%$, respectively. Average Y:A ratio was $50.70 \pm 5.02\%$. This value is intermediate between those presented by Fayoumi eggs (64 %) and commercial hybrid strains (42.3%) (Merat *et al.*, 1983; Tixier-Boichard *et al.*, 2006b). It is here important to mention that the Fayoumi breed has undergone an important selection effort to improve this trait, which is not the case for the Famennoise breed.

In a general way, Y:A ratio is higher in local breeds, as also shown in a study comparing the Korean Native Chicken (KNC) and a Commercial Egg-type Chicken (CEC), the first showing a very high ratio of 55 % and the

Table 1: Composition of feed mixes

Ingredients	Broiler Starter mix	"Tradition" Broiler mix
Soy oil cake	32	30
Wheat	37	31
Corn	25	33
Soy oil	2.3	2.0
Calcium phosphate	1.5	1.8
Minerals ¹	1.1	1.0
Calcium carbonate	1.08	1.2
Methionine	0.02	0.2

¹: Vitamin A 13.500 UI/kg, Vitamin D3 3.000 UI/kg, Vitamin E 25 mg/kg, Copper (copper sulfate) 15 mg/kg

Table 2: Famennoise Egg composition and resistance traits

	N	Mean	Maximum	Minimum	Std dev
Albumen Ph	80	8.86	9.20	8.57	0.20
Egg weight (g)	80	55.43	62.41	49.50	3.03
Albumen weight (g)	80	32.47	38.19	28.23	2.21
Yolk weight (g)	80	16.42	20.70	14.11	1.40
Shell weight (g)	80	6.54	8.00	5.40	0.49
PC albumen (%)	80	58.56	62.75	53.18	2.02
PC yolk (%)	80	29.63	34.66	26.35	1.91
PC eggshell (%)	80	11.82	13.57	9.90	0.79
Y:A ratio (%)	80	50.70	65.00	43.00	5.02
Length (mm)	80	55.5	59.5	52.5	1.6
Width (mm)	80	42.4	44.1	40.1	1.1
Form index (%)	80	76.49	82.71	68.47	2.87
Fmax (N)	21	36.03	41.72	30.01	3.30
Shell thickness (mm $\times 10^{-3}$)	21	32.95	36.90	29.00	2.16

latter a weak ratio of 38 % (Suk and Park, 2001). Among local breeds, regarding Y:A ratio, the Famennoise can be classified as a middle class breed, as ratios as weak as 43.5-44.1% are reported for the Mandarrah breed (Bordas *et al.*, 1994). This generally superior Y:A ratio in local breeds is a result of the strong correlation existing between egg weight and albumen percentage (Bougon *et al.*, 1981; Romanoff and Romanoff, 1949; Suk and Park, 2001). Commercial hybrids being bred for egg weight trait, this is accompanied by a fall in Y:A ratio. It is worth noting that this intensive selection history of commercial strains gives a general advance for this trait as well as for the yolk or albumen weight and eggshell thickness (Benabdeljelil and Merat, 1995; Hocking *et al.*, 2003). As already mentioned, the Fayoumi breed is largely used for crosses with commercial strain to improve Y:A ratio. In such crosses, Y:A ratio in the improving breed should be considered along with egg weight in an attempt not to decrease the latter trait.

Mean maximum breaking force (Fmax) of Famennoise eggs was 36.03 ± 3.30 N. This is superior to the reported value for the Fayoumi (35.00 N) and very close to the commercial Isa-Brown breed (36.70 N) (Tixier-Boichard *et al.* 2006b). Other commercial strains, the Lohmann, the Bovan and the Hisex presented in another study Fmax values of 35, 32 and 38 N, respectively (De Ketelaere *et al.*, 2002). Again, this value is obtained in the Famennoise in absence of selection programs for this trait contrary to commercial strains.

Eggshell thickness was $32.95 \pm 2.16 \times 10^{-2}$ mm. This value is lower than that in commercial strains. Such a difference between local and commercial breeds is commonly reported (Suk and Park, 2001; Offiong *et al.*, 2006).

Famennoise broiler production: Global mortality was 15.25% (9 animals). This value is far higher than that reported by Sauveur (1997) for the Label Rouge chicken (2.5%) and the standard chicken (5.1%). As no necropsy could be done, the cause for this high mortality rate is still unknown to the authors. The mortality was distributed as follows: 1 animal at weeks 3 and 12, 2 animals at weeks 5 and 7 and 3 animals at week 4.

Growth: Mean weights evolution is presented in Fig. 2. Mean weight at hatching was 38.30 ± 0.41 g, which is higher than that recorded by the Organic Broiler Production in Denmark (35 g) (Pedersen *et al.*, 2003) and close to that recorded by Marguerie (2002) in different groups of the Gournay breed (34.75-41.18 g).

At week 8, the mean weight reached 980.67 ± 16.62 g, 1815.90 ± 36.55 g at week 12 and 2191.90 ± 48.31 g at week 15. The weight at 12 weeks is here lower both than those reported for the Organic Broiler Production in Denmark (2167 g) and for the Label Rouge broiler (2170 g) (Pedersen *et al.*, 2003; Sauveur, 1997). However, at 14 weeks, the Famennoise broiler reaches a weight of 2124.6 g, which is superior to the Bresse broiler (1859 g), sold as a quality label product as could be the Famennoise (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a). At 8 weeks, the Famennoise broiler also showed to have a higher weight than French breeds as the Gournay (763 g) or the Gasconne (725 g) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a). These growth performances of the Famennoise broiler are thus to consider as good in the context of quality label broiler production.

The difference between males and females was very significant ($p < 0.0001$) (Table 4). At week 8, males weighted 1042.88 ± 23.62 g versus 866.67 ± 31.98 g for females. Both weights are inferior to those presented in the Grey Gauloise breed (1184 g for males, 959 g for females at 8 weeks) and the G line de Touraine (1302 g for males, 1069 for females at 8 weeks), but higher than the Black Gauloise (950 g for males and 774 g for females) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a). In comparison to the closely related Belgian breed, the Ardennaise, the growth in the Famennoise showed to be clearly superior as the latter reached 1729.24 ± 23.62 g and 1321.39 ± 31.98 g at 11 weeks, for males and females respectively, versus corresponding values of 1148.06 g and 913.05 g in the former after two generations of selection for growth (Larivière *et al.*, 2006; Larivière and Leroy, 2006).

The mean Daily Weight Gain for the three breeding period from 0-2 weeks, 2-12 weeks and 12-15 weeks

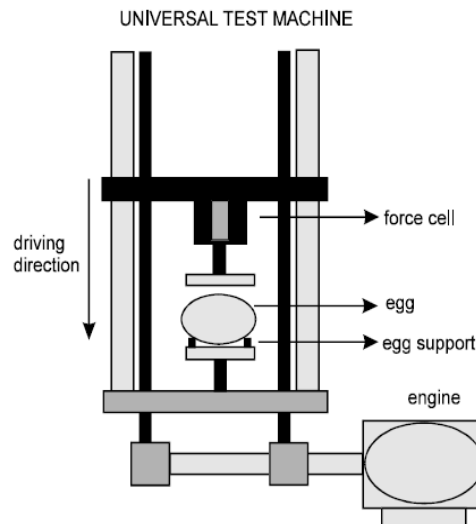


Fig. 1: Universal Tensile System used for measurement of the maximum breaking force
Source: De Ketelaere *et al.* (2002).

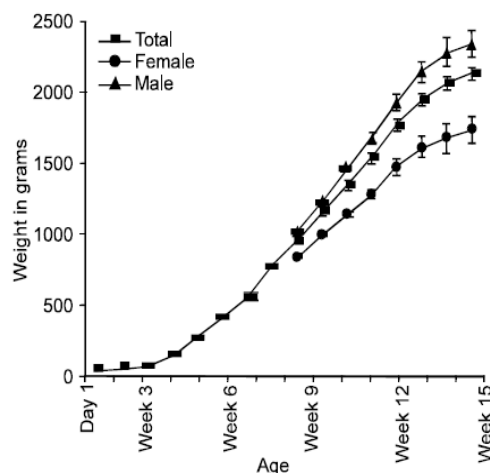


Fig. 2: Famennoise broiler growth curve from week1-week 15

are 2.53 g, 24.89 g and 17.90 g, respectively (Table 3). As presented in Fig. 3, DWG starts at 1.91 g during the first week and increases to reach a maximum of 33.38 g at the seventh week. It decreases then to 25.6 g at week 8 but increases again to 32.94 g at the 12th week. A dramatic diminution is finally observed between week 12 and 15, DWG being of 9.64 g at that time. Such an evolution is classical for DWG (Pedersen *et al.*, 2003). As for live weights, a difference is observed between males and females between week 8 and 14, values becoming similar in both sex at week 15.

Table 3: Feed conversion index, DWG and mortality

	0-2 weeks	2-12 weeks	12-15 weeks	0-12 weeks	0-15 weeks
IC	1.91	3.56	7.14	3.52	4.07
DWG	2.53	24.89	17.90	21.16	20.51
mortality	0	9 individuals	0	9 individuals	0

Table 4: Growth curve parameters of the Famennoise broiler

Parameters	Total population	Female	Male
•	2965.8	2245.1	3086.3
•	5.2292	5.5423	6.7681
•	0.0278	0.0311	0.0323

Feed conversion: At periods 0-2 weeks, 2-12 weeks and 12-15 weeks, the Feed Conversion Index was 1.91, 3.56 and 7.14 respectively (Table 4). As shown in Fig. 4, Feed Conversion Index (FCI) progresses from 0.98 at the first week to 4.35 at the 13th week. Beyond this age, FCI rises dramatically to 14.85 at week 15. Global FCI at 15 weeks was 4.07, while it was 3.51 at 12 weeks and 3.52 at 13 weeks (Table 4). Given that the Famennoise broilers reached a weight of 2 kg at 13 weeks, there is no need to prolong growth beyond this age, thus keeping an economically reasonable feed conversion efficiency. It is worth noting that this FC index is far lower than those presented at 12 weeks by other terroir broiler as the Gasconne (6.58) or the Bresse (4.59) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006a). However, it is still much higher than values recommended for the French commercial quality Label Rouge broiler, which presents an FC index of 2.17 and 2.24 at 12 and 13 weeks, respectively (Sauveur, 1997).

Gompertz curve parameters: Parameters calculated for the growth curve of Famennoise broilers are presented in Table 4. The estimated formula was

$$Y = 2.966e^{-5.229e^{-0.0278t}}$$

where y is the live weight and t the age in weeks. Parameters values were different in males and females, the formulas by sexe being

$$Y = 3.086e^{-5.7681e^{-0.0311t}}$$

and

$$Y = 2.245e^{-5.5423e^{-0.0311t}}$$

for males and females respectively. Such a difference is also described in the literature (Mignon-Grasteau and Beaumont, 2000; Pedersen *et al.*, 2003; Gous *et al.*, 1999). Indeed, Barbato and Vasiliatos-Younken (1991) showed sex to explain 5-10% of whole variability in growth. In all species for which males are heavier than females, as in poultry, asymptotic weight ($\bullet$) are expected to be lower and maturation speed ($\bullet$) higher in females (Barbato, 1991; Mignon - Grasteau and

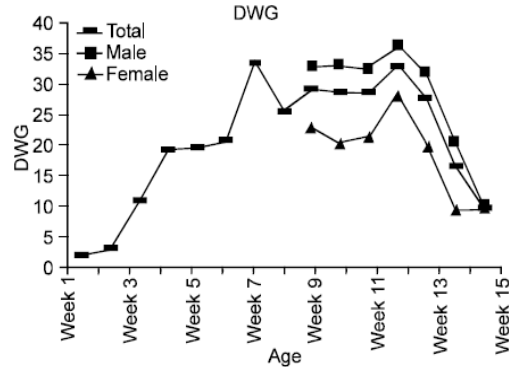


Fig. 3: Daily weight gain of Famennoise broilers from week 1-week 15

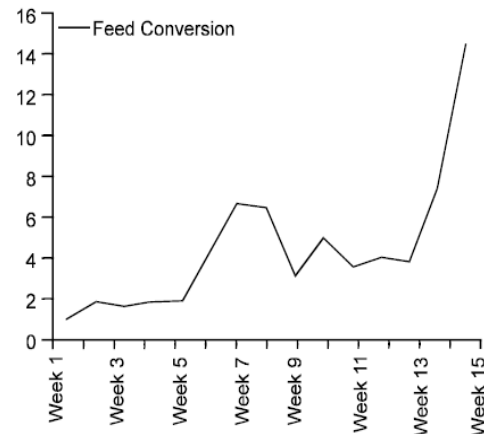


Fig. 4: Feed conversion index evolution in Famennoise broilers

Beaumont, 2000). In our study, however, maturation speed is higher in males (Table 4). This could result from selection on growth traits, such a selection being known to cause an increase of this parameter more efficiently in males compared to females (Gous *et al.*, 1999). Contradictory results can nevertheless be found in literature (Barbato, 1991; Hancock *et al.*, 1995).

Conclusion: The present study constitutes a first for the Famennoise breed. The evaluation of egg production and growth performances lead to the identification of different assets for its further valorization, so insuring its conservation.

First, produced eggs proved to have appreciable qualities, such as its good Y:A ratio and a very good eggshell resistance. The first parameter is important in that yolk contains much of proteins and lipids of the egg. This parameter is thus the most significantly linked to egg dry matter efficiency, which is economically important in regard with the different utilizations of eggs

in pharmaceutical, food-processing or cosmetic industries (Hartmann and Wilhemson, 2001; Hartmann *et al.*, 2003ab; Harms and Hussein, 1993; Abanikannda *et al.*, 2007; Grunder *et al.*, 1991). Eggshell resistance to shocks is not less economically primordial as it determines the ability of eggs to withstand transportation from producers to consumers (Mertens *et al.*, 2006). Important losses, from 6-8% of total egg production, are indeed to put down to eggshell fragility (Washburn, 1982). Such a fragility being common in eggs layed by local breed, the present observation is of great importance.

Regarding growth performances, these showed to be very good. Although it cannot be compared to quality label broilers as the French Label Rouge, which has been bred for growth since many years, it advantageously compares with other terroir products, such as the Bresse chicken, which is exploited as a controlled origin product for more than 50 years. Its white plumage constitutes another asset as it leaves a spotless carcass after plucking, contrary to black feathered poultries, for which some reluctance of the consumer is to fear.

As the Famennoise is renowned for the delicate taste of its meat, a first valorization way would be the production of quality terroir poultry meat, under an official quality label. Selection procedures for growth could thus be implemented in this prospect, improving its already good performances.

Regarding egg production, its valuable assets could be exploited through crosses with industrial strains to produce hybrids, showing better Y:A ratio, without the strong negative effect on egg weight or eggshell resistance that is observed with the largely used Fayoumi breed in such improvement crosses. Moreover, as its eggs show middle class weight, a direct commercialization can be envisaged. The Famennoise could be regarded as a valuable dual-purpose terroir poultry, perfectly corresponding to the present trend in consumers' wish for authenticity, quality as well as for animal and environment respect.

Beyond the specific case of the Famennoise, the present study aims at highlighting the urgent need of biodiversity conservation, which in the case of poultry could be economically motivated and as such, is hoped to be efficient. Thus, it is here proposed to broaden the present approach to the great variety of local breeds that still exists in Belgium and Europe. The quite simple protocol allows indeed this to be extensively applied with minimal costs. Genetic variability is a true treasure that must be protected. Much traits of economic interest that are waiting to be promoted are disappearing every day.

ACKNOWLEDGMENTS

We are deeply grateful to Jean-Luc Mulkens from the Center of Malagne-la-Gallo-Romaine (Archeoparc,

Rochefort) who cared for the experimental flocks. We would like to thank Professor Eddy Decuypere and Dr. Kristof Mertens, from the Egg Quality and Incubation Research Group of The Catholic University of Leuven (KUL, Belgium), Professor Antoine Clinquart and Guy Degand, from the Food Sciences Department of the University of Liege (ULg, Belgium), who have generously put their laboratory equipment at our disposal.

REFERENCES

- Abanikannda, O.T.F., O. Olutogun, A.O. Leigh and L.A. Ajayi, 2007. Statistical Modeling of Egg Weight and Egg Dimensions in Commercial Layers. *Int. J. Poult. Sci.*, 6 : 59-63.
- Anita, I., 2002. Diversité génétique de nos animaux de rente: une dimension socio-culturelle. Ressources génétiques animaux. Rapport d'activité.FIBL.
- Barbato, G.F., 1991. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens. *Theor. Appl. Genet.*, 83: 24-32.
- Barbato, F. and R. Vasilatos-Younken, 1991. Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. *Poult. Sci.*, 70: 709-718.
- Beaumont, C., E. Le Bihan-Duval and P. Magdelaine, 2004. Productivité et qualité du poulet de chair. *INRA Prod. Anim.*, 17: 265-273.
- Benabdeljelil, K. and P. Merat, 1995. Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale: F₁ (Fayoumi×leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Ann. Zootech.*, 44: 313-318.
- Bordas, A., E.M. Abde-El-Gawad and P. Merat, 1994. Performances de production d'œufs et efficacité alimentaire de poules de race égyptienne Mandarah à deux températures. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 47: 411-413.
- Bougon, M., R. L'Hospitalier, J. Portais, J.L.L.E. Roux and C. Lqhellec, 1981. Etude des variations individuelles du poids des constituants de l'œuf et de la qualité de l'albumen chez des pondeuses appartenant au même croisement. *Bull. Inf. station Exp. d'Aviculture de Ploufrag*, 21: 83-84.
- Brandt, E.T. and A.E.R. Willems, 1970. *Traité d'Aviculture Sportive, Avec les Standards officiels des Races Belges de volailles, aquatiques et dindons*. Edité par la S.R. Gent, Belgique, pp: 365.
- FAO, 2007. Commission des ressources Génétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture. L'Etats des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde-en bref, FAO., Rome, pp: 41.
- De Ketelaere, B., T. Govaerts, P. Couke, E. Dewil, J. Visscher, E. Decuypere and J. De Baerdemaeker, 2002. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons. *Br. Poult. Sci.*, 43: 238-244.

- Francesch, A., J. Estany, L. Alfonso and M. Iglesias, 1997. Genetic Parameters for Egg Number, Egg Weight and Eggshell Color in Three Catalan Poultry Breeds. *Poult. Sci.*, 76: 1627-1631.
- Gous, R.M., E.T.J.R. Moran, H.R. Stilborn, G.D. and G.C. Bradford Emmans, 1999. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth and the growth of feathers and breast muscle of broilers. *Poult. Sci.*, 78: 812-821.
- Granevitze, Z., J. Hillel, G.H. Chen, N.T.K. Cuc, M. Feldman, M. Eding and S. Weigend, 2007. Genetic diversity within chicken populations from different continents and management histories. *Anim. Gen.*, 38: 576-583.
- Grunder, A.A., R.W. Fairfull, R.M.G. Hamilton and B.K. Thompson, 1991. Correlations Between Measures of eggshell Quality or Percentage of Eggs and Various Economic Traits. *Poult. Sci.*, 70: 1855-1860.
- Hancock, E., G.D. Bradford, G.C. Emmans and R.M. Gous, 1995. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 36: 247-264.
- Harms, R.H. and S.M. Hussein, 1993. Variations in yolk:albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *J. Appl. Poult. Res.*, 2: 166-170.
- Hartmann, C., K. Johansson, E. Strandberg and L. Ryhmer, 2003a. Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a white leghorn line. *Poult. Sci.*, 82: 1-8.
- Hartmann, C., K. Johansson, E. Strandberg and L. Ryhmer, 2003b. Genetic relations of yolk proportion and chick weight with production traits in a White Leghorn line. *Br. Poult. Sci.*, 44: 186-191.
- Hartmann, C. and M. Wilhemson, 2001. The hen's egg yolk: a source of biologically active substances. *World's Poult. Sci. J.*, 57: 13-28.
- Hocking, P.M., M. Bain, C.E. Channing, R.H. Fleming and S. Wilson, 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poult. Sci.*, 44: 365-373.
- Hurwitz, S. and H. Talpaz, 1997. Modelling of growth, in 11th Eur. Symp. Poult. Nutr. WPSA., Faaborg, Denmark, Pp: 148-157.
- Lamine, C., 2005. Dossier le naturel et la qualité-santé et qualification des produits. Coopération de scientifiques et d'agriculteurs autour de la nutrition méditerranéenne. *Nature Sci. Société*, 13: 403-412.
- Larivière, J.M. and P. Leroy, 2005. Poultry Biodiversity in Belgium. 4th European Poultry Genetics Symposium, Dubrovnik, Croatia, 7-8th of Octobre.
- Larivière, J.M. and P. Leroy, 2006. Genetic parameters of body weight in the Ardennaise chicken breed, Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 Aug., pp:7-23.
- Larivière, J.M., C. Michaux, V. Verleyen, M. Erpicum and P. Leroy, 2006. Heritability estimates of body weight in the Ardennaise chicken breed, XII European Poultry Conference, Verona, Italy, pp: 10-14.
- Marguerie, J., 2002. La Gournay: Etude de la situation actuelle d'une race Française de race ancienne, Thèse pour le Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes.
- Merat, P., A. Bordas, R. L'Hospitalier, J. Portais and M. Bougon, 1983. Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des œufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode Island Red et F, en batteries. *Genet. Sel. Evol.*, 15: 147-166.
- Mertens, K., F. Bamelis, B. Kemps, B. Kamers, E. Verhoelst, B. Deketelaere, M. Bain, E. Decuyper and J. De Baerdemaeker, 2006. Monitoring of Eggshell Breakage and Eggshell Strength in Different Production Chains of Consumption Eggs. *Poult. Sci.*, 85: 1670-1677.
- Monira, K.N., M. Salahuddin and G. Miah, 2003. Effect of Breed and Holding Period on Egg Quality Characteristics of Chicken. *Int. J. Poult. Sci.*, 2: 261-263.
- Mignon-Grasteau, S. and C. Beaumont, 2000. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA. Prod. Anim.*, 13: 337-348.
- Offiong, S.A., O.O. Ojebiyi, E.O. Moses, B.I. Umoh and E.E.A. Offiong, 2006. Comparison of the morphometric characteristics of exotic commercial and local chicken eggs in the tropical environment. *J. Anim. Vet. Adv.*, 5: 1046-1049.
- Parmar, S.N.S., M.S. Thakur, S.S. Tomar and P.V.A. Pilla, 2006. Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livestock Research for Rural Development*, 18: 32.
- Pedersen, M.A., S.M. Thamsborg, C. Fisker, H. Ranvig and J.P. Christensen, 2003. New Production Systems: Evaluation of Organic Broiler Production in Denmark. *J. Appl. Poult. Res.*, 12: 493-508.
- Romanoff, A.L. and A.J. Romanoff, 1949. The avian egg. Wiley: New York, les Etats Unis, pp: 918p.
- Sarter, G., 2004. Entre beldi et roumi: préférences des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc, Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures, 13: 75-78.
- Statistical Analysis System, SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sauveur, B., 1995. Evolution de la perception de la qualité de l'œuf: conséquence ou origine des réglementations ?. *INRA Prod. Anim.*, 8: 227-233.
- Sauveur, B., 1997. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *INRA Prod. Anim.*, 10: 219-226.
- Silversides, F.G. and P. Villeneuve, 1994. Is the Haugh Unit Correction for Egg Weight Valid for Eggs Stored at Room Temperature ?. *Poult. Sci.*, 73: 50-55.

- Silversides, F.G. and T.A. Scott, 2001. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. *Poult. Sci.*, 80: 1240-1245.
- Spalona, A., H. Ranvig, K. Cywa-Benkos, A. Zanon, A. Sabbioni, I. Szalay, J. Benkova, J. Baumgarther and T. Szwaczowski, 2007. Population size in conservation of local chicken breeds in chosen European countries. *Archiv fur Geflugelkunde*, 71: 49-55.
- Suk, Y.O. and C. Park, 2001. Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio in Two Different Genetic Stocks. *Poult. Sci.*, 80: 855-858.
- Thewis, A., 2007. La poule Famennoise : une volaille régionale prend son envol, Filière avicole et cunicole Wallonne. Numéro, 22.
- Tixier - Boichard, M., A. Audiot, R. Bernigaud, X. Rognon, C. Berthouly, P. Magdelaine, G. Coquerelle, R. Grinand, M. Boulay, D. Ramanantseho, Y. Amigues, H. Legros, C. Guintard, J. Lossouarn and E. Verrier, 2006a. Valorisation des races anciennes de poulets: facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaire. *Les Actes du BRG*, 6: 495-520.
- Tixier-Boichard M., C. Joffrin, D. Gourichon and A. Bordas, 2006b. Improvement of Yolk Percentage by Crossbreeding Between a Commercial Brown-Egg Layer and a local Breed, the Fayoumi. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG., Brasil.
- Tyler, C. and F.H. Geake, 1964. Eggshell strength and its relationship to thickness, with particular reference to individuality in the domestic hen. *Br. Poult. Sci.*, 5: 3-18.
- Washburn, K.W., 1982. Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poult. Sci.*, 61: 2005-2012.

**COMPARATIVE STUDY OF EGG
QUALITY TRAITS IN TWO
BELGIAN LOCAL BREEDS AND
TWO COMMERCIAL LINES OF
CHICKENS**

Arch. Geflügelk., 2010, 74(3).S. 164-171

Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens

Vergleichende Studie zu Eiequalitätsmerkmalen bei zwei belgischen Lokalrassen und zwei kommerziellen Zuchtprodukten

N. Moula¹, N. Antoine-Moussiaux¹, E. Decuyper², F. Farnir¹, K. Mertens^{2,3}, J. De Baerdemaeker³ and P. Leroy¹

Manuskript eingegangen am 29. Juli 2009, angenommen am 20. September 2009

Introduction

Hen's eggs have been traditionally considered as an important source of nutrients for humans (NAU et al., 2003). Thanks to their low production cost, they represent a cheap source of animal proteins and lipids (NYS and SAUVEUR, 2004). Moreover, they are culturally accepted worldwide and are not submitted to any religious nor traditional interdiction. Nowadays, it is widely recognized that eggs are more than a source of nutrients, numerous studies describing biological properties potentially exploitable by pharmaceutical, food-processing and cosmetic industries (MINE and KOVACS-NOLAN, 2004). In the context of the growing demand for industrially processed egg products (HARMS and HUSSEIN, 1993; TIXIER-BOICHARD et al., 2006), egg dry matter efficiency, both in terms of yield and quality, is of substantial interest (HARTMANN and WILHEMSON, 2001; SUK and PARK, 2001). The major constituent of albumen is water amounting to 88% of total weight. Its solid content is predominantly composed of proteins (11%). The total solid content of egg yolk is generally 50% and the major constituents of yolk are proteins (16%) and lipids (32%) (AHN et al., 1997). The most important trait of egg composition, linked to egg dry matter, is the yolk : albumen ratio (HARMS and HUSSEIN, 1993; HARTMANN et al., 2003a,b). Beside the Y:A ratio, eggshell resistance to shocks is an economically primordial trait as it determines the ability of eggs to withstand transportation from producers to consumers (MERTENS et al., 2006). Important losses, up to 10 % of total egg production, can be attributed to eggshell fragility (WASHBURN, 1982). Moreover, an intact eggshell is also necessary to impede bacterial invasions of eggs and so to reduce food poisoning risks (COUTTS et al., 2006; MERTENS et al., 2006). Egg composition is not a uniform trait. Several factors affect it, such as breed, age, size or laying season (MARION et al., 1964; COUTTS et al., 2006).

Old breeds may serve as an important gene reservoir for future laying hen breeding. Therefore, conservation of genetic diversity must become a worldwide concern. Especially in Europe, as e.g. in Belgium where 96 % of local breeds are endangered (LARIVIERE and LEROY, 2005), great

attention must be paid to their characterization and a conservation strategy must be planned. This strategy should mainly concentrate on different local breeds as it is quite unlikely to achieve a conservation program including all of them. Such a priority could be ascribed to breeds presenting the greatest genetic divergences or could also take into account the actual flock size. A third way could consist in the screening of these local breeds for economically exploitable traits. The most interesting example of such economic importance of a local breed in egg production is the Egyptian Fayoumi breed, which is largely used for improvement of egg dry matter efficiency in commercial strains. This study thus aims at determining egg quality in terms of composition and eggshell resistance in two local Belgian breeds (the Ardennaise and the Famennoise) and two commercial strains (the CoqArd and the ISA Brown).

Materials and Methods

Eggs were freshly collected from laying hens aged 56 weeks. One hundred eggs were collected from the Ardennaise breed, 145 from the CoqArd strain and 120 from the ISA Brown strain. Due to the low number of Famennoise individuals, only 52 eggs could be collected from this breed, which is at present highly endangered (LARIVIERE and LEROY, 2005). Eggs were numbered and stored at 6°C till the day following collection, when measurements were done. All hens received the same feed (Aliment Poules Pondeuses, Moulin Hick, Belgium; Table 1). All hens were kept on floor and a 16h-8 h light-dark cycle was applied. Measurements started with weighing of eggs (accuracy 0.01 g). Then, length and width of eggs were measured by means of an electronic sliding caliper (accuracy 0.01 mm) to calculate an egg shape index, defined as the ratio between length and width multiplied by 100.

In an attempt not to distort results about eggshell strength and internal quality, all eggs were checked for cracks and cracked eggs were excluded from further measurements. Crack detection was done by means of the acoustic egg tester (DE BAERDEMAEKER et al., 2005), a lab scale device which measures the acoustic response of an egg's shell after a light impact with a rod using this information to determine whether an egg is cracked. When an egg is intact, the same device can be used to define eggshell strength, expressed as the Dynamic stiffness (K_{dyn}) which is calculated by the following formula:

$$K_{dyn} = k * m * RF^2,$$

with m as egg mass (kg), k a constant and RF the resonance frequency of the egg shell vibration in Hz. For exten-

¹Dept. of Animal production, Division of Genetics and Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Liege, Belgium

²Dept. of Biosystems, Division of Mechatronics, Biostatistics & Sensors, Katholieke Universiteit Leuven, Heverlee, Belgium

³Dept. of Biosystems, Division Livestock-Nutrition-Quality, Katholieke Universiteit Leuven, Heverlee, Belgium

Table 1. Composition of feed mix.
Zusammensetzung der Futterration

Ingrédients	Proportions %
Soy oil cake	20.0
Wheat	11.0
Corn	50.0
Soy oil	3.00
Calcium phosphate	1.00
Minerals (Vitamins + micronutrients) 1	1.00
Calcium Carbonate	7.50
Methionine	0.100
Alfalfa	2.40
Beets molasse	1.50
Wheat middlings	2.50
Composition analytique	
Metabolizable energy	3060.40 kcal EM/kg
Fat content	54.53 g/kg
Lysine	11.28 g/kg
Méthionine	4.36 g/kg
Calcium	10.00 g/kg
Phosphore	5.68 g/kg
Dry matter	561.26 g/kg
Crude protein	189.00 g/kg

1: Vitamin A 13.500 UI/KG, Vitamin D3 3.000 UI/KG, Vitamin E 25 MG/KG, Copper (copper sulfate) 15 MG/KG.

sive reading on this technique, refer to COUKE (1998) and DE KETELAERE et al. (2002). Next, the more classic egg shell breaking force (F_{max}) was determined using a universal tensile and compression test machine (UTS test system GmbH., Ulm, Germany) (DE KETELAERE et al., 2002). Eggs were placed horizontally between two steel plates compressing them at a speed of 10 mm/min. F_{max} was the force at which egg breakage occurred. To define the internal egg quality, eggs were broken onto a flat surface. The height of the thick albumen was measured at its widest part at a position half way between the yolk and the outer margin using tripod micrometer. Individual Haugh units (HU)

were calculated from the height (H) of the albumen and egg weight (W) using the simplified HU formula (SILVERSIDES, 2004):

$$HU = 100 \log (H - 1.7 W^{0.37} + 7.57).$$

The yolks were carefully separated from the albumen. The shell, including membranes and yolks were weighted separately (accuracy 0.01 g). Albumen weight was determined by subtracting yolk and shell weights from total egg weight. The shell thickness was measured at three different random points in the equatorial shell zone using an electronic micrometer (accuracy 0.01 mm). The calculated average was used as a trait.

Statistical analyses

The SAS software (SAS Institute 2000) was used for all statistical analyses. Breed effect on each parameter was assessed by a general linear model (GLM). Least square means (LSM) and standard errors were calculated, allowing ranking of breeds according to Duncan's procedure. Percentages of broken eggs were compared using a χ^2 test. Finally, Pearson's correlation coefficients between the different parameters were calculated. As egg number by breed was limited, correlation coefficients were firstly calculated for the total egg sample and then compared with those obtained in each breed, separately.

Results and Discussion

Detection of damaged eggs

The egg tester machine allowed the detection of respectively 6.66 %, 6.20 %, 6.00 % and 5.76 % of damaged eggs in ISA Brown, CoqArd, Ardennaise and Famennoise breeds, respectively. These percentages were not statistically different ($p > 0.98$ calculated with permutation test).

Egg Shape

Exterior egg quality is defined as texture, color, soundness, cleanliness and shape of the shell. The shell of each egg should be smooth, clean and free of cracks and eggs should be uniform in color, size and shape (COUTTS et al., 2006). Standard errors for egg shape were quite small (Table 2), illustrating the homogeneity of egg shape in both local

Table 2. Least square means (mean $\pm$ SE) for exterior egg quality traits
LSQ-Mittelwerte ($\pm$ SE) für die Merkmale der äußeren Eiqualität

	Ardennaise	CoqArd	Famennoise	ISABrown	R ² (%) et signification
N (eggs)	100	145	52	120	
Egg length (mm)	54.5 $\pm$ 0.191 ^a	56.4 $\pm$ 0.158 ^b	58.0 $\pm$ 0.264 ^c	59.3 $\pm$ 0.174 ^d	48.1 ***
Egg width (mm)	41.0 $\pm$ 0.129 ^a	44.086 $\pm$ 0.107 ^b	42.4 $\pm$ 0.179 ^c	45.2 $\pm$ 0.118 ^d	61.5 ***
Egg Shape	75.2 $\pm$ 0.276 ^a	78.3 $\pm$ 0.230 ^b	73.1 $\pm$ 0.383 ^c	76.3 $\pm$ 0.252 ^a	28.0 ***
Eggshell thickness (mm)	0.307 $\pm$ 0.291 ^a	0.322 $\pm$ 0.241 ^b	0.318 $\pm$ 0.403 ^{ab}	0.375 $\pm$ 0.260 ^c	46.7 ***
n	94	137	49	113	
K dyn (N/m*100)	1307 $\pm$ 17.5 ^a	1306 $\pm$ 14.5 ^a	1441 $\pm$ 24.2 ^b	1506 $\pm$ 16.0 ^b	22.4 ***
F max (newton)	34.4 $\pm$ 0.635 ^a	37.1 $\pm$ 0.528 ^a	38.4 $\pm$ 0.879 ^a	37.2 $\pm$ 0.579 ^a	4.47 **

On a same row, values bearing a same letter a statistically not different ($p < 0.0001$).

***: $P < 0.0001$; **: $P < 0.001$; *: $P < 0.05$; $P \geq 0.05$.

breeds as well as in commercial strains for a given hen's age. The shape index of eggs from local breeds was comparable to commercial strains and compatible with packaging in classic commercial cartons.

Breed differences for egg shape, eggshell thickness and eggshell strength are presented in Table 2. The breed effect on egg length and egg width was highly significant ($P < 0.0001$). Egg length was highest in the ISA Brown (59.3 mm), intermediate in the Famennoise (58.0 mm) and the CoqArd (56.4 mm) and lowest in the Ardennaise (54.5 mm). Egg width was highest in the ISA Brown (45.2 mm), intermediate in the CoqArd (44.0 mm) and the Famennoise (42.4 mm) and lowest in the Ardennaise (41.0 mm). The calculated shape index was thus highest in the CoqArd (78.3), intermediate in the ISA Brown (76.3) and the Ardennaise (75.2) and lowest in the Famennoise (73.1). Differences between strains for shape index have been reported by many authors (e.g. DOTTAVIO et al., 2001; CHATTERJEE et al., 2007). In the present work, eggs of local breeds had a lower shape index compared to commercial breeds. It has to be mentioned that opposite results were obtained by FIKRY AMER (1972) and MERAT et al. (1983), who reported a higher shape index for eggs of the local breeds Fayoumi and Dandarawi than for the commercial Rhode Island Red strain.

Average shell thickness was also influenced by breed (Table 2). Difference between Isa Brown and other breeds was highly significant ($p < 0.0001$). The ISA Brown strain had the thickest shell (0.375 mm) and the Ardennaise breed the thinnest (0.307 mm). Eggshell thickness in the CoqArd (0.322 mm) and the Famennoise (0.318 mm) was close to the Ardennaise values, although differences between these breeds could be significant.

In literature it is reported that in commercial strains shell thickness is higher than in local breeds. SUK and PARK (2001) observed a large difference when comparing the breeds KNC (Korean Native Chicken) and CEC (Commercial egg-type chicken). In their study, local breeds at the age of 55 weeks produced eggs with an eggshell thickness of 0.34 mm in comparison to 0.42 for the commercial strain. In the same way, OFFIONG et al. (2006) recorded eggshell thicknesses of 0.34 mm and 0.36 mm for local and commercial breeds, respectively. Studying eggshell

thickness in commercial breeds and their crossbred, similar results were obtained by BENABDELJELIL and MERAT (1995).

Very interestingly, for dynamic stiffness two distinct groups ($p < 0.0001$) were observed which did not correspond to the expected ranking of commercial and local breeds. Famennoise and ISA Brown breeds showed insignificant non-different ($p > 0.05$) superior values of 1441 and 1506 N/m $\times$ 100, respectively. Strain influence on K_{dyn} trait was reported by DE KETELAERE et al. (2002) and KEMPS et al. (2006). DUNN et al. (2005) reported this trait to show a high heritability (0.33 to 0.53). This fact indicates a favorable use in breeding programs for eggshell quality improvement. MERTENS et al. (2006) and BAIN et al. (2006) found that this trait showed a high predictability for breakage in the complete logistic chain of the consumption egg. As for K_{dyn} , breaking force (F_{max}) was not significantly different between the Famennoise and commercial strains, the former even showing the highest value (38.4 N). On the other hand, the Ardennaise showed significantly lower values (34.4 N). The present results are close to those obtained by DE KETELAERE et al. (2002), who observed breaking forces from 32 to 38 N with the commercial strains Bovans, Lohmann and Hisex (at the age of 56 weeks). Moreover, TIXIER-BOICHARD et al. (2006) found this parameter not to be different between the local breed Fayoumi (35.0 N) and the commercial strain ISA Brown, for which these authors obtained values similar to ours (36.7 N). The present study thus points at a very interesting resistance of the Famennoise eggshell. These results are particularly encouraging if considering that no breeding program has been applied to date in these local breeds regarding eggshell quality, in contrast to commercial strains.

Pearson's correlation coefficients

Correlation coefficients between all parameters studied are shown in Table 4 and 5. Between egg weight and K_{dyn} , a correlation coefficient of +0.253 has been recorded. Values found in the literature are quite comparable, +0.370 according to LIN et al. (2004) and +0.207 according to DE KETELAERE et al. (2002). In the present study, the smallest eggs (Ardennaise breed) proved indeed to have the

Table 3. Least square means (mean $\pm$ SE) for egg composition traits
LSQ-Mittelwerte ($\pm$ SE) für die Eizusammensetzung

paramètres	Ardennaise	CoqArd	Famennoise	ISA Brown	R ² (%) et signification
n	100	145	52	120	
Egg weight (g)	50.1 $\pm$ 0.440 ^a	61.0 $\pm$ 0.366 ^b	56.5 $\pm$ 0.611 ^c	67.3 $\pm$ 0.402 ^d	65.8 ***
Albumen weight (g)	27.6 $\pm$ 0.329 ^a	36.2 $\pm$ 0.274 ^b	32.656 $\pm$ 0.457 ^c	41.8 $\pm$ 0.301 ^d	72.0 ***
Yolk weight (g)	17.0 $\pm$ 0.153 ^a	17.4 $\pm$ 0.127 ^{ab}	16.9 $\pm$ 0.212 ^a	17.9 $\pm$ 0.139 ^b	6.21 ***
Eggshell weight (g)	6.40 $\pm$ 0.072 ^a	7.27 $\pm$ 0.060 ^{bc}	6.90 $\pm$ 0.100 ^c	7.586 $\pm$ 0.066 ^{bd}	27.9 ***
% albumen	54.0 $\pm$ 0.231 ^a	59.4 $\pm$ 0.192 ^b	57.8 $\pm$ 0.321 ^c	62.0 $\pm$ 0.211 ^d	62.3 ***
% yolk	33.4 $\pm$ 0.206 ^a	28.6 $\pm$ 0.171 ^b	30.0 $\pm$ 0.286 ^c	26.7 $\pm$ 0.188 ^d	59.3 ***
% eggshell	12.6 $\pm$ 0.101 ^a	12.0 $\pm$ 0.084 ^b	12.2 $\pm$ 0.140 ^{ab}	11.3 $\pm$ 0.092 ^c	19.3 ***
(Y/A) ratio	0.622 $\pm$ 0.006 ^a	0.483 $\pm$ 0.005 ^b	0.521 $\pm$ 0.008 ^c	0.432 $\pm$ 0.005 ^d	61.2 ***
n	84	119	46	105	
Albumen height (mm)	6.87 $\pm$ 0.141 ^{ad}	8.16 $\pm$ 0.118 ^{bc}	7.626 $\pm$ 0.190 ^{ac}	6.694 $\pm$ 0.126 ^d	20.1***
Haugh's units	84.7 $\pm$ 0.911 ^a	90.0 $\pm$ 0.760 ^{bc}	87.9 $\pm$ 1.23 ^{ac}	79.0 $\pm$ 0.815 ^d	22.3 ***

On a same row, values bearing a same letter a statistically not different ($p < 0.0001$).

***: $P < 0.0001$; **: $P < 0.001$; *: $P < 0.05$; $P \geq 0.05$.

smallest K_{dyn} values. Moreover, a positive correlation was observed between K_{dyn} and eggshell thickness (+0.367%) which is smaller than coefficients presented by KEMPS et al. (2006) (+0.55) and LIN et al. (2004) (+0.76). Maximum breaking force F_{max} was significantly correlated to eggshell thickness (+0.239). Correlation between F_{max} and K_{dyn} was also significant (+0.285), but not between F_{max} and egg weight. DE KETELAERE et al. (2002) recorded similar results with correlation coefficient of +0.602 between F_{max} and eggshell thickness, +0.432 between F_{max} and K_{dyn} and a non-significant correlation between F_{max} and egg weight.

Egg weight and composition parameters

Total egg weight. Breed differences for egg weight and composition parameters are presented in Table 3. Highly significant differences ($p < 0.0001$) have been found in egg weight between the four breeds studied. The heaviest eggs were produced by the commercial strains. ISA Brown and CoqArd eggs weighed 67.3 g and 60.9 g, respectively, versus 56.5 g for Famennoise eggs and 51.0 g for Ardennaise eggs. The very low egg weight in local breeds in comparison to commercial strains is a well-known fact and is reported in literature by different authors. For example, in the Kadaknath local breed, PARMAR et al. (2006) observed that eggs never exceeded 45.4 g while HARMS and HUSSEIN (1993) obtained a mean weight of 59 g in eleven commercial strains tested. FIKRY AMER (1972) observed lower egg weights in Fayoumi (42.1 g) and Dandarawi (42.7 g) hens compared to commercial Rhode Island Red hens (51.9 g). TIXIER-BOICHARD et al. (2006) recorded a similar value of 42.8 g for Fayoumi eggs and 58.8 g for ISA Brown eggs. This difference is not surprising as commercial strains have been submitted to important breeding pressure for egg weight improvement (HOCKING et al., 2003).

Albumen weight and percentage. In accordance with the results obtained on total egg weight, albumen weights differed highly significantly between breeds, with highest values being presented by commercial strains eggs. The present results confirm those obtained by FIKRY AMER

(1972), TIXIER-BOICHARD et al. (2006) and OFFIONG et al. (2006). The estimated correlation between total egg weight and albumen weight was thus strong and positive (+0.972) (Table 4) as it has also been reported by other authors (HARTMANN et al., 2000; SUK and PARK, 2001). Importantly, besides the quite trivial link between total egg weight and albumen weight, this correlation is strengthened by the increase of albumen percentage along with total egg weight increase. Here, both variables show a strong positive correlation (+0.739). Such a correlation was also reported by THARRINGTON et al. (1999) who studied the effect of breeding programs for egg weights on egg composition. Another author noted a positive genetic correlation (0.256) between egg weight and albumen percentage (LAXMI, 2006). In the present study, differences in albumen percentages between breeds were highly significant, local breeds showing the lowest values. Similarly, different authors obtained a lower albumen percentage in the Fayoumi breed compared to commercial strains (Rhode Island Red and ISA Brown), a cross between Fayoumi and ISA Brown showing intermediate values (58.3% versus 63.0% and 55.3% for the commercial and local parental strain respectively) (FIKRY AMER, 1972; MERAT et al., 1983; TIXIER-BOICHARD et al., 2006).

Yolk weight and percentage. Breed effect on yolk weight also proved to be highly significant. However, no statistical difference was observed between the Ardennaise (17.0 g) and the CoArd (17.4 g) while differences between the Famennoise (16.9 g) and the ISA Brown (17.9 g) on the one side and between the Famennoise and the CoqArd on the other side were significant ($p < 0.05$). In literature, FIKRY AMER (1972) reported a very important difference between the local breeds Fayoumi and Dandarawi and the commercial strain Rhode Island Red (13.01 g, 13.0 g and 15.4 g, respectively). Similarly, MERAT et al. (1983) observed a very significant difference ($p < 0.001$) between the Fayoumi (16.2 g) and the Rhode Island Red (18.9 g). In their study, PARMAR et al. (2006) reported that eggs from local breeds presented an average yolk weight of 15.4 g. The correlation between yolk weight and total egg weight was strong

Table 4. Pearson's correlation coefficients for all traits
Pearson's Korrelationskoeffizienten für alle Merkmalsbeziehungen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	/													
2	.972***	/												
3	.552***	.357***	/											
4	.705***	.610***	.413***	/										
5	.739***	.874***	-.990*	.323***	/									
6	-.704***	-.833***	.193***	-.484***	-.959***	/								
7	-.446***	-.525***	-.222***	.314***	-.584***	.332***	/							
8	.492***	.522***	ns	.401***	.474***	-.506***	-.126*	/						
9	.741***	.719***	.431***	.493***	.548***	-.505***	-.378***	.396***	/					
10	.877***	.863***	.457***	.591***	.690***	-.651***	-.434***	.451***	.594***	/				
11	.188***	.196***	ns	.136*	.188***	-.192***	ns	ns	-.412***	.487***	/			
12	-.713***	-.843***	.162***	-.433***	-.977***	.992***	.413***	-.485***	-.524***	-.668***	-.190***	/		
13	ns	ns	ns	.144*	ns	-.124*	ns	.239***	ns	.171**	.148*	ns	/	
14	.253***	.239***	.140*	.229***	.158*	-.167**	ns	.367***	.234***	.222***	ns	-.157*	.285***	/

***: $P < 0.0001$; **: $P < 0.001$; *: $P < 0.05$; ns: $P \geq 0.05$.

1: egg weight; 2: albumen weight; 3: yolk weight; 4: eggshell weight; 5: % albumen; 6: % yolk; 7: % eggshell; 8: eggshell thickness; 9: egg length; 10: egg width; 11: egg shape; 12: (Y/A) ratio; 13: F_{max} ; 14: K_{dyn} .

Table 5. Pearson's correlation coefficients by breed
Pearson's Korrelationskoeffizienten für die Rassen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	.878***	/											
2	.929***												
	.869***												
	.928***												
	.626***	.203*	/										
3	.700***	.425***											
	.422*	ns											
	.639***	.337**											
	.444***	.318*	ns	/									
4	.536***	.342***	.362***										
	.682***	.469***	.307*										
	.637***	.413***	.533***										
	.312*	.727***	-.495***	ns	/								
5	.308**	.637***	-.361***	-.240*									
	.317*	.744***	-.681***	ns									
	.268***	.606***	-.493***	-.287*									
	ns	-.579***	.666***	-.257*	-.924***	/							
6	-.238*	-.527***	.525***	ns	-.861***								
	-.325*	-.725***	.719***	ns	-.953***								
	-.320**	-.608***	.523***	ns	-.899***								
	-.403***	-.429***	-.395***	.637***	-.267*	ns	/						
7	-.210*	-.376***	ns	.710***	-.536***	Ns							
	ns	ns	ns	.708***	-.329*	Ns							
	ns	-.243*	ns	.758***	-.594***	.181*							
	ns	ns	-.279*	.564***	ns	-.249*	.669***	/					
8	ns	ns	ns	ns	ns	-.169*	ns						
	ns	ns	ns	.376*	ns	ns	.633***						
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns						
	.597***	.578***	.376**	ns	.286*	ns	-.538***	ns	/				
9	.707***	.647***	.647	.522***	.196*	ns	ns	ns					
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns					
	.513***	.420***	.433***	.403**	ns	ns	ns	ns					
	.736***	.679***	.417***	.294*	.301*	Ns	.354***	ns	.406***	/			
10	.801***	.741***	.741***	.593***	.240*	Ns	-.226*	ns	.491***				
	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	Ns				
	.734***	.695***	.465***	.412***	.232*	-.243*	ns	ns	.242*				
	ns	Ns	ns	.285*	ns	ns	ns	ns	-.526***	.563***	/		
11	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-.661***	.328***			
	ns	-.294*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-.479**	.944***			
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-.717*	.501***			
	-.225*	-.646***	.607***	Ns	-.968***	.987***	ns	ns	ns	-.225*	ns	/	
12	-.269*	-.582***	-.582***	.483***	-.939***	.981***	.216*	ns	ns	-.184*	ns		
	-.326*	-.740***	.710***	ns	-.980***	.992***	ns	ns	ns	ns	ns		
	-.302**	-.614***	.529***	ns	-.953***	.987***	.327**	ns	ns	-.242*	ns		
	ns	ns	ns	.239*	ns	ns	.288*	.361**	-.224*	ns	.244*	ns	/
13	ns	ns	ns	ns	ns	ns	.171*	.398***	ns	ns	ns	ns	ns
	ns	-.398*	ns	-.343*	ns	ns	ns	ns	ns	.350*	.399*	ns	ns
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ns	ns	ns	.238*	-.267*	ns	.238*	.308*	ns	ns	ns	.215*	Ns
14	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	.215*	ns	ns	ns	ns	.435***
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	.380*	ns	.656***
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

***: $P < 0,0001$; **: $P < 0,001$; *: $P < 0,05$; ns: $P \geq 0,05$. 1: egg weight; 2: albumen weight; 3: yolk weight; 4: eggshell weight; 5: % albumen; 6: % yolk; 7: % eggshell; 8: eggshell thickness; 9: egg length; 10: egg width; 11: egg shape; 12: (Y/A) ratio; 13: Fmax; 14: Kdyn.
Line 1: Ardennoise; Line 2: CoqArd; Line 3: Famennoise; Line 4: Isa Brown.

in the present study and positive (+0.552), as also reported in the literature (HARTMANN et al., 2000; SUK and PARK, 2001; OFFIONG et al., 2006). However, as observed in other studies, the present correlation was much lower compared to that between albumen weight and total egg weight. This can be explained by the strong and negative correlation observed here between total egg weight and yolk percentage (-0.705). Such a correlation has already been reported by different authors (MARION et al., 1964; BENOFF and RENDEN, 1983).

Yolk percentage showed higher values in local breeds compared to commercial strains, these differences being highly significant ($p < 0.0001$). The Ardennaise presented the largest yolk percentage with 33.4%, followed by the Famennoise with 30.0%. The respective values in commercial breeds were 28.6% and 26.7% for the CoqArd and the ISA Brown, respectively. Such a difference in yolk percentage has also been reported by FIKRY AMER (1972) and TIXIER-BOICHARD et al. (2006) who recorded percentages varying between 30.9% and 34.8% in the Fayoumi breed and between 26.6% and 29.7% in commercial strains. PADHI et al. (1998) reported that yolk percentage varied between 30.8% and 33.2% in local breeds and amounted to 26.9% in the commercial White Leghorn strain.

Y:A ratio. The calculated Y:A ratio was highest in the Ardennaise (0.622), which is close to the ratio reported for the Fayoumi breed (0.632 – 0.642) (MERAT et al., 1983; TIXIER-BOICHARD et al., 2006). The Famennoise Y:A ratio (0.521) was superior to ISA Brown (0.432) and CoqArd (0.483). Similar results are reported by SUK and PARK (2001) who recorded a Y:A ratio of 0.55 in the KNC local breed (Korean Native Chicken) and 0.38 in the CEC strain (Commercial egg-type chicken). As for yolk percentage, the Y:A ratio showed a strongly negative correlation with total egg weight (-71.3%). SUK and PARK (2001) reported correlation coefficients of -0.203 in commercial strains and -0.654 in local breeds. Here it is important to line out the great importance of yolk proportion in egg processing industry as it is linked to higher dry matter content and to a higher content of essential fatty acids (BENABDELJELIL and MERAT, 1995).

Eggshell weight and percentage. The commercial breeds presented the highest eggshell weights. Again, this is in accordance with the literature as SUK and PARK (2001) noted heavier eggshells in CEC compared to KNC. These authors also found a strongly positive correlation between eggshell and total egg weights (+66.8%), which was close to the value obtained in the present study (+0.705). However, FIKRY AMER (1972) reported a higher eggshell weight in the Fayoumi compared to Rhode Island Red (4.40 g versus 4.30 g, respectively). Relation between eggshell weight and breed was also studied by HARMS and HUSSEIN (1993). Interestingly, according to these authors, no relation existed between eggshell weight and total egg weight. Eggshell percentage of total egg weight was significantly highest in the Ardennaise (12.6%) and lowest in the ISA Brown (11.3%). All strains were significantly different from each other except CoqArd (12.0%) and Famennoise (12.2%). A significant difference ($p < 0.05$) was noted between the Famennoise and the ISA Brown. In literature, FIKRY AMER (1972) and MERAT et al. (1983), as well as more recently TIXIER-BOICHARD et al. (2006) recorded significantly higher eggshell percentages in local breeds than in commercial strains. Correlation coefficient between this trait and total egg weight was in the present study strongly negative (-44.6%), which is in agreement with DAS et al. (2006). Important genetic and phenotypic correlations between

these traits (-0.146 and -0.267, respectively) were reported by LAXMI (2006).

Haugh's Units and freshness

Haugh's Units were measured in this study to ascertain freshness of the investigated eggs. However, this measurement proved to be highly dependent on breeds. The CoqArd presented the highest HU values (90.0), while the ISA Brown showed the lowest (79.0). Differences between breeds were highly significant, except between the Ardennaise and the Famennoise, which was simply significant ($p < 0.05$), and between the CoqArd and the Famennoise which was not significant. Such a variation in HU between breeds was already reported by several authors (BENABDELJELIL and MERAT, 1995; PADHI et al., 1998; HOCKING et al., 2003; SILVERSIDES, 2004), the present study thus confirming those. Some of these authors mentioned higher HU in commercial strains (FIKRY AMER, 1972; HOCKING et al., 2003; OFFIONG et al., 2006), while PADHI et al. (1998) obtained less clear results. The tested commercial strain showed higher HU than three local breeds but lower than a fourth one. The present study is thus a new illustration of the bias represented by the chicken breeds in freshness estimation by HU measurement. Alternative methods are currently proposed and submitted to validation processes, pH measurement being one of the most promising tracks.

Conclusions

- Firstly, in the present study the proportion of yolk and the Y:A ratio were much higher in eggs from Belgian local breeder hens than in eggs from commercial strains. These proportions were most favorable in the Ardennaise breed. Secondly, eggshell resistance was equal or even higher in the Famennoise breed compared to commercial strains.
- Through the here-above summarized data, the performances of both tested Belgian local breeds appear to be highly interesting, particularly if considering that none of them underwent a previous selection process in respect to egg production traits. Further breeding for these traits could thus be considered in these local breeds.
- Beyond selection opportunities, economically advantageous commercial crosses between these local breeds and commercial strains could be tested and then eventually used for commercial production (ISA Brown × Ardennaise, ISA Brown × Famennoise).
- Our study also illustrates the poor ability of Haugh Units to serve as a standardized test for egg freshness as it is strongly biased by breed effect. More reliable parameters should be proposed and tested, as pH or viscosity.

Summary

Egg composition is not a uniform trait and depends on many factors such as the hen breed or age. As poultry being endangered worldwide provides a broad genetic diversity, there is an urgent need for assessment of egg quality in local breeds, which have already been proven to bear some economically advantageous traits, as in the case of the Fayoumi breed for yolk to albumen ratio. In this context, the present study aimed at determining eggs composition and solidity in two local Belgian breeds (the Ardennaise and the Famennoise) and two commercial strains (the CoqArd and the ISA Brown) for further comparison.

A series of measurements were carried out on each egg, namely egg weight, form index (egg shape), yolk to albumen ratio (Y:A), dynamic rigidity (Kdyn), maximum breaking force (Fmax), egg shell thickness, Haugh's units, resonance frequency (RF) and damping coefficient of the egg. Comparison between breeds was achieved through analysis of variance and Pearson's correlation coefficients were calculated between all factors.

Highly significant differences were recorded between breeds in total egg weight, egg composition and mechanical resistance. In this respect, the tested local breeds showed very interesting characteristics. Indeed, the Ardennaise eggs proved to have a higher percentage of yolk (33.4%), a higher Y:A ratio (0.622) and a maximal force of shell breakage similar to that of other breeds. The Famennoise eggs showed a maximal shell breakage force (38.4 N) superior to that of other breeds along with an advantageous yolk percentage of 30.0% and a Y:A ratio of 0.521.

The most interesting correlation coefficients obtained were a strongly positive correlation between egg weight and albumen percentage (+0.74), strongly negative correlations between egg weight and yolk percentage (-0.70), between egg weight and shell percentage (-0.45), and between egg weight and Y:A ratio (-0.71).

Key words

Layer, Ardennaise, Famennoise, egg quality, shell strength, yolk to albumen ratio

Zusammenfassung

Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens

Die Eizusammensetzung ist ein komplexes Merkmal und hängt von vielen Faktoren, wie der Rasse und dem Alter der Henne, ab. Nachdem das Geflügel, das weltweit als bedroht gilt, eine große genetische Vielfalt aufweist, ist es dringend angebracht, die Eiquantitätsparameter der lokalen Rassen, für die eine ökonomische Bedeutung abgeleitet werden konnte, zu bestimmen. Dies trifft zum Beispiel für das Verhältnis von Dotter zu Eiklar bei der Rasse Fayoumi zu. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher die Bestimmung der Zusammensetzung und der Schalenstabilität von Eiern zweier belgischer Lokalrassen (Ardennaise, Famennoise) und zweier kommerzieller Zuchtprodukte (CoqArd, ISA Brown).

Bei jedem Ei wurde eine Vielzahl an Merkmalen erfasst, wie Eigewicht, Formindex, Relation von Dotter zu Eiklar (Y:A), dynamische Festigkeit (Kdyn), Bruchkraft (Fmax), Eischalendicke, Haugh-Einheit, Resonanzfrequenz (RF) und Dämpfungskoeffizient. Der Vergleich der Rassen erfolgte für jedes Merkmal mittels Varianzanalyse und Pearson's Korrelationskoeffizienten.

Hoch signifikante Unterschiede wurden für das Eigewicht, die Eizusammensetzung und den mechanischen Widerstand ermittelt. Vor allem die lokalen Rassen wiesen hier interessante Eigenschaften auf. Bei den Eiern der Rasse Ardennaise waren der Dotteranteil (33,4%) und das Dotter-Eiklar-Verhältnis (0,622) höher als bei den anderen Rassen. Für die Bruchkraft der Schale wurden dagegen keine Unterschiede beobachtet. Allerdings wiesen die Eier der Rasse Famennoise die höchste Bruchkraft (38,4 N) und einen vorteilhaften Dotteranteil (30,0%) sowie Dotter-Eiklar-Verhältnis (0,521) auf.

Ferner konnten einige interessante Korrelationen zwischen den Merkmalen geschätzt werden. Zwischen dem Eigewicht und dem Eiklaranteil (+0,74) lag eine deutliche positive Beziehung vor, während zwischen Eigewicht und Dotteranteil (-0,70), Eigewicht und Schalenanteil (-0,45) sowie Eigewicht und Dotter-Eiklar-Verhältnis (-0,71) deutliche negative Korrelationen bestanden.

Stichworte

Legehenne, Ardennaise, Famennoise, Eiquantität, Schalenstabilität, Dotter/Eiklar-Verhältnis

References

- AHN, D.U., S.M. KIM, H. SHU, 1997: Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poult. Sci.* 76, 914-919.
- BAIN, M., I.C. DUNN, P.W. WILSON, N. JOSEPH, B. DE KETELAERE, J. DE BAERDEMAEKER, D. WADDINGTON, 2006: Probability of an egg cracking during packing can be predicted using a simple non destructive acoustic test. *Br. Poult. Sci.* 47, 462-469.
- BENABDELJELIL, K., P. MERAT, 1995: Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F₁ (Fayoumi × leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Ann. Zootech.* 44, 313-318.
- BENOFF, F.H., J.A. RENDEN, 1983: Divergent selection for mature body weight in dwarf White Leghorn 2. Maternal determination of egg size. *Poult. Sci.* 62, 1938-1943.
- CHATTERJEE, R.N., R.B. RAI, A. KUNDU, S. SENANI, S. JAI, 2007: Egg quality traits of indigenous breeds of chicken of Andaman. *Indian Vet. J.* 84, 206-208.
- COUKE, P., 1998: Assessment of some physical egg quality parameters based on vibration analysis. PhD Thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- COUTTS, J.A., G.C. WILSON, S. FERNANDEZ, E. RASALES, G. WEBER, J.M. HERNANDEZ, 2006: Optimum Egg Quality – A Practical Approach. 5M Publishing: Sheffield UK, p 63.
- DAS, A.K., A.K. SAHOO, S.K. MISRA, N.C. PAL, R.K. PAUL, 2006: Interdependence of egg quality traits in Rhode Island Red and Australorp Chicken. *J. Interacademia* 10, 261-266.
- DE BAERDEMAEKER, J., B. DE KETELAERE, F. BAMELIS, B. KEMPS, K. MERTENS, E. VERHOELST, K. TONA, B. KAMERS, E. DECUYPERE, 2005: Nouveaux systèmes pratiques pour mesurer la qualité des œufs. In: Sixième Journées de la recherche Avicole, St Malo.
- DE KETELAERE, B., T. GOVAERTS, P. COUKE, E. DEWIL, J. VISSCHER, E. DECUYPERE, J. DE BAERDEMAEKER, 2002: Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons. *Br. Poult. Sci.* 43, 238-244.
- DOTTAVIO, A.M., Z.E. CANET, M. ALVAREZ, B. CREIXELL, R.J. DI MASSO, M.T. FONT, 2001: Productive traits in hybrid hens with Fayoumi maternal genotype. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9, 57-62.
- DUNN, I.C., M. BAIN, A. EDMOND, P.W. WILSON, N. JOSEPH, S. SOLOMON, B. DE KETELAERE, J. DE BAERDEMAEKER, M. SCHMUTZ, R. PREISINGER, D. WADDINGTON, 2005: Heritability and genetic correlation of measurements derived from acoustic resonance frequency analysis; a novel method of determining eggshell quality in domestic hens. *Br. Poult. Sci.* 46, 280-286.
- FIKKY AMER, M., 1972: Egg Quality of Rhode Island Red, Fayoumi and Dandarawi. *Poult. Sci.* 51, 232-238.
- HARTMANN, C., K. JOHANSSON, E. STRANDBERG, M. WILHEMSON, 2000: One-generation divergent selection on large and

- small yolk proportions in a White Leghorn Line. *Br. Poult. Sci.* 41, 280-286.
- HARTMANN, C., K. JOHANSSON, E. STRANDBERG, L. RYHMER, 2003: Genetic relations of yolk proportion and chick weight with production traits in a White Leghorn line. *Br. Poult. Sci.* 44, 186-191.
- HARTMANN, C., K. JOHANSSON, E. STRANDBERG, L. RYHMER, 2003: Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a white leghorn line. *Poult. Sci.* 82, 1-8.
- HARTMANN, C., M. WILHEMSON, 2001: The hen's egg yolk: a source of biologically active substances. *World's Poult. Sci. J.* 57, 13-28.
- HARMS, R.H., S.M. HUSSEIN, 1993: Variations in yolk: albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *J. Appl. Poult. Res.* 2, 166-170.
- HOCKING, P.M., M. BAIN, C.E. CHANNING, R. FLEMING, S. WILSON, 2003: Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 44, 365-373.
- KEMPS, B.J., T. GOVAERTS, B. DE KETELAERE, K. MERTENS, F.R. BAMELIS, M.M. BAIN, E.M. DE CUYPERE, I.G. DE BAERDEMAKER, 2006: The influence of Line and Laying Period on the Relationship Between Different Eggshell and Membrane Strength Parameters. *Poult. Sci.* 85, 1309-1317.
- LARIVIERE, J.M., P. LEROY, 2005: Poultry Biodiversity in Belgium. In: 4th European Poultry Genetics Symposium. Dubrovnik, Croatia.
- LAXMI, P.J., 2006: Correlations among various egg quality traits in White Leghorn. *Indian Vet. J.* 83, 59-62.
- LIN, H., K. MERTENS, B. KEMPS, T. GOVAERTS, B. DE KETELAERE, J. DE BAERDEMAKER, E. DE CUYPERE, J. BUYSE, 2004: New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. *Br. Poult. Sci.* 45, 476-482.
- MARION, A., A.W. NORDSKOG, H.S. TOLMAN, R.H. FORSYTHE, 1964: Egg Composition as Influenced by Breeding, Egg Size, Age and Season. *Poult. Sci.* 43, 255-264.
- MERAT, P., A. BORDAS, R. L'HOSPITALIER, J. PORTAIS, M. BOUGON, 1983: Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des œufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode Island Red et F₁ en batteries. *Genet. Sel. Evol.* 15, 147-166.
- MERTENS, K., F. BAMELIS, B. KEMPS, B. KAMERS, E. VERHOELST, B. DEKETELAERE, M. BAIN, E. DECUYPERE and J. DE BAERDEMAEKER, 2006: Monitoring of Eggshell Breakage and Eggshell Strength in Different Production Chains of Consumption Eggs. *Poult. Sci.* 85, 1670-1677.
- MINE, Y., J. KOVACS-NOLAN, 2004: Biologically active hen egg components in human health and disease. *J. Poult. Sci.* 41, 1-29.
- NAU, F., M. ANTON, Y. NYS, 2003: L'œuf de poule: une mine de molécules à activités biologiques. In: Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.
- NYS, Y., B. SAUVEUR, 2004: The nutritional value of eggs. *INRA Prod. Anim.* 17, 385-393.
- OFFIONG, S.A., O.O. OJEBIYI, E.O. MOESES, B.I. UMOH, E.E.A. OFFIONG, 2006: Comparison of the morphometric characteristics of exotic commercial and local chicken eggs in the tropical environment. *J. Anim. Vet. Adv.* 5, 1046-1049.
- PADHI, M.K., R.B. RAI, S. SENANI, S.K. SAHA, 1998: Assessment of egg quality in different breeds of chicken. *Indian J. Poult. Sci.* 33, 113-115.
- PARMAR, S.N.S., M.S. THAKUR, S.S. TOMAR, P.V.A. PILLA, 2006: Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livestock Research for Rural Development*, 18: article 32.
- SILVERSIDES, F.G., 2004: The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *J. Appl. Poult. Res.* 3, 120-126.
- SAS INSTITUTE, 2000: SAS/STAT User's Guide. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SUK, Y.O., C. PARK, 2001: Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio in Two Different Genetic Stocks. *Poult. Sci.* 80, 855-858.
- THARRINGTON, J.B., P.A. CURTIS, F.T. JONES, K.E. ANDERSON, 1999: Processing and products: comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn chickens. *Poult. Sci.* 78, 591-594.
- TEXIER-BOICHARD, M., C. JOFFRIN, D. GOURICHON, A. BORDAS, 2006: Improvement of Yolk Percentage by Crossbreeding Between a Commercial Brown-Egg Layer and a local Breed, the Fayoumi. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG., Brasil.
- WASHBURN, K.W., 1982: Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poult. Sci.* 61, 2005-2012.

Correspondence: Pr Pascal Leroy, Dr Nassim Moula, Department of Animal production, Division of Genetics and Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colobnster 20 B43, 4000 Liege, Belgium; e-mail: pascal.leroy@ulg.ac.be e-mail: Nassim.Moula@doct.ulg.ac.be.

**COMPARISON OF EGG
COMPOSITION AND
CONSERVATION ABILITY IN TWO
BELGIAN LOCAL BREEDS AND
ONE COMMERCIAL STRAIN**

International Journal of Poultry Science, 2009,

8(8): 768-774

Comparison of Egg Composition and Conservation Ability in Two Belgian Local Breeds and One Commercial Strain

N. Moula, N. Antoine-Moussiaux, F. Farnir and P. Leroy

Department of Animal Production, Division of Genetics and Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster 20 B43, 4000 Liege, Belgium

Abstract: In the context of the global threat on the genetic diversity loss in poultry breeding, there is an urgent need to broaden our knowledge about local breeds. In particular, economically exploitable traits can be sought in these breeds in an attempt to motivate and to concentrate the needed conservation programs. The present study aims at evaluating egg quality in two Belgian local breeds (the Ardennaise and the Famennoise) and to compare it with a commonly bred commercial strain (Lohmann brown). Two criteria are used here to describe egg quality: egg composition (measured through yolk to albumen ratio) and its stability during conservation (measured through pH). Egg weight, size, composition as well as albumen pH were measured on 140 eggs. Measures were performed at days 0, 7, 14 and 21 after laying. The egg weight was highest in the Lohmann strain (62.86 g), intermediate in the Famennoise breed (55.51g) and lowest in the Ardennaise (50.31g). On the opposite, yolk to albumen ratio was significantly higher in the Ardennaise (0.53) compared to the Famennoise breed (0.49) and the Lohmann strain (0.43). Albumen pH at laying was lowest in the Lohmann compared to the local breeds. However, no statistical difference between the three breeds could be detected for this parameter at day 14 or 21 post-laying. While high pH in local breeds eggs is often reported to be caused by a lesser conservation ability, the present results discard such a conclusion, rather suggesting some physiologically higher pH at laying not resulting from defaults in conservation. As a measure of egg freshness, pH norms must thus be adapted to the various poultry breeds.

Key words: Local breeds, poultry, egg quality, biodiversity, Ardennaise, Famennoise, Belgium

INTRODUCTION

Since the dawn of time, eggs from birds in general and poultry in particular have provided part of the animal proteins that are necessary for human health (Nau *et al.*, 2003). Hens eggs indeed contain the nine amino acids that human cannot synthesize (Stadelman and Pratt, 1989; Nys and Sauveur, 2004). It has thus been chosen by World Health Organization (W.H.O.) as the reference protein source for the child (reference 100, which is slightly higher than women's milk) (Nys and Sauveur, 2004). Beyond the proteins, eggs are also a valuable and easily renewable source of lipids, minerals and vitamins. Moreover, as eggs are accepted by most cultures and religions, it constitutes an interesting tool in solving the world nutrition problem. Presently, the demand for eggs is rapidly changing, due to the changes in consumption habits and to the great development of fast food catering. The importance of eggs in industries other than agro-alimentary is also growing. Its antioxidant, cryoprotective, antiviral, antibacterial, emulsifying and coagulating properties are indeed valorized in the pharmaceutical or cosmetic sectors (Mine, 2002; Nau *et al.*, 2003; Mine and Kovacs-Nolan, 2004).

Eggs are composed of around 60% albumen, 30% yolk and 10% eggshell. However, this composition is not constant and is influenced by different genetic and

environmental factors (Washburn, 1979). These factors are breed (Tixier-Boichard *et al.*, 2006b; Dottavio *et al.*, 2005; Fikry Amer, 1972; Suk and Park 2001; Hartmann *et al.*, 2000; Washburn, 1982), age (Czaja and Gonowicz, 2006; Hartmann *et al.*, 2000; Rossi and Pompei, 1995; Silversides and Budgell, 2004; Dolgokorova, 2006; Akbar *et al.*, 1983; Fletcher *et al.*, 1983; Marion *et al.*, 1964; Nys, 1986), health status of the hen (Muhammad *et al.*, 2000; Portais and Bougon, 1988; Zanella *et al.*, 2002; Sonaiya and Swan, 2004; Basenko *et al.*, 2005; Ballal and Mohammed Kheir, 1994; Ignjatovic *et al.*, 1986), egg weight (Marion *et al.*, 1964; Ahn *et al.*, 1997; Romanoff and Romanoff, 1949; Suk and Park, 2001; Bougon *et al.*, 1983), nutritional regimen of the hens (Stadelman and Pratt, 1989) and duration of conservation (Silversides and Budgell, 2004; Monira *et al.*, 2003; Sonaiya and Swan, 2004; Silversides, 1994; Scott and Silversides, 2000; Silversides and Scott, 2001).

Variations in yolk percentage between breeds may more particularly be considered in the amelioration of egg quality (for both human consumption and use in transformation industries) and thus of its commercial value (Dottavio *et al.*, 2005; Tixier-Boichard *et al.*, 2006). However, the local breeds that actually present the most interesting yolk percentages are greatly endangered across the world due to the rapid expansion of

standardized intensive breeding of hybrid hen strains, selected for mass egg production. Disappearance of genetic diversity is a global threat as it compromises our ability to take up the economical and ecological challenges of the future. This phenomenon is particularly rapid in poultry in European countries, the example of Belgium being explicit with 96% of its local poultry breeds being endangered (Larivière and Leroy, 2005; Moula *et al.*, 2009 a,b).

In this context, the present study aimed at characterizing egg quality of two ancient Belgian local breeds, namely the Ardennaise and the Famennoise, establishing a comparison with a largely used commercial hybrid strain of the Lohmann Company. Breed influence on egg composition and conservation across time has been more particularly approached.

MATERIALS AND METHODS

Eggs from three hen breeds have been studied, the Ardennaise, the Famennoise and the Lohmann brown. Egg composition analyses have been performed at days 0, 7, 14 and 21 after laying.

Animals and eggs: All hens were 44 weeks old and were bred in identical conditions (sawdust litter) at the selection center of the Coqard company (Nandrin, Belgium). Food composition is given in Table 1. Eggs were all collected during the autumn of 2008. With respect to the endangered status of both local breeds, a total number of 40 and 20 eggs could be studied for the Ardennaise and the Famennoise breeds respectively. Eighty Lohmann's brown eggs were studied.

Table 1: composition of feed mix

Ingredients	Proportions %
Soy oil cake	20
Wheat	11
Corn	50
Soy oil	3
Calcium phosphate	1
Minerals (Vitamins + micronutrients) ¹	1
Calcium Carbonate	7.5
Methionine	0.1
Alfalfa	2.4
Beets molasse	1.5
Wheat middlings	2.5

¹Vitamin A 13.500 UI/KG, Vitamin D3 3.000 UI/KG, Vitamin E 25 MG/KG, Copper (copper sulfate) 15 MG/KG

Egg quality analyses: Analyses were performed at the Animal Production Department of the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Liège. After collection, eggs were kept at 6°C until analysis. Eggs were numbered and analyzed at days 0, 7, 14 and 21 after laying. Eggs length and width were measured by means of an electronic sliding caliper (precision 0.01 mm), so that an egg shape index could be calculated, defined as the ratio between length and width multiplied

by 100 (Parmar *et al.*, 2006; Monira *et al.*, 2003). Total weight and yolk and eggshell weights were determined with an electronic balance (precision 0.01). Albumen was carefully absorbed from yolks and eggshells before weighing. Albumen weight was retrieved by subtraction (Albumen weight = Total weight-Yolk weight-Eggshell weight) (Fikry Amer, 1972; Parmar *et al.*, 2006). Yolk and albumen pH were then measured with a pH-meter (ORION, model 290A, 1990 Orion Research Inc. Boston, MA 02129 USA). Variation of albumen pH are indicative of egg conservation quality (Silversides, 1994; Scott and Silversides, 2000; Silversides and Scott, 2001; Silversides and Budgell, 2004). The shell thickness was measured at three different random points in the equatorial shell zone using an electronic micrometer (precision 0.01 mm). The calculated average was used as a trait. Tyler and Geake (1964) indeed reported the eggshell thickness to be slightly thinner but more constant in the equatorial shell zone compared to other shell zones. Using the individual weight of each egg and its components, the percentage of each component as well as the Y:A ratio were calculated as follows:

Yolk percentage = [(yolk weight / egg weight)],

albumen percentage = [(albumen weight / egg weight)],

shell percentage = [(shell weight / egg weight)],

Y:A ratio = [(yolk weight / albumen weight)].

Statistical analysis: The SAS software (Statistical Analysis System, 2000) was used for all statistical analyses. Breed and conservation time effect on each parameter was assessed by the following general linear model:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

with y_{ijk} = the studied parameters measured on the egg k in breed i at time j, μ = mean, A_i = effect of breed i; B_j = conservation time effect (Holding period) at time j; $(AB)_{ij}$ = interaction between breed i and conservation time j; e_{ijk} = the residual.

The least square means (LSM) were calculated for each parameter according to breed effect and to conservation time. Duncan's ranking according to the breed has been established for all parameters.

RESULTS

Means for the studied parameters, as well as the effect of breed, conservation time and their interaction are presented in Table 2. Breed effect showed to be significant ($p < 0.001$) for all parameters except for yolk pH. Lohmann strain presented the heaviest eggs with a mean weight of 62.86 ± 0.37 g, followed by the Famennoise with 55.51 ± 0.75 g. The Ardennaise breed's eggs had the lowest mean weight with 50.31 ± 0.53 g. The same ranking were obtained for albumen and yolk weights with values of 39.22 ± 0.26 g, 33.09 ± 0.51 g and 29.15 ± 0.36 g for albumen and 16.89 ± 0.12 g, 16.17 ± 0.24

Table 2: Least Squares Means of Breed and Holding Period effect for Total egg weight, Yolk weight, Albumen weight, Eggshell weight, Yolk (%), Albumen (%), Eggshell (%), Y:A ratio, Yolk pH, Egg length, Egg width, Shape Index and Eggshell thickness of different breeds of chicken

Parameters	Holding Period (H.P.)	Breed			F value level of significance		
		Ardennaise	Famennaise	Lohmann	Breed	H.P.	Breed x H.P.
Total weight (g)	0	50.59 ^a	55.10 ^b	62.76 ^c	195.11***	1.33 ^{NS}	1.47 ^{NS}
	7	50.89 ^a	54.56 ^b	61.32 ^c			
	14	50.88 ^a	55.01 ^b	63.00 ^c			
	21	48.91 ^a	57.36 ^b	64.37 ^c			
	Total	50.31 ^c (1.06)	55.51 ^b (1.50)	62.86 ^a (0.75)			
Yolk weight (g)	0	14.98 ^a	15.67 ^{ab}	16.66 ^b	25.30***	6.42**	0.86 ^{NS}
	7	15.38 ^a	15.51 ^{ab}	16.13 ^b			
	14	15.61 ^a	16.15 ^{ab}	17.06 ^b			
	21	15.60 ^a	17.34 ^b	17.52 ^b			
	Total	15.39 ^c (0.34)	16.17 ^b (0.49)	16.89 ^a (0.24)			
Albumen weight (g)	0	29.85 ^a	33.08 ^b	39.08 ^c	269.52***	0.26 ^{NS}	1.31 ^{NS}
	7	29.52 ^a	32.86 ^b	38.69 ^c			
	14	29.35 ^a	32.80 ^b	39.05 ^c			
	21	27.90 ^a	33.62 ^b	40.07 ^c			
	Total	29.15 ^c (0.72)	33.09 ^b (1.02)	39.22 ^a (0.51)			
Eggshell weight (g)	0	5.73 ^a	6.34 ^b	7.02 ^c	61.23***	3.93*	4.03**
	7	5.98 ^a	6.19 ^a	6.32 ^a			
	14	5.91 ^a	6.06 ^a	6.89 ^b			
	21	5.40 ^a	6.40 ^b	6.78 ^b			
	Total	5.76 ^c (0.15)	6.25 ^b (0.21)	6.75 ^a (0.10)			
Yolk (%)	0	29.76 ^a	28.47 ^a	26.55 ^b	134.98***	7.85***	1.01 ^{NS}
	7	30.26 ^a	28.44 ^b	26.59 ^c			
	14	30.68 ^a	29.37 ^a	27.07 ^b			
	21	31.91 ^a	30.24 ^b	27.26 ^c			
	Total	30.65 ^a (0.38)	29.13 ^b (0.54)	26.87 ^c (0.27)			
Albumen (%)	0	59.03 ^a	60.01 ^a	62.27 ^b	159.11***	4.58**	1.72 ^{NS}
	7	57.97 ^a	60.20 ^b	63.10 ^c			
	14	57.69 ^a	60.00 ^b	61.99 ^c			
	21	57.04 ^a	58.61 ^b	62.20 ^c			
	Total	57.93 ^c (0.42)	59.60 ^b (0.59)	62.39 ^a (0.30)			
Eggshell (%)	0	11.21 ^a	11.52 ^a	11.18 ^a	29.63***	7.40***	5.97***
	7	11.76 ^a	11.36 ^a	10.30 ^b			
	14	11.62 ^a	11.03 ^b	10.93 ^b			
	21	11.04 ^a	11.15 ^a	10.54 ^b			
	Total	11.41 ^a (0.15)	11.26 ^b (0.21)	10.74 ^c (0.11)			
Y:A ratio	0	50.25 ^a	47.46 ^a	42.67 ^b	155.88***	7.56***	1.50 ^{NS}
	7	52.29 ^a	47.23 ^b	42.22 ^c			
	14	53.25 ^a	49.30 ^b	43.73 ^c			
	21	55.98 ^a	51.62 ^b	43.92 ^c			
	Total	52.94 ^a (0.92)	48.92 ^b (1.31)	43.13 ^c (0.65)			
Albumen pH	0	8.04 ^a	8.06 ^a	7.99 ^a	6.51**	2677.22***	1.23 ^{NS}
	7	8.94 ^a	8.89 ^{ab}	8.87 ^b			
	14	9.10 ^a	9.08 ^a	9.06 ^a			
	21	9.18 ^a	9.19 ^a	9.19 ^a			
	Total	8.818 ^a (0.02)	8.805 ^{ab} (0.03)	8.777 ^b (0.01)			
Yolk pH	0	6.02 ^a	6.03 ^a	5.93 ^a	0.53 ^{NS}	6.28**	0.68 ^{NS}
	7	6.24 ^a	6.16 ^a	6.10 ^a			
	14	6.20 ^a	6.15 ^a	6.30 ^a			
	21	6.15 ^a	6.10 ^a	6.07 ^a			
	Total	6.155 ^a (0.09)	6.111 ^a (0.12)	6.100 ^a (0.06)			
Egg length (mm)	0	53.50 ^a	55.11 ^a	56.99 ^b	72.90***	0.73 ^{NS}	1.27 ^{NS}
	7	53.91 ^a	55.23 ^a	57.43 ^b			
	14	54.53 ^a	55.46 ^a	57.11 ^b			
	21	52.65 ^a	55.99 ^b	57.25 ^b			
	Total	53.65 ^c (0.48)	55.45 ^b (0.68)	57.20 ^a (0.34)			
Egg width (mm)	0	39.69 ^a	41.42 ^b	43.86 ^c	135.27***	5.84**	0.63 ^{NS}
	7	40.64 ^a	40.97 ^a	43.76 ^b			
	14	40.30 ^a	41.52 ^a	44.04 ^b			
	21	41.20 ^a	42.55 ^b	44.72 ^c			
	Total	40.46 ^c (0.37)	41.61 ^b (0.53)	44.10 ^a (0.26)			

Table 2 continue

Parameters	Holding Period (H.P.)	Breed			F value level of significance		
		Ardennaise	Famennoise	Lohmann	Breed	H.P.	Breed x H.P.
Shape Index	0	74.21 ^a	75.16 ^{ab}	77.00 ^b	8.35**	5.94**	1.58 ^{NS}
	7	75.45 ^a	74.21 ^a	76.23 ^a			
	14	73.93 ^a	74.89 ^{ab}	77.11 ^b			
	21	78.48 ^a	76.03 ^a	78.12 ^a			
	Total	75.52 ^b (0.8)	75.07 ^b (1.13)	77.11 ^a (0.57)			
Eggshell thickness (µm)	0	312.40 ^a	320.40 ^a	340.50 ^b	51.90***	0.74 ^{NS}	0.84 ^{NS}
	7	309.90 ^a	313.60 ^a	344.25 ^b			
	14	305.40 ^a	311.20 ^a	338.25 ^b			
	21	313.60 ^a	325.60 ^{ab}	335.95 ^b			
	Total	310.32 ^b (4.97)	317.70 ^b (7.03)	339.74 ^a (3.51)			

By row, a same letter (a,b,c) is attributed to values not presenting any statistical difference between them (p-value>0.05). ***: p<0,0001; **: p<0,001; *: p<0,05; NS: p≥0,05, (): Standard Error

g and 15.39±0.17 g for yolk, in the Lohmann strain, the Famennoise and the Ardennaise breeds respectively. Yolk to albumen ratios were thus best in the Ardennaise breed with a value of 53.94%, followed by the Famennoise at 48.92% and last by the Lohmann at 43.13%. (p<0.05).

Albumen pH was both affected by breed and conservation time. The pH value at day 0 was significantly lower in the Lohmann's eggs (7.99) compared to the two local breeds that did not show any statistical difference between them (8.04 and 8.06 in the Ardennaise and the Famennoise respectively). However, at days 14 and 21, statistical differences did no longer appear between the three breeds.

DISCUSSION

The total egg weights in the Ardennaise and the Famennoise breeds were found lower compared to the Lohmann strain. This was expected and in accordance with previous studies reporting a generally lesser egg size in local breeds in comparison with commercial strains (Fikry Amer, 1972; Harms and Hussein, 1993; Tixier-Boichard *et al.*, 2006; Parmar *et al.*, 2006; Offiong *et al.*, 2006). This difference obviously results from the important selection process undergone by commercial strains for this trait, an important genetic component of egg weight being well known (Washburn and Marks, 1983; Poggenpoel and Duckitt, 1988; Francesch *et al.*, 1997). However, regarding egg components, this greater egg size appears to develop to the detriment of yolk to albumen ratio, as also observed in the present study, in which the Ardennaise and the Famennoise eggs showed the highest ratios. This increase in albumen percentage as a result of selection process for the egg weight trait in commercial strains was studied by Tharrington *et al.* (1999). More recently, Jaya Laxmi (2006) determined the genetic correlations between egg weight and albumen percentage (0.256) and between egg weight and eggshell percentage (-0.146). Considering the latter trait, the Ardennaise breed indeed

presented the highest eggshell percentage, followed by the Famennoise and the Lohmann brown strain. Similar results were also obtained by Tixier-Boichard *et al.* (2006).

With regard to nutrition quality, higher yolk percentage must be considered as favorable, as it is linked to a higher dry matter content of the egg and a higher content in essential fatty acids (Benabdeljelil and Mérat, 1995). So, the local breeds present here an interesting trait that could be exploited through crosses with commercial strains in an attempt to correct their Y:A ratio as already applied with the local Fayoumi breed. Interestingly, the high yolk percentage in the latter breed was proposed to be linked to the presence of the naked neck gene (Hossary and Galal, 1995). Beyond direct consumption, a higher yolk percentage can also be considered positive for other uses of eggs in agro-alimentary, pharmaceutical or cosmetic industries. Finally, studies should be conducted to assess the probable differences in protein and lipid content, quantitatively as well as qualitatively, between local breeds and commercial strains.

The second main interest of the present study lied in egg freshness measurements to assess the stability of local breed's egg quality through conservation. The thinner eggshell generally reported in local breeds is indeed thought responsible for two undesirable features in eggs, which are a lesser ability for conservation and a greater fragility. Egg freshness is classically measured by two methods: the Haugh's units (HU) and the pH. HU are a measure of albumen thickness upon breakage of the egg, following a standardized procedure. The albumen being liquefied through protein degradation and evaporation resulting in a diminution of albumen weight, it is assumed that lower HU reflects lesser freshness. However, several reports in the literature mention an important breed effect on this parameter, excluding its use in comparisons without first assessing norms that would be specific for each breed (Benabdeljelil and Merat, 1995; Padhi *et al.*, 1998; Hocking *et al.*, 2003; Monira *et al.*, 2003; Offiong *et al.*,

2006; Hocking *et al.*, 2003; Fikry Amer, 1972; Silversides, 1994; Scott and Silversides, 2000; Silversides and Scott, 2001; Silversides and Budgell, 2004). The measurement of pH is reported as a good instrument for the follow-up of egg freshness, the pH value rising through conservation as a result of evaporation and CO₂ exchange (Sonaiya and Swan, 2004). The conservation conditions, as temperature and humidity, are known to affect the degradation speed of the egg (Silversides and Budgell, 2004; Sonaiya and Swan, 2004; Samli *et al.*, 2005). The measurement of freshness through pH has been here envisaged as it was thought to be stable among breeds. However, it could be observed that significant differences occurred between the breeds studied, the Lohmann eggs showing a significantly lower pH value at laying compared to both the Ardennaise and the Famennoise eggs. This difference cannot be attributed to differences in stocking conditions and is thus a breed specific feature. According to this observation, the higher pH value found in local breeds cannot be interpreted as a lesser freshness. The pH measurement finally proved to encounter the same problem as the use of HU in assessing egg freshness and breed specific norms must thus be determined and used in this prospect. Interestingly, pH evolution among the three tested breeds proved to attain a same value at the end of the follow-up. This clearly discredits the hypothesis that the thinner eggshell found in eggs of local breeds results in a lesser stability of the product quality. It may be interestingly added that it appeared from a previous evaluation of productive ability of the Famennoise breed that the eggs produced showed a maximal breakage force superior to that reported in the literature for the commercial strain (De Ketelaere *et al.*, 2002; Moula *et al.*, 2009a). Finally, both features expected to result from a thinner eggshell, i.e. lesser conservation ability and lesser solidity, show to have other determinants than eggshell thickness and local breeds appeared competitive for both traits.

Conclusion: Due to the high biologic potential of its constituents, a high percentage of yolk is a strategic feature of local breed eggs. Crosses of industrial strains with local breeds as the Ardennaise can thus be a mean to satisfy the requirements of the eggs market that presently tends to diversify itself. The characteristics of local breed eggs can also be valorized through commercialization under a *terroir* label, the demand for such products being presently rising. This is here mainly true for the Famennoise eggs as these belong to the median category of the European classification (weight between 53 and 63 g). An important output of the present study is the assessment of a similar conservation ability of local breed eggs compared to commercial strains. These economical assets of local breeds should encourage the programs for biodiversity conservation that are urgently needed if future economical and ecological challenges are to be taken up.

ACKNOWLEDGEMENT

Special thanks to Pascal Nicolas, Aurélia Zizo, Patricia Gelardi and Abdellah Salhi for their collaboration all along this work.

REFERENCES

- Ahn, D.U., S.M. Kim and H. Shu, 1997. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poult. Sci.*, 76: 914-919.
- Akbar, M.K., J.S. Gavora, G.W. Friars and R.S. Gower, 1983. Composition of eggs by commercial size categories effects of genetic group, age and diet. *Poult. Sci.*, 62: 925-933.
- Ballal, A.G. and S.A. Mohammed Kheir, 1994. Serological studies on flocks showing depressed egg production in the Sudan. *Sudan J. Vet. Res.*, 13: 67-71.
- Basenko, E.Y., E.D. Peebles, S.L. Branton, S.K. Whitmarsh and P.D. Gerard, 2005. Effects of an S6 strain of *Mycoplasma gallisepticum* inoculation at ten, twenty-two, or forty-five weeks of age on the performance characteristics of commercial egg laying hens. *Poult. Sci.*, 84: 1663-1670.
- Benabdeljelil, K. and P. Merat, 1995. Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale: F₁ (Fayoumi × leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Ann. Zootech.*, 44: 313-318.
- Bougon, M., R. L'Hospitalier, J. Portais, J.L. Roux and C. Lqhellec, 1983. Etude des variations individuelles du poids des constituants de l'œuf et de la qualité de l'albumen chez des pondeuses appartenant au même croisement. *Bull. Inf. station Exp. d'Aviculture de Ploufrag.*, 21: 83-84.
- Czaja, L. and E. Gonowicz, 2006. Effect of genome and hen's age on table egg quality. *Roczniki Naukowe Zootech.*, 33: 59-70.
- De Ketelaere, B., T. Govaerts, P. Couke, E. Dewil, J. Visscher, E. Decuyperre and J. DeBaerdemaeker, 2002. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons. *Br. Poult. Sci.*, 43: 238-244.
- Dolgokorova, A.M., 2006. Morphology and biochemical composition of eggs in meat hens of different age. *Russian Agri. Sci.*, 10: 21-24.
- Dottavio, A.M., Z.E. Canet, C. Faletti, M. Alvarez, M.T. Font and R.J. Di Masso, 2005. Yolk: Albumen Ratio in Experimental Hybrid Layers with Different Paternal Genotype. *Archivos de Zootechnia*, 54: 87-95.
- Fikry Amer, 1972. Egg Quality of Rhode Island Red, Fayoumi and Dandarawi. *Poult. Sci.*, 51: 232-238.
- Fletcher, D.L., W.M. Britton, G.M. Pesti and A.P. Rahn, 1983. The Relationship of layer Flock Age and Egg Weight on Egg component Yields and solids content. *Poult. Sci.*, 62: 1800-1805.
- Francesch, A., J. Estany, L. Alfonso and M. Iglesias, 1997. Genetic parameters for egg number, egg weight and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poult. Sci.*, 76: 1627-1631.

- Harms, R.H. and S.M. Hussein, 1993. Variations in yolk:albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *J. Appl. Poult. Res.*, 2: 166-170.
- Hartmann, C., K. Johansson, E. Strandberg and M. Wilhemson, 2000. One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn Line. *Br. Poult. Sci.*, 41: 280-286.
- Hocking, P.M., M. Bain, C.E. Channing, R. Fleming and Wilson, 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poult. Sci.*, 44: 365-373.
- Hossary, M.A. and E.S.E. Galal, 1995. Improvement and adaptation of the fayoumi chicken. *Anim. Genet. Ressources Inf.*, 14: 33-42.
- Ignjatovic, J., R.A. Fraser and T.J. Bagust, 1986. Effect of lymphoid leukosis virus on performance of layer hens and the identification of infected chickens by tests on meconia. *Avian Pathol.*, 15: 63-74.
- Jaya Laxmi, P., 2006. Correlations among various egg quality traits in White Leghorn. *In. Vet. J.*, 83: 59-62.
- Lariviere, J.M. and P. Leroy, 2005. Poultry Biodiversity in Belgium. In: 4th European Poultry Genetics Symposium. Dubrovnik, Croatia.
- Marion, A., A.W. Nordskog, H.S. Tolman and R.H. Forsythe, 1964. Egg Composition as Influenced by Breeding, Egg Size, Age and Season. *Poult. Sci.*, 43: 255-264.
- Mine, Y., 2002. Recent advances in egg protein functionality in the food system. *World's Poult. Sci. J.*, 58: 31-39.
- Mine, Y. and J. Kovacs-Nolan, 2004. Biologically active hen egg components in human health and disease. *J. Poult. Sci.*, 41: 1-29.
- Monira, K.N., M. Salahuddin and G. Miah, 2003. Effect of Breed and Holding Period on Egg Quality Characteristics of Chicken. *Int. J. Poult. Sci.*, 2: 261-263.
- Moula, N., N. Antoine-Moussiaux, F. Farnir and P. Leroy, 2009a. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 4: 389-396.
- Moula, N., N. Antoine-Moussiaux, F. Farnir, M. Philippart De Foy and P. Leroy, 2009b. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ?, *Ann. Méd. Vét.*, (In press).
- Muhammad, A.M., K.M. Chaudhry and K.N. Khawaja, 2000. Losses due to infectious bronchitis virus infection in laying and breeding hens, *Pakistan Vet. J.*, 20: 64-70.
- Nau, F., M. Antoine and Y. Nys, 2003. L'œuf de poule: une mine de molécules à activités biologiques. In: Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.
- Nys, Y., 1986. Relationship between age, shell quality and individual rate and duration of shell formation in domestic hens. *Br. Poult. Sci.*, 27: 253-259.
- Nys, Y. and B. Sauveur, 2004. The nutritional value of eggs. *INRA Prod. Anim.*, 17: 385-393.
- Offiong, S.A., O.O. Ojebiyi, E.O. Moses, B.I. Umoh and E.E.A. Offiong, 2006. Comparison of the morphometric characteristics of exotic commercial and local chicken eggs in the tropical environment. *J. Anim. Vet. Adv.*, 5: 1046-1049.
- Padhi, M.K., R.B. Rai, S. Senani and S.K. Saha, 1998. Assessment of egg quality in different breeds of chicken. *Indian J. Poult. Sci.*, 33: 113-115.
- Parmar, S.N.S., M.S. Thakur, S.S. Tomar and P.V.A. Pilla, 2006. Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livest. Res. Rural Dev.*, 18, article 32.
- Poggenpoel, D.G. and J.S. Duckitt, 1988. Genetic basis of the increase in egg weight with pullete age in White leghorn flock. *Br. Poult. Sci.*, 29: 863-867.
- Portais, J. and Bougon, 1988. Influence of the passage a coronavirus variant on the quality of eggs, *Bull. Inf. Station Exp. d'Aviculture de Ploufrag.*, 28: 164-166.
- Romanoff, A.L. and A.J. Romanoff, 1949. The avian egg. Wiley: New York, les Etats Unis, pp: 918.
- Rossi, M. and C. Pompei, 1995. Changes in Some Egg Components and analytical Values Due to Hen Age. *Poult. Sci.*, 74: 152-160.
- Samli, H.E., A. Agma and N. Senkoylu, 2005. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 548-553.
- Scott, T.A. and F.G. Silversides, 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.*, 79: 1725-1729.
- Silversides, F.G., 1994. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *J. Appl. Poult. Res.*, 3: 120-126.
- Silversides, F.G. and K. Budgell, 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH and whipping volume. *Poult. Sci.*, 83: 1619-1623.
- Silversides, F.G. and T.A. Scott, 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult. Sci.*, 80: 1240-1245.
- Sonaiya, E.B. and S.E. Swan, 2004. Production en Aviculture familiale. Organisation Des Nations Unies Pour L'Alimentation Et L'Agriculture: Rome, pp: 140.
- Stadelman, W.J. and D.E. Pratt, 1989. Factors influencing composition of the hen's egg. *World's Poult. Sci. J.*, 45: 247-266.
- Statistical Analysis System, SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Suk, Y.O. and C. Park, 2001. Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio in Two Different Genetic Stocks. *Poult. Sci.*, 80: 855-858.

- Tharrington, J.B., P.A. Curtis, F.T. Jones and K.E. Anderson, 1999. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single Comb White Leghorn chickens. *Poult. Sci.*, 44.
- Tixier-Boichard, M., C. Joffrin, D. Gourichon and A. Bordas, 2006. Improvement of Yolk Percentage by Crossbreeding Between a Commercial Brown-Egg Layer and a local Breed, the Fayoumi. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG., Brasil.
- Tyler, C. and F.H. Geake, 1964. Eggshell strength and its relationship to thickness, with particular reference to individuality in the domestic hen. *Br. Poult. Sci.*, 5: 3-18.
- Washburn, K.W., 1979. Genetic Variation in the Chemical Composition of the Egg. *Poult. Sci.*, 58: 529-535.
- Washburn, K.W., 1982. Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poult. Sci.*, 61: 2005-2012.
- Washburn, K.W. and H.L. Marks, 1983. Changes in egg composition of lines selected for divergence in yolk cholesterol concentration. *Poult. Sci.*, 64: 205-211.
- Zanella, A., C. Tassi and A. Volorio, 2002. Viral diseases related to egg laying problems, *World Poult.*, 18: 34-41.

DISCUSSION

1. Historique de la race Ardennaise

L'Ardennaise, comme rapporté par Moula et al. (2009a), est d'origine Belgo-Française. Elle prend comme habitat le plateau Ardennais juxtaposant la Belgique et la France. Son aire de dispersion va de la région de Herve aux Ardennes françaises en passant par les Fagnes, la Famenne et les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Semois. Elle est très proche génétiquement de la Gauloise dont elle partage les mêmes caractères (Marcq et Lahaye, 1942 ; Lahaye et al., 1948).

L'Ardennaise est décrite par De La Perre De Roo (1898) et Periquet (1992) comme étant une poule rustique. Elle a gardé son instinct sauvage. D'ailleurs, elle vole et perche donc facilement dans les arbres, d'où son appellation Wallonne de « *poie di haie* » ou poules des haies, qui lui est donnée dans son terroir.

Le standard des races de poules belges (V I V F N, 2008) reconnaît 12 variétés d'Ardennaise, mais actuellement, seules huit variétés sont recensées en Wallonie. Les variétés rencontrées sont : (1) blanc, (2) Noir à camail doré, (3) noir à camail argenté, (4) noir à camail doré et poitrine liserée, (5) saumon doré, (6) saumon argenté, (7) bleu à camail doré et (8) saumon bleu doré. Les variétés manquantes sont : (9) Noire, (10) Noire Liserée Argentée, (11) et Noire (12) Liserée dorée et Noire à camail argenté et poitrine liserée.

Face à la rareté des archives et le peu de renseignements sur la variété Blanche, les avis divergent quant à son appartenance ou non à la race Ardennaise. Ainsi, certains considèrent cette volaille blanche comme une Ardennaise à laquelle le sol aride de la Famenne a, aux cours des générations, enlevé toute pigmentation (Sadaune, 1999). D'autres indiquent que cette poule ne peut être qu'une race indépendante de l'Ardennaise, appelée Famennoise (Brandt et Willems, 1970). Elevée dans les fermes du Condroz et de Famenne depuis le milieu du 19^e siècle, elle est aujourd'hui presque entièrement éteinte. En effet, dans l'unique inventaire des poules belges accessibles de Larivière et Leroy (2005), il est rapporté qu'il ne reste de cette race que 98 sujets (19 coqs et 79 poules).

Les principales caractéristiques de cette Ardennaise assimilée sont les yeux de couleur vesce (brun foncé à noirâtre), la face rouge vif, le bec blanc bleuté, les pattes bleu ardoise et le plumage entièrement blanc avec une transparence bleuâtre. Il s'agit d'une poule assez sauvage, aimant la liberté.

2. Description de la race Ardennaise

L'objectif de ce travail est avant tout de faire un état des lieux de la diversité génétique de la race Ardennaise. La mesure de la variabilité génétique au sein d'une race peut être établie à partir de

différentes sources d'informations (phénotypiques, génotypiques ou généalogiques). Chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients. En effet, l'usage des données généalogiques dans l'espèce poule est impossible et les coûts d'analyses génétiques moléculaires restent inabordables en absence de subsides de grande envergure. C'est dans ce contexte particulier que cette thèse s'est contentée d'une caractérisation morpho-biométrique et d'une évaluation des performances de production.

2.1. Description phénotypique de l'Ardennaise et de ses variétés

2.1.1. L'aspect général, le format

L'Ardennaise est une poule de taille moyenne. Elle est vive, de forme allongée, souple et son port est fier. Le coq possède un camail et le panache très bien développés. Une couleur foncée prononcée est présente dans la face et les attributs de la tête de la plupart des variétés.

Le coq

Il possède un tronc de forme allongée, incliné vers l'arrière avec un port relevée. La tête de coq est fine raccommoder à un cou assez long et bien courbé.

La crête est de type simple, de grandeur moyenne, comparée aux autres poules belges. Elle est droite de texture fine, possédant 4 à 7 dents plus au moins régulières. Le lobe arrière de la crête est relevé vers l'arrière de sorte que la nuque n'est pas continue. La crête est de coloration rougeâtre. Le coq possède un bec d'une longueur variant de 34,25 à 39,50 mm, il est de texture fine et d'une forme arrondie. Sa couleur est corne à corne foncée.

La longueur des barbillons est moyenne présentant une forme arrondie de même texture que les oreillons. Ces derniers sont minces et ovales. Les yeux sont grands, ronds et vifs. La longueur du corps est moyenne (439,75 à 511,00 mm). Le dos est assez large au niveau des épaules, il présente une inclinaison prononcée vers l'arrière. La poitrine est pleine, assez large, d'une forme bombée, portée vers l'avant. Les ailes sont longues (190,33 à 299,40 mm) bien fermées et serrées au corps, portées presque horizontalement au corps et les extrémités cachées sous les lancettes. La queue pleine de coq Ardennais est bien développée établissant un angle d'environ 45° avec le corps.

Les tarses sont de longueur moyenne (80,33 à 113,00 mm), lisses, fins de structure, bleus à noirâtres selon les variétés. Les doigts sont bien écartés de la même couleur des tarses.

Le coq possède un plumage de type lisse. Il est bien serré, avec des extrémités rondes et une formation modérée de duvet.

Le camail de l'Ardennais est long, bien développé, descendant jusqu'aux épaules et le dos, entourant le devant du cou. Les lancettes sont longues et bien étendus.

La poule

En tenant compte de dimorphisme sexuel, la poule présente les mêmes caractères morphologiques que chez le coq, hormis pour :

La crête qui est petite et simple, qui peut être droite à légèrement inclinée.

Les yeux sont un peu plus foncés que chez le coq.

L'abdomen est peu développé.

La queue est longue, fermée et formant un angle de 25°.

2.1.2. Les variétés de l'Ardennaise

Douze variétés d'ardennaises sont reconnues par le standard des races de poule Belge. Cependant, il convient de rappeler que Larivière (2010) avait schématisé 13 variétés. En plus des 12 cités ci-dessous, il avait cité la variété Blue à camail doré et poitrine liserée. Parmi les douze variétés d'Ardennaises décrites, seules huit subsistent (Moula. *et al.*, 2009 a,c). Ci-après, les 12 variétés décrites par le Vlaams Interprovinciaal Verbond van Fokkers van Neerhofdiren vzw (2008) :

1. **Noire** : possède des tarses bleus foncés, un bec et des ongles corne foncé, des yeux bruns foncés et présente des colorations rouges (pourpre pour les coqs et pourpre à pourpre noir pour les poules) pour la face, les barbillons, les oreillons et la crête.
2. **Blanche** : comme cité ci-dessus, la variété blanche peut être considérée comme une race à part entière appelée Famennoise. Elle présente des tarses bleus, un bec et des ongles corne et des yeux bruns à bruns foncés. La face, les barbillons, les oreillons et la crête, sont rouges foncés chez les coqs et rouges foncés à rouge pourpre chez les poules.
3. **Noire à camail doré** : les tarses sont bleus foncée, le bec et les ongles sont cornes foncé et les yeux bruns foncés. La face, les barbillons, les oreillons et la crête sont rouges foncés à rouges pourpres chez les coqs et rouges pourpres à pourpres noires chez les poules.
4. **Noire à camail argenté** : dispose de tarses bleus foncés, de bec et des ongles corne foncé et des yeux bruns foncés. La face, les barbillons, les oreillons et la crête sont rouges (rouges foncés à rouges pourpres chez les coqs et rouges pourpres à pourpres noires chez les poules).

5. **Bleue à camail doré** : des tarses bleus foncés, un bec et des ongles corne foncé et des yeux bruns foncés. Les barbillons, les oreillons et la crête sont de la même couleur que les variétés (3) et (4).
6. **Noire à camail doré et poitrine liserée** : les tarses sont bleus foncés, le bec et les ongles de couleur corne foncée et les yeux bruns foncés. Elle présente les mêmes couleurs que les variétés (3), (4) et (5) pour les barbillons, les oreillons et la crête.
7. **Noire à camail argenté et poitrine liserée** : elle présente des tarses bleus foncés, un bec et des ongles corne foncés. Les oreillons et la crête sont de la même couleur que les variétés (3) et (4), (5) et (6).
8. **Saumon dorée** : la coloration des tarses sont bleus. Le bec et les ongles sont corne foncés. Les yeux rouge orange à brun orangé. La face, les barbillons, les oreillons et la crête sont rouges.
9. **Saumon argenté** : comme les deux autres variétés saumonées (8) et (10) sont bleues. De même pour la coloration de bec, des ongles, des yeux, la face, les barbillons, les oreillons et la crête, ils présentent la même coloration que chez les variétés Saumon dorée et saumon bleu doré.
10. **Saumon bleu doré** : comme les deux autres variétés saumonées (8) et (9) sont bleues. De même pour la coloration de bec, des ongles, des yeux, la face, les barbillons, les oreillons et la crête, ils présentent la même coloration que chez les variétés Saumon dorée et saumon bleu doré.
11. **Noire liserée argenté** : la coloration des tarses sont bleus foncés. Le bec et les ongles sont corne foncés. Les yeux rouge orange à brun foncé. La face, les barbillons, les oreillons et la crête sont rouge foncé à rouges pourpre chez les coqs et rouge pourpre à pourpre noir chez les poules.
12. **Noire liserée dorée** : elle présente des tarses bleus foncés, un bec et des ongles corne foncés. les oreillons et la crête sont de la même couleur que les variétés (11).

L'Ardennaise dorée proche de sa semblable Gauloise dorée, représente la race la plus proche en forme, taille et coloris du coq sauvage bankiva duquel descendent toutes les races de volailles.

1.2 Performance de production

L'absence d'études sur les races de poules anciennes, rend leur description complexe. La rareté des données, liée au désintéressement des autorités publiques à la sauvegarde du patrimoine génétique a en effet provoqué l'apparition et la disparition de certaines variétés non répertoriées. En ce qui concerne la poule Ardennaise qui nous intéresse dans ce travail, excepté les études réalisées par Larivière (2010), aucune autre étude n'a relaté les performances de production de cette poule.

2.2.1. Performance pondérale

Les trois premiers articles de la thèse offrent des informations inédites et intéressantes sur la croissance des différentes variétés d'Ardennaise encore existantes. Ces articles avaient mis en évidence une différence claire et apparente sur le poids corporels entre les variétés colorées de l'Ardennaise et sa variété blanche (la Famennaise). En effet, avec un poids à 12 semaines dépassant les 1,5 kg chez les poules et 2 kg chez les coqs, la Famennaise est largement supérieure aux variétés colorées qui ne dépassaient guère le 1,2 kg chez les poules et 1,5 kg chez les coqs au même âge. Cette différence de poids pourrait conforter l'hypothèse selon laquelle la variété blanche d'Ardennaise, est une race à part entière. Malheureusement, les faibles effectifs de la Famennaise semblent désavantager irrémédiablement son sauvetage en l'absence d'infusion de sang de races apparentées. La race allemande « *Luneburger Heide* » ou même la « *poule de Bresse* » qui ressemblaient beaucoup à la Famennaise, seraient des candidates intéressantes pour relancer le noyau restreint de cette poule blanche, évitant ainsi sa disparition définitive. Les variétés colorées de l'Ardennaise ne montraient que très peu de différences pondérales entre-elles (Moula *et al.*, 2009a,b). Cette proximité offre une possibilité de sauvetage groupé de la race et permettrait de porter le noyau disponible à un nombre d'individus suffisant pour en envisager la reproduction sans introduction de sang étranger. L'essai de croisement Ardennaise x Famennaise réalisé dans la deuxième étude (Moula *et al.*, 2009b) avait présenté un poids très intéressant. Ce genre de croisements offre une possibilité d'amélioration des performances de croissance de la race Ardennaise, tout en valorisant les qualités organoleptiques de la chair de l'Ardennaise pour lesquelles celle-ci est réputée. L'utilisation de la Famennaise comme race amélioratrice des performances pondérales de l'Ardennaise colorée présenterait une valeur ajoutée par l'ancrage local de celle-ci et, l'argument de terroir renforce l'usage de ce croisement.

2.2.2. Performance de ponte

L'utilisation de l'Ardennaise, à la fois, comme poulets de chair et comme poules pondeuses, semble être très intéressante. Les performances de ponte enregistrées dans les travaux cités ci-dessus (Moula *et al.*, 2009 a, b, c, d ; 2010) ont été plus satisfaisantes que celles de la croissance. En effet, elles ont été supérieures à celles rapportées il y a plus de trente ans par Brandt et Willems (1970) (120 à 180 œufs/an). Avec un taux annuel de ponte dépassant les 50 % et une proportion en jaune dépassant

les 30 % traduisant ainsi, une forte teneur en matières sèches des œufs (Moula *et al.*, 2009d,e ; Moula *et al.*, 2010). A l'image de la race Fayoumi largement utilisée dans des croisements améliorateurs de souches commerciales (Tixier-Boichard *et al.*, 2006), l'Ardennaise pourrait être aussi utilisée pour améliorer la qualité interne des œufs produits par les souches hybrides industrielles, marquées par d'importantes proportions d'albumen, et ainsi d'une très forte teneur en eau. Le poids des œufs de l'Ardennaise et de la Famennaise étaient faibles par comparaison avec ceux des volailles Lohmann et Isa-Brown. Ce caractère résulterait d'un important processus de sélection réalisé depuis plusieurs décennies chez les souches commerciales (Washburn et Marks, 1983 ; Poggenpoel et Duckitt, 1988 ; Francesch *et al.*, 1997). Cependant, pour la composition des œufs notamment, le rapport jaune sur le blanc, lors de la présente étude, les ratios étaient les plus élevés pour l'Ardennaise et la Famennaise.

Avec un regard sur la qualité nutritionnelle, le pourcentage de jaune doit être considéré comme favorable et est lié à la teneur en matière sèche la plus élevée de l'œuf et aux teneurs en acides gras les plus élevés (Benabdeljelil et Mérat, 1995). La fraîcheur des œufs constitue un autre facteur très intéressant ; elle est mesurée pour évaluer la stabilité des œufs de races locales lors de leur conservation. Pour le haut potentiel biologique des divers constituants, un pourcentage élevé de jaune est une caractéristique fondamentale des œufs de races locales. Les croisements de souches industrielles avec des races locales d'Ardennaise peuvent alors constituer un moyen de satisfaire les exigences en œufs du marché. Les caractéristiques des œufs de poules locales peuvent alors être valorisées par une commercialisation labellisée, notamment sous forme de produits du terroir, dont la demande pour chaque produit continue d'augmenter. Cette affirmation est vraisemblablement exacte pour les œufs de la Famennaise en raison de leur appartenance à la catégorie intermédiaire de la classification européenne (poids entre 53 et 63 g). Une contribution importante de cette étude est l'estimation de l'aptitude à la conservation d'œufs de race locale en comparaison à des souches commerciales. Cet atout économique des races locales devrait encourager les programmes de la conservation de la biodiversité qui est une urgence pour les défis économique et écologique futurs.

En ce qui concerne la force maximale de rupture de la coquille (F_{max} (N)), critère de qualité des œufs très important sachant qu'environ un 10ème des œufs se cassent lors de transport, les valeurs enregistrées pour l'Ardennaise (34,41 N), le Coqard (37,09 N), la Famennaise (38,42 N) et l'IsaBrown (37,22 N) étaient proches des résultats de De Ketelaere *et al.* (2002), qui ont observé des valeurs des forces maximales de rupture allant de 31 à 38 N à l'âge de 56 semaines chez les souches commerciales Lohmann (35 N), Bovans (32 N) et Hisex (38 N). Les résultats enregistrés sur les deux races locales pour la force de rupture présentent un réel intérêt du fait que les souches commerciales ont fait l'objet d'une sélection poussée pour améliorer la solidité de la coquille contrairement aux deux races locales belges qui n'ont subi aucune sélection.



2^{EME} PARTIE :

**EVALUATION DE LA SITUATION
ACTUELLE DE LA POULE LOCALE
EN BASSE KABYLIE
(ALGERIE)**

Introduction

1. Rôle de l'aviculture familiale

La sous-alimentation dans le monde concerne aujourd'hui un milliard de personnes. Sur Terre, une personne meurt de faim toutes les quatre secondes !... La FAO avait pourtant fixé des objectifs ambitieux sur ce qui devait constituer un des grands enjeux du Millénaire mais la faim ne recule pas suffisamment pour réduire significativement ces chiffres. Les carences alimentaires, lorsqu'elles ne sont pas imputables aux guerres ou aux conflits, sont généralement directement liées au niveau de développement des pays concernés. L'Amérique du sud, l'Asie et surtout l'Afrique, sont aujourd'hui les premières régions touchées. L'Afrique sub-saharienne représente à elle seule plus de la moitié des pays recensés par la FAO et près du quart de la population mal nourrie.

En dehors des cas de famine, la nourriture disponible dans les pays où la faim est significative est généralement suffisante pour couvrir les besoins en calories de la population. La difficulté essentielle réside en fait dans l'équilibre de cette alimentation qui manque la plupart du temps de protéines d'origine animale. Ces carences sont directement responsables des problèmes sanitaires qui affectent en priorité les enfants et les femmes (par exemple, les maladies du type kwashiorkor).

Si ce manque de protéines animales est, au départ, lié au manque de ressources locales, un cercle vicieux maintenant le faible développement des structures avicoles est observé : les entreprises multinationales voient dans les pays sous-développés une opportunité pour écouler les produits généralement impropres à la commercialisation sur les marchés des pays industrialisés (par exemple, chair des poules pondeuses de réforme). Ces entreprises déversent ainsi dans les pays sous-développés de grandes quantités de produits bon marché qui perturbent la production locale en la rendant peu compétitive et qui incitent les populations locales à utiliser le peu d'argent dont elles disposent au lieu de l'investir localement et de participer au développement d'une structure agricole locale au rendement incertain et différé.

Pour sortir de ce cercle vicieux, il est important d'aider rapidement les populations concernées à renforcer efficacement la compétitivité de leur structure d'élevage. Un des moyens d'atteindre cet objectif est certainement de développer l'aviculture qui présente des avantages évidents sur la plupart des autres types d'élevage, en particulier par son cycle de production court, par son niveau d'investissement relativement faible et par le fait que le risque financier lié à la mortalité des animaux est relativement bas (l'investissement est, dans le cas des volailles, réparti sur des animaux plus nombreux que s'ils étaient de plus grand format, donc plus chers et devant vivre plus longtemps avant d'être rentables).

Les populations locales ont d'ailleurs déjà compris par elles-mêmes l'intérêt de l'aviculture et donc c'est assez logiquement que, dans beaucoup de cultures, des volailles sont élevées de manière traditionnelle, principalement dans les villages. Les volailles jouant souvent un rôle dans les événements importants de la société, l'aviculture familiale fait partie intégrante de la vie religieuse et socioculturelle des villageois dotés de peu de moyens et renforce la cohésion au sein de la communauté traditionnelle (Ngou Ngoupayou, 1990 ; Barua et Yoshimura, 1997 ; Guèye, 2003 ; Moula *et al.*, 2009 ; Moula *et al.*, 2011). En 1995, l'aviculture villageoise était composée de 1.068 millions de poules, 16 millions de canards et 7 millions de dindons (Guèye et Bessei, 1995 ; Sonaiya, 1997 ; Guèye, 1999). Ces effectifs ont évolué pour atteindre 16 194,9 millions de poulets, 1.019,5 millions de canards, 262,2 millions d'oies et 276,2 millions de dindons en 2004 (www.fao.org cité par Fotsa, 2008). Cette aviculture familiale joue un rôle très important dans 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 ; Fotsa, 2008). Dans certains pays africains ou asiatiques, elle représente encore la principale source de viande et d'œufs consommés en milieu rural (Aini, 2004, Moula *et al.*, 2009e).

Cependant, si les petits élevages de volailles sont très répandus dans la plupart des pays sous développés, il est regrettable de constater que leur productivité est généralement très faible, quelques élevages industriels implantés plutôt en zone urbaine ou péri-urbaine ont fait leur apparition. Par ailleurs, une aviculture à deux vitesses est observée. Dans les zones rurales, l'aviculture est restée familiale, traditionnelle et peu productive alors que dans les zones urbaines, une aviculture plus moderne s'implante progressivement.

2. Contexte et objectif d'une étude de l'aviculture en Basse-Kabylie

En Afrique, en général, les poules sont généralement élevées dans des conditions très rudimentaires. Les travaux précédents ont montré que les faibles moyens déployés dans cette aviculture expliquent en bonne partie les niveaux de mortalité observés par exemple lors des variations climatiques (Fotsa, 2008). Non seulement le mode d'aviculture ne permet pas d'optimiser la productivité ou tout simplement de minimiser la mortalité des poules mais, en plus, le matériel génétique dont disposent les éleveurs actuels est sans doute relativement pauvre en raison de la limitation due au potentiel génétique initial et de l'absence de la maîtrise d'une sélection animale adaptée devant conduire à une optimisation de ce capital (Fotsa et Poné, 2001 ; Sarkar et Bell, 2006).

D'un pays à l'autre, parfois même d'une région à l'autre, les races et les souches locales de poules peuvent être très différentes. L'intérêt d'une étude sur les modes d'élevage et sur la variabilité génétique des poules locales dans ces régions dont les données sont rares ou inexistantes, est évident :

les résultats d'une telle étude pourraient en effet constituer une base solide pour l'amélioration des performances de l'aviculture africaine.

L'Algérie – notamment la Basse-Kabylie dont il est ici question – est particulièrement représentative de cette situation. C'est la région qui a été choisie dans le cadre de ce travail dont l'objectif est donc d'y contribuer à une meilleure analyse de l'aviculture contemporaine. S'il est en effet illusoire de chercher à révolutionner les techniques d'élevage locales en allant certainement à l'encontre des coutumes locales ou en sous-estimant le poids de certaines difficultés liées aux ressources et aux moyens locaux disponibles, il est par contre très utile de mieux connaître le contexte dans lequel une action d'amélioration pourrait s'inscrire.

Idéalement, pour appliquer les recommandations données par Verrier et al. (2005), il faudrait aller jusqu'à caractériser la variabilité génétique et donc disposer d'informations sur les phénotypes (couleur, aspect du plumage, taille, poids, vitesse de croissance,...), les généalogies et les marqueurs (biochimiques et moléculaires : microsatellites, SNP, ...). Dans un premier temps, ce travail-ci permet déjà de préciser les conditions socio-économiques de l'aviculture locale et de préciser les caractéristiques morpho-biométriques et zootechniques (performances pour la croissance et pour la ponte) des poules de Basse-Kabylie. Ce travail préliminaire est indispensable à toute action d'amélioration qui viserait à améliorer les techniques d'élevage ou à faire évoluer le matériel biologique local.

L'analyse des conditions socio-économiques et des performances zootechniques de l'aviculture s'appuie sur une enquête menée en milieu paysan. Cette enquête a permis d'étudier le système d'élevage pratiqué et de préciser tous les éléments contextuels qui ont une conséquence sur les résultats de l'élevage en Basse-Kabylie. Elle a fait l'objet d'une première publication.

La caractérisation de la variabilité morpho-biométrique a été entreprise dans une deuxième étape et a fait l'objet d'une autre publication.

**Backyard poultry in Kabylie (Algeria): from an
indigenous chicken to a local poultry breed?**

Animal Genetic Resources (In press)

Backyard poultry in Kabylie (Algeria): from an indigenous chicken to a local poultry breed?

N. Moula¹, F. Farnir¹, A. Salhi², M. Iguerouada³, P. Leroy¹ and N. Antoine-Moussiaux¹

¹ University of Liege, Department of Animal production, Division of Genetics and Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, Boulevard de Colonster 20 B43, 4000 Liege, Belgium

² University of Essex, Department of Mathematical Sciences, Wivenhoe Park, Colchester CO4 3SQ, United Kingdom

³ University of Abderahmane Mira, Department of Organism and Populations Biology, Faculty of Life and Nature Sciences, Bejaia 06000, Algeria

Abstract

Backyard poultry is considered as a powerful tool for poverty alleviation. It is further promoted as a way of empowering women in communities where there is gender bias in poultry raising. The low-input systems involved are based on local breeds that are perfectly suited to their environment. However, socio-economic processes put local genetic resources under pressure, leading to the erosion of biodiversity. The present survey addresses this issue in the case of Kabylie, a mountainous coastal region of Algeria, through a survey conducted in 90 households raising poultry, a morpho-biometric description of 315 local chickens, and a performance evaluation of both growth and egg production in experimental semi-intensive conditions. The socio-economic profile of poultry smallholders in Kabylie reveals poor education and high diversification of agricultural assets and confirms gender bias in poultry keeping. The erosion of local genetic resources in chicken is found to be severe despite their cultural importance in Kabylie. From complementary surveys among experienced poultry keepers, the major original local type is postulated to consist of three varieties with black plumage (pure black, mottled and barred). The performance evaluation raised promising results, suggesting that some degree of improvement of low-input backyard systems could be pursued by exploiting the local breed. Finally, a strategy for a revival of the local breed through the support of the most involved smallholders is outlined in accordance with the information collected in the survey.

Keywords: Kabylie; Poultry; Smallholder; Biodiversity; Genetic resources.

Résumé

L'élevage de volailles d'arrière-cour constitue un outil important de lutte contre la pauvreté. Il est en outre promu comme mode de renforcement de la position féminine dans une communauté, sous réserve de l'observation dans les faits du biais de genre classiquement rapporté dans le contrôle de cet élevage. Les systèmes à faible niveau d'intrant concernés sont basés sur des races locales rustiques, adaptées à leur environnement. Néanmoins, des processus socio-économiques mettent sous pression ces ressources génétiques locales, menant à une érosion de la biodiversité. La présente étude aborde cette problématique dans le cas de la Kabylie, région côtière montagneuse de l'Algérie, au travers d'une enquête auprès de 90 ménages élevant des poules, d'un relevé morpho-biométrique réalisé sur 315 sujets locaux ainsi qu'une évaluation des performances de ponte et de croissance dans des conditions semi-intensives expérimentales. Le profil socio-économique des petits éleveurs de poules en Kabylie révèle un faible niveau de formation, une grande diversification de l'outil agricole et confirme le biais de genre mentionné plus haut. Une érosion génétique sévère a été trouvée, en dépit de l'importance culturelle de la poule en Kabylie. Une enquête complémentaire auprès d'éleveurs expérimentés indique que trois variétés de plumages noirs (noir pur, caillouté, barré) sont considérées comme constituant les principaux types locaux d'origine. L'évaluation des performances a fourni des résultats prometteurs, suggérant qu'un certain degré d'amélioration des systèmes d'élevage d'arrière-cour pourrait être recherché sur base des types locaux. Finalement, en accord avec l'information recueillie dans cette enquête, une stratégie de revivification de la race locale au travers d'un soutien aux éleveurs les plus impliqués est brièvement proposée.

Keywords: Kabylie; Poule; Petit éleveur; Biodiversité; Ressources génétiques.

1. Introduction

Proteo-caloric malnutrition is a widespread consequence of poverty in developing countries, further compromising people's capability to step out of their condition. In this regard, backyard poultry can be an important tool in poverty alleviation, as eggs for home consumption are a low-cost protein source especially valuable for children's growth, or as it can provide additional income where markets are available (Mack *et al.*, 2005; Roothaert *et al.*, 2011). In Algeria, as in other regions of the developing world, beyond this productive role, poultry moreover plays a pivotal role in the social sphere, being sacrificed at important occasions such as weddings and circumcision ceremonies or being offered to special guests (Moula *et al.*, 2009a; Raach-Moujahed *et al.*, 2011). Therefore, poultry can be considered as addressing the poverty problem in its multidimensional nature. The link between poultry and poverty alleviation is even more clearly expressed in the case of Kabylie where the poor are traditionally said to be « the one who does not even have a hen ». Indeed, in contrast to larger animals such as ruminants or pigs, poultry is characterized by the low investment needed in backyard systems. Thus they often represent the first step in capitalization by poor people.

Unfortunately, the local breeds on which those low-input systems are based are presently endangered due to the spread across rural areas of commercial hybrid strains from their initial intensive rearing spots. At present, half of the poultry breeds of known status are at risk of extinction (FAO 2008). Poverty in itself is a basic explanation for this genetic erosion: backyard poultry breeders introduce highly productive and genetically uniform strains in their indigenous flocks according to a short-term gain strategy at the expense of sustainability (Anderson 2003). Indeed, the lack of adaptation of these hybrid strains to the village raising practices induces a major risk to the present and future production system without realizing the expected profit. A more long-term-oriented strategy should consist of a progressive upgrading of the rearing systems, including the genetic improvement of the local breeds in accordance with the locally available inputs and environment control capacities and possible qualitative and cultural expectations. In this context, characterization of local breeds and assessment of their productive potential in their actual raising system as well as their response to an upgrading of this system is crucial. The present study aims at such an evaluation in Algeria.

2. Material and Methods

2.1. General structure of the study

Characteristics of backyard poultry raising were assessed in a sample of 30 villages of Basse-Kabylie, a mountainous coastal region of Algeria about 200 km east of Algiers. The study villages were chosen in 10 districts, spreading over the North (2), Center (2), South (2), East (2) and West (2) of the region. The raising systems were first assessed through a socio-economic survey conducted in 3 households per village (90 households interviewed). Morpho-biometric characterization of 315 local chicken specimens was then completed. Finally, growth and laying performances were assessed in semi-intensive conditions for 111 chicks and 50 hens, respectively.

2.2. Socio-economic survey

Age, sex, education level, occupations and agricultural endowment of the respondent and the members of the household were recorded. Open questions related to poultry raising practices. Respondent were then asked about their motivations for chicken rearing in general and for the choice of the local breed in particular as well as for the use of the different products through three multiple-choice questions.

In the additional survey, 14 interviewees with over 50 years experience in poultry raising were asked an open question about their perception of a possible change in chicken genetic resources kept in their village (period, nature of the change, description of the former phenotypes).

2.3. Morpho-biometric characterization

Adult animals (>10 month) were exclusively used for the morpho-biometric characterization. The different body measurements were recorded in accordance with the FAO (1981) recommendations, by means of a digital balance (accuracy 1g), an electronic sliding caliper (accuracy 0.01mm) and a tape measure. The data collected were sex, body weight and reported age of the animal; thoracic girth; feathers type and color; comb's type, length, height and color; wattles' height and color; tarsus length and diameter; wings' length; and the length and color of the beak.

2.4. Egg production performance

Eggs collected in the different villages were put for natural incubation and hatching. Day one chicks were vaccinated against Marek's disease. The chicks were then kept in a brooder house and fed a commercial starter mix (22% crude protein, 2700 kcal/kg metabolizable energy) *ad libitum* until 12 weeks of age. A commercial growth mix (18.9% crude protein, 2700 kcal/kg metabolizable energy) was then given for the following weeks. Temperature and relative humidity were not kept constant but were recorded daily. Maximum temperature ranged between 24 and 32°C and minimum temperature between 19 and 26°C. Maximal relative humidity varied from 60 to more than 94% and minimal from 45 to 80%.

At week 18, a total of 60 hens were transferred to individual cages. Natural lighting duration was 12h15 at week 19 and was then increased by increments of 30 minutes per week till a duration of 16h30 light per day at week 26. Ranges for maximal and minimal temperature as well as for maximal and minimal relative humidity were 12 to 31°C, 6 to 14°C, 75 to 96% and 50 to 83%, respectively. A laying hen feed mix (18.9% crude protein, 3,060 kcal/kg metabolizable energy) was given from week 20 (composition shown in Table 1). Ten animals died during the experiment, of unknown cause as necropsies could not be carried out.

2.4.1. Laying records – Age and weight of the hens at the onset of laying were recorded. Laying was followed-up daily and individually for 52 weeks. Cumulative egg laying rate were assessed for two periods: from week 38 to 42 and from week 56 to 60.

2.4.2. Egg quality – Egg quality analysis was implemented at both above-mentioned periods by weekly collection of the first three eggs for each hen (1500 eggs). Analysis was completed within a few hours after laying. Eggs were numbered and weighed to the nearest 0.01g. Then, their length and width were measured by means of an electronic sliding caliper (accuracy 0.01mm), so that an egg shape index could be calculated (ratio between length and width) (Moula *et al.*, 2010). The eggs were then broken with careful separation of yolk and albumen. The shell (including membranes) and yolks were weighed separately (accuracy 0.01g). Albumen weight was determined by subtracting yolk and shell weights from total egg weight. The shell thickness was measured at three different random points in the equatorial shell zone using an electronic micrometer (accuracy 0.01mm). The average of the three measures was used as a trait (Moula *et al.*, 2010).

2.5. Growth performance

A total of 160 eggs were put for natural incubation by 16 selected hens with acknowledged brooding ability. Hatching rate was recorded. The chicks (n=111) were floor-bred on a sawdust litter in a same ventilated building (no air conditioning). Chicks were first put under a heating lamp and the room temperature was regulated manually according to chicks' behavior. A continuous light regimen was adopted for the whole experiment period. Animals were fed *ad libitum* with a starter mix until the age of 14 days (22% crude protein, 2870 kcal/kg metabolizable energy) and then passed to a tradition poultry mix (20% crude protein, 2950 kcal/kg metabolizable energy) which was given *ad libitum* until slaughter (feed composition listed in Table 1).

Each animal was identified individually. After sexing at week 9, males and females were kept separated by a metallic net. Animals were weighed individually at week 0, 1, 4, 8, 12 and 16. The feed conversion index was assessed for the flocks by calculating the ratio between the total ingested food and total live weight gain.

2.6. Statistical analysis

All statistical analyses were performed with the SAS software (Statistical Analysis System 2000).

2.6.1. Socio-economic and morpho-biometric surveys – Descriptive statistics were obtained for all socio-economic and morpho-biometric parameters. Answers to the multiple choice questionnaire were analyzed in terms of frequency of occurrence (citation rate).

2.6.2. Egg laying performance – Descriptive statistics (frequency, mean, standard deviation) were calculated for the following parameters : hatching rate, weight and age at onset of laying, laying rates, annual number of eggs laid per hen. Student's t-test was performed in order to compare data obtained for the two different laying periods (weeks 38-42 and weeks 56-60).

2.6.3. Growth performance – Mean body weight by sex was calculated for each week along with standard deviations. Growth was further described by the calculation of growth curve parameters according to the following Gompertz equation: $y = \alpha \times \exp(-\beta \times \exp(-\gamma \times t))$, where y = weight of

broiler (g) ; α = asymptotic weight ; β = integrating constant ; γ = growth speed factor (maturation factor) and t = time (Porter *et al.*, 2010). These parameters were estimated by non-linear regression using the Marquardt method in the Nonlinear Models Procedure of SAS (2000). The age to inflexion, corresponding to the period when growth is maximum, was calculated using the formula: $T_i = (1/\gamma) \times \ln |\beta|$ (Porter *et al.*, 2010).

3. Results

3.1. Socio-economic characteristics of local poultry keepers

Median number of poultry by household was 11. Among the 90 respondents, 57 were men and 33 women. The men responding were effectively in charge of poultry keeping activities in only 17 households, poultry keeping being mainly a female occupation (81% of households). This means that 40 women involved in poultry keeping could not be directly interviewed due to the husband's intervention. In all households, women were housewives. Men's main occupation was agriculture in 37% of the households; 14% were civil servants, 9% were merchants, and 7% were transporters. In 33% of households, men declared to be in a situation of unemployment. However, all households of the latter category did present agricultural occupations. Education level was globally low, especially in women; 64% of women were illiterate. Among men, 79% did not obtain the basic school certificate. Two noticeable exceptions were agronomists (university degree) that were employed as civil servants and were actually in charge of the poultry keeping activities in their household. For the complementary survey among experienced raisers, the median age of respondents was 69.5 years with a minimum at 60 and a maximum at 91.

3.2. Agricultural assets

Besides poultry keeping, 79% of households cultivate small plots. The major crops are cereals (wheat or barley) and some vegetables (tomatoes, beans, potatoes, onions, courgettes, etc.. Production is generally aimed at home consumption. Due to the mountainous environment of Kabylie, fruit trees are a common agricultural capital owned by households. The most common trees are olive trees and fig trees, owned by 93% and 88% of interviewed households, respectively, but 94.5% of households also own other fruit trees such as apple, cherry, orange trees or even oaks (the acorns of which are both consumed by man and fed to animals). Beekeeping was practiced by 62% of the households. Fruit trees and beehives are both commonly situated on plots owned by other households, their tenure thus being independent of that of the land harboring them. The other animals kept were sheep (86%), rabbits (64.5%), goats (44.5%), cattle (38%), turkeys (25.5%) and ducks (20%) (Table 2).

3.3. Motivational aspects and poultry genetic resources management

The major motivations cited for poultry keeping were egg production (58%), tradition (53%) and then meat production (52%) (Table 3). Rationale for the preference of keepers for the local chicken is

presented in Table 3. The most cited reasons were the strong flavor of its meat (89%) and the resilience of the birds to harsh environment (73%). The ease of daily care was also commonly cited (65.5%).

The 14 experienced respondents, all raising poultry for more than 50 years, unanimously reported a noticeable change in the poultry genetic resources in their villages. The period at which they situate the beginning of this change is the early 1990's. The nature of the change discussed is a widening of phenotypic variability, a decrease in flock size and a loss in « quality » and flavor of both meat and eggs. The original phenotypes are described by all respondents as predominantly black with some white in the plumage (pure black, mottled or barred) and with blue or black legs. Ten of them also mentioned the partridge plumage along with the black and white varieties as the « true Kabyle chickens ». The blue plumage was also cited by 6 persons. The greater resistance to diseases (both digestive and respiratory) of the former Kabyle chicken is unanimously reported. Two persons from two different districts also mentioned the longer legs of the former varieties. White or yellow legs, as well as red plumage, were clearly associated by interviewees to the intrusion of exogenous genetics.

3.4. Raising systems

3.4.1. Housing and feeding – Data about raising practices are given in Table 4. Scavenging systems represented 21% of cases while semi-scavenging was encountered in the other 79%, meaning that poultry were kept sheltered at night. Shelters could be quite rudimentary and assembled from metal panels and wire netting or could be concrete constructions, often adjacent to the main habitation. Animals were mostly fed kitchen waste (98%). Cereals and mixes normally intended for use in complementary feeding for ruminants were seldom distributed to chickens for fattening before special celebrations (2%). The most common water sources for poultry were wells (48%) and tap water (43%).

3.4.2. Use of poultry products – Uses were categorized separately for animals (live animals or meat) and eggs. For animals, home consumption was the first use mentioned (42%). Reproduction was also a common answer (33%). Less cited uses were commercialization (12%), gift (9%) and exchange (3%). For eggs' use, home consumption was more common than for meat (57%) while commercialization was less cited (2%) and exchange was not practiced. A price premium for local poultry products was stated by 10% of interviewees.

3.5. Morpho-biometric characterization

3.5.1. Feather color and aspect – The different colors observed and their frequencies are reported in Table 5. The most common colors were black (17%), white (16%), gold (13%) and silver (11%). Other colors such as blue, grey, mottled, red, light brown, dark red, barred, partridge, dark brown, yellow, salmon and tan were less frequently encountered (between 1 and 8%). Globally, the population thus turned out to be highly heterogeneous. Males were mostly white or gold (20% of each

color), black or silver (14% of each color). In females, black (19%) was more frequent than white plumage (12%). Naked necks were seldom observed with only 4% of cases in both sexes.

3.5.2. Type and color of the comb and the wattles – Comb was mostly simple (93%) and red (84%) in both sexes. The wattles were in general of the same color as the comb and had similar color frequencies (Table 6).

3.5.3. Skin and legs color – Skin was mostly white (44%) but also pink (22%) or yellow (28%). Black was rare (7%). Legs showed the same colors but with a higher frequency of yellow (37%).

3.5.4. Weight and body measurements under traditional raising system – Results for body weight and measurements are presented in Table 7. Mean weight of females was 1286 ± 326 g (minimum: 805 g; maximum: 2754 g). Males were heavier with a mean weight of 1646 ± 431 g (minimum: 1060; maximum: 3241 g). As for weight, all other body measurements were higher in males compared to females. Again, the population turned out to be very heterogeneous with coefficients of variation ranging from 6.8% to 65.3%.

3.6. Performances under experimental semi-intensive system

3.6.1. Egg production – Ten hens died during the experiment (16.7% mortality rate). The cause of this mortality has not been identified as necropsy could not be carried out. Table 8 shows the age and body weight at onset of laying, eggs number and annual laying rate. Mean age at onset was 189 days and mean body weight was 1351 g. The hens laid a mean number of 163 eggs per year, with a laying rate of 44.6%. Values obtained for egg quality traits at each period are presented in Table 9. Laying rate showed a statistically significant decrease in the second period (44.68 % vs. 51.16 % in the first period) while egg weight showed a statistically significant increase in this second period (54.32 ± 2.66 g vs. 50.23 ± 2.71 g in the first period). Egg component proportions did differ between periods.

3.6.2. Growth – Among the 160 eggs put for incubation, 111 hatched (hatching rate of 69.37%), and 43 males and 55 females were obtained. Mortality rate was 11.71 %, distributed as follows : 5 chicks died on day 1, 2 at week 2, 2 at week 5 and 1 per week from week 9 to 12. At week 16, mean feed conversion index was 4.97. Mean weight at hatching was 33.00 ± 1.63 g and 31.48 ± 2.10 g in males and females respectively. At day 84, weights were 1241.16 ± 160.62 g and 1034.69 ± 84.38 for males and females respectively. At day 112, these values were 1605.56 ± 188.42 g and 1284.55 ± 102.41 g. Gompertz growth curve parameters are given in Table 10 for the total flock and by sex. Asymptotic weight (α) of males was superior to that of females (2045.30 g vs. 1532.90 g) as was the constant of integration (β) (4.32 vs. 4.09). The maturation rate (γ) was higher in females, who reached their inflexion weight sooner than males (50.28 days vs. 56.94 days).

4. Discussion

4.1. Socio-economic aspects

The present study showed a clear predominance of women in poultry raising activities in households of Kabylie. Such a gender bias has been reported in many other developing countries (Gueye, 2007; Keambou *et al.*, 2007; Ramdas, 2009). This bias is the rationale for the use of poultry-keeping programs as a means of targeting women in poverty alleviation projects, an approach widely known as the « Bangladesh smallholder poultry model » (Jensen and Dolberg 2003). As highlighted by Kitalyi (1998), the gender bias is not universally true and must be accordingly investigated as a precondition for the effectiveness of those programs. Further attention must be paid to the fact that poultry keeping is neglected by men as long as it is oriented towards home consumption and does not bear any hope for profit. If cash earnings can be realized, men could then intervene in the management and selling decisions to the detriment of women (Gueye *et al.*, 1998). As a matter of fact, in Kabylie, larger semi-intensive or intensive poultry farms are mostly run by men. The monitoring of gender issues throughout the development of access of smallholders to the poultry markets is thus necessary. Upstream, the access to production factors, capital, credit and decision making become pivotal gender questions if the development of this value chain is to benefit women. In the present survey, it has been difficult and sometimes impossible in many households to interview women directly despite their recognized role in poultry keeping in those households. This sheds light on the gender problem in this region and the many difficulties that would be encountered by projects designed to empower rural women.

A clear lack of education among poultry smallholders also appeared in the present survey. This lack should be addressed in any project aiming at improving poultry keeping practices and organizing producers. Indeed, education is a fundamental determinant of the ability of people to organize themselves and build the institutions needed for sustainable economic development. At present, basic scholarship is obligatory in Algeria but illiteracy remains a real problem in men and women in rural areas.

Chicken flocks owned by the sampled households were small, none of them exceeding 30. All households owned other agricultural assets such as animals, fruit trees, beehives or cropland. No clear grouping of households could be distinguished through principal component analysis and hierarchic classification (results not shown). Thereby, the households included in the survey appeared to be quite homogeneous regarding the diversity of agricultural occupations. In accordance with this global diversification of agricultural assets, attention should be paid to the change in factor allocation (mainly labor) ensuing from improvements in the raising system. For example, women are traditionally engaged in milking of cattle or goats, and may not be able to spend additional time on poultry raising or commercialization as men make decisions on the asset- diversification strategy of the household.

4.2. Motivations for poultry raising and indigenous genetic resources management

Poultry is primarily kept for home consumption of both eggs and meat. The fact that the tradition purpose comes as a frequent answer is interesting, showing the cultural and social importance of the

simple owning of some hens in Kabylie. Reasons for preference for local chickens over commercial ones could be regarded as a first approximation of breeding goals. Resilience, ease of raising and flavor of eggs and meat are the principal motives. The first two statements fit into the general conception of poultry keeping as a low-investment, low-cost, low-risk and low-skill side activity. The great variety of phenotypes recorded through morpho-biometric descriptions might also point out a lack of management of genetic resources in accordance with the general tendency not to invest in poultry. The present erosion of these genetic resources can be estimated in this study from the percentage of black and blue legs in the total population, which barely attains 14%. Erosion can thus be considered as very advanced. Summing up the frequencies of the plumage colors cited as being those of the « true Kabyle chicken » by elders, a total of 29.5% is obtained. While Black on its own is still relatively frequent (almost 17%), the barred, mottled, blue and partridge phenotypes hardly reach a combined frequency of 12.7%.

Such an observation might be misleading about the true interest of local people in their poultry genetic resources. Indeed, an important share of respondents mentioned the color of feathers to be a case for preference of the local chicken which denotes cultural importance for the local type. However, this preference is apparently not strong enough to neutralize economic incentives for genetic resource wastage, as described below. Answers from experienced raisers tend to show that the Kabyle chicken previously had a well standardized phenotype with a quite restricted number of different varieties.

The reported period of change corresponds to the rapid development of industrialized poultry farms in Algeria as a result of the general process of liberalization and privatization of economic activities under the Structural Adjustment Program imposed by the International Monetary Fund in 1994. From this time onwards a double incentive led to erosion of local poultry genetic resources. First, even in rural villages, people gained access to low-cost eggs and poultry meat which consequently reduced incentives for keeping large flocks at home in numerous households and especially in those that had the best access to markets. Then the culled layer hens from the industrialized sector were sold on markets and used by households to get an easy and rapid increase of egg production in their own flock. It appears from the additional survey that in the past some selection was implemented by poultry raisers in order to increase egg production. The rapid increase obtained by cross-breeding was further reduced incentives for improvement of local chickens. Finally, the erosion process involves externalities linked to the quasi-public good nature of animal genetics (Roosen *et al.*, 2005). Indeed, a reduction in the number of households keeping the local chicken resulted in a drastic cut in the local genetic pool, realized by a decrease in the number of local poultry eggs sold for hatching in village markets, as reported by some experienced raisers in the survey. This led to reduced access to local chickens by the poorest smallholders that needed them to increase their flocks and a strong incentive for ‘intensification’ of their flock by introducing culled birds from industrial strains.

4.3. Performance in an experimental semi-intensive system

4.3.1. *Egg production* – The mortality rate during this study was high, which could be ascribed to the inadequacy of housing in cages for local hens. However, higher mortality rates were reported by Benabdeljelil *et al.* (2003) in a similar experience in Morocco, rearing crossbred Egyptian Fayoumi X Leghorn and Mandarah X ISA hens in cages (26.7% and 19.3%, respectively). Onset of laying occurred at 189 days. Among local breeds of the Maghreb, this appears late compared to the Mandarah hen, an Egyptian breed, which starts laying at 139 days, as well as to the Moroccan local hen, which start laying at 174 days (Raach-Moujahed *et al.*, 2011). However, the present individual production of 163 eggs per year is higher than that of the different known local breeds of the Maghreb, namely the Dandarawi (Egypt, 128 eggs/year) and the Fayoumi (Egypt, 141 eggs/year) (Raach-Moujahed *et al.*, 2011), as well as Tunisian and Moroccan local hen (127 and 78 eggs per year respectively) (Raach-Moujahed *et al.*, 2011). The decrease of production in the second period is in accordance with the known evolution of productive performance in commercial strains. The rate of laying commonly reaches a peak and then declines until the end of the production cycle. The egg weight of over 50 g represents a very good performance compared to other local hens of the region such as the Fayoumi (42-47 g) in Egypt (Hossary and Galal, 1995 ; Raach-Moujahed *et al.*, 2011) or the Large Baladi (38.5 g), the Bare-Neck (39.4 g) and the Betwil (38 g) in Sudan (Mohammed *et al.*, 2005). The yolk to albumen ratio (52.8 %) is high compared to commercial strains. This is a known feature of local hens, and this ratio is usually negatively correlated to egg weight (Moula *et al.*, 2010). The increase in egg weight that was observed between the two periods represented an increase of both yolk and albumen, as also reported in the literature (Hartmann *et al.*, 2000 ; Silversides and Budgell, 2004). Thus the yolk to albumen ratio did not show a statistically significant difference between periods.

4.3.2. *Growth* – The hatching rate was low, being below 70%, whereas rates are considered normal at 80% (Sonaiya and Swan 2004). The effects on growth of age, sex and their interaction were all highly significant ($p < 0.0001$). Two different growth curves are presented for males and females (Table 10), as sexual dimorphism is a known characteristic of chicken (Pedersen *et al.*, 2003). At 16 weeks, the body weight of the Kabyle chicken was satisfactory, being superior to those reported for local chickens in Tunisia by Bessadok *et al.* (2003). The feed conversion index was high (4.97) compared to values recommended for slow-growing quality broiler such as the French « Label Rouge » (Sauveur 1997) but were in the same range as values reported for other local breeds such as the Ardennaise chicken in Belgium (Moula *et al.*, 2009b).

5. Conclusion

The local poultry genetic resources of Kabylie are shown here to be undergoing serious erosion. As advocated by Anderson and Centonze (2007), collective action for the conservation of animal genetic resources is only possible where those resources are central to people's livelihoods. This importance of the Kabyle chicken is shown here to have both economic and cultural elements, and the case of the Kabyle chicken is accordingly proposed to be manageable on the condition that the identified

stakeholders get effective technical and organizational support. The constitution of a breed society might be proposed in this context. On a practical side, the phenotypes that should be prioritized for revival are the three black varieties (pure black, barred, mottled) as well as the blue plumage if a sufficient number of individuals can be collected. Beside this first consolidation phase, objectives of the rearing system should be clarified with the stakeholders, leading to the definition of breeding goals that should govern a sustained selection effort. In this context, the opportunity for some degree of semi-intensification should be carefully considered. Such systems would need differentiated markets, which could be envisaged if the reported price premium for local products is confirmed. Indeed, chicken is notably consumed at feasts in Kabyle tradition (New Year, first day of spring) and quality products could benefit from this traditional support. The present performance of the indigenous chicken appears to be competitive with other breeds and local types of the Maghreb. However, the primary interest of the testing conditions in this study was experimental. Semi-intensification on the field should be more gradual and would possibly involve less advanced forms.

References

- Anderson, S. 2003. Animal genetic resources and sustainable livelihoods. *Ecological Economics* 45: 331--339.
- Anderson, S. and Centonze, R. 2007. Property rights and the management of animal genetic resources. *World Development* 35: 1529--1541.
- Benabdeljelil, K., Lahbabi, S. and Bordas A. 2003. Comparaison de croisements incluant une race locale ou une lignée expérimentale à un témoin commercial pour la production d'œufs au Maroc. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 56 : 193--198.
- Bessadok, A., Khochilef I. and El Gazzah M. 2003. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicultura* 21 : 167--172.
- FAO. 1981. Descripteurs des espèces avicoles. Banque de données des ressources génétiques animales. Food and Agriculture Organization. 13--15. Rome, FAO
- FAO. 2008. The stat of the world's animal genetic resources for food and agriculture. B. Rischkowsky and D. Pilling, Eds., Food and Agriculture Organization. Rome, FAO.
- Gueye, E.F., Ndiaye, A. and Branckaert, R.D.S. 1998. Prediction of body weight on the basis of body measurement in mature indigenous chickens in Senegal. *Livestock Research for Rural Development*. 10: URL : <http://www.lrrd.org/lrrd10/3/sene103.htm>.
- Gueye, E.F. 2007. Evaluation of the impact of HPAI on family poultry production in Africa. *World's Poultry Science Journal* 63, 391--400.
- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E. and Wilhemson, M. 2000. One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn Line. *British Poultry Science* 41: 280--286.
- Hossary, M.A. and Galal, E.S.E. 1995. Improvement and adaptation of the fayoumi chicken. *Animal Genetic Resources Information* 14, 33--42.
- Jensen, H.A. and Dolberg F. 2003. A conceptual framework for using poultry as a tool in poverty alleviation. *Livestock Research for Rural Development* 15: URL: <http://www.lrrd.org/lrrd15/5/jens155.htm>
- Keambou, T.C., Manjeli, Y., Tchoumboue, J., Tegua, A. and Iroume, R.N. 2007. Caractérisation morpho-biométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. *Livestock Research for Rural Development* 19 : URL : <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/keam19107.htm>.
- Kitalyi, A. 1998. Village chicken production systems in rural Africa: Household food security and gender issues. FAO Animal Production and Health paper 142. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 105 p.
- Mack, S., Hoffmann, D., Otte, J. 2005. The contribution of poultry to rural development. *World's Poultry Science Journal* 61: 7--14.

- Mohammed, M. D., Abdasalam, Y. I., Kheir, A. M., Wang, J. Y. and Hussein, M.H. 2005. Comparison of the egg characteristics of different Sudanese indigenous chicken types. *International Journal of Poultry Science* 4: 455--457.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F., Detilleux, J. and Leroy, P. 2009a. Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (Thayazit lekvyel). *Annales de Médecine Vétérinaire* 153 : 178--186.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F., Philippart De Foy, M. and Leroy, P. 2009b. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur?. *Annales de Médecine Vétérinaire* 153 : 66--75.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decuypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J. and Leroy, P. 2010. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Archiv für Geflügelkunde* 74: 164--171.
- Pedersen, M.A., Thamsborgs, S. M., Fisker, C., Ranvig, H. and Christensen, J.P. 2003. New production systems : evaluation of organic broiler production in Denmark. *Journal of Applied Poultry Research* 12: 493--508.
- Porter, T., Kebreab, E., Kuhi, H.D., Lopez, S., Strathe, A.B. and France, J. 2010. Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poultry Science* 89, 371--378.
- Raach-Moujahed, A., Moujahed, N. and Haddad, B. 2011. Local poultry populations in Tunisia: Present and alternatives. A review. *Livestock Research for Rural Development* 23: <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/raac23096.htm>
- Ramdas, S. R. 2009. Reclaiming endangered livelihoods: untold stories of indigenous women and backyard poultry. *World's Poultry Science Journal* 65: 241--250.
- Roosen, J., Fadlaoui, A. and Bertaglia, M. 2005. Economic evaluation for conservation of farm animal genetic resources. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 122: 217--228.
- Roothaert, R. L., Ssalongo, S. and Fulgensio, J. 2011. The Rakai chicken model: an approach that has improved fortunes for Ugandan farmers. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9: 222--231.
- Sauveur, B. 1997. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *Productions Animales* 10 : 219--226.
- Silversides, F.G. and Budgell, K. 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH and whipping volume. *Poultry Science* 83: 1619--1623.
- Sonaiya, E. B. and Swan, S. E. J. 2004. Small-scale poultry production. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 125p.
- Statistical Analysis System Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Tables and figures

Table 1 Feed mix composition for starting, growth and laying

Ingredients	Mix		
	Broiler Starter	Broiler	Layer hens
Soy oil cake	32	30	20.0
Wheat	37	31	11.0
Corn	25	33	50.0
Soy oil	2.3	2.0	3.0
Calcium phosphate	1.5	1.8	1.0
Minerals (Vitamins, micronutrients) ¹	1.1	1.0	1.0
Calcium carbonate	1.08	1.2	7.5
Methionine	0.02	0.2	0.1
Alfalfa	-	-	2.4
Beets molasse	-	-	1.5
Wheat middlings	-	-	2.5
Composition			
Metabolizable energy (kcal/kg)	2870.00	2950.00	3060.40
Fat content (g/kg)	55.13	52.18	54.53
Lysine (g/kg)	12.45	8.46	11.28
Methionine (g/kg)	5.39	3.45	4.36
Calcium (g/kg)	9.5	38.0	10.00
Phosphorus (g/kg)	6.03	5.62	5.68
Dry matter (g/kg)	612.9	749.6	561.26
Crude protein (g/kg)	220	170	189.00

¹: Vitamin A 13500 UI/kg, Vitamin D3 3.000 UI/kg, Vitamin E 25 mg/kg, Copper sulfate 15 mg/kg.

Table 2 Mean stocks by species and by sex in the surveyed households

Species	% HH	Sex	Mean stock by HH $\pm$ SE	Lowest stock	Highest stock	CV (%)
Poultry	100.00	Male	2.57 ± 0.14	1	6	50.13
		Female	9.52 ± 0.46	2	21	45.41
Sheep	86.67	Male	3.08 ± 0.53	1	23	146.17
		Female	9.06 ± 0.87	2	42	84.70
Rabbit	64.44	Male	2.88 ± 0.53	1	23	133.76
		Female	9 ± 0.89	2	42	75.30
Goat	44.44	Male	1.82 ± 0.17	1	6	58.47
		Female	6.62 ± 0.65	2	21	62.16
Cattle	37.78	Male	2 ± 0.30	1	8	85.19
		Female	6.18 ± 0.97	1	28	91.71
Turkey	25.56	Male	3.13 ± 0.45	1	6	68.31
		Female	7.35 ± 1.21	2	23	78.99
Duck	20.00	Male	1.33 ± 0.11	1	2	36.38
		Female	4.17 ± 0.42	2	8	42.97

% HH : percentage of households holding a particular species ; CV : coefficient of variation

Table 3 Motivational aspects related to local poultry keeping

Objective of poultry keeping activity	Citation rate (%)	Reasons for preferring the local poultry	Citation rate (%)
Egg production	57.78	Taste of meat or eggs	88.89
Tradition	53.33	General resilience	73.33
Meat production	52.22	Ease of raising	65.56
Food security	7.78	Maternal behavior	51.11
		Feather color	44.44
		Resistance to diseases	38.89
		Longevity	21.11
		Price premium on markets	10.00
		Biodiversity conservation	2.22

Table 4 Poultry keeping system characteristics in Kabylie (citation rate in %)

<i>Flock management</i>		<i>Feeding</i>	
Semi-scavenging	78.89	Kitchen residue	97.78
Scavenging	21.11	Commercial feed	2.22
<i>Main production purpose</i>		<i>Water</i>	
Dual purpose	53.33	Wells	47.78
Egg production	33.33	Tap water	43.33
Meat production	13.33	Other*	8.89
<i>Use of the products:</i>		<i>animals</i>	<i>eggs</i>
Reproduction		33.33	30.00
Self-consumption		42.22	56.67
Gift		8.88	11.11
Sale		12.22	2.22
Exchange		3.33	0.00

* stream, spring, fountain,...

Table 5 Number (n) and percentages (%) of different feather colors and distribution in local chicken in Kabylie

	Males		Females		Total	
	N	%	N	%	N	%
Feather color						
Black	22	14.38	31	19.13	53	16.82
White	31	20.26	19	11.73	50	15.87
Golden	30	19.61	11	6.79	41	13.01
Silver	21	13.72	13	8.02	34	10.79
Light brown	5	3.27	21	12.96	26	8.25
Dark red	7	4.57	11	6.79	18	5.71
Dark brown	2	1.31	14	8.64	16	5.08
Barred	5	3.27	10	6.17	15	4.76
Blue	4	2.61	9	5.55	13	4.12
Red	8	5.23	2	1.23	10	3.17
White columbian black	6	3.92	3	1.85	9	2.86
Grey	1	0.65	6	3.70	7	2.22
Mottled	4	2.61	2	1.23	6	1.90
Partridge	0	0	6	3.70	6	1.90
Yellow	3	1.96	1	0.62	4	1.27
Salmon	2	1.31	2	1.23	4	1.27
Tan	2	1.31	1	0.62	3	0.95
Total	153		162		315	
Feather distribution						
Normal	147	96.08	155	95.67	302	95.87
Nacked neck	6	3.92	7	4.32	13	4.13
Total	153		162		315	

Table 6 Number (n) and percentages (%) of different types and colors of the comb and the wattles in local chicken in Kabylie

	Males		Females		Total	
	N	%	N	%	N	%
Comb type						
Simple	141	92.16	153	94.44	294	93.33
Double	8	5.22	8	4.93	16	5.08
Triple	4	2.61	1	0.62	5	1.59
Total	153		162		315	
Comb color						
Red	138	90.20	126	77.77	264	83.81
Pink	13	8.50	25	15.43	38	12.06
Black	2	1.30	11	6.79	13	4.13
Total	153		162		315	
Wattles color						
Red	150	98.04	134	82.72	284	90.16
Pink	2	1.31	16	9.88	18	5.71
Black	1	0.65	12	7.40	13	4.12
Total	153		162		315	

Table 7 Body weight (g) and measurements (mm) according to sex and coefficient of variation in local Kabyle chicken

	Male (n=153)	Female (n=162)	Total (n=315)	CV (%)
Body weight	1646.46 ± 431.25 ^a	1286.48 ± 326.49 ^b	1461.32 ± 420.90	28.80
Length of tarsus	87.20 ± 12.37 ^a	66.66 ± 4.76 ^b	76.64 ± 13.83	18.06
Length of wing	156.98 ± 12.37 ^a	144.79 ± 11.85 ^b	150.71 ± 13.43	8.91
Diameter of tarsus	15.39 ± 1.21 ^a	12.10 ± 1.25 ^b	13.70 ± 2.05	15.00
Thoracic perimeter	403.23 ± 25.23 ^a	374.95 ± 18.97 ^b	388.68 ± 26.33	6.77
Body length	417.04 ± 18.00 ^a	370.52 ± 17.70 ^b	393.12 ± 29.31	7.46
Comb height	33.25 ± 4.84 ^a	11.87 ± 4.61 ^b	22.26 ± 11.69	52.55
Beak length	34.40 ± 2.84 ^a	31.58 ± 2.06 ^b	32.95 ± 2.84	8.62
Comb length	69.49 ± 8.29 ^a	31.46 ± 3.32 ^b	49.93 ± 20.03	40.12
Wattles length	33.90 ± 3.67 ^a	7.92 ± 2.88 ^b	20.54 ± 13.41	65.28

a,b: on a same line, different letters are assigned to values showing statistically significant differences between them (p<0.05) ; CV : coefficient of variation

Table 8 Laying performance of local Kabyle hen under experimental semi-intensive conditions (n=50)

	Mean	SD	Max	Min
BW at first egg (g)	1351.00	100.24	1521.00	1150.00
Age at first egg (days)	188.72	16.96	214.00	159.00
Eggs layed per year	162.64	27.06	202.00	115.00
Annual laying rate (%)	44.56	7.49	55.34	31.51

SD : standard deviation ; BW : body weight

Table 9 Laying and egg quality parameters in local Kabyle hen under experimental semi-intensive conditions (n=50)

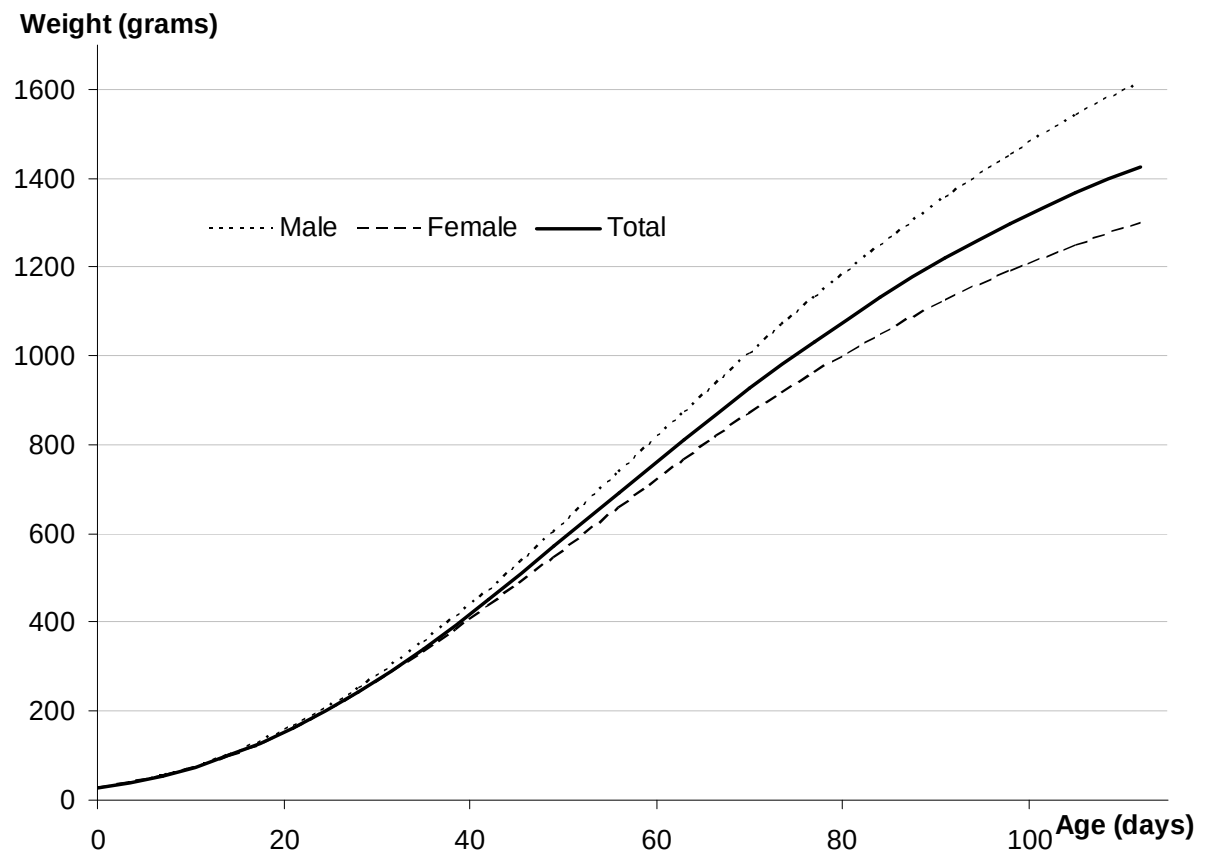
	Mean $\pm$ s.d.		t-value	
	38-42 weeks	56-60 weeks		
Laying rate (%)	51.16 $\pm$ 10.97	44.68 $\pm$ 8.29	3.37	*
Egg weight (g)	50.23 $\pm$ 2.71	54.32 $\pm$ 2.66	7.71	***
Albumen weight (g)	29.01 $\pm$ 1.87	31.34 $\pm$ 1.86	6.27	***
Yolk weight (g)	15.36 $\pm$ 1.01	16.81 $\pm$ 1.30	6.20	***
Shell weight (g)	5.86 $\pm$ 0.59	6.18 $\pm$ 0.80	2.24	*
Albumen percentage (%)	57.73 $\pm$ 1.51	57.69 $\pm$ 1.78	0.13	ns
Yolk percentage (%)	30.59 $\pm$ 1.38	30.93 $\pm$ 1.86	1.05	ns
Shell percentage (%)	11.68 $\pm$ 1.08	11.38 $\pm$ 1.41	1.20	ns
Shell thickness (10⁻²mm)	36.34 $\pm$ 2.40	35.04 $\pm$ 4.31	1.86	ns
Shape index¹	75.50 $\pm$ 1.99	74.85 $\pm$ 2.37	1.47	ns
Y:A ratio (%)	52.82 $\pm$ 3.71	53.53 $\pm$ 4.24	0.60	ns

¹: egg length / width x100; Y:A : yolk to albumen ratio; ns, *,***: p>0.05, p<0.05, p<0.0001, respectively

Table 10 Gompertz growth curve parameters of local Kabyle chicken under experimental semi-intensive conditions.

Sex	Gompertz curve's parameter			
	α (g)	β	γ (day ⁻¹)	T (days)
Males	2045.30	4.320	0.0257	56.94
Females	1532.90	4.087	0.0280	50.28
Total flock	1751.70	4.190	0.0269	53.26

Figure 1: Gompertz growth curve parameters of local Kabyle chicken under experimental semi-intensive conditions



**REHABILITATION
SOCIOECONOMIQUE D'UNE
POULE LOCALE EN VOIE
D'EXTINCTION : LA POULE
KABYLE (THAYAZIT LEKVAYEL)**

Ann. Méd. Vét., 2009, 153, 178-186

Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (*Thayazit lekvaïel*)

MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., DETILLEUX J., LEROY P.

Département de Productions animales, Service de Génétique quantitative, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Prof. Pascal Leroy

Email : Pascal.Leroy@ulg.ac.be

RESUME : Sous la pression du développement rapide de l'aviculture industrielle de par le monde, de nombreuses races locales de poules sont actuellement en voie d'extinction. Or, dans les pays du Sud comme l'Algérie, les races locales constituent un outil important de développement rural et de lutte contre la pauvreté. De manière plus générale encore, la perte de toute biodiversité compromet notre aptitude à relever les défis écologiques et économiques futurs. Dans ce contexte, ce travail se propose de poser les bases d'une réhabilitation de la poule locale Kabyle, dont l'importance socioéconomique et culturelle est primordiale. Cette étude décrit pour la première fois les caractéristiques morphobio-métriques de la poule Kabyle et en évalue les aptitudes de croissance. La grande variabilité observée des caractères permet d'envisager d'importantes possibilités de sélection dans le but d'une amélioration de la productivité de l'élevage de volaille dans la région, basée sur les souches locales rustiques, particulièrement adaptées aux conditions d'élevage peu intensives qui y sont pratiquées. Seule cette double exigence de productivité et de rusticité permet en effet d'envisager l'élevage de volaille comme vecteur efficace de développement des activités économiques rurales en Algérie, pays caractérisé par la grande diversité de ses conditions pédoclimatiques.

1- INTRODUCTION

Second pays d'Afrique en termes de superficie avec 2 381 741 km², caractérisé par la grande diversité de ses conditions pédoclimatiques, l'Algérie dispose des ressources indispensables pour faire face au défi d'un développement agricole durable. Relever ce défi nécessite toutefois une gestion raisonnée, efficiente et coordonnée de ces ressources. Dans le domaine de l'élevage, comme dans les autres secteurs agricoles, le souci de durabilité et d'efficacité mène à privilégier les ressources et capacités locales comme base du développement rural. La connaissance et la préservation des races locales d'animaux de production revêtent donc un caractère crucial à cet égard, seules ces dernières présentant les qualités d'adaptation et d'appropriation nécessaires à la réussite de projets d'élevage. Souvent mal connues et peu décrites dans la littérature, ces races locales sont aujourd'hui en grande partie menacées d'extinction et leur disparition continue, à un rythme s'accroissant, constitue un désastre pour le patrimoine génétique universel par la perte irrémédiable de caractères igno-

rés aujourd'hui et potentiellement utiles demain (Commission nationale AnGR, 2003). L'élevage de la volaille est particulièrement frappé par cette érosion génétique, au Maghreb comme dans le reste du monde, en raison de la généralisation de l'utilisation des souches hybrides (Bessadok *et al.*, 2003). Ainsi, en Belgique, où cette problématique a fait l'objet d'un recensement et d'une quantification, 95 % des races locales de volaille se sont révélées être en danger d'extinction (Larivière et Leroy, 2005). En Afrique, où le problème n'est pourtant pas moins aigu, la faible priorité politique accordée à l'aviculture traditionnelle fait que ce type de recensement est actuellement indisponible (Guéye, 2005). Ainsi, en Algérie, la mise en œuvre au début des années 1980 d'un important programme de développement du secteur avicole basé sur l'élevage intensif de souches hybrides (ISA, Tetra...) a eu pour conséquence, outre l'érosion génétique, une destruction des structures de l'aviculture rurale traditionnelle (Bessadok *et al.*, 2003) et la forte dépendance actuelle vis-à-vis de l'importation des souches commerciales du fait de l'absence de production locale du

matériel génétique de base (Commission Nationale AnGR, 2003).

Si peu de données sont disponibles sur les races de poules locales et les systèmes de production de volaille en Kabylie, quelques points méritent cependant d'être mentionnés. Ainsi, l'élevage est conduit par des paysans et autres éleveurs sans qualification, le plus souvent autour des habitations, à l'image de ce qui se pratique dans de nombreux pays africains (Missohou *et al.*, 2002 ; Akouango *et al.*, 2004 ; Hein *et al.*, 2005). Les animaux sont logés soit dans des poulaillers rudimentaires en matériaux locaux, soit dans des cases d'habitation. Il arrive aussi que l'élevage soit tout simplement laissé en divagation. Aucune mangeoire n'est généralement prévue, les animaux trouvant leur alimentation dans le milieu extérieur. Ils peuvent quelquefois recevoir des aliments sous forme de grains de céréales ou de déchets de cuisine. L'aliment est alors servi à même le sol. Les flaques d'eau ou de vieux récipients abandonnés dans les cours constituent la source d'abreuvement. Les pondoirs sont

constitués de paille, de copeaux de bois ou de feuilles de végétaux séchées. Au niveau des marchés, la poule locale est rare et son prix plus élevé que celui du poulet industriel. Sa chair rouge, bien que moins tendre (Sarter, 2004 ; Gnakari *et al.*, 2007), est très appréciée du consommateur, ce qui permet d'envisager de réelles possibilités de débouché pour le petit producteur. À noter que de manière générale, une demande accrue de produits issus des races locales est enregistrée en Afrique, dont les consommateurs préfèrent le goût plus intense de la viande et des œufs (Galal, 2006), tel que le poulet Beldi au Maroc (Sarter, 2004), la poule Batéké au Congo-Brazzaville (Akouango *et al.*, 2004), le Baladi et la Fayoumi en Egypte (Galal, 2006).

Les méthodes d'élevage sont donc rudimentaires et seule une race rustique peut s'y adapter. En effet, eu égard aux conditions climatiques difficiles et à la nécessité de la lutte contre la pauvreté rurale, une augmentation de la productivité ne pourrait pas être obtenue par le simple calque des méthodes de production intensives industrielles. Seule une amélioration conjointe de la valeur génétique des races locales et des pratiques d'élevage peut aboutir à un développement économiquement et socialement durable. En effet, d'un point de vue sociologique, l'aviculture traditionnelle en Kabylie, à l'instar de nombreux pays africains (Missouhou *et al.*, 2002 ; Gueye *et al.*, 1998 ; Gueye, 2002 ; 2005 ; 2007 ; Keambou *et al.*, 2007), est une activité essentiellement pratiquée par les femmes rurales, premières concernées par le phénomène de pauvreté, contrairement à ce qui est rencontré dans le secteur industrialisé largement dominé par les hommes vivant en zone urbaine. Les volailles jouent en outre un rôle culturel non négligeable. Elles sont ainsi offertes en cadeau et utilisées lors de sacrifices rituels ou de cérémonies (mariages, circoncisions...). En Kabylie, deux plats traditionnels à base de poule locale (*Ayazidh Lekvayel*) et de leurs œufs sont préparés à l'occasion du nouvel an Berbère (*Yennayer*) et du premier jour de printemps (*Thafsuth, Adharyesse*). Avant l'industrialisation de la production avicole en Algérie, tous les foyers kabyles de la campagne possédaient des poules. Un proverbe ancien toujours largement utilisé en Kabylie dit d'ailleurs du plus démuné qu'il « *n'a pas même une poule* ».

Dans ce cadre général, où se rejoignent développement économique et sauvegarde de la biodiversité (Akouango *et al.*, 2004 ; Moula *et al.*, 2009a ; 2009b), la présente étude a pour but de décrire la variabilité phénotypique des populations locales de poules en Basse Kabylie et d'effectuer une première évaluation de leurs performances de production en croissance et de leur potentiel pour la sélection de ce caractère.

2-MATÉRIEL ET MÉTHODES

2-1-Sites d'étude

Cette étude a eu lieu en Basse Kabylie, région qui représente plus de la moitié de la Kabylie et couvre en particulier le Djurdjura oriental et l'Akfadou aux pieds duquel on trouve la ville et le département de Bejaïa. Les villages qui ont été choisis pour participer à cette étude sont répartis de façon homogène et dispersée pour former un échantillon aussi représentatif que possible du département de Bejaïa. Les cantons concernés sont ceux de Chemini, Beni Maouche, Oued Amizour, Tazmalt et Sidi Aich. Dans chacun de ces cantons, cinq villages ont été sélectionnés, suffisamment éloignés les uns des autres pour que les échanges entre eux soient très faibles. Dans le canton de Beni Maouche, seuls trois villages disposaient d'une population suffisante de poules locales pour être intégrés dans l'étude. Au total, ce sont donc 23 villages qui ont servi de support pour cette étude. Compte-tenu des faibles effectifs de poules locales encore disponibles, la quasi-totalité des sujets adultes de ces villages a fait partie de l'étude : cette population représentait la plupart du temps une quinzaine de poules, sauf dans le canton de Beni Maouche où, même après avoir restreint le nombre de villages, il n'était pas possible de travailler avec des échantillons dépassant 5 individus.

2-2- Collecte et analyse des données

2-2-1- Etude morpho-biométrique

Les 315 animaux utilisés pour la caractérisation morpho-biométrique sont des poules adultes (toutes âgées de plus de 10 mois) de souches locales. La collecte des données quantitatives a été réalisée à l'aide d'une balance digitale précise au gramme, d'un pied à coulisse précis à 0,01 mm et d'un mètre ruban. Les caractères

qualitatifs ont été décrits sur la base d'observations visuelles. Les données ont porté sur le sexe et le poids de l'animal, les caractéristiques du plumage (type, couleur, distribution), de la crête (type, hauteur, longueur et couleur), les dimensions du barbillon, les caractéristiques des pattes (couleur, longueur et diamètre du tarse) et la couleur de la peau. Pour chaque animal, la longueur du corps et de l'aile et le périmètre thoracique ont également été mesurés. Les différentes mesures corporelles individuelles (enregistrées sur une fiche de description préparée suivant les recommandations de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (1981)) ont été effectuées en respectant les définitions suivantes :

- longueur corporelle : distance entre le bout de la mandibule supérieure et celui de la queue (sans plume) ;
- périmètre thoracique : circonférence de la poitrine prise en dessous des ailes et au niveau de la région saillante du bréchet ;
- longueur de l'aile : longueur de l'aile étendue depuis la jonction de l'humérus à la colonne vertébrale jusqu'au bout de l'aile (sans plume) ;
- longueur du bec : distance entre le bout de la mandibule supérieure et la commissure des deux mandibules ;
- longueur du tarse : distance entre le calcanéum et la cheville.

2-2-2- Performances de croissance

Un total de 184 poussins a été élevé au sol sur un parquet recouvert d'une litière (5 cm d'épaisseur) de sciure de bois, dans un bâtiment ventilé mais non climatisé. Ils ont été placés sous des lampes chauffantes et la température (variant de 28 à 34°C les premières semaines puis entre 15 et 28°C par la suite) de la pièce a été réglée manuellement en fonction du comportement des poussins. L'éclairage a été maintenu en continu pendant toute la durée de l'élevage. Les poussins ont d'abord été nourris avec un aliment de démarrage. Le régime alimentaire a été ensuite exclusivement basé sur un aliment de croissance. Ces deux nourritures, données *ad libitum*, contiennent du froment, du maïs, du soja, de l'huile de soja, de la méthionine, de la lysine, des vitamines et de l'antioxydant BHT ethoxyquine. La composition des aliments est présentée dans le tableau I. L'aliment de démarrage, qui contient 2870 Kcal d'énergie métabolisable

Tableau I : composition de l'aliment utilisé durant la croissance

Ingrédients	Poulet démarrage	Poulet élevage « Tradition »
Matières premières	%	%
Tourteaux d'extraction de soja cuit	32	30 %
Froment	37	31
Maïs	25	33
Huile végétale de soja	2,3	2,0
Phosphate monocalcique	1,5	1,6
Vitamines et oligoéléments ¹	1,1	1,0
Carbonate de calcium	1,08	1,20
Méthionine	0,02	0,20
Composition analytique		
Energie métabolisable	2870 kcal EM/kg	2950 kcal EM/kg
Matières grasses	55,13 g/kg	52,18 g/kg
Lysine	12,45 g/kg	8,46 g/kg
Méthionine	5,39 g/kg	3,45 g/kg
Calcium	9,5 g/kg	38,0 g/kg
Phosphore	6,03 g/kg	5,62 g/kg
Matière sèche	612,9 g/kg	749,6 g/kg
Matière azotée totale	220 g/kg	170 g/kg

1 : Vitamine A 13.500 UI/kg, Vitamine D3 3.000 UI/kg, Vitamine E 25 mg/kg, Cuivre (sulfate de cuivre) 15 mg/kg.

(EM) par kg et possède une densité de 0,732 kg/l, a été distribué du premier au 14^e jour. De l'aliment de poulet élevage « tradition » a ensuite progressivement été incorporé en proportion croissante jusqu'au 21^e jour. À partir de cet âge, jusqu'à la fin d'élevage, l'aliment poulet tradition leur a été servi (2950 kcal EM/kg, densité de 0,723 kg/l).

Tous les animaux élevés ont été identifiés individuellement par des bagues numérotées en plastique. Les animaux ont été pesés individuellement une fois par semaine, approximativement à la même heure. L'identification du sexe a été réalisée visuellement à la 9^e semaine en évaluant l'importance de la crête. Pour calculer l'indice de consommation moyen, la nourriture

consommée par les animaux a été enregistrée. Cet indice de consommation a été estimé pour tout l'élevage, en divisant la quantité totale de nourriture consommée par le poids vif total de l'élevage. La mortalité a également été relevée.

2-3- Analyse statistique

Une étude statistique descriptive a été réalisée sur les données qualitatives, les données quantitatives étant soumises à une analyse de la variance (ANOVA) pour tester l'effet du sexe et de l'âge. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (procédure GLM, Statistical Analysis System, 2000). L'équation de Gompertz a été utilisée pour modéliser la courbe de croissance des poulets (Hurwitz *et al.*, 1997 ; Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000). Cette équation s'écrit :

$$Y = \alpha e^{-\beta e^{-\gamma t}}$$

avec Y = poids du poulet en grammes

α = poids asymptotique (poids maximum du poulet) en grammes

β = constante d'intégration

γ = paramètre de vitesse de croissance (facteur de maturation) en (jour)⁻¹

Les paramètres de la courbe de croissance ont été analysés à partir de l'équation de Gompertz selon une procédure de régression non linéaire (Proc NLIN) en utilisant la méthode de Marquardt dans SAS (Statistical Analysis System, 2000).

Tableau II : nombres (n) et pourcentages (%) de poules locales en basse Kabylie selon la coloration de plumage.

	Mâles		Femelles		Population totale	
	n	%	n	%	n	%
Couleur						
Blanc	31	20,26	19	11,73	50	15,87
Noir	22	14,38	31	19,13	53	16,82
Argenté	21	13,72	13	8,02	34	10,79
Doré	30	19,61	11	6,79	41	13,01
Bleu	4	2,61	9	5,55	13	4,12
Gris	1	0,65	6	3,70	7	2,22
Caillouté	4	2,61	2	1,23	6	1,90
Herminé	6	3,92	3	1,85	9	2,86
Rouge	8	5,23	2	1,23	10	3,17
Brun	5	3,27	21	12,96	26	8,25
Acajou	7	4,57	11	6,79	18	5,71
Barré	5	3,27	10	6,17	15	4,76
Perdrix	0	0	6	3,70	6	1,90
Marron	2	1,31	14	8,64	16	5,08
Jaune	3	1,96	1	0,62	4	1,27
Saumoné	2	1,31	2	1,23	4	1,27
Fauve	2	1,31	1	0,62	3	0,95
Total	153		162		315	
Distribution						
Normal	147	96,08	155	95,67	302	95,87
Cou nu	6	3,92	7	4,32	13	4,13
Total	153		162		315	

Tableau III : nombres (n) et pourcentages (%) de poules locales en basse Kabylie selon le type et la coloration de la crête et des barbillons

	Mâles		Femelles		Population totale	
	n	%	n	%	n	%
TYPE DE LA CRÊTE						
Simple	141	92,16	153	94,44	294	93,33
Double	8	5,22	8	4,93	16	5,08
Triple	4	2,61	1	0,62	5	1,59
Total	153		162		315	
COULEUR DE LA CRÊTE						
Rouge	138	90,20	126	77,77	264	83,81
Rose	13	8,50	25	15,43	38	12,06
Pigment noir	2	1,30	11	6,79	13	4,13
Total	153		162		315	
COULEUR DES BARBILLONS						
Rouge	150	98,04	134	82,72	284	90,16
Rose	2	1,31	16	9,88	18	5,71
Pigment noir	1	0,65	12	7,40	13	4,12
Total	153		162		315	

3- RÉSULTATS

3-1- Caractérisation morpho-biométrique

3-1-1- Couleurs et distribution du plumage

Chez la poule de Basse Kabylie, le plumage est très varié (tableau II), mais les colorations les plus fréquentes sont le noir (17 %), le blanc (16 %), le doré (13 %) et l'argenté (11 %). Les autres couleurs plus rarement rencontrées sont le bleu, le gris, le caillouté, l'herminé, le rouge, le brun, l'acajou, le barré (photo 1), le perdrix, le marron, le jaune et le saumoné avec des fréquences allant de 1 à 8 %. Chez les mâles, la coloration blanche est la plus fréquente (20 %), suivie par ordre de fréquence du doré (20 %), de l'argenté et du noir (14 % chacun). Chez les femelles, on trouve davantage de noir que chez les mâles (19 %) mais le blanc est par contre presque deux fois moins fréquent (12 %). Le brun est également bien représenté chez la femelle (13 %) alors qu'il apparaît beaucoup moins chez les mâles (3,27 %). S'agissant de la distribution des plumes, le plumage est presque exclusivement normal (96 % contre 4 % de cou nu (photo 2)), aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

3-1-2-Type et coloration de la crête et coloration des barbillons

La crête simple est très fortement représentée (93 %), suivie des formes en double et en triple qui représentent

respectivement 5 % et 1,5 % des individus (tableau III). La coloration de ces crêtes est essentiellement rouge (84 %), mais aussi rose (12 %) et pigmentée noire (4 %). La crête simple rouge est la plus présente chez les mâles et les femelles.

Le tableau III indique que les barbillons épousent généralement la coloration de la crête, avec approximativement les mêmes pourcentages, soit 90 %, 6 % et 4 % respectivement pour les couleurs rouge, rose et pigmentée noire.

3-1-3- Coloration de la peau et des pattes

La peau est blanche (44 %), rose (22 %), jaune (28 %) ou pigmentée noire (7 %) (tableau IV). Les mêmes couleurs se retrouvent au niveau des pattes mais avec une fréquence beaucoup plus grande de jaune et de blanc, aussi bien chez les mâles que chez les femelles (blanc 40 % ; noir 7 % ; jaune 37 % et pigmenté noir 12 %). Du bleu est également observé (3 %).

Photo 1 : Poule à plumage barré



3-1-4- Mensurations corporelles et poids vif en conditions villageoises

Le poids vif et les mensurations des différentes parties du corps chez les coqs et les poules, tels que collectés en conditions villageoises, sont résumés dans le tableau VI. Le poids moyen de la poule locale est de 1461 ± 421 g, le coefficient de variation de 28,8%, le poids variant de 805 à 3241 g. Les coqs ont présenté un poids moyen de 1646 ± 431 g avec une variation allant de 1060 à 3241 g. Chez les poules, le poids moyen obtenu était de 1286 ± 326 g avec une variation allant de 805 à 2754 g. Dans la présente étude, les mâles sont plus lourds que les femelles. Comme le poids, toutes les autres mensurations corporelles sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) chez les mâles que chez les femelles.

Des variations très importantes ont été enregistrées pour les mensurations corporelles, les coefficients de variation allant de 7,5 % à 65,3 %.

3-2- Performance de croissance

Les paramètres de la courbe de croissance des poulets ont été estimés (tableau VII).

L'équation de Gompertz moyenne pour tout l'élevage est :

$$Y = 1773,9 e^{-4,13 e^{-0,264 t}}$$

avec pour les mâles :

$$Y = 2099,2 e^{-4,40 e^{-0,0271 t}}$$

et pour les femelles :

$$Y = 1542 e^{-3,97 e^{-0,0260 t}}$$

L'évolution du poids moyen des sujets avec l'âge est présentée dans le tableau V. Le poids moyen à l'éclosion est de $37,8 \pm 3,9$ g, avec des poids respectifs de $38,5 \pm 4,3$ g et de $36,9 \pm 2,8$ g

Photo 2 : coq à cou nu



Tableau IV : nombres (n) et pourcentages (%) de poules locales en basse Kabylie selon la coloration de la peau et des pattes

	Mâles		Femelles	
	n	%	n	%
Couleur de la peau				
Blanche	78	50,98	61	37,65
Rose	29	18,95	39	24,07
Jaune	41	26,78	46	28,39
Pigmentée	5	3,27	16	9,88
Total	153		162	
Couleur des pattes				
Noir	16	10,46	23	14,20
Jaune	65	42,48	53	32,71
Rose	12	7,84	9	5,55
Bleue	4	2,61	6	3,70
Blanche	56	36,60	71	43,83
Total	153		162	

Tableau V : performance de croissance de la poule locale en Basse Kabylie

Age (Sem)	Sexe	Poids moyen (g)	Dev Std	Max	Min	CV (%)
S0	Mâle	38,50	4,32	49	31	11,22
	Femelle	36,86	2,80	42	30	10,39
S1	Mâle	74,18	11,74	99	56	15,82
	Femelle	65,91	8,02	85	52	16,02
S2	Mâle	128,24	36,95	198	88	28,81
	Femelle	107,30	28,24	178	72	29,90
S3	Mâle	211,10	81,39	356	120	38,55
	Femelle	169,55	69,29	323	88	41,87
S4	Mâle	293,90	119,86	519	164	40,78
	Femelle	241,26	105,57	464	107	44,06
S5	Mâle	395,69	128,51	678	228	32,48
	Femelle	321,58	109,88	544	147	35,55
S6	Mâle	496,49	176,96	871	274	35,64
	Femelle	396,11	156,01	718	165	39,29
S7	Mâle	614,04	193,28	1013	360	31,48
	Femelle	491,62	175,72	828	189	35,45
S8	Mâle	763,01	209,41	1195	490	27,44
	Femelle	587,64	203,79	989	238	33,79
S9	Mâle	883,87	262,86	1383	325	29,74
	Femelle	685,70	244,67	1177	287	35,14
S10	Mâle	1080,44	230,31	1515	740	21,32
	Femelle	812,72	244,43	1337	365	29,49
S11	Mâle	1214,54	258,28	1709	845	21,26
	Femelle	914,81	267,77	1507	432	29,04
S12	Mâle	1355,69	269,88	1833	952	19,91
	Femelle	986,41	288,73	1659	499	29,36
S13	Mâle	1475,07	260,45	2031	1085	17,66
	Femelle	986,40	268,02	1755	550	26,56
S14	Mâle	1581,11	267,08	2199	1105	16,89
	Femelle	1076,15	290,20	1851	650	26,88
S15	Mâle	1655,69	290,60	2389	960	17,55
	Femelle	1138,84	278,09	1942	695	25,46
S16	Mâle	1726,11	299,39	2501	995	17,34
	Femelle	1216,99	283,92	1998	710	25,33
S17	Mâle	1766,18	301,19	2541	1035	17,05
	Femelle	1297,21	283,78	2031	743	24,90
S18	Mâle	1801,14	304,36	2582	1065	16,90
	Femelle	1323,29	286,38	2061	767	24,74
S19	Mâle	1824,14	304,36	2605	1088	16,68
	Femelle	1345,31	286,21	2083	789	24,40
S20	Mâle	1865,13	306,66	2654	1102	16,44
	Femelle	1361,71	286,04	2104	800	24,53

pour les mâles et les femelles. Les poids ont évolué pour atteindre à 84 jours $1355,7 \pm 269,9$ g pour les mâles et $986,4 \pm 288,7$ g pour les femelles (en moyenne $1138,8 \pm 334,4$ g pour tout l'élevage). À 140 jours l'élevage avait atteint un poids moyen de $1567,8 \pm 384,6$ g, $1865,1 \pm 306,7$ g pour les coqs et $1361,7 \pm 286,0$ g pour les poules.

Le nombre total de mortalité s'élève à 12 sujets (6,5 %), avec 7 sujets au premier jour, 2 sujets au 2^e, 1 sujet au 3^e jour et enfin 2 sujets au 31^e jour.

L'indice de consommation enregistré par les poulets en 140 jours d'élevage fut de 7,86. Il est à signaler qu'un grand gaspillage d'aliment était observé.

4- DISCUSSION

4-1- Caractérisation morphobiométrique de la poule locale de Basse Kabylie en conditions villageoises

La forte variabilité phénotypique observée chez la poule locale de Basse Kabylie est à placer dans la perspective dynamique de l'introduction progressive de poules de souches industrielles dans les élevages villageois, où des accouplements avec la souche locale ont lieu soit de façon non contrôlée, soit dans le but d'améliorer rapidement les performances de croissance des animaux. Ce type d'introduction anarchique de génétique étrangère, assortie d'une diversification des phénotypes rencontrés, n'est pas constaté qu'en Algérie et a déjà été souligné dans d'autres pays du Maghreb et d'Afrique sub-saharienne, en Asie et au Moyen-Orient (Bessadok *et al.*, 2003 ; Benabdeljelil et Bordas, 2005). La grande variété des couleurs des plumages est ainsi le résultat du hasard des croisements entre les variétés ayant engendré les poules actuelles (Bessadok *et al.*, 2003 ; Benabdeljelil et Bordas, 2005 ; Keambou *et al.*, 2007). La variabilité des couleurs des plumages observée au sein des populations de Basse Kabylie traduit donc probablement une variabilité génétique plus générale, les couleurs étant le résultat des interactions entre des gènes initialement dominants (Keambou *et al.*, 2007). Les croisements en cause se déroulant depuis plusieurs décennies, le nombre de combinaisons possibles en est d'autant plus élevé. Certaines combinaisons, rapportées ici en très faibles proportions, ne peuvent d'ailleurs apparaître qu'après de nom-

Tableau VI : poids vif (g) et mensurations corporelles (mm) en fonction du sexe et coefficient de variation de la poule locale en Basse Kabylie

	Mâle (n=153)	Femelle (n=162)	Total (n=315)	CV (%)
Poids	1646,46 ± 431,25 ^a	1286,48 ± 326,49 ^b	1461,32 ± 420,90	28,80
Longueur du tarse	87,20 ± 12,37 ^a	66,66 ± 4,76 ^b	76,64 ± 13,83	18,06
Longueur de l'aile	156,98 ± 12,37 ^a	144,79 ± 11,85 ^b	150,71 ± 13,43	8,91
Diamètre de tarse	15,39 ± 1,21 ^a	12,10 ± 1,25 ^b	13,70 ± 2,05	15,00
Périmètre thoracique	403,23 ± 25,23 ^a	374,95 ± 18,97 ^b	388,68 ± 26,33	6,77
Longueur corporel	417,04 ± 18,00 ^a	370,52 ± 17,70 ^b	393,12 ± 29,31	7,46
Hauteur de la crête	33,25 ± 4,84 ^a	11,87 ± 4,61 ^b	22,26 ± 11,69	52,55
Longueur de bec	34,40 ± 2,84 ^a	31,58 ± 2,06 ^b	32,95 ± 2,84	8,62
Longueur de la crête	69,49 ± 8,29 ^a	31,46 ± 3,32 ^b	49,93 ± 20,03	40,12
Longueur de barbillon	33,90 ± 3,67 ^a	7,92 ± 2,88 ^b	20,54 ± 13,41	65,28

a, b : sur une même ligne, une même lettre est attribuée aux valeurs ne présentant pas de différence statistiquement significative entre elles ($p < 0,05$).

breuses générations (Akouango *et al.*, 2004). Dans certains pays tropicaux, il a été mentionné l'existence de variétés de poules locales présentant des types de plumage permettant une meilleure adaptation à l'ambiance environnementale locale, tel que le cou nu ou le type frisé (Mérat 1990 ; Keambou *et al.*, 2007). En Basse Kabylie, où le climat est de type méditerranéen tempéré par l'altitude, ce type de plumage est largement minoritaire, le plumage dominant étant de type normal. Les conditions en Algérie étant très diverses, géographiquement et au cours de l'année, la distribution du plumage rencontrée dans les populations étudiées est ainsi probablement le résultat de l'interaction entre le génotype et l'environnement. Il serait intéressant de compléter cette étude par une analyse du comportement physiologique de la poule locale dans les conditions climatiques ambiantes des montagnes kabyles (les montagnes d'Akfadou et du Djurjura). À l'image des poules locales de plusieurs pays africains (Keambou *et al.*, 2007 ; Missouhou *et al.*, 1998 ; Benabdeljelil et Bordas, 2005), la crête simple de couleur rouge est ici la plus fréquente. Il en est de même pour la couleur rouge des barbillons, très fréquente dans cette étude. Les couleurs les plus fréquentes pour la peau sont le blanc, le jaune et le rose. Ces résultats sont également en accord avec ceux décrits pour les poules locales dans d'autres pays africains (Missouhou *et al.*, 1998 ; Benabdeljelil et Bordas, 2005 ; Keambou *et al.*, 2007). Il en est de même des pattes qui

peuvent aussi être noires ou bleues. De manière intéressante, la forte présence de la coloration jaune des pattes et de la peau pourrait traduire le degré de pénétration des gènes exotiques dans la population de poules locales.

Concernant les mensurations corporelles, les valeurs significativement plus élevées chez les mâles sont en accord avec les résultats des travaux de Benabdeljelil et Bordas (2005), Keambou et collaborateurs (2007), Mallia (1998) ainsi que Missouhou et collaborateurs (1998). Ce dimorphisme en faveur du mâle suggère qu'un programme de sélection sur les caractères de croissance serait plus avantageux avec ces derniers qu'avec les femelles (Keambou *et al.*, 2007). La variabilité des poids enregistrés était cependant très importante, les écarts observés étant en partie explicables par l'introduction de sujets industriels par les éleveurs pour améliorer les performances pondérales de leurs animaux (Benabdeljelil et Bordas, 2005).

4-2- Performance de croissance de la poule locale en Basse Kabylie

La croissance suit des courbes différentes selon le sexe. Cette différence est classique et correspond aux résultats disponibles dans la littérature (Barbato et Vasilatos-Younken, 1991 ; Gous *et al.*, 1999 ; Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000 ; Pedersen *et al.*, 2003 ; Moula *et al.*, 2009a ; 2009b). Il y est en effet montré que la croissance est affectée dans une proportion de 5 à 10 % par des effets liés au sexe de l'animal. Dans toutes les espèces, y

compris la poule, où la femelle est plus légère que le mâle, le poids asymptotique (α) est un peu plus faible (Barbato, 1991) et la vitesse de maturation (γ) est plus élevée chez la femelle que chez le mâle (Mignon-Grasteau et Beaumont, 2000). Dans cette étude, la vitesse de maturation était par contre plus élevée chez les mâles que chez les femelles. Ceci peut être considéré comme un effet de la sélection sur le poids réalisé par certains éleveurs qui ont fourni les œufs incubés pour cette étude. En effet, Gous et collaborateurs (1999) ont montré que la sélection sur le poids chez les mâles se traduisait par une augmentation du paramètre γ , plus marquée chez le mâle que chez la femelle.

L'alimentation équilibrée consommée ici par les poulets a permis l'obtention de performances meilleures que celles enregistrées en milieu villageois. En effet, les poulets de l'étude ont atteint des poids économiquement exploitables, supérieurs par exemple à ceux enregistrés en Tunisie par Bessadok et collaborateurs (2003).

L'indice de consommation obtenu par les poulets locaux est très important. Il est supérieur à celui recommandé pour le poulet Label Rouge en France (2,17 et 2,24 respectivement à 12 et 13 semaines) (Sauveur, 1997). Il est même aussi nettement supérieur à celui de plusieurs races locales françaises comme par exemple les races Gasconne (6,58) et Bresse (4,59) (Tixier-Boichard *et al.*, 2006). Cette valeur est sans doute révélatrice du grand gaspillage.

Tableau VII : paramètres de la courbe de croissance des poulets de Basse Kabylie

Paramètres	Effectif total n = 172	Femelle n = 101	Mâle n = 71
α (g)	1773,9	1542	2099,2
β	4,13	3,97	4,40
γ (j) ⁻¹	0,0264	0,0260	0,0271

$Y = \alpha \times \exp(-\beta \times \exp(-\gamma \times t))$, où y = poids du poulet (g) ; α = poids asymptotique ; β = constante d'intégration ; γ = paramètre de vitesse de croissance (facteur de maturation)

Enfin, la mortalité globale est importante comparée à celle attendue dans des élevages standardisés de poulets à croissance lente (2,5 % pour le poulet Label Rouge) et standard (5,1 % pour le poulet standard) (Sauveur, 1997). Elle est par contre largement inférieure à celle obtenue par ailleurs lors de l'évaluation des aptitudes de croissance et de ponte d'une race locale belge, la Famennoise (15,25 %) (Moula *et al.*, 2009). Les performances enregistrées ici sont donc considérées comme satisfaisantes mais, pour mieux comprendre les raisons de cette mortalité, une étude approfondie des dominantes pathologiques de la volaille dans la zone d'étude serait nécessaire, ainsi qu'une amélioration continue des modalités d'élevage local.

5- CONCLUSION

Cette étude est à la connaissance des auteurs la première tentative de description rigoureuse des poules locales en Algérie. Tenant compte des limitations inhérentes aux modes d'élevage prévalant en Kabylie, le protocole expérimental de cette étude a été déployé sur une population suffisante et de façon suffisamment stricte pour que des premières conclusions soient tirées sur l'état actuel du potentiel génétique des souches locales en Basse Kabylie.

La productivité de la poule kabyle est évidemment plus faible que celle des souches commerciales. Les éleveurs locaux considèrent néanmoins que, plus que la productivité, la grande rusticité est un atout important. La possibilité d'utiliser cette race à la fois comme poulets de chair et comme poules pondeuses lui donne un avantage supplémentaire.

Paradoxalement, la grande diversité phénotypique qui traduit l'intégration dans la poule initiale de gènes exotiques est bien perçue par les éleveurs tout comme par les consommateurs

locaux. L'introduction anarchique de gènes exotiques dans les populations de races locales n'est dans le cas de la poule comme dans celui des autres animaux d'élevage toutefois pas souhaitable. Ce phénomène gagnerait dès lors à être analysé et contrôlé dans un but de sauvegarde de la biodiversité. Nonobstant ces considérations, dans le cadre d'une stratégie visant à tirer parti de la situation telle que présentée actuellement, la diversité observée peut être considérée comme une opportunité d'amélioration des performances des poulets locaux par la sélection. L'amélioration par croisement n'est évidemment pas à exclure mais nécessite d'être contrôlée afin d'éviter l'écueil de l'érosion génétique au profit des souches industrielles, présentant le désavantage de la perte de caractères souhaitables de rusticité et d'adaptation aux conditions climatiques locales. Tel que signalé en introduction, toute sélection se doit d'être accompagnée d'une amélioration des conditions d'élevage (en particulier du régime alimentaire). Il est à cette condition envisageable d'accroître notablement la productivité de la poule locale de Kabylie pour en faire, particulièrement en milieu rural mais également urbain, une source bon marché de protéines de qualité ainsi qu'une voie de diversification des revenus du ménage. À cet égard, il est important de souligner la place centrale tenue par les femmes dans les élevages de volailles en milieu rural en Afrique du Nord (comme dans le reste de l'Afrique et en Asie) faisant de cet élevage un mode privilégié de développement socialement durable et un outil potentiellement efficace de lutte contre la pauvreté.

Du point de vue de la conservation de la biodiversité, les informations obtenues dans cette étude restent insuffisantes quant au degré de similarité ou de parenté des différents phénotypes rencontrés. Le problème posé est donc

celui du choix des échantillons de poules pour l'amélioration et la conservation. Pour résoudre ce problème, une analyse conjointe des données phénotypiques et du polymorphisme moléculaire serait nécessaire. Cette analyse fournirait les moyens de mieux caractériser l'origine des races et permettrait d'établir à la fois une stratégie de conservation et d'amélioration.

Finalement, la poule kabyle s'est révélée être une race prometteuse sur le plan de la croissance, son potentiel de ponte restant à évaluer. Elle est appréciée localement comme race à double fin. Son amélioration par la sélection est à envisager conjointement à une amélioration des conditions d'élevage afin d'en faire un outil de développement rural adapté, possédant les caractères désirés par l'éleveur et offrant au consommateur des produits appréciés. De plus amples études seraient nécessaires afin d'établir une stratégie de conservation, rendue urgente par l'introduction anarchique de génétique issue de souches industrielles.

Remerciements :

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de Docteur Pascal Nicolas.

Nous remercions les familles Moula (Ath Moussa), Mesbah (Ath Hafed) et Semar (Ath Tahar) ainsi que toutes les familles qui ont contribué à l'étude. Nous remercions également les docteurs Abdellah Salhi (Département des Mathématiques, Université d'Essex, Grande Bretagne), Jugurtha Redjda (Cabinet Vétérinaire, Tazmalt, Bejaia), Sandrine Vandenput (Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège) et Pascal Nicolas pour leur aide, conseils et contribution à la mise en place de ce travail.

SUMMARY

Due to the rapid expansion of industrial poultry breeding across the world, many local poultry breeds are presently endangered. Now, local breeds are an important tool for rural development and poverty alleviation in South countries, as Algeria. In a more general way, biodiversity loss represents a threat to our ability to take up future economic and ecological challenges. In this context, the present study aims at setting

the basis for a rehabilitation of the Kabyle local hen, the socio-economic and cultural importance of which is crucial. This study establishes a first description of morpho-biometric characteristics of the Kabyle hen and evaluates its growth performances. Given the high phenotypic variability obser-

ved here, it would be realistic to consider selection programs as a tool to increase the productivity of chicken breeding in this region, using rustic breeds that are well-suited to a less-intensive breeding management as encountered in Basse Kabylie. Indeed, rusticity along with productivity must

be sought if chicken breeding is expected to contribute effectively to the development of rural economic activities in Algeria, where a great variety of agro-climatic conditions is encountered.

AKOUGO F., MOUANGOU F., GANONGO G. Phénotypes et performances d'élevage chez des

REFERENCES

- populations locales de volailles à Brazzaville. *Cah. Agric.*, 2004, **13**, 257-262.
- BAHY A. A., MOHAMMED M. M. A., OSAMA M. A. Relationship between genetic similarity and some productive traits in local chicken strains. *Afr. J. Biotech.* 2003, **2**, 46-47.
- BARBATO G. F., VASILATOS-YOUNKEN R. Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. *Poult. Sci.*, 1991, **70**, 709-718.
- BARBATO G.F. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens. *Theor. Appl. Genet.*, 1991, **83**, 24-32.
- BENABDELJELIL K., BORDAS A. Prise en compte des préférences des éleveurs pour la caractérisation des populations locales de poulets au Maroc. In : 6^e Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30-31 mars 2005.
- BESSADOK A., KHOCHILEF I., EL GAZZAH M. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicultura*, 2003, **21**, 167-172.
- COMMISSION NATIONALE AnGR Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie, République algérienne démocratique et populaire. Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural : Alger, 2003, 46 p.
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE Descripteurs des espèces avicoles. In : banque de données des ressources génétiques animales. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture : Rome, 1981, 13-15.
- GALAL S. Protéger les ressources génétiques de poulets locaux dans une situation pandémique d'influenza aviaire en Egypte. *Bulletin RIDAF*, 2006, **16**, 63-64.
- GOUS R.M., MORAN E.T. Jr, STILBORN H.R., BRADFORD G.D., EMMANS G.C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscle of broilers. *Poult. Sci.*, 1999, **78**, 812-821.
- GUEYE E.F., NDIAYE A., BRANCKAERT D.S. Prediction of body weight on the basis of body measurement in mature indigenous chickens in Senegal. *Livest. Res. Rural Dev.*, 1998, **10**, adresse URL : <http://www.lrrd.org/lrrd10/3/sene103.htm>.
- GUEYE E.F. Family poultry research and development in low-income food-deficit countries: approaches and prospects. *Outlook Agric.*, 2002, **31**, 13-21.
- GUEYE E.F. L'aviculture familiale ne doit plus être une « moisson cachée ». *Bulletin RIDAF*, 2005, **15**, 1-2.
- GUEYE E.F. Evaluation of the impact of HPAI on family poultry production in Africa. *World's Poul. Sci. J.*, 2007, **63**, 391-400.
- GNAKARI D., BEUGRE GRAH A.M., AGBO ADOUKO E. Croissance corporelle et qualité organoleptique de la viande du poulet de chair et du poulet africain et leurs croisements en Côte d'Ivoire. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2007, **19**, adresse URL : <http://www.lrrd.org/lrrd19/5/gnak19060.htm>.
- HEIN O.C., DIARA B., DRABO Y., BOLY H., SAWADOGO L. Pratiques de l'aviculture traditionnelle par les différents groupes ethniques de la région des cascades au Burkina Faso. *Agr. Afric.*, 2005, **17**, 227-239.
- HURWITZ S., TALPAZ H. Modelling of growth. In: European Symposium on Poultry Nutrition, Proceeding of the 11th European Symposium on Poultry Nutrition, Faaborg, Denmark. 1997, 148-157.
- KEAMBOU T.C., MANJELI Y., TCHOUMBOUE J., TEGUIA A., IROUME R.N. Caractérisation morpho-biométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2007, **19**, adresse URL : <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/keam19107.htm>.
- LARIVIERE J.-M., LEROY P. Poultry biodiversity in Belgium. In: **World Poultry Science Association**, Proceedings of the 4th European Poultry Genetics Symposium, Dubrovnik, Croatia, 6-8 October, 2005, **22**.
- MALLIA J.G. The Black Maltese: a Mediterranean light breed of poultry. *Anim. Genet. Resour. Inf.*, 1999, **24**, 41-48.
- MERAT P. 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*, 1990, 15-27.
- MIGNON-GRASTEAU S., BEAUMONT C. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *Prod.*

- Anim.*, 2000, **13**, 337-348.
- MISSOHO A., SOW R. S., NGWE-ASSOUMOU C. Caractéristiques morpho-biométriques de la poule du Sénégal. *Anim. Genet. Resour. Inf.*, 1998, **24**, 63-69.
- MISSOHO A., DIEYE P., N., TALAKI E. Rural poultry production and productivity in southern Senegal. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2002, **14**, adresse URL : <http://www.lrrd.org/lrrd14/2/miss142.htm>.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009a, **4**, 389-396.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., PHILIPPARTDEFOY M., LEROY P. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ? *Ann. Méd. Vét.*, 2009b, **153**, 66-75.
- PEDERSEN M. A., THAMSBORG S. M., FISKE C., RANVIG H., CHRISTENSEN J.P. New production systems : evaluation of organic broiler production in Denmark. *J. Appl. Poult. Res.*, 2003, **12**, 493-508.
- SARTER G. Entre beldi et roumi : préférences des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc. *Cah. Agric.*, 2004, **3**, 75-78.
- SAUVEUR B. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *Prod. Anim.*, 1997, **10**, 219-226.
- TIXIER-BOICHARD M., AUDIOT A., BERNIGAUD R., ROGNON X., BERTHOULY C., MAGDELAINE P., COQUERELLE G., GRINAND R., BOULAY M., RAMANANTSEHENO D., AMIGUES Y., LEGROS H., GUINTARD C., LOSSOUARN J., VERRIER E. Valorisation des races anciennes de poulets: facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaires. *Actes BRG*, 2006, **6**, 495-520.

DISCUSSION

Les poules en Basse Kabylie

La Basse-Kabylie correspond bien au cas d'une région d'Afrique où les poules jouent encore un rôle important dans la (sur)vie des populations rurales et où les races de poules locales n'ont jusqu'à présent pas réellement été inventoriées. Dans le cadre de ce travail, une analyse des traits phénotypiques et des performances zootechniques des poules dans quelques villages a permis de commencer à décrire la situation dans cette région d'Algérie.

- **Description phénotypique de la poule de Basse Kabylie**

Le plumage des poules de Basse-Kabylie est relativement hétérogène. Dans la situation actuelle, le matériel génétique initial (sans doute déjà très diversifié) s'est enrichi au départ de celui des poules industrielles d'importation pour offrir une grande variété de couleurs et d'aspects : des plumages multicolores aussi bien que des plumages monotones sont observés et les dessins sur le plumage peuvent aussi bien être réguliers (plumage barré) que plutôt aléatoires.

La Basse-Kabylie est relativement représentative des autres pays du Maghreb où la diversité génétique est généralement très marquée (Bessadok *et al.*, 2003 ; Benabdeljelil *et al.*, 2005 ; Moula *et al.*, 2009 ; Moula *et al.*, 2011). Certains traits caractéristiques des poules d'origine (coloration noire, dorée ou argentée peuvent encore être observés (Moula *et al.* 2011)) mais ces couleurs sont de moins en moins marquées, les croisements inter- et intra-variétaux ayant augmenté la diversité. Si rien n'est entrepris, cette érosion va bientôt faire disparaître les races d'origine.

- **Performances zootechniques**

Sans surprise, le niveau de productivité de ces poules est assez nettement plus bas que le standard industriel actuel. C'est avec les autres poules d'élevage traditionnel qu'il est le plus judicieux de les comparer : avec un poids moyen de 1.286 g pour les poules et 1.646 g pour les coqs et une moyenne de ponte de 163 œufs/an, cette poule est très comparable à la plupart des poules d'élevage traditionnel pour lesquelles des études sont disponibles (Tableaux 1 et 2).

La productivité n'est pas vraiment la première préoccupation des éleveurs qui sont beaucoup plus inquiets à l'idée d'avoir une poule fragile qu'à celle d'avoir une poule un peu moins productive que ce qu'elle pourrait être. Ils sont à la recherche d'une poule rustique et le fait que la race soit intéressante aussi bien pour les performances de ponte que pour évoluer en poulets de chair, est évidemment un critère important.

- **Comment aller plus loin ?**

Avant tout, il conviendrait de compléter cette étude préliminaire, d'une part pour approfondir les connaissances des poules elles-mêmes et d'autre part pour évaluer correctement les contraintes socio-culturelles associées à l'aviculture rurale.

Pour le premier point, il conviendrait de continuer la caractérisation du matériel génétique en vue de dépasser la simple caractérisation phénotypique ainsi que l'étude des caractéristiques moléculaires des poules à la fois en Basse Kabylie et, plus largement, dans le reste de l'Algérie.

Pour le deuxième point, il conviendrait de mettre l'accent sur les démarches visant à promouvoir l'élevage rural permettant de lutter efficacement contre la pauvreté, surtout si elles prennent la forme de petits projets s'appuyant sur les femmes qui jouent déjà un rôle important dans les sociétés d'Afrique du nord. Les contraintes imposées par le manque de formation et les faibles moyens techniques dont disposent les éleveurs ainsi que les difficultés relatives au faible développement logistique et au manque de ressources alimentaires et sanitaires devraient être évaluées.

Un programme de conservation et d'amélioration génétique des races algériennes pourrait être élaboré en préservant les traits caractéristiques des races locales bien connues des éleveurs. Pour l'instant, ces éleveurs n'ont pas spécialement de réticence à l'introduction de gènes exotiques, comme l'illustre la grande diversité des poules actuelles qui sont le résultat de nombreux croisements avec les poules commerciales. Si l'objectif est d'améliorer les performances de ces poules sans toutefois mettre en péril les races originelles qui ont l'énorme avantage de la rusticité, un processus de sélection doit être mis en place. Les croisements vont vraisemblablement se poursuivre et pour réussir à atteindre l'objectif d'une race plus adaptée mais qui ne soit pas dénaturée, il est nécessaire d'introduire des croisements raisonnés alors qu'ils sont réalisés pour l'instant sans aucune coordination (voire sans aucune maîtrise) puisque la plupart des croisements inter-raciaux sont réalisés après que le petit éleveur ait acheté une poule sélectionnée sur les marchés locaux.

Un tel programme de conservation des ressources génétiques est envisageable à condition que les personnes visées y voient une opportunité (essentiellement économique) compatible avec leur mode de vie (Anderson et Centorze, 2007). C'est tout à fait le cas de la Basse-Kabylie où l'élevage villageois prend encore une place culturelle importante : les poules sont consommées à la nouvelle année, au début du printemps, à Adharyess, ... Une qualité particulière peut constituer un avantage valorisable sur les marchés et la perspective d'une amélioration du niveau de revenus est un moteur fort pour les populations rurales.

Concrètement, il serait sans doute judicieux de s'appuyer sur les variétés qui portent les couleurs caractéristiques du plumage de la race initiale : du noir et, si c'est encore possible avec le nombre d'individus restants, du bleu. Une grande collaboration des éleveurs avec lesquels les objectifs du projet devraient être clairement expliqués et partagés, serait nécessaire et sans doute insuffisante ; il conviendrait d'envisager un encadrement de la démarche, surtout si le souhait est de la pérenniser en terme de sélection ou d'aller jusqu'à une semi-intensification de l'élevage de ces poules d'origine.



3^{EME} PARTIE :

CARACTERISATION DE

L'ELEVAGE DE LA RACE DE

POULE VIETNAMIENNE : RI

Introduction

Situé sur la côte orientale de l'Asie du Sud-Est, le Vietnam est sous une forme d'un « S » dont les extrémités sont distantes d'environ 1700 km. Le pays est situé entre la latitude 23°N et la latitude 8°N. Le Vietnam est entouré de la Chine au Nord, le Laos à l'Ouest et le Cambodge au Sud Ouest et il est longé par le golfe du Tonkin au Nord, la mer de Chine Méridionale à l'Est et le Golfe du Siam au Sud. Avec une population d'environ 86 millions d'habitants et une densité moyenne de 261,9 habitants par km², le Vietnam occupe la troisième place des pays les plus peuplés en Asie du Sud Est (Desvaux et Ton, 2008). Plus de 70 % des habitants vivent en milieu rural. Environ 80 % de la population est localisée dans les régions des Deltas du Mékong et du Fleuve Rouge (Statistiques mondiales ; Desvaux et Ton, 2008).

Le Vietnam connaît un fort développement économique depuis quelques années. Cependant, le pays reste encore profondément rural. En effet, plus de 80 % de la population vit à la campagne. Le Vietnam a connu une croissance économique rapide au cours de la dernière décennie (plus de 8 % de croissance annuelle du PIB avant la crise de 2008) et une forte baisse de la pauvreté (de 37,4 % à 14,5 % entre 1998 et 2008) (Statistics Office, 2009).

L'agriculture joue un rôle économique et social important au Vietnam où deux tiers de la population active est employée dans le secteur agricole. Ce secteur d'activité représente cependant moins de 20 % du PIB en 2007. Les caractéristiques climatiques, notamment tropicales, du Vietnam sont favorables aux cultures (notamment celles du riz, de la canne à sucre ou du café) et l'élevage est très présent dans les foyers ruraux. Comme attendu, l'aviculture revêt une importance très variable dans les moyens de subsistance des ménages vietnamiens en fonction de leur niveau de revenu. En effet, l'élevage avicole est très important au Vietnam, il vient en deuxième position, juste après celui du porc (Thuy Le Thi et Nguyen Dang Vhang, 2002). Cet élevage avicole est dominé par les races de poules locales (158 millions Vs 30 pour les poulets industriels). Les races de poules locales associées aux races locales de canard, représentent plus de 80 % de la population nationale avicole vietnamienne (Desvaux et Ton, 2008). Au nord du Vietnam (lieu de cette étude), 70 % à 90 % des ménages élèvent des poules locales (Maltsoglou et Rapsomanikis, 2005 ; Hong Hanh *et al.*, 2007 ; Desvaux et Ton, 2008). pas moins de 19 races, composent la population locale de poule au Vietnam : Ri (1), Te (2), Tau Vang (3), Ac (4), Oke (5), H'mong (6), Tre (7), Choi (8), Phu Luu Te (9), To (10), Dan Khao (11), Mia (12), Ho (13), Dong Tao (14), Van Phu (15), Mia (16), Ho (17), Dong Tao (18) et Van Phu (19). Avec un élevage troupeau de plus de 12 millions d'individus, la race Ri représente 85 % des poulets locaux (Thuy et Vang, 2002 ; Eaton *et al.*, 2006). Dans l'Atlas des races de poules vietnamiennes, la poule Ri est définie comme étant une petite poule de coloration jaune. Cette définition est contestée par certains

auteurs qui regroupent sous cette appellation de Ga (en vietnamien : poule) RI toutes les poules indigènes (Eaton *et al.*, 2006). Malgré l'importance de cette race, peu d'informations sont disponibles et les descriptions, notamment pour les coloris du plumage, manquent de précision et prêtent à confusion. C'est dans ce cadre que ce travail s'intègre. Il s'agit de caractériser les poules de race RI, du point de vue des performances zootechniques et de la morphologie ainsi que définir le contexte d'élevage de la poule de race Ri.

**THE RI CHICKEN BREED AND
LIVEHOODS IN NORTH VIETNAM:
CHARACTERIZATION AND
PROSPECTS**

*Journal Of Agriculture and Rural Development
in the Tropics and Subtropics*

Vol.112 No.1 (2011)57–69

The Ri chicken breed and livelihoods in North Vietnam: characterisation and prospects

Nassim Moula^{a,*}, Do Duc Luc^b, Pham Kim Dang^b, Frédéric Farnir^a,
Vu Dinh Ton^b, Dang Vu Binh^b, Pascal Leroy^a, Nicolas Antoine-Moussiaux^a

^a*Dept. of Animal Production, Division of Genetics, Biostatistics and Rural Economics,
Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Liege, Belgium*

^b*Faculty of Animal Science and Aquaculture (FASA), Hanoi University of Agriculture (HUA) - Gialam, Hanoi, Vietnam*

Abstract

For the last twenty years, the consumption of poultry meat has boomed in Vietnam as in the rest of the developing world. Capital-intensive production has grown rapidly to satisfy this demand. Based on a few numbers of genetically uniform strains, these systems threaten biodiversity. In Vietnam, both rural and urban households still keep indigenous chickens as part of a diversified livelihood portfolio. In line with the national *in situ* conservation strategy, this study approached the context of local poultry keeping in two rural and one suburban districts of Northern Vietnam. It aimed at understanding households' willingness, constraints and opportunities for practice improvement, including breeds' management. As the Ri chicken constitutes the large majority of backyard flocks, two particular objectives of this study are the morpho-biometric characterisation of phenotypic diversity among individuals classified as Ri by farmers and an assessment of their productive potential. Chicken was found to hold a different place in livelihoods of the three districts with consequences on the management of genetic resources. The most favourable conditions for improvement of the Ri breed was found in the rural district of Luong-Son, due to market integration. In the more remote district of Ky-Son, living standards were lower and much would be gained from Ri conservation. Ri breed was the most threatened in the suburban Gia-Lam district, where poultry was a minor side-activity, lacking incentive for genetic management. From motives and constraints, tracks about breeding goals are suggested. Further considerations about conservation, improvement, market integration and livelihoods are proposed.

Keywords: biodiversity, chicken, Ri, Vietnam, breeding

1 Introduction

For the last forty years, the consumption of animal products has dramatically increased in the developing world, spurred by urbanisation and income rise (Delgado *et al.*, 1999). Termed Livestock Revolution, this phenomenon is more properly to conceive as primarily east Asian, driven by the tremendous economic development of China. Nevertheless, a truly global revolution occurred indeed, the consumption of poultry meat

having boomed across almost every region of the developing world (FAOSTAT, 2010). Part of this ravenous demand has been satisfied by the mushrooming of large-scale capital-intensive poultry farms, based on the exploitation of a handful of highly productive strains. By leaking out of those breeding units and by leading households to cease family production, this flow of uniform genetics puts pressure on local genetic resources, explaining the greater erosion of biodiversity in poultry compared to other livestock species (FAO, 2007).

In South-East Asia, which is a second hub of Livestock Revolution after China, Vietnam experienced a rapid economic growth over the last decade (over 8% yearly GDP growth before 2008 crisis) and a strong de-

* Corresponding authors
Email: Nassim.Moula@doct.ulg.ac.be; pascal.leroy@ulg.ac.be; nantoine@ulg.ac.be; Fax: +32 4 3664122

- 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment, International Food Policy Research Institute (IFPRI). URL <http://www.ifpri.org/publication/livestock-2020>.
- Desvaux, S. & Tôñ, V. D. (Eds.) (2008). *A general review and a description of the poultry production in Vietnam*. CIRAD-CIRRD, PRISE Research consortium on risks associated with livestock intensification, Agricultural Publishing House, Hanoi.
- Dolberg, F. (2003). Review of household poultry production as a tool in poverty reduction with focus on Bangladesh and India. Working paper, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 6, FAO.
- Eaton, D., Windig, J., Hiemstra, S. J., Van Veller, M., Trach, N. X., Hao, P. X., Doan, B. H. & Hu, R. (2006). *Indicators for livestock and crop biodiversity. Report 2006/05*. Center for Genetic Resources Netherlands/DLO Foundation, Wageningen.
- Epprecht, M. (2005). Geographic dimensions of livestock holdings in Vietnam. Working paper, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 24, Food and Agriculture Organization.
- FAO (1981). Descripteurs des espèces avicoles. Banque de données des ressources génétiques animales. FAO, Rome.
- FAO (2007). The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome.
- FAOSTAT (2010). FAO statistical database 2010.
- General Statistics Office (2007). Result of the 2006 rural, agricultural and fishery census. Volume 3. Statistical publishing house, Hanoi.
- General Statistics Office (2009). Result of the survey on household living standards 2008. Statistical publishing house, Hanoi.
- Gueye, E. F. (2005). Gender aspects in family poultry management systems in developing countries. *World's Poultry Science Journal*, 61, 39-46.
- Hong Hanh, P. T., Burgos, S. & Roland-Holst, D. (2007). The poultry sector in Viet Nam : prospects for smallholder producers in the aftermath of the HPAI crisis. Research report, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 07-10, Food and Agriculture Organisation.
- Kitalyi, A. J. (1998). *Village chicken production systems in rural Africa: Household food security and gender issues*. FAO Animal Production and Health paper 142. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Rome.
- Mack, S., Hoffmann, D. & Otte, J. (2005). The contribution of poultry to rural development. *World's Poultry Science Journal*, 61, 7-14.
- Maltsoglou, I. & Rapsomanikis, G. (2005). The contribution of livestock to household income in Vietnam: A household typology based analysis. Working paper, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 21, Food and Agriculture Organisation. URL http://www.fao.org/Ag/agaInfo/programmes/en/pplpi/docarc/execsumm_wp21.pdf.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decuypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J. & Leroy, P. (2010). Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Archiv für Geflügelkunde*, 74, 164-171.
- Porter, T., Kebreab, E., Kuhl, H. D., Lopez, S., Strathe, A. B. & France, J. (2010). Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poultry Science*, 89 (2), 371-378. doi: 10.3382/ps.2009-00141.
- SAS Institute (2000). *SAS/STAT User's Guide. Version 8*. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sazzad, M. H., Ebadul, M. H. & Asaduzzaman, M. U. (1990). Egg production by Desi (indigenous) hens in rural Bangladesh. *Tropical Animal Health and Production*, 22, 22. doi:10.1007/BF02243493.
- Su, V. V., Thien, N. V., Nhiem, D. T., Ly, V. L., Hai, N. V. & Tieu, H. V. (2004). *Atlas of Farm Animal Breeds in Vietnam*. Agricultural Publisher, Hanoi, Vietnam.
- Thuy, L. T. & Vang, N. D. (2002). Present Situation of Animal Genetic Resources in Vietnam. In vvv (Ed.), *Present Status and Genetic Variability of Animal Genetic Resources in Asian Region, Proceedings of the 10th NIAS International workshop on genetic resources, December 11-12, Tsukuba, Japan* (pp. 33-42). National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Japan.
- Thuy, L. T., Vang, N. D. & Giao, H. K. (2003). Approaches on conservation, exploitation and sustainable use of biodiversity in Viet Nam. In *Proceedings of Deutscher Tropentag 2003 - International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development*. Deutscher Tropentag 2003, Göttingen, Germany.
- Tieu, H. V., Ly, L. V., Sat, L. V. & Su, V. V. (2008). Vietnamese livestock genetic resources conservation & exploitation from 1990 to 2007. *Vietnamese Journal of Animal Science and Technology*, special volume, 1-10.
- Tixier-Boichard, M., Ayalew, W. & Jianlin, H. (2008). Inventory, characterization and monitoring. *Animal Genetic Resources Information*, 42, 29-44.
- Vang, N. D. (2003). The Viet Nam national country report on animal genetic resources. Workshop on Vietnam national report on animal genetic resource. Food and Agriculture Organisation, Hanoi, Vietnam.

cline of poverty (from 37.4% to 14.5% between 1998 and 2008) (General Statistics Office, 2009). At this stage of a rapid development, it may be considered crucial for the country to question the contribution of its different animal production systems to the satisfaction of a growing demand for milk, meat and eggs as well as considerations for rural development and biodiversity.

The share and role of poultry in livelihoods of Vietnamese households are highly variable. Some of the relevant classifying factors are the total income level, the raising system, and urban vs. rural location (Maltsoglou & Rapsomanikis, 2005). A clear regional cleavage moreover appears, people from Northern mountainous regions getting a wider share of their income from poultry and more generally from livestock (Epprecht, 2005). Ranking second after pigs, poultry's contribution to households' total income ranges from 0 to 50% in extensive systems; with almost half of the distribution under 10% (Maltsoglou & Rapsomanikis, 2005; Burgos *et al.*, 2008). The share of households keeping backyard poultry varies between regions. Estimations for this share range from 70% to 90% in the North while the national mean is around 50% (Maltsoglou & Rapsomanikis, 2005; Hong Hanh *et al.*, 2007; Desvaux & Tôn, 2008). In Vietnam as in many developing countries in Asia or Africa, backyard poultry owes its wide diffusion to both its socio-cultural and economic importance (Kitalyi, 1998; Dolberg, 2003). Chicken are indeed slaughtered or exchanged at several social or religious events, being thus involved in the maintenance of cohesion in a community. On the economic side, backyard poultry keeping appears as a low-input strategy for ensuring household's access to animal protein or as a form of saving, risk management or agricultural input. This role in livelihoods and social inclusion is crucial to the poorest or the most vulnerable members of a community. As such, women are often in charge of poultry keeping in a household. Therefore poultry keeping support is considered as a key in poverty alleviation strategies, particularly in relation with gender issues (Mack *et al.*, 2005; Gueye, 2005).

In the recent years, avian influenza outbreaks in Vietnam induced strong governmental control measures which proved often detrimental to family poultry keeping, as its extensive system was perceived as a health hazard (Hong Hanh *et al.*, 2007). This biased control policy appears as an additional threat to livelihoods of the rural poor as well as to biodiversity. However, since Vietnam Domestic Animal Conservation Project started in 1989, many governmental decisions came in support of farm animal biodiversity (Vang, 2003). In this regard, the central role of cultural diversity in the conservation of biodiversity has been acknowledged, with a

special reference made to multi-ethnic Northern mountainous regions of Vietnam, in addition to the role of a market-driven conservation strategy, by the development of outlets for traditional breeds (Thuy *et al.*, 2003; Vang, 2003).

In 2003, indigenous breeds were estimated to represent over 80% of the total chicken flock of Vietnam (Vang, 2003). The following breeds were recorded: Ri, Te (or Lun, short leg), Tau Vang, Ac (black meat, white or black feather), Oke, H'mong, Tre, Choi (fighting chicken), Phu Luu Te, To, Dan Khao (six toes), Mia, Ho, Dong Tao (thick legs) and Van Phu (Vang, 2003; Eaton *et al.*, 2006). The Mia, Ho and Dong Tao breeds are reported as endangered or critical, while the Van Phu breed could have been lost during the last years (Vang, 2003; Tieu *et al.*, 2008). With a breeding flock of over 12 million individuals, the Ri breed represents 85% of the local chickens (Thuy & Vang, 2002; Eaton *et al.*, 2006). While the Ri chicken is mentioned as a well-defined yellow-feathered breed in the Atlas of Farm Animal Breeds in Vietnam (Su *et al.*, 2004), some authors rather consider this breed as a miscellany of indigenous chickens (Eaton *et al.*, 2006).

In line with the national in situ conservation strategy, the present study approaches the context of local poultry keeping in Northern Vietnam. It aims at understanding households' willingness, constraints and opportunities for practice improvement, including breeds' management. Because the Ri chicken constitutes the large majority of traditional flocks, acquiring further knowledge about this breed was a particular aim of this work. Phenotypic diversity inside the Ri breed was tackled through the morpho-biometric characterisation of individuals classified as Ri by farmers. Their productive potential under extensive and semi-intensive raising system was moreover assessed.

2 Materials and Methods

2.1 Study area

The study was conducted in June 2010 in three districts of North Vietnam. Two districts were selected in the mountainous Hoa-Binh province, namely Ky-Son (KS) and Luong-Son (LS), and one in the Hanoi province, Gia-Lam (GL). KS (210 km²) is mainly part of the Ba-Vi mountain range. Economic activity is there based on forestry and agriculture. Located closer to Hanoi, LS (370 km²) covers a lower part of Ba-Vi Mountains and thus consists of more plains. Accordingly, economy is there more diversified compared to KS: tourism, handcraft and industry are important sectors beside agriculture and forestry. Although the distance to Hanoi is less than 100 km, villagers from KS

and LS usually need 5 and 3 hours, respectively, to reach Hanoi on small motorbikes. GL (115 km²) is part of the Hanoi suburbs and is known for its ceramics and medicinal herbs. Agriculture (rice, legumes, and aquaculture) is still present in the district. Many foreign and national enterprises as well as Hanoi University of Agriculture are established in GL.

2.2 Survey of households keeping backyard poultry

The interviews were semi-structured and covered household characteristics (members, activities, agricultural assets, and animal species kept), poultry keeping motives and practice (feeding, housing, culling/sale/consumption decision), poultry breeds (number, description, and preferences), and management of the Ri breed (breeding schemes, criteria, perceived evolution). Fifty-two households were included in the survey: 26 in KS, 15 in LS and 11 in GL.

2.3 Ri breed characterisation

2.3.1 Morpho-biometric characterisation

Adult animals were exclusively used for morpho-biometric characterisation (173 females and 50 males over 10 month of age). The different body measurements were recorded in accordance with the FAO recommendations (1981), by means of a digital balance (1g accuracy), an electronic sliding calliper (0.01mm accuracy) and a tape measure. The following parameters were studied: sex, body weight, reported age of the animal, thoracic girth, feathers type and colour, the comb's type, length, height and colour, wattles' height and colour, tarsus length and diameter, wings' length as well as the length and colour of the beak. The animals that were used in this study belonged to the enquired households as well as to the Livestock Research and Training Centre in Hanoi (RC).

2.3.2 Growth performance under semi-intensive conditions

The chicks (n=71) were floor-bred on a sawdust litter in a ventilated building (no air conditioning). Chicks were first put under a heating lamp and the room temperature was regulated manually according to chicks' behaviour. Continuous light regimen was adopted for the whole experiment period. Animals were fed ad libitum with a starter mix until the age of eight weeks (2800 kcal ME/kg, 18% crude protein) and then passed to a broiler mix (2700 kcal ME/kg, 15% crude protein) that was given ad libitum until 19 weeks of age. Both mixes contained wheat, corn, soy, soybean cake, methionine, lysine, vitamins and BHT ethoxyquins antioxidant. Sexing was achieved visually in the fourth week. A total of 30 males and 30 females were weighed weekly (at fixed day and hour) from hatching until 19 weeks.

2.3.3 Egg quality assessment

Ninety eggs were freshly collected from laying hens of 40 and 60 weeks of age (50 and 40 eggs, respectively) from the RC. Egg measurements, constituents (proportions, pH, Haugh's Units) and eggshell resistance were assessed through a standard evaluation procedure as described in Moula *et al.* (2010). Colours of eggshell and yolk were evaluated on the scoring scales. Scores for eggshell colour ranked from 1 (white) to 5 (dark brown). The 15-levels Roche scale was applied to yolk colour, a score of 1 indicating light yellow and 15 deep orange.

2.4 Data analysis

All statistical analyses were performed with the SAS software (SAS Institute, 2000).

2.4.1 Socio-economic and morpho-biometric surveys

Descriptive statistics were calculated for all socio-economic and morpho-biometric parameters. Comparisons between districts were performed with Chi-square or exact Fisher's tests for citation rates and qualitative morpho-biometric data, ANOVA for quantitative socio-economic or morpho-biometric data (generalised linear model, *proc glm*) and Kruskal-Wallis test for animal numbers kept by households. For quantitative morpho-biometric traits, the fixed linear model studied was the following: $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$, with Y = trait, μ = mean, A_i = fixed effect of districts ($i= 1, 2, 3, 4$; for RC, GL, KS, LS), B_j = fixed effect of sex ($j= 1, 2$; for male and female), $(AB)_{ij}$ = effect of interaction between sex and district, e_{ijk} = residual random effect.

2.4.2 Growth performance

Growth curve parameters were estimated, according to the following Gompertz equation: $y = \alpha \times \exp(-\beta \times \exp(-\gamma \times t))$, where y = weight of broiler (in grams); α = asymptotic weight (in grams); β = integrating constant; γ = growth speed factor (maturation factor) and t is the time (Porter *et al.*, 2010). These parameters were estimated through a non-linear regression procedure using the Marquardt method (*Proc nlin*). The age to inflexion (T_i), corresponding to the period when growth is maximum, is calculated using the following formula: $T_i = (1/\gamma) \times \ln \beta$ (Porter *et al.*, 2010).

2.4.3 Egg quality assessment

Eggshell colour proportions were compared between districts by the Chi-square test. The effect of age on each parameter was tested through mean comparison (Student-test).

3 Results

3.1 Household survey

3.1.1 Household characteristics and agricultural activities

Part of these results are presented in Table 1. Respondents were mainly men. Only three women (in GL) could be interviewed. Two different ethnic groups were found, the Kinh and the Muong. The latter group was the sole present in KS while both groups were present in GL and LS. In KS, agriculture was almost the sole occupation. Professions were more diversified in LS and GL, where shop and restaurant owners, civil servants or pensioners (two in GL) were met. Agriculture was still the main occupation of about 60% and 18% of households in LS and GL. Median age of respondents was 50 years, ranging from 27 to 77. Age distribution was uniform across districts ($p > 0.1$). The average household was composed of 5.8 members, varying from 2 to 10. Households were significantly larger in LS ($p < 0.05$). Only 11 households in LS have communicated estimation for yearly income. This income ranged from 3.2 to 6 million VND (153 to 288 USD; mean ~248 USD). Education level varied across districts ($p < 0.05$). Schooling duration was significantly longer in LS compared to GL and KS ($p < 0.05$).

Almost 90% of households combined cropping, forestry and livestock activities in KS, as half of households in LS and none in GL. In the latter district, 73% of households combined cropping and livestock, as in 40% of households in LS. Livestock keeping was the only agricultural activity in only five households (two in GL and three in LS, 27% and 13% respectively). Land plot areas did not differ between districts ($p > 0.1$) and varied between 0.247 and 1.616 acre (median 0.741).

Besides poultry, livestock species were diversified (Table 1). The median number of chickens (adult and young) per household across districts was 57 (ranging from 19 to 264). Largest flocks were found in LS (median 165) followed by GL (median 69) and KS (median 44.5) ($p < 0.05$). Chicks and immature chickens represented about 81% of the flocks. The young-to-hen ratio differed significantly between districts, values of 9.5 ± 4.9 , 4.5 ± 3.1 and 7.1 ± 2.0 being calculated in KS, LS and GL, respectively ($p < 0.05$). Hen to male ratios in the three districts were 5.3 ± 4.2 , 8.2 ± 3.6 and 6.6 ± 3.5 , respectively ($p > 0.05$). Pigs were kept by 67% of households, with higher mean number per household in LS ($p < 0.05$). Water buffaloes were also widespread, being owned for draft purpose by half of households. Again, the mean number by household was highest in LS ($p < 0.05$). Dogs were raised for home consumption in all districts, with numbers varying from 1 to 15 dogs per household. Cattle were also found in the three dis-

Table 1: Socio-economic characteristics of households holding Ri chicken in two rural (KS and LS) and one suburban (GL) districts of North Vietnam.

Category	n	KS	LS	GL
<i>Main activity (%)</i>				
Agriculture	36	96.1	60.0	18.2
Non-agriculture	16	3.8	40.0	81.8
<i>Ethnic group (%)</i>				
Muong	36	100	60.0	16.7
Kinh	10	0.0	40.0	83.3
<i>Education (%)</i>				
University degree	7	3.8	40.0	0.0
6–10 years	22	34.6	46.7	54.5
1–5 years	23	61.6	13.3	45.4
<i>Household size (n)</i>				
Household size (n)	52	5.5 ± 0.4	7.1 ± 0.5	4.6 ± 0.5
<i>Land area (are)</i>				
Land area (are)	52	29.6 ± 2.9	30.4 ± 3.4	25.4 ± 3.8
<i>Livestock¹</i>				
Chicken	52	55.5 ± 35.2	147.1 ± 82.4	96.0 ± 69.4
Duck	7	–	12.7 ± 8.1	10.0 ± 3.6
Pig	33	6.1 ± 4.8	16.6 ± 12.5	9.2 ± 5.8
Cattle	6	9.3 ± 8.4	7.0 ± 0.0	8.0 ± 1.4
Water buffalo	26	4.4 ± 2.4	12.6 ± 12.2	3.3 ± 1.5
Dog	10	10.0 ± 0.0	9.0 ± 3.5	5.7 ± 4.2
<i>Flock origin (%)</i>				
Inheritance	35	76.9	93.3	9.1
Purchase	13	15.4	0.0	81.8
Gift	4	7.7	6.7	9.1

¹ mean stock $\pm$ standard deviation (number of households holding a particular species); (n): number of households; KS: Ky-Son; LS: Luong Son; GL: Gia-Lam

tricts but only in six households. Milk production was reported by interviewees in KS and GL but not in LS. Ducks were kept in GL and LS. As also shown in Table 1, the origin of poultry flocks differed between districts ($p < 0.05$). Flocks origin was mostly inheritance in rural districts while purchase dominated in GL ($p < 0.05$).

3.1.2 Poultry breeds

Besides Ri, two chicken breeds were present in all districts: Hmong and Choi. Hmong is a black-feathered chicken, the meat of which is also pigmented. Choi is a typical fighting chicken. The Mia breed, described by

respondents as “similar to the Ri with a larger size”, was also found in GL and LS. Ri accounted for about 90%, Choi and Hmong for fewer than 5% and Mia under 2% of total flock.

3.1.3 Poultry keeping practices and constraints

Data for this topic are gathered in Table 2. In GL and KS, all the family members were involved in poultry keeping duties in over 90% of households. Women were the only members to perform poultry-related tasks in the rest of households in both districts. The situation was more diverse in LS, where all configurations were found. In almost all households, chickens were freely scavenging and were kept in a small closed shelter for nighttime. In only three households in GL, chickens were reared fulltime in medium-sized hangar made of bricks, cement and tinsplate (households keeping 8, 16 and 34 hens). In LS and KS, all the night shelters were built with bamboo. Cement and tinsplate could also be used in KS and LS but less frequently than in GL, according to their availability. Straw was often used in KS but not in LS.

The basis for poultry feeding was rice (cooked grains, meal or bran) in all cases. Maize and cassava were commonly used in all districts. Aquatic plants (*Azolla* spp., *Ipomoea aquatica*) were also fed to chicken in most cases in KS, in half of households in GL and in some of LS ($p < 0.001$). Kitchen residues were often given to chickens in KS and GL but less in LS ($p < 0.001$). Health management through modern medication (antibiotics, antiparasitic, vaccine) was very common in the rural district of KS while only a third of households in LS reported such usage and none in suburban district of GL ($p < 0.001$).

Closed flocks, defined as a lack of introduction of new animals from outside the village since at least five years, were more common in KS than in LS; while all flocks were open to entries and exits of chicken through commercial exchange in the suburban GL ($p < 0.05$). About possible crossbreeding between local poultry breeds present on the village, all interviewees in GL and a majority of them in KS believed that such crosses did occur, none declaring any practice of controlled mating. The reverse was asserted by 80% of respondents in LS, who also stated some control of mating ($p < 0.001$). Among the other 20% of LS households, breeding could be controlled or not. In accordance with these statements, poultry keepers in LS that denied the existence of crossbreeding did not observe any modification in the phenotype of their Ri chickens. Such changes were reported in GL and KS ($p < 0.001$). Regarding the choice of breeding males, half of the interviewees declared considering size and general conformation as criteria in all districts ($p > 0.1$). Weight was chosen as a selection cri-

Table 2: Poultry keeping practices among households breeding Ri chicken in two rural (KS and LS) and one suburban (GL) districts of North Vietnam (Citation rate in %).

	KS	LS	GL
<i>Family member involved</i>			
All the family	96.2	40.0	90.9
Women only	3.9	20.0	9.1
Men only	0.0	26.7	0.0
Children only	0.0	13.3	0.0
<i>Shelter material</i>			
Bamboo	100	100	63.6
Straw	76.9	6.7	45.5
Cement	11.5	66.7	72.7
Wood	7.7	13.3	18.2
Metal sheet	7.7	0.0	45.5
<i>Feed sources</i>			
Rice	100	100	100
Maize	65.4	93.3	90.9
Aquatic plants	84.6	13.3	54.5
Cassava	92.3	73.3	72.7
Kitchen residue	88.5	26.7	72.7
<i>Medication</i>			
Regular	92.3	33.3	0.0
<i>Genetic management</i>			
Control of mating	0.0	93.3	0.0
Closed flock management	57.7	26.7	0.0
Cross-breeding denied	23.1	80.0	0.0
Report of changes in Ri ¹	69.2	20.0	100
<i>Selection criteria (male)</i>			
Weight	7.7	46.7	54.6
Size, conformation	53.9	46.7	54.6
Plumage	7.7	0.0	63.6
Phenotype ²	53.9	20.0	0.0
<i>Stated constraints</i>			
No complaint	46.2	13.3	0.0
Insufficient laying	53.9	86.7	100
Insufficient growth	34.6	86.7	45.5
Diseases	3.9	86.7	0.0
Predation	38.5	46.7	18.2

¹ plumage, tarsus, comb, eggs, growth;

² plumage, head, tarsus aspect

terion in LS and GL but almost not in KS ($p < 0.01$). Plumage was an important criterion on its own in GL ($p < 0.01$) while in LS and KS, breeders took into account the animal aspect in a more general way, including plumage but also head and tarsus aspect ($p < 0.05$).

While almost all households expressed complaints in GL and LS, about half of them in KS did not find any suggested constraints relevant to their situation. All complaining households in LS cited insufficient laying and growth as well as diseases, while predation due to foxes, weasels and snakes was cited by half of them. In GL and KS, insufficient laying and growth were mostly cited along with predation but diseases were almost not cited.

3.1.4 Motives for poultry keeping and breed preference

Motives for production, use of poultry products and preference for the Ri breed are presented in Table 3. Meat was cited as being the main poultry product of interest by almost all interviewees in all districts. Egg production appeared as a motive more often in LS than in KS and GL ($p < 0.001$). Two poultry keepers did not mention either meat or egg as aims of this side activity. The concept of food security was a common motive in all districts ($p > 0.1$). Home consumption of meat was the main use of poultry in all districts. Almost all households also reported sale for meat consumption. Sale as breeder hen or cock was most frequent in LS ($p < 0.001$). Home consumption of eggs was not reported at all in GL but well by almost all households in LS ($p < 0.001$); an intermediate case was found in KS. A similar picture was given about egg sale for consumption, these being absent in GL, generalised in LS but almost absent in KS ($p < 0.001$). Egg sale for flock constitution was only noticeable in LS ($p < 0.01$). In all households, eggs were primarily considered for flock replacement needs.

The characteristics that were put forward by interviewees to explain their preference for the Ri breed are detailed in Table 3. Globally, the main reasons were linked to resilience and low needs for care. Price premium for products and meat flavour were often cited as well. Some variation between districts can be observed, such as the lesser importance of the resilience-linked justifications in GL ($p < 0.05$) and the particularly strong consensus about breed qualities in LS. Egg laying performance and beauty were not acknowledged as important reasons for keeping the Ri breed. About perceived temperament of the Ri chicken, among the three terms 'wild', 'calm' or 'tamed', about 80% of interviewees in KS and GL chose 'wild' while 60% of respondents in LS chose 'tamed' and 'calm' (the remaining 40% not being able to choose) ($p < 0.001$).

3.1.5 Reproductive performance

Reported age at first egg was 4 to 6 months and hens were kept for 3 to 5 years before culling (similar age for breeding males). Reported yearly egg numbers were remarkably similar between households within districts,

Table 3: Motives for poultry keeping and Ri breed preference among households in two rural (KS and LS) and one suburban (GL) districts of North Vietnam (Citation rate in %).

	KS	LS	GL
<i>Objective of poultry keeping</i>			
Meat production	96.2	100	90.9
Tradition	88.5	73.3	72.7
Food security	73.1	86.7	54.6
Egg production	19.2	40.0	9.1
<i>Birds use</i>			
Home consumption	100	86.7	100
Sale for reproduction	15.4	73.3	36.4
Sale for consumption	92.3	100	90.9
<i>Eggs use</i>			
Home consumption	38.5	93.3	0.0
Stock maintenance	100	100	100
Sale for reproduction	3.9	40.0	0.0
Sale for consumption	3.9	100	0.0
<i>Preference motives for Ri</i>			
Adaptation	96.2	100	63.6
Resilience	92.3	86.7	81.9
Maternal behaviour	92.3	100	54.6
Low investment needed	92.3	100	45.5
Price premium	80.8	100	63.6
Open air rearing	92.3	100	27.3
Precocity	65.4	100	45.5
Rearing ease	73.1	100	54.6
Taste of meat or eggs	42.3	100	72.7
Laying performance	15.4	0.0	0.0
Longevity	11.5	0.0	36.4
Beauty	7.7	0.0	18.2
Breed conservation	3.9	0.0	0.0

with values around 65 eggs in KS and GL and 100 in LS. Observed eggs number by brood ranged from 10 to 15 (median 12) and stated annual broods number varied from 2 to 4. Age at slaughter varied generally from 6 to 8 month (~72% of answers). Earlier slaughter at 4 or 5 month was also mentioned (~28% of answers).

3.1.6 Product prices

The reported price for a chicken varied between 80000 and 120000 VND/kg (3.89 to 5.84 USD/kg). Prices for eggs could be obtained in LS, where they varied between 2000 and 2500 VND per unit (0.10 to 0.12 USD per unit).

3.2 Morpho-biometric characterisation

3.2.1 Qualitative traits

Qualitative traits recorded on Ri individuals are presented in Table 4. Traits that were uniformly observed in all studied individuals are a smooth and normally distributed plumage, a yellow colour of skin and tarsus and a single comb. As a matter of fact, breeders did not point out as Ri chickens individuals that did not present the latter characteristics. In decreasing order of frequency, the four main plumage types were tan, golden salmon, wheat and dark red. Coppered black and silvered salmon were little observed. Plumage types repartitions were similar across districts ($p > 0.05$). Beaks were yellow or dark coloured, with different repartitions between districts for males ($p < 0.05$) but not for females ($p > 0.1$). The colour of the comb and the wattles was almost exclusively dark red in males and mainly red in females. Differences between districts for this feature were significant for females ($p < 0.05$). Both wattles and comb were almost exclusively red in females of LS and KS (95 to 100%), whereas light red was the only colour observed in RC and was more prevalent in GL (63%). Comb peaks number varied between 5 and 8 in males and between 4 and 8 in females. Combs with 6 peaks were more frequent in males (54%) and those with 5 peaks in females (53%).

3.2.2 Quantitative traits

Body weights and measurements recorded on Ri individuals are presented in Table 5. Mean body weights of adult males and females varied according to the district ($p < 0.001$). Heavier males were found in LS and at RC, slightly exceeding 2 kg, while weights in GL and KS approached 1.9 kg. Same difference could be found in females with heavier weights being recorded in LS and at RC (~1.5 kg) and lighter weights in GL and KS (~1.35 kg). Statistically significant effect of district and sex could be found for all measured traits, except length of beak and thighs. A noticeable difference between districts is the smaller size (height and length) of comb and wattles for both sexes in KS. Moreover, Ri chickens in the latter district appeared as animals with comparatively longer backs and smaller breasts (length and circumference). Tarsus, which is described by breeder as thin in the Ri chicken, showed a mean circumference about 11 mm.

3.3 Growth performance

Mean weights of Ri chickens from hatching to 19 weeks are shown in Fig. 1. Mean weight at hatching was 27.96 ± 2.25 g. At week 12, weights of males and females were, respectively, 1047.14 ± 127.49 g and 837.67 ± 92.29 g. At week 19, these values were of

Table 4: Qualitative morpho-biometric traits (colours) evaluated on male and female Ri chicken in four districts of North Vietnam (%).

	sex	colors	Total
Number	M		50
	F		163
Beak	M	Dark horn	38.00
		Yellow	62.00
	F	Dark horn	28.22
		Yellow	71.78
Comb	M	Red	4.00
		Dark red	96.00
	F	Light red	33.13
		Red	66.87
Wattles	M	Red	4.00
		Dark red	96.00
	F	Light red	34.97
		Red	65.03
Feather	M	Tan	36.00
		Wheat	22.00
		Copper Black	6.00
		Gold salmon	32.00
		Silver salmon	4.00
	F	Tan	42.94
		Wheat	12.88
		Copper Black	4.29
		Dark red	9.82
		Gold salmon	22.70
		Silver salmon	7.36

RC: livestock research and training center of Hanoi; GL: Gia Lam; KS: Ky-Son; LS: Luong-Son; M: male; F: female

1838.42 ± 132.80 g and 1285.71 ± 145.31 g. Gompertz growth curve parameters differed between sexes. Asymptotic weight (α) of males was superior to that of females (2794.6 g vs. 1714.2 g, respectively) as well as the integrating constant β (4.419 vs. 4.160, respectively). Growth speed factor (maturation rate γ) was higher in females (0.148 vs. 0.129 in males) that reached their inflexion weight sooner, at 67.4 days vs. 80.6 days in males. Feed conversion index at week 19 was 6.36. Total mortality at the end of experiment was 15.5%.

Table 5: Morpho-biometric traits measured on Ri chicken in four districts of North Vietnam (least square mean $\pm$ standard error).

	Sex	Districts			
		KS	LS	GL	RC
Number	M	11	11	14	14
	F	47	51	35	30
Weight (g)	M	1872.73 $\pm$ 65.82 ^b	2080.91 $\pm$ 65.82 ^a	1993.57 $\pm$ 58.34 ^{ab}	2085.00 $\pm$ 58.34 ^a
	F	1369.68 $\pm$ 31.84 ^b	1503.53 $\pm$ 30.57 ^a	1327.71 $\pm$ 36.90 ^b	1475.33 $\pm$ 39.86 ^a
Beak Length (mm)	M	38.27 $\pm$ 1.32 ^a	38.20 $\pm$ 1.32 ^a	38.85 $\pm$ 1.17 ^a	36.65 $\pm$ 1.17 ^a
	F	30.54 $\pm$ 0.65 ^b	32.96 $\pm$ 0.61 ^a	32.54 $\pm$ 0.75 ^a	32.68 $\pm$ 0.80 ^a
Comb Length (mm)	M	62.05 $\pm$ 3.79 ^b	119.37 $\pm$ 3.79 ^a	111.47 $\pm$ 3.36 ^a	114.87 $\pm$ 3.36 ^a
	F	31.92 $\pm$ 1.84 ^c	42.76 $\pm$ 1.76 ^d	39.84 $\pm$ 2.13 ^{bd}	49.58 $\pm$ 2.30 ^a
Comb Height (mm)	M	48.44 $\pm$ 2.86 ^b	74.21 $\pm$ 2.86 ^a	70.82 $\pm$ 2.54 ^a	72.20 $\pm$ 2.54 ^a
	F	20.33 $\pm$ 1.39 ^b	28.11 $\pm$ 1.33 ^a	20.86 $\pm$ 1.61 ^b	27.42 $\pm$ 1.73 ^a
Wattles Height (mm)	M	41.05 $\pm$ 3.10 ^c	64.30 $\pm$ 3.10 ^a	56.05 $\pm$ 2.75 ^b	59.91 $\pm$ 2.75 ^{ab}
	F	18.10 $\pm$ 1.52 ^b	20.08 $\pm$ 1.44 ^{ab}	17.93 $\pm$ 1.76 ^b	24.66 $\pm$ 1.88 ^a
Tarsus Length (cm)	M	8.67 $\pm$ 0.23 ^a	9.14 $\pm$ 0.23 ^a	8.90 $\pm$ 0.20 ^a	9.10 $\pm$ 0.20 ^a
	F	6.89 $\pm$ 0.11 ^b	6.46 $\pm$ 0.10 ^c	6.91 $\pm$ 0.13 ^b	7.37 $\pm$ 0.14 ^a
Tarsus diam1 (mm)	M	15.25 $\pm$ 2.83 ^a	17.17 $\pm$ 2.83 ^a	16.30 $\pm$ 2.51 ^a	16.75 $\pm$ 2.51 ^a
	F	12.81 $\pm$ 1.39 ^a	13.02 $\pm$ 1.32 ^a	12.34 $\pm$ 1.59 ^a	12.74 $\pm$ 1.72 ^a
Tarsus diam2 (mm)	M	12.24 $\pm$ 0.35 ^a	13.72 $\pm$ 0.35 ^b	12.52 $\pm$ 0.31 ^a	13.06 $\pm$ 0.31 ^{ab}
	F	10.11 $\pm$ 0.17 ^a	10.48 $\pm$ 0.16 ^b	10.23 $\pm$ 0.19 ^a	9.95 $\pm$ 0.21 ^a
Neck Length (cm)	M	18.27 $\pm$ 0.41 ^{ab}	19.18 $\pm$ 0.40 ^b	17.85 $\pm$ 0.36 ^a	17.86 $\pm$ 0.36 ^a
	F	15.26 $\pm$ 0.20 ^a	15.04 $\pm$ 0.19 ^{ab}	14.66 $\pm$ 0.23 ^b	15.10 $\pm$ 0.25 ^{ab}
Back length (cm)	M	27.00 $\pm$ 0.78 ^b	26.45 $\pm$ 0.78 ^b	25.64 $\pm$ 0.69 ^b	23.43 $\pm$ 0.69 ^a
	F	20.94 $\pm$ 0.38 ^{bc}	21.75 $\pm$ 0.36 ^c	20.49 $\pm$ 0.44 ^{ab}	19.53 $\pm$ 0.47 ^a
Thigh length (cm)	M	16.18 $\pm$ 0.44 ^a	18.00 $\pm$ 0.44 ^{ab}	17.28 $\pm$ 0.39 ^{ab}	16.64 $\pm$ 0.39 ^a
	F	13.09 $\pm$ 0.21 ^b	12.41 $\pm$ 0.20 ^a	13.17 $\pm$ 0.25 ^b	12.53 $\pm$ 0.26 ^{ab}
Keel length (cm)	M	13.00 $\pm$ 0.44 ^c	15.27 $\pm$ 0.44 ^{ab}	16.00 $\pm$ 0.39 ^b	14.86 $\pm$ 0.39 ^a
	F	10.28 $\pm$ 0.22 ^c	10.80 $\pm$ 0.21 ^{bc}	11.03 $\pm$ 0.25 ^b	12.40 $\pm$ 0.27 ^a
Thoracic circ (cm)	M	29.09 $\pm$ 0.67 ^a	31.73 $\pm$ 0.67 ^b	30.29 $\pm$ 0.60 ^{ab}	30.71 $\pm$ 0.60 ^{ab}
	F	24.30 $\pm$ 0.33 ^b	27.43 $\pm$ 0.31 ^c	25.48 $\pm$ 0.38 ^a	25.63 $\pm$ 0.41 ^a

RC: livestock research and training center of Hanoi; GL: Gia Lam; KS: Ky-Son; LS: Luong-Son; Dist: fixed effect of district; Sex: fixed effect of sex; Int: interaction between district and sex; diam1: diameter at widest part of tarsus; diam2: diameter at thinnest part of tarsus; Values followed by the same letter in the same row are statistically not significantly different ($p < 0.05$)

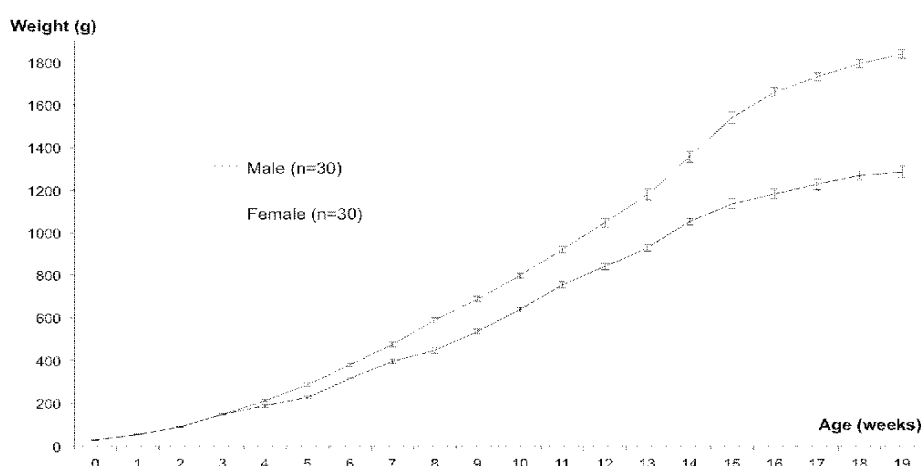
**Fig. 1:** Growth curve for Ri chicken raised in experimental semi-intensive conditions

Table 6: Quantitative egg traits from 40- and 60-weeks old Ri chicken in North Vietnam.

	Hen's age		t-test
	40 weeks	60 weeks	
Egg Weight (g)	38.78 ± 0.57	45.20 ± 0.61	***
Yolk weight (g)	12.31 ± 0.19	14.67 ± 0.21	***
Eggshell weight (g)	3.79 ± 0.08	4.59 ± 0.09	***
Albumen weight (g)	22.67 ± 0.44	26.04 ± 0.48	***
Albumen %	58.24 ± 0.45	57.43 ± 0.49	ns
Yolk %	31.84 ± 0.39	32.45 ± 0.43	ns
Eggshell %	9.79 ± 0.15	10.15 ± 0.16	ns
Y:A ratio (%)	55.47 ± 1.11	56.63 ± 1.21	ns
Yolk pH	5.91 ± 0.03	5.94 ± 0.04	ns
Albumen pH	8.90 ± 0.02	9.19 ± 0.02	***
Albumen height (mm)	5.87 ± 0.22	5.27 ± 0.24	ns
Haugh Units	81.62 ± 1.57	76.14 ± 1.71	ns
Yolk diameter (mm)	36.55 ± 0.32	38.13 ± 0.33	**
Egg length (mm)	48.85 ± 0.30	50.70 ± 0.33	***
Egg width (mm)	37.91 ± 0.17	39.76 ± 0.18	***
Shape index (%)	77.67 ± 0.47	78.56 ± 0.51	ns
Shell thickness (×10 ⁻² mm)	32.42 ± 0.45	26.56 ± 0.50	***
Max breakage force (N)	36.59 ± 0.81	37.88 ± 0.88	ns
Yolk color (score 1–15)	10.57 ± 0.14	10.08 ± 0.15	*

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$; *** $p < 0.0001$; ns: statistically not significant

3.4 Egg quality

Quantitative traits measured on eggs from 40-weeks and 60-weeks old hens are presented in Table 6. Hen's age had a statistically significant effect on absolute weights and dimension values ($p < 0.001$) but not on their ratios or proportions ($p > 0.1$). Albumen pH was also significantly affected by hen's age ($p < 0.001$), contrary to yolk pH and Haugh's units ($p > 0.1$). Mean egg weight was 38.8 ± 0.6 g at 40 weeks and 45.2 ± 0.6 g at 60 weeks. Albumen, yolk and eggshell accounted, respectively, for about 58%, 32% and 10% of egg weight. Yolk to albumen ratio was about 56%. While weight and dimension of the egg increased with the age of the hen, eggshell thickness was shown to decrease ($p < 0.05$). Nevertheless, maximal breakage force was not significantly affected by hen's age. Eggshell colour was mostly whitish (72% of eggs scored 3/5–4/5). Only 6% of them were truly white (score 1/5). Yolk colour was above 9/15 on Roche's scale for 90% of the eggs (orange to deep orange). This colour proved lighter for eggs from older hens ($p < 0.05$).

4 Discussion

4.1 Characteristics of the households keeping the Ri breed across districts

In line with the particular interest for the Ri chicken, the survey specifically targeted households keeping this breed. This choice accounts for the highly unequal numbers of households interviewed between districts. Therefore the unequal samples can be considered as a result, showing the wider distribution of the Ri breed among poultry keeping households in the most remote district, Ky Son (KS), followed by Luong Son (LS), which is still rural but lies closer to Hanoi, and the sub-urban Gia-Lam (GL) being last. Nevertheless, as Ri represents the majority of local poultry in Vietnam, besides an asymmetry in breed diffusion, this distribution also reflects that of backyard poultry or even of livestock in general, which is known to be especially high in Northern Mountains and lowest near urban centre (Epprecht, 2005). Another difference between districts lied in the ethnic groups composing the samples. Ethnic diversity

in North Vietnam is known to be particularly large, resulting in a wide cultural diversity, the role of which in biodiversity conservation is acknowledged by National Vietnam policies (Thuy *et al.*, 2003; Vang, 2003).

Diversity of occupations mirrored that of the global economic activity of the districts. The decreasing importance of agriculture in livelihoods across KS, LS and GL is in accordance with their respective distance to Hanoi. However, livelihood portfolios were diversified in all districts. Land plots were small, especially for rural households basing their subsistence on cultivation. The observed area is similar to the mean surface per household in Hoa Binh province, i.e. 1.031 acre (General Statistics Office, 2007). On basis of a proportion of home-consumption in total income of 40% (Maltoglou & Rapsomanikis, 2005), the total annual income in LS can be estimated to 8.7 millions VND from survey data. This proves similar to the mean total income in rural areas (9.1 millions VND per year) (General Statistics Office, 2009). Despite the lack of data regarding GL and KS, it could be observed that living standards were clearly lower in KS compared to LS, while those in GL were similar to LS.

4.2 Poultry keeping practice and motives in rural and suburban districts

Housing and feeding of poultry appeared rather homogeneous across districts, with notable differences linked to locally available materials. The generalised provision of a night shelter could explain the low citation rate of predation among constraints. From the present results, the Ri chicken appears as generally kept in backyard extensive systems for home consumption of meat. In GL, which is close to the urban centre, neither semi-intensification nor market-orientation was observed. Paradoxically, veterinary care was most widespread in the remote KS, less so in LS and least in the suburban GL. This can be understood from the presence in KS of three veterinary doctors in a context where chickens are a crucial part of livelihoods. On the contrary, in GL, where veterinary services are also available, the lack of investment in veterinary care of chickens could result from the weak importance of the latter in the households' livelihoods. In LS, the situation is mixed and the relatively low use of veterinary care can be interpreted as a confirmation of the extensive nature of the chicken rearing system, despite a significant market orientation.

Mean chicken flock size was more than 2.5 times larger in LS than in KS. In the KS district, almost all households kept less than 19 adult chickens, which is the median number of chickens per household in Hoa Binh Province (General Statistics Office, 2007). Around 70% of flocks in LS were above that level. This confirms the

comparatively lower endowment of households in the KS district. In GL, 60% of households had less than 17 adult chickens, which grossly corresponds to statistics for Hanoi (General Statistics Office, 2007). Although proximity to urban markets encourages the constitution of large flocks in suburbs, such larger flocks did not keep 'pure' Ri and were not included in the study.

These differences in flock structure are connected with important divergences in poultry keeping practice and motives. Commercialisation of live chicken was generalised across districts. However, motives in LS appeared globally more market-oriented. Indeed, in the latter district, eggs, hens and cocks for breeding were all commercialised. Strikingly, two households in LS did not declare any home consumption of poultry meat. When compared between LS and KS, the greater integration to markets of the former obviously relates to its closer proximity with Hanoi. Another major difference in motives was the greater attention paid to eggs as a poultry product in LS. The lower young-to-hen ratio in LS compared to KS might confirm this greater trend to egg consumption in LS. In KS, the small size of flocks could render egg consumption (or sale) unaffordable to households, as eggs are needed for reproduction and flock growth. In Gia-Lam, the absence of egg consumption or sale might refer to a restrictive acceptance of chicken keeping as a side activity for a population having access to a wider range of occupations in a cultural context where only meat is truly valorised.

Differences in the management of genetic resources were also observed, opposing LS to the other districts. Households in LS managed the Ri breed in open flocks, thus widening the gene pool while preventing unwanted crosses with other breeds. Moreover, slaughter decisions involved a wider range of criteria in LS compared to KS or GL. These results in LS run against the commonly assumed lack of management of genetic resources in extensive poultry systems. In accordance with their stated breed management, LS households all denied notable modifications in the Ri aspect or characteristics. Although these statements could not be corroborated by significant differences in Ri plumages across districts, this provides evidence for an appreciable involvement of LS breeders in genetic management that might be useful for conservation programs. The closer relationship of LS households with poultry is further revealed by the different perception of the temperament of the Ri chicken, felt as more tamed and calm than by interviewees in GL or KS.

4.3 Ri chicken in households' livelihoods

The place of the Ri chicken in livelihoods diverged between districts in relation with their respective distance to Hanoi. The young-to-hen ratio in LS corre-

sponds to an estimated consumption of 40% of laid eggs, a value of about 60,000 VND (2.92 USD) for egg consumption and a value of 3.22 millions VND (156.70 USD) for consumed or sold meat. Accordingly, the total annual income from poultry products would account for almost 40% of total annual income. No estimation of total income could be obtained in KS. However, by applying the same estimation method to households in KS, with annual income subject to a decrease of 0 to 25% compared to LS, the share of poultry in total income is found to stay under 20%. These results are in accordance with the share of poultry-derived income in extensive backyard systems in remote and more market-oriented households (Burgos *et al.*, 2008). The lower share of poultry in total income in KS should not be understood as a lower importance in livelihoods. In remote households, poultry keeping is needed for social inclusion and acts as a safety net and a start for economic activities.

4.4 Characterisation and performance of the Ri breed

Between the restrictive description of the Ri breed provided by the Atlas of Farm Animal Breeds in Vietnam (Su *et al.*, 2004) and the refutation of the existence of a Ri breed by some authors (Eaton *et al.*, 2006), there seems to be much room for refined consideration of intra-breed diversity. The individuals that were designated as members of the Ri breed by poultry keepers belonged to a limited array of plumages that could be included as Ri varieties by conservation programs. The red single comb appeared as a determinant criterion for the classification of a chicken into the Ri breed. The Hmong and the Choi were easily distinguished from the Ri because of their typical conformation and colour. The difference between the Ri and Mia breeds was less obvious, the only criterion being the greater size of Mia breeds. This unclear distinction between Ri and Mia breeds is further confirmed by a recent genetic study of nine Vietnamese local breeds using microsatellites (Cuc *et al.*, 2010). Tixier-Boichard *et al.* (2008) describes the concept of breed as an exclusion concept. The breed concept would thus fail to address the total genetic diversity if populations are not thoroughly or are too restrictively described, as for the Ri breed. In districts where no control of mating was stated, continuous exclusion of crossbred animals from breed consideration could ensure automatically certain homogeneity in the studied population. More precisely, their exclusion from flocks by slaughter ensures stability in the phenotype of the majority of individuals kept in flocks. Even without mating control, the breed concept appears as self-enforcing as long as the breeder uses it as a criterion in its classification and its slaughter decision. The present approach of poultry diversity through a single breed is

thus restrictive but allows the identification of a local dynamic and ground for conservation and improvement.

Morpho-biometric characterisation delivered similar results in the four survey areas. However, Ri chickens proved significantly heavier in LS and at RC. Obviously, this difference can be proposed to result from selective breeding. Moreover, chickens in KS had significantly longer backs and smaller breasts, as well as shorter combs. Again, selective breeding in LS and at RC could explain these differences. In GL, due to uncontrolled mating, the existence of crossbreds between Ri and exotic chickens might be frequent. The Chinese Tam Hoang breed is widely spread and is phenotypically very similar to the yellow-feathered Ri, although larger and heavier. The Tam Hoang breed is genetically distant to the Ri (Cuc *et al.*, 2010). Hence, uncontrolled crossbreeding between both breeds could threaten the originality of the local Vietnamese gene pool. The Tam Hoang breed is further described with a larger head and less tasty meat. Facing the presence on markets of products with similar feather but dissimilar taste, consumers tend to select chickens with smaller heads in an attempt to buy “true Ri”.

The extensive system is the context in which the Ri breed expresses the advantages that are prized by breeders: resilience and maternal behaviour. Moreover, if production is aimed at different quality markets, higher weights should not be considered as an important goal. Indeed, the Vietnamese consumer often looks for smaller birds that are associated to gustative quality. In this regard the Ri breed is appreciated for its smaller size compared to other local breeds (Dong Tao ~3kg, Ho ~3.5kg, Mia ~2.5kg) (Su *et al.*, 2004). Other small sized breeds that are particularly prized for gustative quality are the Ac (~600g) and the Tre (~900g) (Su *et al.*, 2004). Likewise, the future of the Hmong breed seems to be threatened by cultural factors (namely its inadequacy with religious practices due to its black meat) rather than by its production performances. From the stated constraints and motives, it could be finally proposed to orient genetic improvement towards numerical productivity and resilience while maintaining maternal behaviour. The breeders, indeed, complained about poor egg laying performance. If such an objective is confirmed by participative consultations, breeding programs should be designed to overcome negative genetic correlation between these traits (Sazzad *et al.*, 1990).

Notwithstanding the low egg consumption in poultry keeping households, outlets do exist for eggs, as observed in LS where many interviewees commercialised the eggs. Consumers prize eggs from local breeds, recognising their smaller size as well as the orange colour of their yolk, which has been confirmed here. Thus local eggs reach higher prices on markets com-

pared to eggs from industrial strains, especially if the price per gram is calculated. Therefore, laying performance should constitute a priority among breeding goals. Specific feeding, as an element of a differentiated quality production, could enhance the deeper orange yolk colour.

4.5 Chicken and livelihoods

The proportionally greater importance of livestock to the poor is a widely accepted feature in the developing world, being also true for Vietnam (von Braun & Pandya-Lorch, 1991; Maltoglou & Rapsomanikis, 2005). Short cycle livestock as chicken and pig are especially valuable in this regard, producing high value added by surface and time units and enhancing land cultivation productivity through their manure. In Hoa Binh province, chicken is more widespread than pig, being owned by around 82% of households vs. 70% for pig (based on General Statistics Office, 2007). Nevertheless, at the national level, pig is the most important backyard livestock, in terms of both income generation and meat consumption. This predominance leads to a prioritisation of pig production in national policies aiming at poverty alleviation, with a view to export markets (Vang, 2003; Maltoglou & Rapsomanikis, 2005). The proposed justification is quite misleading as pigs and chickens actually fulfil very different roles inside household economy in Vietnam and thus represent distinct modes of poverty alleviation. Different household categories are targeted through both species as observed in the present study, less than 70% of chicken-keeping households also owning pigs. In contrast to pigs, chicken contributes primarily to household economy through home-consumption as reported by Maltoglou & Rapsomanikis (2005). These authors show through a logistic regression that the probability to fall in the category of poor households decreases with an increase in the number of pigs owned and to a lesser degree the number of chicken. They also suggest a higher effectiveness of pig production in poverty alleviation. However, the investment needed for poultry keeping is low and the low individual value of chickens facilitates their acquisition and allows risk repartition. Hence, chicken is the animal of the poor and often represents a first step toward economic activities.

4.6 Future of the Ri breed

Future of Ri breeding must stay in agreement with the fundamental choice of breeders for a low-investment extensive system inside a diversified livelihood portfolio, as reaffirmed in the present survey. Evolutions towards semi-intensification or intensification is a possibility for people wanting to further specialise in the sector and is needed by the increasing demand for poultry products

in urban centres. Nevertheless, indigenous breeds will not be conserved on the exclusive basis of such evolutions. Local breeds as elements of low-input systems allow access of the less-endowed people to production for domestic needs or as a start in economic activity. The necessity for these people to keep an access to resilient local breeds does not, however, preclude their usage in market-oriented systems. On the contrary, breed availability might be ensured by such initiatives. As observed in LS, some market-orientation of an extensive poultry keeping system as part of diversified activities is possible. This might even be a system of choice for in situ conservation program needing the full involvement of educated breeders. Producers as those surveyed in LS could benefit from markets and provide the economic basis for a viable conservation of the breed that could further represent a genetic pool available for more remote and less endowed households or future needs. However, if markets are helpful for conservation objectives, it will not provide the basis for conservation of an array of breed varieties as observed in the present Ri characterisation. Indeed, using a breed along with a raising system as a brand to reach the better-off urban consumer requires limiting the product to a unique and well-recognisable aspect. Therefore, markets could represent a chance for inter-breed diversity but a threat for intra-breed diversity.

References

- von Braun, J. & Pandya-Lorch, R. (1991). Income sources of malnourished people in rural areas: A synthesis of case studies and implications for policy. In *Income sources of malnourished people in rural areas: Microlevel information and Policy implications. Working Papers on 23 Commercialisation of Agriculture and Nutrition 5* (pp. 1-46). International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., U.S.A.
- Burgos, S., Hinrichs, J., Otte, J., Pfeiffer, D. & Roland-Holst, D. (2008). Poultry, HPAI and Livelihoods in Viet Nam - A Review. Mekong Team Working Paper No. 2. URL http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/HPAI/wp02_2008.pdf.
- Cuc, N. T. K., Simianer, H., Eding, H., Tieu, H. V., Cuong, V. C., Wollny, C. B. A., Groeneveld, L. F. & Weigend, S. (2010). Assessing genetic diversity of Vietnamese local chicken breeds using microsatellites. *Animal Genetics*, 41 (5), 545-547. doi: 10.1111/j.1365-2052.2010.02039.x.
- Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S. & Courbois, C. (1999). Livestock to 2020 - The Next Food Revolution. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28, A

DISCUSSION

Entre la description très restrictive de la race Ri fournie par l'Atlas des races animales vietnamiennes (Su *et al.*, 2004) et la contestation de l'existence d'une race Ri par certains auteurs (Eaton *et al.*, 2006), cette étude propose une définition d'une race Ri composée de 6 variétés. Il ressort de cette étude, que les poulets Ri possèdent principalement des crêtes simples avec 5 à 6 créteillons, avec une coloration rouge foncé pour les mâles et rouge pour les femelles. Les mêmes couleurs sont rencontrées pour les barbillons. Le bec et les pattes, comme la peau, sont de couleur jaune. Les poids adultes des coqs (~1,9 à ~2,9kg) et poules (~1,3 à ~1,5kg) observés correspondaient à ceux rapportés dans l'atlas des races de poules vietnamiennes (1,2 à 1,8 kg pour les poules et 1,8 à 2,3 Kg pour les coqs). Quelques poulets semblables à la poule Ri ont été examinés. Ces sujets n'ont pas été considérés comme Ri par les éleveurs à cause de leurs crêtes de type triple ou en pois. Si aucune difficulté n'a été trouvée pour différencier la race Ri des races Hmong (un oiseau entièrement noir), et de la race Choi (un poulet de combat typique), une confusion existe entre la race Ri et la race Mia. En effet, un seul critère a été exprimé pour la distinction de la race RI de la race Mia. Selon les éleveurs, la race Mia est de taille plus grande que la poule de race Ri. Cette distinction, floue entre les deux races, est encore confirmée par une étude génétique récente (Cuc *et al.*, 2010). Les performances de croissance rapportées dans cette étude, constituent une illustration du potentiel de production en mode semi-intensif de la race Ri. Ce potentiel pourrait être considéré comme limité, avec un indice de conversion alimentaire élevé, bien que la grande variabilité indique que la sélection pourrait être bénéfique pour l'avenir. Par ailleurs, si la production est destinée aux marchés de qualité différenciée, des poids plus élevés ne devraient pas être considérés comme un objectif important. En effet, le consommateur vietnamien préfère les petits oiseaux qui sont associés à la qualité gustative (Ac ~600g et Tre ~900g) (Su *et al.*, 2004). La race Ri est à cet égard appréciée pour sa petite taille par rapport aux autres races : Dong Tao ~3kg, Ho ~3,5kg et Mia ~2,5kg (Su *et al.*, 2004). Cette étude a permis de relever que l'élevage de poule de race RI, constitue une activité familiale où toute la famille est concernée. Cet élevage contribue pleinement à la résolution de certains problèmes financiers. Ainsi en dynamisant cette activité en milieu villageois, elle permettrait l'épanouissement des populations rurales. Les différentes contraintes qui freinent le développement de l'élevage de poule sont d'ordre logistique, alimentaire et sanitaire. La relance et le développement de ce type d'élevage nécessitera la formation des éleveurs et la prise en compte de leurs motivations exprimées (la valeur gustative, les caractéristiques socioculturelles, la disponibilité des sujets locaux plus productifs) et de leur préférence (caractéristiques phénotypiques, rusticité et résistance).

Les poulets de race Ri ont présenté, en élevage conventionnel, une bonne aptitude de ponte et de croissance. Une sélection d'animaux destinés à l'une ou l'autre production et même une production mixte, associée à une amélioration des conditions d'élevage, surtout l'alimentation, permettront d'améliorer les revenus des familles rurales au nord du Viêt Nam.



4^{EME} PARTIE :

CARACTERISATION DE

L'AVICULTURE FAMILIALE AU

BAS-CONGO (REPUBLIQUE

DEMOCRATIQUE DE CONGO–RDC)

Introduction

L'élevage constitue un secteur agricole important et même prometteur au vu de la croissance de la demande mondiale en produits animaux et de la haute valeur ajoutée de ceux-ci. Dans un contexte mondial évoluant rapidement et caractérisé par les défis économiques et écologiques du développement global durable, la pratique de l'élevage devra également faire face à de profondes mutations. La biodiversité sera, dans ces évolutions, un atout primordial qu'il convient de protéger dès à présent tant les menaces pesant sur elle, sont nombreuses et pressantes. L'élevage avicole ne fait pas exception à ce phénomène général de développement ; l'extension rapide de l'élevage intensif de souches hybrides génétiquement uniformes se réalise au détriment des races locales de poules, qui constituent pourtant un outil central du développement socio-économique rural dans diverses régions du globe.

Dans la plupart des pays en développement, les volailles sont élevées dans la majorité des foyers ruraux et représentent une source importante de protéines d'origine animale.

L'aviculture familiale consiste en un élevage peu coûteux en investissement personnel et financier. Il concerne principalement les familles les plus modestes et plus particulièrement les femmes, plus particulièrement vulnérables à la pauvreté. Il s'agit d'une source de revenu permettant à ces familles d'acheter les produits de première nécessité ou encore, de payer les frais de scolarité de leurs enfants.

Peu de données sur l'élevage de poules et poulets au Congo sont disponibles. L'essentiel de l'élevage avicole (98 %) dans le cas du Bas-Congo, est réalisé par des exploitations de type familial où l'effectif du cheptel est inférieur à 150. Le reste est le fait de fermes organisées en entreprises disposant d'un cheptel de 150 à 3000 têtes (Detiffe, 2010).

L'élevage avicole pratiqué en RDC est principalement de type extensif où les poules sont laissées en divagation, en liberté totale. Les effectifs sont peu nombreux, quelques dizaines de poules. L'apport extérieur d'aliments reste très rare voire inexistant ; il en est de même pour l'utilisation des souches améliorées ou des produits vétérinaires. Les volailles sont logées dans des abris de nuit à l'abri des prédateurs, du vol et des intempéries. Ce mode d'élevage offre une sélection hasardeuse responsable de l'hétérogénéité et de piètres performances de production provenant des croisements anarchiques. L'intérêt de ce mode d'élevage réside principalement dans le faible coût de la protéine animale qu'il offre au ménage et la possibilité pour ce cheptel de constituer le point de départ d'un élevage plus conséquent (capitalisation de revenus, épargne).

Face à la rareté de la documentation décrivant l'aviculture familiale en RDC, ce travail offre une première approche pour décrire les poules locales disponibles et le mode d'élevage pratiqué au Bas-Congo.

**AVICULTURE FAMILIALE AU BAS-
CONGO (RDC)**

Livestock Research for Rural Development

Volume 24, Number 5, May 2012

Aviculture familiale au Bas-Congo, République Démocratique du Congo (RDC)

N Moula, N Detiffe, F Farnir, N Antoine-Moussiaux and P Leroy

*Département des productions animales, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège,
Boulevard de Colonster, 20, Bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique.
pascal.leroy@ulg.ac.be*

Résumé

La République Démocratique du Congo (RDC) souffre, à l'instar d'une majorité de pays africains, d'une précarité alimentaire conséquente. Le développement du secteur de l'élevage y est une pièce importante de la stratégie de lutte contre cette insécurité alimentaire, par l'apport de protéines de haute qualité aux populations pauvres ainsi que plus globalement par la création de richesses et la diversification du secteur agricole. A ce titre, le secteur avicole offre incontestablement, par son cycle de production court, une solution rapide et abordable par le plus grand nombre. Cette étude aborde les contraintes à la production de la poule locale au Bas-Congo.

Plusieurs facteurs y sont identifiés, tels que les pathologies, l'alimentation, l'habitat et les prédateurs. L'amélioration de la situation économique et nutritionnelle des paysans de la Province du Bas-Congo peut être envisagée en améliorant le potentiel de production des poulets de race locale. Afin d'y arriver, une attention particulière doit être accordée à une alimentation équilibrée et une meilleure conduite générale de l'élevage, incluant un accès aux soins vétérinaires. L'amélioration génétique des races locales est également une voie envisageable, pour autant que l'adéquation entre l'animal et le cadre de son élevage soit respectée.

Mots-clés: Afrique, Bas-Congo, biodiversité, morpho-biométrie, poules locales, socioéconomique

Village poultry in Bas-Congo, Democratic Republic of Congo (DRC)

Abstract

The Democratic Republic of Congo (DRC) suffers from a huge food deficit, as a large number of African countries. The development of the livestock sector in DRC is an important part of the strategy for alleviation of food insecurity. In this context, the poultry sector has to be seriously considered. Thanks to its short production cycle, it can provide a rapid and affordable solution for many people. This study addresses the constraints faced by the production of local poultry breeds in the Bas-Congo Province.

Several limiting factors are found, as animal diseases, feed system, housing conditions and predators. Thus, the economic and nutritional conditions of the farmers could be improved by developing the local production potential. In order to reach this objective, special attention should be paid to the feed quality and to the management practice in general, including access to veterinary care. Genetic improvement of local poultry breeds is also to consider, provided that the suitability of the animal with respect to the context of its breeding is preserved.

Keywords: Africa, Bas-Congo, biodiversity, local chicken, morpho-biometric, performances, socioeconomic

Introduction

Malgré la faible productivité (Benfoh et al 1997 ; Moula et al 2011a ; Raach-Moujahed et al 2011), la forte exposition aux maladies (Sonaiya et Swan 2004 ; Bett et al 2012) et l'environnement difficile dans lequel elles évoluent, les poules de races locales jouent un rôle socio-économique majeur, occupant une part importante dans l'élevage avicole de nombreux pays en voie de développement. De plus, l'aviculture traditionnelle est une source importante de protéines animales et de revenus (Zaman et al 2004).

Les poulets traditionnels représentent environ 80 % du cheptel avicole total en Afrique et contribuent à une proportion non négligeable de la production de viande (25 à 70 %) et d'œufs (12 à 36 %) (Gueye 1998). Ces

produits avicoles locaux participent de manière significative à la sécurité alimentaire en fournissant directement les protéines aux familles. Ils se retrouvent également au centre de nombreuses circonstances de la vie sociale et culturelle. Ainsi, au Nigeria (pays où l'effectif de volailles est le plus élevé en Afrique avec 104 millions de sujets), 90 % de l'élevage est constitué de races locales (Baba 2006). Au Mali, l'aviculture villageoise représente 95 % de l'effectif total (Bengaly 1997). En Gambie l'effectif de poules de race locale est de 550000 têtes (Benfoh et al 1997). Au Kenya, on compte plus de 21,77 millions de poulets locaux dans les ménages ruraux (Njue 2005). Au Maroc, l'aviculture traditionnelle représente 25 à 40 % des productions de viandes blanches et d'œufs (Benabdeljelil et al 2005). En Tunisie, ce type d'élevage est composé de plus de 4 millions de sujets auto-renouvelables produisant 6.000 tonnes de viande et 216 millions d'œufs par an (Bessadok et al 2003). En Egypte, les poules de races locales (la Fayoumi, la Dandarawi, la Montazah, la Mandara, la Matrouh, la Sinai, la Dokki 4, la Gimiza et la Behri) constituent environ 20 % de l'ensemble des productions de poulets dans le pays (Galal 2006).

Une demande de produits issus des races locales dont les consommateurs préfèrent le goût plus intense de la viande et des œufs existe ; il s'agit du poulet Beldi au Maroc (Sarter 2004), de la poule Batéké au Congo Brazzaville (Akouango et al 2004), du Baladi, de la Fayoumi en Egypte (Galal 2006) et de la Kabyle en Algérie (Moula et al 2011a).

A ce titre, le secteur avicole doit être envisagé sérieusement. Il peut offrir incontestablement, par son cycle de production court, une solution rapide et abordable par le plus grand nombre. De plus, une grande partie de la population pratique déjà ce type d'élevage de manière traditionnelle. Ce mode d'élevage se caractérise malheureusement par une productivité faible.

Vu la bonne implantation de l'aviculture au sein de la RDC et notamment dans la province du Bas-Congo, lieu d'étude de ce travail, il semble judicieux de penser à des moyens d'amélioration de cette aviculture. Dans cette optique d'amélioration de l'aviculture villageoise, nous pouvons agir non seulement sur la technique d'élevage mais également sur le matériel biologique dont les villageois disposent.

Afin d'estimer la pertinence d'une telle action, la présente étude aborde le contexte de l'élevage villageois de volailles dans le Bas-Congo et caractérise le matériel biologique disponible, au travers d'une caractérisation morpho-biométrique des sujets locaux et d'une estimation des performances de croissance de ceux-ci.

Matériel et méthodes

Site d'étude

L'enquête a été réalisée dans la Province du Bas-Congo qui couvre une surface de 53920 km². Elle est la plus petite province de la République Démocratique du Congo et est bornée au nord par la République du Congo, à l'ouest par l'Océan Atlantique et l'enclave de Cabinda, à l'Est par la province de Kinshasa et du Bandundu et au sud par l'Angola. Elle s'étend entre 4° et 6° de latitude Sud et 12° et 16° de longitude Est. La Province du Bas-Congo possède le seul accès à une façade maritime de la RDC. L'ouverture sur l'Océan Atlantique a lieu par une bande de terre de 35 km, étroite au vu de l'immensité du pays. Cette province a pour chef-lieu la ville de Matadi (environ 250.000 habitants) et est divisée en 3 districts (le Bas-fleuve, les Cataractes et Lukaya) et comportent deux villes principales : Boma et Matadi. L'enquête concernait 77 familles distribuées sur 24 villages (12 villages dans le district des Cataractes ; 7 villages dans le district de Lukaya et 5 villages dans le district de Bas Fleuve). En moyenne, 3 élevages par village étaient choisis pour l'étude.

Les entretiens avec les éleveurs

Les entretiens étaient de type semi-dirigé ; le questionnaire était traduit en langue locale (Lingala) par une personne maîtrisant le français et le lingala. Le questionnaire portait sur le profil socio-économique du ménage et de ses activités agricoles, ainsi que les données techniques se rapportant à la production de poules locales. Des questions ouvertes abordaient l'historique du ménage et de son élevage, et permettaient à la personne enquêtée d'orienter la discussion sur les sujets lui semblant importants quant à l'élevage de poules en général et aux évolutions souhaitées.

Etude morpho-biométrique des volailles locales

Les différentes familles concernées par l'enquête étaient prévenues la veille. Celles-ci prenaient alors des dispositions pour faciliter la capture des animaux (enfermement, liens aux pattes...). Les relevés devaient

s'effectuer de manière relativement rapide afin de laisser la (les) personne(s) rejoindre leur travail (champ, école...). Chaque poule était photographiée puis pesée à l'aide d'une balance électronique. La caractérisation morpho-biométrique était ensuite effectuée suivant les recommandations de la FAO (1981), tel que détaillé par ailleurs (Moula et al 2009). Ces mesures étaient effectuées à l'aide d'un mètre-ruban gradué au millimètre, un pied à coulisse avec une précision de 1/20 de millimètre et une balance électronique (précision 0,01 g).

La caractérisation morpho-biométrique a été effectuée sur les sujets âgés de plus de 10 mois. La détermination de l'âge des volatiles était effectuée sur base des déclarations des éleveurs. Outre les mesures quantitatives, nous avons également observé et noté différents caractères qualitatifs des différents spécimens des deux sexes. Le nombre de spécimens étudiés a varié de 140 à 491 selon les caractéristiques. Ces caractères sont :

- le nombre de crêteillons ;
- la couleur de la crête, des barbillons, du bec, des pattes et du plumage ;
- la présence de cou nu ;
- la répartition des plumes.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques descriptives (fréquences, moyenne, erreur standard) des données sont réalisées en utilisant le logiciel SAS (2000). L'effet du sexe a ensuite été testé au départ d'une analyse de la variance (proc glm) sur les données morpho-biométriques.

Résultats

Profil socioéconomique des ménages enquêtés

Des entretiens ont eu lieu avec 77 éleveurs, soit 63 hommes et 14 femmes. L'âge moyen des 77 éleveurs est de 46,5 ans (médiane 48 ans). L'âge moyen des 14 femmes est de 34,8 ans (médiane 29 ans, minimum 17 ans, maximum 65 ans). L'âge moyen des hommes interrogés est de 49,3 ans (médiane 50 ans, minimum 18 ans, maximum 83 ans). L'âge moyen des époux des femmes interrogées est de 40,6 ans (médiane 37 ans, minimum 19 ans, maximum 72 ans). Seul l'âge d'une faible minorité des épouses des hommes interrogés a pu être obtenu.

Douze hommes interrogés (19,0 %) sont en situation de polygamie. Quatre hommes sont veufs. En moyenne, un ménage est composé de 8,39 personnes (médiane 8 personnes). Le plus grand ménage est de 43 personnes (comportant un chef de ménage et 10 épouses). Le plus petit ménage est quant à lui composé de 2 personnes.

L'agriculture constitue l'activité principale de 69,8 % des hommes interrogés. L'échantillon comporte également cinq retraités (7,94 %), dont un tenant un petit commerce au village, huit fonctionnaires (12,7 %) travaillant pour le gouvernement congolais, deux enseignants (3,17 %), un pêcheur, un agent de sécurité, un chauffeur et un ouvrier journalier dans une cimenterie. A l'exception de trois épouses (une enseignante, une fonctionnaire et une retraitée), toutes travaillent au champ.

Toutes les femmes interrogées ont pour occupation principale les travaux des champs et les tâches ménagères. Parmi les quatorze époux des femmes interrogées, on trouve cinq éleveurs, deux infirmiers, deux fonctionnaires, un chauffeur, un retraité, un ouvrier journalier, deux invalides (un aveugle et un handicapé moteur). Cependant tous les époux participent à l'activité agricole du ménage.

Trois des femmes interrogées sont analphabètes (toutes âgées de plus de 60 ans) ; cinq ont le niveau d'éducation primaire et six ont le niveau secondaire. Pour les hommes questionnés lors de cette enquête, cinq sont analphabètes (tous âgés de plus de 70 ans) ; 25 ont le niveau d'éducation primaire ; 29 ont le niveau secondaire et quatre sont universitaires.

Description des élevages

Les principales cultures pratiquées par les éleveurs enquêtés sont le manioc (pondu, saka-saka) (100 %), les légumes (tomates, oignon, piments et aubergines : 100 %), le maïs (84,4 %), les arachides (81,8 %), le haricot (57,1 %), le soja (54,5 %), la patate douce (37,7 %), les ignames (31,2 %), le sésame (26,0 %), le millet (13,0 %), le gombo (10,4 %) et le café (5,2 %). Le manioc rentre dans l'alimentation de base de la population villageoise congolaise ; à la fois ses tubercules et ses feuilles sont consommés comme légumes et comme plat d'accompagnement. La majorité des familles (72,7 %) préparent et vendent le pain (bâton) de manioc ou de

chikwangués, largement consommé localement.

Les espèces animales domestiques détenues par les ménages sont diversifiées (Tableau 1). Le porc, plus largement élevé auparavant d'après les enquêtes, n'était élevé que par 13,0 % des ménages visités. Sur les 67 éleveurs ne possédant pas de porc, 33 ont affirmé en posséder précédemment et les avoir perdus suite à des épidémies.

Tableau 1 : Autres espèces animales élevées par les éleveurs interrogés

Espèces	Elevages (%)	Nombre d'animaux			
		Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum
Chèvre	44,2	3,47±3,19	3,00	16,0	1,00
Cochon d'Inde	20,8	8,37±6,36	7,00	23,0	2,00
Porc	13,0	4,50±2,69	2,50	12,0	1,00
Ovin	7,79	3,83±2,14	3,00	8,00	3,00
Canard	7,79	8,67±3,82	9,00	11,0	5,00
Lapin	7,79	3,83±2,14	3,00	8,00	3,00
Pigeon	2,60	8,00±1,41	8,00	9,00	7,00

Modes de conduite des élevages

Dans 42,9 % des familles visitées, l'élevage des poules concerne exclusivement les femmes. Dans 19,5 % des cas, il s'agit de l'occupation des parents ; des hommes dans 15,6 % des cas ; des femmes et des enfants dans 10,4 % des cas, des enfants seuls dans 9,09 % des cas ; de tous les membres de la famille dans 2,60 % des cas.

L'origine des poules au démarrage de l'élevage est très diverse : achat (44,2 %), métayage (28,6 %), héritage (16,9 %), cadeau (6,49 %), achat et cadeau (2,60 %) et cadeau et métayage (1,30 %). Au début de l'activité, l'élevage familial était composé en moyenne de $4,65 \pm 6,62$ sujets (médiane 2, minimum 1, maximum 35). Seuls 33,8 % des familles possédaient des coqs dès le départ de leur élevage, avec une moyenne de $1,75 \pm 1,32$ coqs par foyer (médiane 1, minimum 1, maximum 5).

A la question de l'antériorité des élevages de poules, les réponses étaient très variées : pendant une période de 2 à 5 ans (28,6 %), entre 6 et 10 ans (15,6 %), 15 à 20 ans (10,4 %) et enfin plus de 25 ans (45,5 %).

Depuis le démarrage des élevages, les effectifs ont augmenté chez 88,3 % des élevages visités, diminué chez 10,4 % et sont restés stables chez 1,30 %.

Au moment de l'étude, la composition moyenne d'un élevage de poule est de $36,1 \pm 27,4$ sujets (médiane 31, minimum 1, maximum 153). Chaque élevage est composé en moyenne de $16,7 \pm 14,4$ poules (médiane 15, minimum 1, maximum 84), de $4,14 \pm 3,58$ coqs (médiane 3, minimum 0, maximum 16) et de $15,2 \pm 14,7$ poussins (médiane 13, minimum 0, maximum 70). Une minorité des éleveurs (10,4 %) rapporte avoir croisé leurs poules locales avec des races et souches exotiques, de race Ardennaise (Figure 1) et de souches industrielles, distribuées par certaines ONG (AGRISUD et CRAFTOD).



Figure 1: Poulets Ardennais au Bas-Congo



Figure 2 : Abris de nuit sous forme d'armoires

Interrogés sur les investissements consentis au démarrage de l'élevage, la réponse la plus citée (42,9 %) est qu'aucun investissement n'est nécessaire. Un tiers des enquêtés (35,1 %) répond que l'investissement se résume à l'achat des poules, 13,0 % ciblent l'abri de nuit des poules et 9,09 % considèrent à la fois l'achat des animaux

et la construction de l'abri de nuit comme des investissements.

Habitat des volailles

Un éleveur sur dix (10,4 %) élève ses poules dans un enclos fermé, tandis que les neuf autres laissent leurs poules en divagation le matin et les enferment le soir dans des abris (89,6 %). Il s'agit pour la plupart de locaux construits à base de terre cuite et couverts de bois, de végétaux séchés et de tôles. Un dixième des familles utilise des cages en bois et en grille métallique mise dans un coin de la chambre principale de la maison (9,09 %) (Figure 2). Un quart des familles utilise une case adossée à la maison comme abri de nuit (23,4 %). L'abri de nuit est alors construit en pierre ou en brique cuite et est recouvert de tôle ou de bois (Figure 3). Dans un tiers des élevages, l'abri de nuit consiste en un local isolé (Figure 4) situé à quelques mètres de la maison (33,8 %). Les principaux matériaux utilisés pour la construction de ces locaux sont les briques cuites fabriquées localement, le bambou, les végétaux séchés et le bois. Un quart des éleveurs utilise la cuisine comme abri nocturne (23,4 %). D'anciennes habitations désaffectées sont utilisées comme abri pour les poules par 10,4 % des éleveurs (Figure 5).



Figure 3 : Abris de nuit sous forme de case collée à la maison



Figure 4 : Abris de nuit isolé

Alimentation des volailles

Chez 89,6 % des familles interrogées, les poules se nourrissent en divagation (insectes, vers, larves, verdure, graines, sable). Le manioc étalé autour des maisons pour sécher est une source importante de nourriture pour ces poules en divagation (Figure 6). Dans 22,1 % des familles, les poules ne reçoivent aucune supplémentation (divagation totale). Un aliment supplémentaire composé principalement de déchets de cuisine et de produits provenant de l'exploitation familiale (maïs, soja, manioc et sésame) est distribué par 65,5 % des familles. La majorité des éleveurs (59,8 %) distribue la supplémentation alimentaire par terre (à la jetée) et d'autres (19,5 %) utilisent des mangeoires de bois ou de terre cuite. Dans 10,4 % des cas, l'alimentation des poules était entièrement assurée par l'éleveur grâce à des aliments produits localement et selon une formule alimentaire proposée par une ONG locale (50 % maïs, 30 % soja et 20 % manioc, à raison de 10 % de feuilles et 10 % de tubercules).



Figure 5 : Maison vide utilisée comme abris de nuit

Figure 6 : Poules se nourrissant de manioc étalé autour des maisons

Des abreuvoirs sont utilisés dans 79,2 % des élevages, la boisson n'étant pas assurée par l'éleveur dans les autres cas (20,8 %). Lorsque les sources d'approvisionnement en eau sont connues, l'eau provient de rivières (29,9 %), de sources (22,3 %), de puits (16,9 %) ou du réseau de distribution (5,19 %). Les abreuvoirs utilisés sont principalement en matériaux de récupération et de type traditionnel : 36,4 % en bambous taillés (Figure 7), 19,5 % des boîtes de conserve et différents récipients de ménage (usés voire cassés), 16,9 % constitués de bidons et de bassinets en plastique, 3,90 % un trou creusé non loin de la maison et imperméabilisé par de l'argile ou du ciment ; 2,60 % sont constitués de roues de brouette récupérées.



Figure 7 : Bambou taillé comme abreuvoir

Santé des volailles

La santé des poules des élevages enquêtés est globalement très précaire avec un taux de mortalité estimé en moyenne par les éleveurs à $41,5 \pm 11,4$ % (médiane 40,0 % ; maximum 75,0 % ; minimum 25,0 %). La plus grande partie des mortalités a lieu avant la maturité sexuelle (moyenne $60,1 \pm 13,2$ %, médiane 60,0 %, minimum 35,0 %, maximum 80,0 %). Les problèmes de santé les plus fréquemment cités sont les mortalités massives (symptômes rapportés de type pestes aviaires, probablement la maladie de Newcastle), presque toujours en saison sèche (citée par 92,2 % des ménages). Les parasitoses (54,6 %) et la variole (15,6 %) sont également souvent citées.

Seuls 7,79 % des familles interrogées utilisent des médicaments vétérinaires dans leur élevage ; il s'agit de vaccins, d'antibiotiques et d'antiparasitaires, par ailleurs généralement reçus gratuitement d'ONG (AGRISUD et CRAFOD).

Comme les pestes aviaires sont les plus fréquemment citées, des questions supplémentaires ont été posées aux 66 éleveurs concernés. De leurs réponses, il ressort que deux éleveurs (3,03 %) ont connu une épidémie pour la dernière fois en 2005, six (9,09 %) en 2006, trois (4,55 %) en 2007, seize (24,2 %) en 2008, huit (12,1 %) en 2009 et finalement 31 (47,0 %) en 2010. A la question du taux de mortalité causé par ces épisodes, les résultats obtenus des 66 éleveurs ont conduit à une moyenne de $59,9 \pm 17,3$ % (médiane 60 %, maximum 90 %, minimum 10,0 %). A la question de leur réaction face à l'épidémie, les éleveurs évoquent presque toujours (95,45 %) des traitements faisant appel à la pharmacopée traditionnelle notamment à base de chanvre, de cendre, de piments et des feuilles de café. Deux éleveurs (3,03 %) ont distribué des tétracyclines et des vitamines obtenues d'ONG. Un éleveur isole les animaux malades et 74,3 % des éleveurs tuent les animaux agonisants afin de les consommer. Concernant les animaux trouvés morts, 4,55 % des éleveurs les écartent (sans incinération, ni enterrement) alors que 66,7 % des éleveurs affirment les avoir consommés.

Motivation et utilisation des produits de l'élevage de la poule locale

Les objectifs cités pour l'élevage de poules sont la tradition (59,7 %), la fourniture de viande (45,5 %), la génération de revenus (16,9 %), le moyen d'épargner (11,7 % ; 3 éleveurs déclarent acheter des poules à chaque vente de culture, maïs, soja ou autres cultures).

Les arguments les plus cités pour le choix de la poule locale résident dans le caractère extensif de son élevage. L'adaptation au milieu et au système d'élevage en divagation est ainsi citée par 75,3 % des éleveurs. Les autres motifs sont la résistance (53,3 %), le faible coût (ni achat d'aliment, ni de médicaments, ni de main d'œuvre) (52,0%), le manque de moyens financiers pour élever des poules commerciales plus productives (27,3 %), le comportement maternel des poules (20,8 %) et la qualité gustative de la viande (15,6%), le coût bas d'investissement (9,09 %), le prix élevé de vente des produits (6,49 %) et la beauté des poules locales (5,19 %).

À la question de l'utilisation des poules, tous les éleveurs citent l'autoconsommation, 96,1 % la vente pour consommation, 85,7 % l'auto-renouvellement, 27,3 % le métayage et 9,09 % le don. À la question de savoir combien de fois les familles consomment la viande de leurs poulets, 6,06 % répondent deux ou trois fois par an, 19,7 % quatre fois par an, 13,6 % six à huit fois par an et 34,8 % une fois par mois. 16,7 % ont répondu manger du poulet que « rarement » ou « occasionnellement ». Enfin, 9,09 % des éleveurs déclarent manger du poulet plus d'une fois par mois (en moyenne 2 fois par mois).

Moins de la moitié des éleveurs (40,3 %) interrogés ont accepté de nous donner le pourcentage que représente l'élevage de poules dans leurs revenus. La vente des produits d'élevage des poules représente pour ces ménages environ $13,5 \pm 6,35$ % (médiane 10 % ; maximum 25 % ; minimum 5 %) des revenus de la famille. La vente des animaux se déroule principalement sur place, à la maison (68,6 %), à la maison ou sur le marché selon l'urgence de la vente (27,1 %) et exclusivement sur le marché (4,29 %). Concernant la charge de la vente des poules, 34,3 % des cas citent les femmes (la maman), 30,0 % les parents, 24,3 % les hommes (le père) et 11,4 % toute la famille.

Les prix moyens de vente des coqs et des poules sont respectivement de 3409 ± 750 FC ($2,77 \pm 0,61$ €) (minimum 1750 FC, maximum 5000 FC) et 2928 ± 659 FC ($2,38 \pm 0,54$ €) (minimum 2000 FC, maximum 4500 FC). Les œufs sont en général gardés pour la reproduction et ne sont vendus qu'exceptionnellement, en cas de force majeure (besoin urgent d'argent, achats de produits issus de la pharmacopée traditionnelle) au prix de $201 \pm 54,1$ FC ($0,16 \pm 0,04$ €) (minimum 150 FC, maximum 300 FC).

L'argent de la vente des poulets est destiné soit au ménage dans son ensemble (la famille) (91,4 %), soit spécifiquement à la femme (maman) (5,71 %), soit à l'homme (2,86 %). L'argent de la vente est dédié, selon les réponses, à l'achat de divers produits alimentaires (77,1 %), aux frais scolaires (inscription et fournitures, 74,3 %), à l'achat des médicaments (58,6 %), aux divers besoins de ménage (35,7 %) à l'achat des vêtements (24,3 %), à la préparation des fêtes (17,1 %) et enfin pour faire face aux besoins des cérémonies de décès (4,3 %).

Principales contraintes de l'aviculture familiale

Les principales contraintes relevées par les enquêtés sont les suivantes : les prédateurs (93,5 %), les maladies (80,5 %), les vols (26,0 %), la faible production (ponte insuffisante et faible production de viande, 26,0 %), le coût des aliments (22,1 %), les accidents de la route (15,6 %) ainsi que les croisements anarchiques des animaux en divagation (7,80 %).

Pour surmonter ces contraintes, les éleveurs sollicitent la mise à leur disposition d'un matériel génétique avicole plus productif (98,7 %), des médicaments pour lutter contre les épidémies et les maladies (64,9 %), un aliment à prix abordable (35,1 %), de l'argent pour construire des poulaillers adaptés et acheter des animaux plus productifs (14,3 %) et un encadrement technique en vue d'une meilleure formation et information sur les méthodes d'élevage adéquates dans le but d'améliorer la productivité de leurs élevages et de diminuer les pertes causées par les divers facteurs cités ci-dessus.

Reproduction et performances de production à dire d'acteurs

L'âge moyen à l'abattage rapporté pour les coqs est de 12 mois (médiane 12 mois, minimum 5 mois, maximum 21 mois), à un poids moyen de 1,39 kg (médiane 1,35 kg, minimum 0,90 kg, maximum 2,50 kg). Concernant les femelles, l'âge moyen rapporté à l'abattage est de 16,9 mois (médiane 15 mois, minimum 5 mois, maximum 36 mois), pour un poids moyen de 1,23 kg (médiane 1,20 kg, minimum 0,75 kg, maximum 2,00 kg).

L'âge moyen des poules à l'entrée en ponte est de 6,75 mois (médiane 6 mois, minimum 4 mois, maximum : 9 mois). Les coqs atteignent leur maturité sexuelle en moyenne à 6,82 mois (médiane 7 mois, minimum 4 mois, maximum : 9 mois).

De 2 à 4 couvaisons par poule et par an sont rapportées, avec la fréquence la plus élevée pour la catégorie 2 couvaisons par an (45,4 %). Le nombre d'œufs pondus par couvaion varie de 6 à 18 œufs par couvaion : 6 à 10 œufs (10,4 % des familles), 10 à 12 œufs (59,7 %), entre 12 à 15 œufs par couvaion (26,0 %) et entre 15 à 18 œufs par couvaion (3,90 %). Le taux d'éclosion moyen calculé à partir des réponses des éleveurs est de $85 \pm 8,25$ % (médiane 87,5 %, minimum 60,0 %, maximum 100 %). Cependant, seuls $61,3 \pm 16,1$ % (médiane 60,0 %, minimum 25,0 %, maximum 95,0 %) des poussins éclos atteignent l'âge adulte (mortalité de 40,0 % avant l'âge adulte).

Etude morpho-biométrique des volailles locales

Caractères quantitatifs

Les résultats, présentés dans le Tableau 2, indiquent que les valeurs moyennes du groupe des mâles surpassent, pour la plupart des caractéristiques, les valeurs des femelles. Cependant, la longueur du bec, la circonférence thoracique et la longueur des ailes ne présentent pas une différence significative ($p > 0,05$) entre les deux sexes.

Le poids vif moyen des sujets étudiés s'élève à 926 g avec un coefficient de variation de 20,7 % soit une déviation standard de 192 g. Ce poids varie de 1680 g à 720 g chez les mâles avec une moyenne de 1027 g tandis que les femelles présentent un poids inférieur ($p < 0,001$), allant de 1380 à 620 g et une moyenne de 903 g.

Tableau 2: Caractéristiques morpho-biométriques des volailles locales en fonction du sexe

	Sexe	N	Moyenne $\pm$ ES	Max	Min	Cv (%)	p
Poids vif (g)	Mâle	15	1027 $\pm$ 72,0	1680	720	/	**
	Femelle	65	903 $\pm$ 19,8	1380	620	/	
	Total	80	926 $\pm$ 21,4	1680	620	20,7	
Longueur du bec (mm)	Mâle	15	27,4 $\pm$ 0,49	31	25	/	NS
	Femelle	65	27,1 $\pm$ 0,27	31	20	/	
	Total	80	27,1 $\pm$ 0,23	31	20	7,7	
Longueur de la crête (mm)	Mâle	62	59,1 $\pm$ 6,44	103	28	/	***
	Femelle	15	30,8 $\pm$ 1,14	69	17	/	
	Total	77	36,3 $\pm$ 1,99	103	17	48,2	
Hauteur de la crête (mm)	Mâle	15	30,8 $\pm$ 4,22	71	12	/	***
	Femelle	65	14,5 $\pm$ 0,65	36	2	/	
	Total	80	17,5 $\pm$ 1,17	71	2	59,9	
Longueur des barbillons (mm)	Mâle	12	26,3 $\pm$ 3,64	46	14	/	***
	Femelle	55	16,5 $\pm$ 0,51	31	6	/	
	Total	67	18,3 $\pm$ 0,88	46	6	39,7	
Longueur des pattes 'plumées' (cm)	Mâle	15	10,1 $\pm$ 0,97	12	7	/	***
	Femelle	65	7,98 $\pm$ 0,12	10	6	/	
	Total	80	8,38 $\pm$ 0,220	12	6	23,9	
Longueur totale des pattes (cm)	Mâle	15	20,4 $\pm$ 1,00	26	18	/	***
	Femelle	65	20 $\pm$ 0,19	24	17	/	
	Total	80	20,1 $\pm$ 0,24	26	17	10,8	
Longueur du bréchet (cm)	Mâle	15	10,9 $\pm$ 0,10	12	8	/	***
	Femelle	65	9,04 $\pm$ 1,48	12	7	/	
	Total	80	9,38 $\pm$ 0,29	12	7	28,0	
Périmètre thoracique (cm)	Mâle	15	27,5 $\pm$ 0,62	32	24	/	NS
	Femelle	66	26,5 $\pm$ 0,28	33	22	/	
	Total	81	26,7 $\pm$ 0,26	33	22	8,6	
Longueur du dos (cm)	Mâle	15	23,1 $\pm$ 1,15	29	18	/	***
	Femelle	65	21,5 $\pm$ 0,19	24	17	/	
	Total	80	21,8 $\pm$ 0,27	29	17	11,0	
Longueur du corps (cm)	Mâle	14	32,1 $\pm$ 1,95	44	28	/	***
	Femelle	65	31,1 $\pm$ 0,27	39	27	/	
	Total	79	31,3 $\pm$ 0,41	44	27	11,5	
Longueur des ailes (cm)	Mâle	14	13,2 $\pm$ 0,45	17	11	/	NS
	Femelle	65	12,3 $\pm$ 0,21	19	9	/	
	Total	79	12,4 $\pm$ 0,19	19	9	13,9	

* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001, CV = Coefficient de variation

Caractères qualitatifs

Couleur du plumage

Les plumages sont très variés (Tableau 3), les colorations rencontrées sont le coucou (12,8 %), le fauve (10,8 %), le blanc (9,78 %), le noir doré (8,35 %), le noir (8,15 %), le saumon doré (7,94 %), le brun (6,72 %). Les autres couleurs rencontrées sont l'herminé, le barré, l'acajou, le rouge, le saumon argenté, le noir argenté, le doré, le perdrix, le chamois, le mille fleurs, le saumon bleu doré, le bleu et le jaune mais avec une fréquence inférieure à 5 %.

Tableau 3 : Distribution de la couleur du plumage chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Couleur du plumage	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Coucou	17	12,1	46	13,1	63	12,8
Fauve	12	8,57	41	11,7	53	10,8
Blanc	17	12,1	31	8,83	48	9,78
Noir doré	22	15,7	19	5,41	41	8,35
Noir	8	5,71	32	9,12	40	8,15
Saumon doré	14	10,0	25	7,12	39	7,94
Brun	6	4,29	27	7,69	33	6,72
Herminé	5	3,57	19	5,41	24	4,89
Barré	5	3,57	16	4,56	21	4,28
Acajou	4	2,86	15	4,27	19	3,87
Rouge	7	5,00	11	3,13	18	3,67
Saumon argenté	3	2,14	13	3,70	16	3,26
Noir Argenté	7	5,00	8	2,28	15	3,05
Doré	3	2,14	11	3,13	14	2,85
Perdrix	2	1,43	12	3,42	14	2,85
Chamois	4	2,86	9	2,56	13	2,65
Mille fleurs	3	2,14	6	1,71	9	1,83
Saumon bleu doré	1	0,71	4	1,14	5	1,02
Bleue	0	0,00	4	1,14	4	0,81
Jaune	0	0,00	2	0,57	2	0,41
Total	140	100	351	100	491	100

Type et distribution du plumage

Comme indiqué dans le Tableau 4, le type lisse domine très largement (98,4 %), le type soyeux étant plus rarement rencontré (1,63 %). S'agissant de la répartition des plumes (Tableau 5), l'emplument normal est largement le plus représenté (85,3 %). La huppe est présente dans 3,86 % des cas. Les tarses et métatarses sont emplumés chez 6,11 % des animaux. Seulement 6,11 % présentent le caractère cou nu.

Tableau 4 : Type de plumage chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Type de plumage	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Lisse	138	98,6	345	98,3	483	98,4
Soyeux	2	1,43	6	1,71	8	1,63
Total	140	100	351	100	491	100

Tableau 5 : Répartition des plumes chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Répartition des plumes	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Normal	120	85,7	299	85,2	419	85,3

Cou nu	6	4,29	21	5,98	27	5,50
Tarse emplumé	11	7,86	15	4,27	26	5,30
Huppé	3	2,14	9	2,56	12	2,44
Cou nu + huppe	0	0,00	3	0,85	3	0,61
Tarse et métatarse emplumés et huppe	0	0,00	4	1,14	4	0,81
Total	140	100	351	100	491	100

Type et coloration de la crête

La crête des spécimens étudiés est principalement de type simple (92,7 %), suivie des formes triples et rosacés, qui représentent respectivement 2,85 et 2,65 % des individus (Tableau 6). La coloration de ces crêtes est essentiellement rouge (90,4 %), mais aussi pigmentée noire (2,85 %) et rose (6,72 %) (Tableau 7).

Tableau 6 : Type de la crête chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Type de la crête	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Simple	119	85,0	336	95,7	455	92,7
Double	4	2,86	2	0,57	6	1,22
Triple (en pois)	14	10,0	0	0,00	14	2,85
Rosacé	2	1,43	11	3,13	13	2,65
Noix	1	0,71	2	0,57	3	0,61
Total	140	100	351	100	491	100

Tableau 7 : Couleur de la crête chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Couleur de la crête	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Rouge	127	90,7	317	90,3	444	90,4
Rose	8	5,71	25	7,12	33	6,72
Pigmentée de noir	5	3,57	9	2,56	14	2,85
Total	140	100	351	100	491	100

Coloration des barbillons

Les barbillons adoptent généralement la coloration de la crête, avec approximativement les mêmes pourcentages, soit 88,6 % ; 7,94 % et 3,46 % respectivement pour les couleurs rouge, rose et pigmentée noire (Tableau 8).

Tableau 8 : Couleur des barbillons chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Couleur des barbillons	Male		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Rouge	122	87,1	313	89,2	435	88,6
Rose	12	8,57	27	7,69	39	7,94
Pigmentée de noir	6	4,29	11	3,13	17	3,46
Total	140	100	351	100	491	100

Coloration des pattes

Diverses couleurs se retrouvent au niveau des pattes, qui peuvent être jaunes (29,7 %), blanches (28,5 %), noires (24,0 %), vertes (9,98 %), grises (5,09 %) ou roses (2,65 %) (Tableau 9).

Tableau 9 : Couleur des pattes chez la poule locale dans la province du Bas-Congo

Couleur des pattes	Mâle		Femelle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Jaune	47	33,6	99	28,2	146	29,7

Verte	5	3,57	44	12,5	49	9,98
Noire	25	17,9	93	26,5	118	24,0
Blanche	58	41,4	82	23,4	140	28,5
Rose	0	0,00	13	3,70	13	2,65
Grise	5	3,57	20	5,70	25	5,09
Total	140	100	351	100	491	100

Discussion

L'éleveur et le contexte socio-économique

La prédominance des femmes dans l'aviculture familiale, observée dans notre enquête, corrobore celle rapportée dans la plupart des pays en développement (Kitalyi 1998 ; Riise et al 2005 ; Sawi et al 2007). Les poules élevées dans la Province du Bas-Congo confèrent donc un revenu appréciable à cette catégorie sociale fragilisée, particulièrement touchée par la pauvreté, qu'est la femme rurale. Néanmoins, l'immixtion des hommes dans la décision de vente des poulets est déjà connue en Afrique. Elle est due à des considérations socio-culturelles qui donnent aux hommes ce droit de responsable et de gestionnaire de la famille au détriment des femmes (Gueye 1998). Cette immixtion est illustrée ici par le faible pourcentage des femmes qui se sont présentées personnellement à l'enquête, à cause de l'insistance des hommes à répondre au questionnaire à la place de leurs épouses, probablement pour leur éviter tout contact avec les visiteurs (Gueye 1998). Cet état de fait limite la portée de l'élevage de poules en tant qu'outil ciblant la réduction de la pauvreté féminine. Ce type d'action de développement se doit donc de prendre ces problématiques de genre en considération et s'insérer dans une logique plus globale de renforcement de la position de la femme dans la société rurale.

Malgré son importance, l'élevage avicole familial est considéré comme une activité secondaire du ménage, fait intimement lié à la place occupée par la femme dans cet élevage (Mack et al 2005). Il est ainsi souvent associé à des activités agricoles. Principalement, les cultures vivrières et de rente, qui constituent la première occupation des paysans, répondent aux besoins alimentaires quotidiens de la famille et génèrent également des revenus monétaires.

Les motivations pour l'élevage des poules locales sont attachées à des considérations économiques qui reflètent le niveau de pauvreté des populations congolaises. En effet, la recherche de la rusticité des volailles, permettant leur élevage en divagation et des investissements minimes, traduit l'incapacité de ces familles à investir de l'argent pour améliorer ce système d'élevage précaire. Il est important de prendre en considération ces contraintes, avant d'initier toute politique ou programme d'amélioration des systèmes d'élevage traditionnel. Un accès au crédit est souvent la condition sine qua non de l'amélioration des élevages familiaux. L'association de programmes de développement de l'élevage villageois de volailles à des programmes de micro-crédit, voire de micro-finance, ciblant par ailleurs les femmes, est ainsi un modèle d'action connu sous le nom de modèle du Bangladesh, qui a rencontré d'importants succès (Jensen et Dolberg 2003). Néanmoins, l'identification de la rusticité des animaux comme répondant à des contraintes socio-économiques dont la levée est à rechercher ne saurait être interprétée comme un argument pour l'introduction d'élevages de type intensifs basés sur l'exploitation de souches à forte productivité. En effet, toute amélioration des conditions d'élevage ne saurait, d'une part, être qu'incrémentale et n'exemptera pas, d'autre part, l'élevage des autres fonctions importantes qu'il remplit en régions rurales. Il est donc nécessaire de considérer la rusticité des animaux comme centrale à toute tentative d'amélioration génétique. Un progrès génétique basé sur les populations locales disponibles sera garante de cette qualité. Bien que leur diversité interne ne permette pas de les considérer comme des races au sens zootechnique du terme, le maintien en usage de ces populations locales et leur évolution en fonction des besoins identifiés se feront au bénéfice de la biodiversité.

Systèmes d'élevage, contraintes et performances

En accord avec ces conditions socio-économiques, le système d'élevage est quasi-exclusivement extensif, souvent caractérisé par la divagation pure. Les familles élèvent quelques dizaines de poules et n'ont qu'une faible utilisation d'aliments composés et des médicaments vétérinaires. Ces élevages valorisent toutefois des déchets ménagers et agricoles. Les familles fournissent parfois l'aliment et l'eau dans du matériel de récupération utilisés comme abreuvoirs et mangeoires. Les volailles sont par contre abritées la nuit, permettant de limiter l'impact des prédateurs et du vol. Les abris de nuit, observés chez les éleveurs, sont très divers, construits à base de matériaux localement disponibles.

Les performances pondérales et de ponte, considérées par les éleveurs comme insuffisantes, représentent les

principales contraintes selon les paysans. Ces performances limitées sont connues et citées dans la littérature (Kitalyi 1998 ; Sonaiya et Swan 2004 ; Riise et al 2005). Cependant, ces faibles performances pourraient être améliorées notamment par une amélioration des conditions d'élevage (vaccination, alimentation adéquate, bâtiment convenable) ainsi que par la mise en place d'une sélection génétique visant à promouvoir des sujets plus performants.

Les autres contraintes les plus fréquemment citées sont les maladies (principalement la maladie de Newcastle), le vol et les prédateurs. Ces mêmes contraintes ont été rapportées précédemment dans de très nombreuses études, Safalaoh (1997) au Malawi, Khieu (1999) au Cambodge, Sawi et al (2007) en Tanzanie, Kugonza et al (2008) en Ouganda et Bett et al (2012) au Kenya. L'impact néfaste des épizooties, tel que montré dans cette enquête, dépasse largement l'élevage de volaille, ayant conduit à la réduction de l'élevage de porcs, qui jouait un rôle important pour les classes moyennes tant sur le plan socioculturel qu'économique.

Face à ces épizooties, la diversification des races et espèces élevées est une stratégie commune, également observable dans les résultats de cette enquête. La levée de cette contrainte sanitaire est un prérequis de toute action impliquant des investissements de la part des éleveurs, voire une spécialisation accrue dans l'élevage de poules.

L'âge d'abattage des poulets est tardif et dépend, en fait, du poids des animaux. L'âge d'entrée en ponte de la poule est ici d'environ 7 mois, un âge supérieur à celui de la race Égyptienne Mandarrah (139 jours) (Bordas et al 1994), des poules locales marocaines (174 jours) (Benabdeljelil et Arfaoui 2001) et des poules tanzaniennes (149 jours) (Hartmann et al 2003). Cet âge d'entrée en ponte est proche de celui des poules locales à Brazzaville (6,13-6,26 mois) (Akouango et al 2004).

Les poules congolaises couvent 2 à 4 fois par an en moyenne 10 à 12 œufs. C'est la même valeur moyenne enregistrée pour les poules locales en Guinée et au Sénégal (Mourad et al 1997 ; Missouhou et al 1998). Le taux d'éclosion enregistré lors de cette étude (84,5 %) est supérieur à celui enregistré par Akouango et al (2004) à Brazzaville (taux variant d'une zone à une autre, de 62,7 à 83,5 %). Le taux de poussins atteignant l'âge adulte est d'environ 40 % ; il s'agit d'une moyenne acceptable si nous la comparons à la mortalité enregistrée chez les races locales au Maroc et en Guinée, où des valeurs supérieures à 77 % ont été observées (Mourad et al 1997 ; Benabdeljelil et Arfaoui 2001).

Caractérisation morpho-biométrique

Les caractéristiques morpho-biométriques observées révèlent une extraordinaire diversité de coloration du plumage. Cette multi-coloration correspond aux résultats de l'étude d'Akouango et al (2004) à Brazzaville.

Le Bas-Congo apparaît depuis longtemps comme un territoire ouvert sur le monde extérieur, par sa localisation qui en fait une zone importante de commerce. Cette ouverture a permis l'introduction de souches de volailles exotiques, industrielles ou non. D'après les éleveurs âgés rencontrés lors de cette étude, au temps de la colonie, des souches comme la Leghorn, la Wyandotte, la Rhode Island Red, le Coucou de Malines, l'Australorp noire, la Sussex herminée, la race Bleue de Hollande et la New Hampshire étaient fréquemment élevées. Ces races ont sans doute permis l'introduction de génétiques diverses dans la population de gallinacés locale.

De la même manière, les phénotypes observés chez la souche locale du Bas-Congo laissent à penser que la population s'est procurée des spécimens de la race Ardennaise qu'ils auraient pu croiser avec de la volaille locale (distribution de poules Ardennaises par AGRISUD et CRAFOD). Les caractéristiques phénotypiques en faveur de cette hypothèse résident dans la présence forte des colorations saumonée, dorée et même noire pour le plumage. L'importance de la coloration Coucou peut être associée au fait de la présence d'élevage de Coucou de Malines lors de la présence belge en RDC.

La dominance de la couleur rouge de la crête et des barbillons observée chez la souche locale correspond à ce qui a été rapporté par Keambou et al (2007) au Cameroun, par Missouhou et al (1998) au Sénégal et Benabdeljelil et Bordas (2005) au Maroc. La majorité des études menées à travers les tropiques (Missouhou et al 1998 ; Juarez et al 2000 ; Fotsa et Poné 2001) indiquent que la crête simple est la plus fréquente. Trois couleurs dominent au niveau des pattes : le jaune, le blanc et le noir. Ces couleurs dominantes sont également répertoriées par Keambou et al (2007) en tant que couleurs principales des poules locales du Cameroun avec une fréquence conjointe de 78,7 %. Missouhou et al (1998) corrobore la dominance des pattes blanches (56,5 %) au sein du cheptel étudié au Sénégal. La couleur rose (17,3 %) vient en second et se situe juste devant le jaune (7,0 %). Moula et al (2009), dans leur étude sur les populations de poules en Kabylie, obtiennent des résultats attestant

également la dominance des couleurs jaune et blanc pour la pigmentation des tarses (37, 5 et 40,3 %).

Le phénotype Cou nu apparaissait ici comme plus répandu chez les individus femelles. La fréquence observée semble plus importante que dans les autres études : 1,90 % au Cameroun (Keambou et al 2007), 1,94 % au Sénégal (Missohou et al 1998) et 4,13 % en Algérie (Moula et al 2009). La présence du type cou nu chez la volaille constitue un avantage certain en milieux tropicaux. En effet, les oiseaux porteurs de ce gène produisent moins de plumes, ce qui est un avantage dans les climats chauds mais également conduit à une meilleure efficacité alimentaire. Pour la même quantité de nourriture ingérée, ils développeront soit un poids plus grand pour la finalité chair soit une amélioration de la tolérance à la chaleur manifestée par une meilleure production d'œufs (Hako et al 2009).

Pour les mensurations corporelles, les valeurs significativement plus élevées chez les mâles sont en accord avec le dimorphisme sexuel marqué, largement documenté dans l'espèce galline (Azón et Francesh 1998 ; Missohou et al 1998 ; Msoffe et al 2001).

L'introduction de souches étrangères (races belges, souches industrielles) dans la Province du Bas-Congo dans un passé plus ou moins proche et les croisements inter- et intra-variétaux réalisés de manière hasardeuse depuis des décennies ont vraisemblablement donné naissance aux divers phénotypes observés. Cependant, la population de poules locales présente certaines colorations typiques de la race Ardennaise, qui ne sont que peu retrouvées au Congo-Brazzaville (Akouango et al 2004). Cette ressemblance est telle que les Congolais venant au centre d'élevage du Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa (CAVTK) localisé au Bas-Congo s'étonnaient fréquemment de trouver des poules de souche locale si grosses, alors qu'il s'agissait en fait de poules et poulets de race Ardennaise. Cette anecdote illustre la capacité d'appropriation par les éleveurs des évolutions génétiques de leur cheptel, que celles-ci soient dirigées ou non, endogènes ou exogènes. Elle est également à rapprocher du rapport entre la perception de ce qui est local et la notion-même de race, notions distinctes mais s'entremêlant toutefois. Ce rapport étroit a été étudié dans le cas du Maroc, où le terme « beldi » renvoie au contexte local, traditionnel et extensif de production, faisant usage de diverses races locales, tandis que le terme « roumi » connote la modernité et le système de production intensive utilisant des souches hybrides importées de l'Europe et d'Amérique du nord (Sarter, 2004). Au Vietnam, pour le consommateur, le terme « ga ta » renverra ainsi aux viandes issues de volailles villageoises, tandis que des races au sens zootechnique du terme sont par ailleurs entretenues, la plus répandue étant la poule Ri étudiée par Moula et al (2011b).

L'importance décrite ci-dessus des races locales belges dans l'introduction de génétique exogène est à souligner. En effet, le phénomène n'étant pas celui d'une supplantation des volailles locales par des souches hybrides uniformément développées dans le monde, la population galline locale pourrait ne pas être considérée comme subissant une érosion stricte de la diversité génétique. Au contraire, le mélange anarchique en est un enrichissement potentiel par de nouvelles combinaisons, illustrant toute la distinction qui doit être faite entre promotion de la diversité génétique et conservation de « races locales ».

Conclusion

- Malgré la faible productivité et la forte exposition aux environnements difficiles dans lesquelles elles évoluent, les poules congolaises jouent un rôle socio-économique très important. La riche diversité génétique des poules locales en Bas-Congo semble évoluer d'une manière anarchique. Cette richesse devrait néanmoins représenter un vivier utile où puiser les gènes d'intérêt pour la constitution d'une race locale « vraie », basée sur un engagement fort des éleveurs dans la production d'individus correspondant à un idéal collectivement déterminé. Cet idéal, ou standard de race, pourra à son tour être le support d'un plan de sélection animale incluant les objectifs de production des éleveurs ainsi que d'adaptation au contexte d'élevage, voire de réponse à une demande en qualités organoleptiques déterminées des produits. De telles évolutions s'inscrivent dans une perspective de long terme. Elles pourraient devenir envisageables si une première dynamique est instaurée, visant à l'introduction dans les systèmes d'élevage d'améliorations de base, veillant à rester en accord avec le rôle de l'élevage de volaille au sein de l'économie des ménages.

Références

- Akouango F, Mouangou F and Ganongo G 2004 Phénotypes et performances d'élevage chez des populations locales de volailles à Brazzaville. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agriculture*, 13 (3) : 257-262.
http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/agr/e-docs/00/04/04/75/article.md
- Azón R and Francesh A 1998 La gallina del Sobrarbe: Descripción y definición de una población de gallinas del pirineo de Huesca.

Baba S S 2006 Influenza aviaire et aviculture familiale au Nigeria : potentialités pour une propagation rapide et une présence continue de la maladie, Rapport de R&D N°. 1, Bulletin RIDAF Vol. 16, N°. 1

Benabdeljelil K and 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 and Bordas A 2005 Prise en compte des préférences des éleveurs pour la caractérisation des populations locales de poulets au Maroc. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31 mars 2005, p. 559.

Benabdeljelil K, Johnston P, Arfaoui T and Karari E 2005 Avantages et inconvénients d'une approche durable visant à accroître les revenus de l'aviculture rurale. Bulletin RIDAF, Janvier-Juin 2005, Vol.15 N°.1, 21-22.

Benfoh B, Ankers P, Pfister K, Pangui L J and Togebay B S 1997 Répertoire de quelques Contraintes de l'Aviculture Villageoise en Gambie et propositions pour son amélioration. Proceeding INFPD Workshop, M'BOUR, Sénégal, DEC. 9-13.

Bengaly K 1997 Amélioration de l'Aviculture Villageoise : Cas de la Zone Mali-Sud. Proceedings INFPD Workshop, M'BOUR, Sénégal, DEC. 9-13.

Bessadok A, Khochilef I and El Gazzah M 2003 Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicicultura*, 21 (4): 167-172. <http://www.tropicicultura.org/text/v21n4/167.pdf>

Bett H K, Bett R C, Peters K J, Kahi A K and Bokelmann W 2012 Linking Utilisation and Conservation of Indigenous Chicken Genetic Resources to Value Chains. *Journal of Animal Science Advances*, 2 (1) : 33-51.

Bordas A, Abde-El-Gawad E.M and Merat P 1994 Performances de production d'oeufs et efficacité alimentaire de poules de race égyptienne Mandarah à deux températures. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 47: 411-415.

FAO 1981 Descripteurs des espèces avicoles. Banque de données des ressources génétiques animales. Food and Agriculture Organization, 13-15. Rome, FAO

Fotsa J C and Poné K D 2001 Etude de quelques caractéristiques morphologiques des poulets locaux du Nord-Ouest cameroun. Bulletin RIDAF Volume 11 N°2, juillet décembre 2001 pp 13-20.

Galal S 2006 Protéger les ressources génétiques de poulets locaux dans une situation pandémique d'influenza aviaire en Egypte. Note de Communication N°. 2, Bulletin RIDAF Vol. 16, N°. 1.

Gueye E F 1998 Village egg and fowl meat production in Africa - Regional Report *World's Poultry Science Journal*, 54: 73-86.

Hartmann C, Johansson K, Strandberg E and Rydhmer L 2003 Genetic correlation between the maternal effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in White Leghorn line. *Poultry Science*, 82 :1-8.

<http://ps.fass.org/content/82/1/1.full.pdf>

Jensen H Askov and Dolberg F 2003 A conceptual framework for using poultry as a tool in poverty alleviation. *Livestock Research for Rural Development* 15 (5). Retrieved February 27, 2012, from <http://www.lrrd.org/lrrd15/5/jens155.htm>

Juárez C A, Manriquez A J A y Segura C J C 2000 Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la ribera del Lago Patzcuaro, Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 12(1) <http://www.lrrd.org/lrrd12/1/jua121.htm>

Keambou T C, Manjeli Y, Tchoumboue J, Tegui 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 February 27, 2012, from <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/keam19107.htm>

Khieu B 1999 Chicken Production, Food Security and Renovative Extension Methodology in the SPFS Cambodia. In: *Poultry as a Tool in Poverty Eradication and Promotion of Gender Equality*. In: Proceedings of a Workshop, Tune Landboskole Denmark. Editors: Frands Dolberg and Poul Henning Petersen. Denmark.

Kitalyi A 1998 Village chicken production systems in rural Africa: Household food security and gender issues. FAO Animal Production and Health paper 142. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 105 p.

Kugonza D R, Kyarisiima C C and Iisa A 2008 Indigenous chicken flocks of Eastern Uganda: I. Productivity, management and strategies for better performance. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 20, Article #137. Retrieved July 23, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/9/kugo20137.htm>

Mack S, Hoffmann D and Otte J 2005 The contribution of poultry to rural development, *World's Poultry Science Journal*, 61, 7-14.

Missohou A, Sow R S et Ngwe-Assoumou C 1998 Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal. *Animal Genetic Resources Information* 24 :63-69.

Moula N, Antoine-Moussiaux N, Farnir F, Detilleux J and Leroy P 2009 Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (Thayazit lekvyel). *Annales de Médecine Vétérinaire*. 153:178-186. http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2009_153_3_05.pdf

Moula N, Antoine-Moussiaux N, Salhi A, Farnir F and Leroy P 2011a Evaluation comparative des statuts de races de poules locales : Algérie, Vietnam, Congo (RDC). Proceedings of the 1st Scientific Meeting of the Faculty of Veterinary Medicine (Liège - Belgium). http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/111132/1/Proceedings_1stSM-FMV_2011.pdf

Moula N, Luc D D, Dang P H, Farnir F, Ton V D, Binh D V, Leroy P and Antoine-Moussiaux N 2011b The Ri chicken breed

and livelihoods in North Vietnam: characterization and prospects. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 112 (1): 57-69. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2011101139376/1/JARTSVol112No1S57.pdf>

Mourad M, Bah A S and Gbanamou 1997 Evaluation de la productivité et de la mortalité de la poule locale sur le plateau du Sankaran, Faranah, Guinée en 1993-1994. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT97_4.PDF

Msoffe P L M, Minga U M, Olsen J E, Yongolo M G S, Juul-Madsen H R, Gwakisa P S and Mtambo M M 2001 Phenotypes including immunocompetence in scavenging local chicken ecotypes in Tanzania, *Tropical Animal Health and Production*, 33: 341-354. <http://www.springerlink.com/content/j1652763453228v0/fulltext.pdf>

Njue S W 2005 Rentabilité différents systèmes de productions avicoles sous les conditions Kenyanes. *Bulletin RIDAF*, Janvier-Juin 2005, Vol.15 N° 1, 20.

Raach-Moujahed A, Moujahed N and Haddad B 2011 Local poultry populations in Tunisia: Present and alternatives. A review. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 23, Article #96. Retrieved July 23, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/raac23096.htm>

Riise J C, Permin A and Kryger K N 2005 Strategies for developing family poultry production at village level – Experiences from West Africa and Asia. *World's Poultry Science Journal*, 61, 15-22.

Safalaoh A C L 1997 Characteristics of indigenous chickens of Malawi. *Animal Genetic Resources Information*. 22, 61-69.

Sarter G 2004 Entre beldi et roumi : préférences des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc, *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, Janvier-Février 2004, Volume 13, Numéro 1 : 75-78.

Sonaiya E B and Swan S E 2004 *Production en Aviculture familiale*, Organisation Des Nations Unies Pour L'Alimentation Et L'agriculture, Rome, p140.

Statistical Analysis System Institute 2000 SAS/STAT User's Guide. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Zaman M A, Sorensen P and Howlader M A R 2004 Egg production performances of a breed and three crossbreeds under semi-scavenging system of management. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 16, Art# 60. Retrieved July 31, 2006. from <http://www.lrrd.org/lrrd16/8/zama16060.htm>

Received 20 August 2011; Accepted 7 March 2012; Published 7 May 2012

DISCUSSION

L'aviculture villageoise a été relativement négligée par les politiques de développement en dépit de son potentiel à améliorer le revenu et la nutrition des paysans africains (Sonaiya *et al.*, 1999). En Afrique, la majorité des ménages ruraux élèvent des volailles et de ce fait, l'aviculture villageoise assure la production de plus de 70 % des produits avicoles et 20 % d'apport en protéines animales (Kitalyi, 1998).

L'aviculture traditionnelle est une activité accessible à tous les paysans. L'acquisition des poules par métayage, don, et ou héritage rend l'élevage de poule abordable même pour les personnes démunies. Il est d'ailleurs souvent rapporté que la poule est l'animal du pauvre (Moula *et al.*, 2009).

L'aviculture familiale est particulièrement associée à l'autonomie des femmes car ce cheptel leur confère un revenu appréciable susceptible d'améliorer leurs conditions de vie.

A l'instar de la majorité des pays africains, cette activité reste davantage le fait de la gent féminine, première victime du phénomène de pauvreté (Devendra et Chantalakhana, 2002 ; Riise *et al.*, 2005).

Durant nos discussions, les paysans ont souligné les nombreuses fonctions sociales, culturelles, économiques et nutritionnelles de l'aviculture villageoise. Nos observations ont montré que le système d'élevage pratiqué était traditionnel, notamment, en divagation : les poules vivent en semi-liberté et trouvent leur alimentation dans la nature. Des abris existent toutefois où les oiseaux s'abritent durant la nuit ainsi que lors de mauvaises conditions climatiques ; ces petits poulaillers sont construits à base d'argile, pierres, parpaings ou grillages, couverts de pailles ou de tôles. En fait, les matériaux de construction dépendent essentiellement de leur disponibilité et de leur coût.

Les élevages sont composés en moyenne d'environ 36 poules. Chaque élevage est composé en moyenne de 17 poules et de 4 coqs. Les poulets adultes ($n=491$) mesurés et photographiés ont présenté des poids moyens de $1.026,70 \pm 72,02$ g chez les mâles et de $902,77 \pm 19,76$ g chez les femelles. Ces poids sont inférieurs à ceux présentés dans les tableaux 1 et 2. Les poules couvent 2 à 4 fois par an avec en moyenne 10 à 12 œufs par couvaison. Le taux d'éclosion est d'environ 85 %.

La diversité morphologique est caractérisée par la présence, à faible fréquence (1 à 13 %), d'une assez grande panoplie de coloration de plumage. Pas moins de 20 couleurs de plumages différents ont été recensés. Ce qui peut être le résultat de croisement anarchique des sujets élevés en divagation.

Il peut être conclu que l'amélioration des conditions d'élevage (logements, aliments, vaccins,...) et de commercialisations des poulets (accès et organisation des marchés), amélioration du matériel génétique localement disponible (sélection, croisement avec des races améliorées) sont pertinentes au développement de l'aviculture villageoise. Si les projets de développement rural via les volailles doivent être réussis au niveau communautaire, ils devraient tenir compte de ces forces motrices de l'aviculture, citées ci-dessus.

DISCUSSION GENERALE

Intérêt du maintien de la diversité des races de poules

- **Dans les pays développés**

C'est pour optimiser les performances de production des poules d'élevage que les grandes entreprises avicoles ont petit à petit sélectionné et optimisé les races les plus efficaces sur les paramètres qui leur semblaient les plus pertinents. Cette sélection, essentiellement orientée sur le « rendement » au sens large du terme (vitesse de croissance, taille des œufs, bon comportement en batterie, résistance, ...), a parfois négligé l'un des premiers critères de qualité pour la nourriture : le goût. Dans les pays riches où le consommateur peut se permettre de choisir le type et la qualité de ses aliments, ce critère peut devenir essentiel. Sans aucun jugement de valeur sur le goût des poules commerciales actuelles, on peut en tout cas au moins constater que cette industrialisation a eu pour conséquence d'uniformiser le goût des poulets de grande consommation. Or la tendance actuelle dans les pays riches est celle d'un retour à des méthodes agricoles considérées plus authentiques, plus saines par le consommateur. L'émergence des labels du type « label rouge » ou « poulet fermier » a initié ce mouvement qui se poursuit depuis quelques années avec l'évolution sociétale actuelle vers le « bio ». Sans que ce terme soit proprement défini, il correspond à la volonté de remettre en valeur le terroir, de privilégier l'élevage d'animaux associés à la région dans laquelle ils sont élevés et, bien sûr, de promouvoir des méthodes qui respectent le bien-être animal et minimisent l'utilisation de produits considérés non naturels.

Dans ce contexte, les races locales regagnent de l'intérêt. En Belgique, par exemple, l'Ardennaise ne pourra sans doute jamais rivaliser avec les souches commerciales sur les critères de performance de production mais elle correspond parfaitement à ces besoins d'une aviculture plus raisonnée. Le goût caractéristique de la viande et des œufs, plus prononcé que celui des poules de souche commerciale, en fait une poule intéressante pour le consommateur européen.

- **Dans les pays en voie de développement**

La situation dans ces pays est le résultat d'une évolution relativement lente des pratiques agricoles traditionnelles et de l'implantation de plus en plus marquée des grandes entreprises. Le développement est le plus rapide est évidemment aujourd'hui pour des poules de souche commerciale qui ont tendance à supplanter les races locales historiques dans les zones de commercialisation. Dans l'absolu, l'établissement de ces entreprises dans des régions où le besoin de nourriture est souvent mal satisfait est une très bonne nouvelle : ces démarches, même si elles sont à vocation mercantile, contribuent au recul de la faim dans le monde. Dans les cas particuliers de villages traditionnels, ce progrès n'est pourtant pas forcément une bonne nouvelle. En Afrique par exemple, les entreprises sont implantées

dans les zones stratégiques où les réseaux permettent d'avoir les matières premières et de distribuer le résultat de la production, c'est-à-dire souvent hors de portée des villages qui hébergent encore une grande partie de la population. Il est alors paradoxalement parfois plus difficile de maintenir dans ces villages une aviculture traditionnelle alors que dans les agglomérations ce sont les poules industrielles qui occupent la place. Pourtant, la possibilité de maintenir un petit élevage familial est encore aujourd'hui un réel gage de confort voire de survie pour les populations rurales pour lesquelles cet élevage peut constituer l'unique ressource.

Les poules autochtones sont généralement bien adaptées aux conditions d'élevage traditionnel qui sont propres à chaque région. Les éleveurs locaux ont en effet mené des processus d'optimisation et de sélection identiques à ceux qui ont conduit à l'aviculture industrielle moderne, à leur échelle et avec les moyens et les connaissances nettement moindres dont ils disposaient. Ces poules correspondent ainsi souvent à un optimum local, celui qu'on peut obtenir avec les souches qui sont génétiquement disponibles depuis suffisamment longtemps à cet endroit pour que la sélection (naturelle ou assistée) les ait privilégiées. Les faibles connaissances de ces races de poules élevées dans des pays où les poules commerciales s'imposent de plus en plus pourraient conduire à leur disparition si aucune action n'est mise en place. La préservation de l'élevage traditionnel passe par un travail de fond pour inventorier et caractériser chacune de ces races et permettre ainsi de renforcer les bons choix et les bonnes pratiques locales.

Dans certains cas, des souches exotiques peuvent parfois présenter un réel intérêt pour préserver l'aviculture traditionnelle en introduisant de nouvelles possibilités d'amélioration des poules utilisées localement. En reprenant le cas de la poule Ardennaise, là où son goût en faisait une race intéressante pour les sociétés développées, c'est cette fois sa rusticité qui rend son utilisation intéressante dans des programmes de lutte contre la pauvreté par la réhabilitation des élevages familiaux. Il y a des exemples concrets de cette utilisation de l'Ardennaise (en race pure ou comme poulet améliorateur) avec Agrisud et CRAFOOD qui sont deux ONG qui interviennent en RDC.

- **En résumé**

Les poules de souches commerciales sont localisées dans les pays développés, résultat de l'industrialisation qui a uniformisé les races utilisées et les méthodes d'élevage depuis des décennies. La réhabilitation des races locales pour satisfaire les besoins d'une Société en quête de valeurs est observée.

Dans les pays pauvres, l'implantation d'une aviculture intensive est développée en ce moment, avec quelques dizaines d'années de décalage par rapport aux pays riches. Elle se réalise de façon différente, les méthodes et les animaux étant importés par des entreprises multinationales. Cette implantation peut nuire à l'élevage traditionnel et, tant que le stade de la grande précarité des populations rurales ne sera

pas dépassé, des moyens de préserver cet élevage doivent être trouvés, à la fois en renforçant les moyens mis sur le développement des races locales et en s'appuyant sur des souches exotiques qui paraissent pertinentes.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'évaluation de l'intérêt d'une préservation de toutes les races ou populations animales menacées potentiellement utiles doit être considéré. Les événements futurs (par exemple liés aux évolutions climatiques ou à l'émergence de nouvelles maladies) et leurs conséquences sur l'adaptation ou non des espèces qui sont aujourd'hui privilégiées, ne peuvent être décrits avec précision. Des races, aujourd'hui moins rentables, pourraient devenir demain indispensables au maintien de certaines espèces animales.

Dans le cas de la poule, préserver la biodiversité aujourd'hui est paradoxalement presque plus facile dans les pays développés où les souches commerciales ont pourtant largement érodé les ressources génétiques d'origine au profit de volailles plus rentables que dans les pays moins développés où les races d'origine sont toujours largement disponibles mais où l'industrialisation est opérée à très grande vitesse. Alors qu'en Europe par exemple où des éleveurs passionnés par des races autochtones sont présents et où des consommateurs sont attentifs à l'origine des poulets ou des œufs qu'ils consomment, la première préoccupation des pays sous-développés se limite souvent simplement à manger. Une approche plus raffinée doit être mise en place pour réussir à sauvegarder la diversité actuelle dans des conditions où la poule d'élevage intensif est en train de supplanter les volailles d'élevage traditionnel et où la biodiversité en elle-même ne constitue pas un enjeu fort pour la Société concernée.

Quoi qu'il en soit, il est systématiquement nécessaire de s'intéresser à la fois aux poules elles-mêmes (leur variabilité phénotypique, leurs caractéristiques zootechniques, leur adaptation aux caractéristiques géographiques et climatiques des zones étudiées) mais aussi – et surtout ! – aux conditions dans lesquelles les possibilités d'élevages sont possibles du point de vue social, économique, culturel et pour ce qui concerne les pratiques mises en place.

Dans la mesure où toutes les situations rencontrées sont différentes, il convient d'aborder chaque nouvelle étude par un inventaire détaillé, situation qui permet de décrire avec précision les poules élevées et les conditions de ces élevages. Le travail réalisé en Algérie, RDC et au Vietnam, avec le recensement des informations lui-même relativement difficile parce qu'il a lieu dans des zones peu adaptées à la collecte et à l'analyse d'informations par opposition à ce qui pourrait être mis en place avec facilité en Belgique, pays où les scientifiques disposent de moyens. Compléter ce recensement, à la fois en qualité et en quantité, demande beaucoup de travail. En qualité en raison du nombre de paramètres non encore intégrés dans l'étude actuelle et en quantité en raison de la petite taille des régions pour réaliser un programme de préservation ambitieux, il conviendrait d'étendre les zones d'étude.

Sur le plan scientifique, la documentation très limitée aujourd'hui mériterait d'être largement enrichie. A terme, une approche basée sur les outils moléculaires pourrait fournir des informations intéressantes

sur la variabilité intrinsèque des races. C'est typiquement ce qui est déjà réalisé dans les études de ce type où la génomique prend de plus en plus d'importance.

Il n'est toutefois pas nécessaire d'aller jusqu'à cette étape ultime de description génétique pour envisager de préserver la biodiversité en s'appuyant sur les poules locales pour améliorer la sécurité alimentaire des populations. La diversification, surtout quand elle repose sur des poules bien adaptées aux conditions locales, permet de réduire les risques observés dans des conditions d'élevage généralement peu favorables. De plus, ces races de poules peuvent constituer des sources de produits alimentaires et de matières premières industrielles qui généreront à leur tour des revenus si leur potentiel marchand est correctement reconnu et développé.

Dans les pays riches, les races ou les variétés locales peuvent faire partie intégrante d'un patrimoine régional et posséder une valeur culturelle (Gandini et Villa, 2003). Pour les races à faibles effectifs, des amateurs, des associations d'éleveurs et des instituts techniques et des collectivités territoriales s'investissent dans la sauvegarde de ces ressources, afin d'en éviter la disparition définitive (Lauvie *et al.*, 2007). Il existe également des races qui, bien que locales, ont des effectifs suffisants, ce qui les rend moins vulnérables. L'utilisation des races locales dans des filières de production fait l'objet de plusieurs stratégies orientées vers des segments de marchés spécifiques (politiques de marques, certification de l'origine) donnant un argument majeur aux projets de maintien et de développement de ces ressources (Audiot, 1995 ; Verrier *et al.*, 2001 ; Lauvie *et al.*, 2007).

Finalement, les politiques actuelles de maintien de la biodiversité favorisent la valorisation économique et culturelle de certaines races locales, dans tous les types d'économie. Dans les économies riches, le mouvement est déjà en cours et s'appuie sur des labels qui sont directement valorisés (par exemple, les poulets de Bresse en France). Dans de nombreux pays, cette démarche est loin d'être spontanée et la situation est telle qu'il existe aujourd'hui des populations animales non répertoriées et dont les agriculteurs connaissent mal le potentiel réel (sachant qu'ils ne sont pas en mesure de passer à un élevage intensif ou à une commercialisation à plus grande échelle). Une stratégie focalisée s'impose sur une race, privilégiée pour son potentiel et étudiée dans le contexte global des contraintes qui limitent son utilisation. Pour concrétiser une telle stratégie, Eissing et Thora (2008), proposent deux approches :

- l'approche « filière » visant à développer le potentiel marchand d'une race donnée ou d'un produit particulier en renforçant les points faibles de la chaîne de valeur ;
- l'approche « moyen de subsistance » visant à exploiter la totalité du potentiel de subsistance et cherchant à trouver de meilleures utilisations de la race en fonction de la situation des producteurs, par exemple pour leur alimentation, leur santé, le renforcement de leur identité culturelle ou la protection des ressources naturelles.

1. En Belgique

L'Ardennaise est la seule race galline Belgo-Française qui vit encore sur ses terres d'origines. Cette race était très appréciée depuis sa création officielle dans la deuxième moitié de 19^{ème} siècle. Puis, suite aux deux guerres mondiales et aux variations dans les préférences des consommateurs, les demandes ont été moins importantes et le nombre d'élevage de la poule Ardennaise diminua considérablement. La taille de sa population chuta à tel point que cette race a été perdue de vue pendant plusieurs décennies.

Des études portant sur des relevés démographiques des races locales (Larivière et Leroy, 2005), la caractérisation des performances de ponte et de reproduction (Moula *et al.*, 2009a,b,c,d ; Larivière *et al.*, 2009a, b), et les propriétés qualitatives des œufs (Moula *et al.*, 2009b ; Moula *et al.*, 2010) ont été menées ces dernières années. Il en ressort, comme attendu, que les performances de ponte sont quantitativement moindres que dans les races sélectionnées, mais que plusieurs caractères tels que la qualité de l'œuf et la résistance de la coquille sont intéressants pour une exploitation commerciale basée sur la qualité des produits. Autrement dit, une exploitation commerciale de la race Ardennaise est envisageable, en accord avec l'objectif initial de conservation des ressources génétiques. Un débouché pour ce type de produits pourrait être le croisement avec des souches à croissance lente pour l'amélioration du produit final : on garderait donc un noyau d'individus de race locale pure (ce qui permet la conservation de cette race), les produits du croisement améliorateur étant uniquement destinés à la consommation.

Les qualités de l'Ardennaise ont été reconnues au-delà de la Belgique. En effet quelques reproducteurs étaient exportés vers la République Démocratique du Congo (RDC), et le succès fut tel que la poule Ardennaise est adoptée par les populations locales et que des ONG telle qu'AGRISUD et CRAFOOD l'ont utilisé dans leurs programmes d'amélioration de la productivité de l'aviculture familiale au Congo.

Ce travail de thèse a beaucoup contribué à la sauvegarde et à la diffusion de la poule Ardennaise. Cependant, il faut signaler l'échec enregistré pour la sauvegarde de la race Famennoise.

En Belgique, on reproche assez souvent aux programmes de conservations des ressources génétiques animales, l'absence de coordination entre les différentes parties concernées par le sujet ; mais également la rupture de ces projets et programmes. Le projet de conservation de la race Famennoise en est une illustration. En effet, il avait pris fin avant même d'arriver à assurer sa pérennité.

Pour tout projet ultérieur, il faudrait remédier à ces imperfections. Un programme cohérent de conservation génétique doit coexister et interagir avec les programmes d'amélioration des races de poules belges.

À l'avenir, il est important d'envisager :

- Le développement de nouvelles procédures informatisées pour faciliter la collection et l'entretien des performances et des informations sur les ressources génétiques animales en générale et des races de poules en particulier.

- L'analyse de la structure des différentes races de poules et le développement des recommandations pour la conservation effective de chaque race.
- La mise en place de cryobanques pour assurer une sauvegarde systématique de la semence afin de prévenir la perte accidentelle due à des catastrophes.
- L'élaboration de rapports biennuel ou annuel par les autorités compétente pour situer l'évolution des races de poules belges.
- Il est utile pour l'Ardennaise :

D'envisager une caractérisation moléculaire pour étudier la variabilité génétique entre les différentes variétés de la race.

D'étudier ses capacités de production et de résistance dans les conditions d'élevage extensives en RDC.

2. En Algérie

L'Algérie est devenue depuis juillet 2011, le plus grand pays d'Afrique. Avec une superficie de 2.381.741 km² caractérisée par une grande diversité de ses conditions pédoclimatiques, l'Algérie dispose d'une grande richesse en ressources génétiques animales. Cependant, il n'existe que fort peu d'études sur ce sujet. En effet, l'étude réalisée sur la diversité génétique de la poule locale en Kabylie représente la première approche scientifique de caractérisation de races de poules locale en Algérie.

De cette étude ressort une hétérogénéité importante de la coloration de plumage due à l'introduction anarchique de génétique étrangère (essentiellement des poules pondeuses de réforme issues des élevages industriels), assortie d'une diversification des phénotypes rencontrés. Cependant, d'après les entretiens avec des personnes âgées interrogées, seules 3 variétés de couleurs (noire, dorée et argentée) dominaient les élevages familiaux avant l'industrialisation de l'élevage avicole en Algérie au début des années 1980.

Malgré les performances de production de chair et d'œufs de la poule Kabyle comparable aux poules traditionnelles maghrébines, la productivité ne représente pas la première préoccupation des éleveurs qui sont plus sensibles à la résistance et à la rusticité de la poule kabyle.

Les perspectives seraient la création en Algérie d'un centre de recherche scientifique et y mettre en œuvre les outils d'évaluation, conservation et amélioration de la poule locale acquis en Belgique (Université de Liège, ULg).

Les actions envisagées devraient d'abord porter sur une évaluation et une conservation du patrimoine génétique aviaire local (constitution de noyaux de race pure, race Kabyle en particulier). Puis, mettre en place un projet de développement rural basé sur l'exploitation commerciale des races aviaires locales. Des groupements villageois, plus particulièrement féminins, seront intégrés à un projet coopératif de sélection de la race pure (à but d'amélioration de la productivité des sujets de race locale tout en conservant leur rusticité, c'est-à-dire leur adéquation au milieu et mode d'élevage villageois). Ces groupements seraient en outre en charge d'un projet de croisements améliorateurs terminaux, afin

de pourvoir en produits locaux de qualité supérieure les zones urbaines. Ce dernier aspect assurerait une production de haute valeur ajoutée en milieu rural, tandis que le volet sélection en race pure profiterait à l'ensemble des communautés villageoises par la distribution d'individus améliorés. Ce programme intègre ainsi un transfert réel des compétences acquises au travers du doctorat effectué à l'ULg.

3. Au Vietnam

L'élevage avicole est très important au Vietnam, il vient en deuxième position, juste après celui du porc. Cet élevage est dominé par les races de poules locales (158 de volailles locales et 30 millions pour les poulets industriels). Ces races de poules associées aux races de canard locales, représentent plus de 80 % de la population nationale avicole vietnamienne. La poule Ri est considérée comme la première race Vietnamienne en effectif. Malgré l'importance de cette race, peu d'informations sont disponibles et les descriptions, notamment pour les coloris du plumage, manquent de précision et prêtent à confusion.

Cette étude avait relevé que l'élevage de poule de race Ri, est une activité familiale ou toute la famille est concernée. Cet élevage contribue pleinement à la résolution de certains problèmes financiers. Ainsi en dynamisant cette activité en milieu villageois, elle permettrait l'épanouissement des populations rurales. Les principales contraintes qui handicapent le développement de l'aviculture familiale au Vietnam sont d'ordre logistique, alimentaire et sanitaire. 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).

Les poulets Ri, ont montré dans des conditions d'élevage conventionnel, une bonne aptitude de ponte et de croissance. Une sélection d'animaux destinés à l'une ou l'autre production et même une production mixte associée à une amélioration des conditions d'élevage, surtout l'alimentation, permettront d'améliorer les revenus des familles rurales.

Cette étude a permis de compléter la description très restrictive de la race Ri fournie par l'Atlas des races animales vietnamiennes et la contestation de l'existence d'une race Ri par certains auteurs. En effet, cette étude propose une définition d'une race Ri composée de 6 variétés.

Dans un proche avenir il est envisageable dans le cadre d'un projet en collaboration entre l'ULg et l'Université Agronomique de Hanoi (UAH), de poser les bases d'une réhabilitation de la poule locale Vietnamienne, particulièrement adaptées aux conditions d'élevage peu intensives qui y sont pratiquées dans les tropiques, dont l'importance socioéconomique et culturelle est primordiale. Cette étude aura pour objectifs, la description des caractéristiques morpho-biométriques de certaines races de poules locales au Vietnam et l'évaluation de leurs aptitudes de croissance (production et qualité de viande) et de ponte (taux de ponte et qualité des œufs). Une étude comparative entre deux races (Mia et Ri) proches génétiquement selon certaines études à été entamé dernièrement.

En résumé les travaux à venir peuvent s'articuler sur les points suivants :

- Une évaluation économique approfondie de la filière avicole au Viêt Nam avec un accent sur l'aviculture traditionnelle.
- Le recensement des effectifs et des élevages de poules locales au Viêt Nam.
- Une évaluation du potentiel de production des différentes races vietnamiennes encore existantes.
- La caractérisation morpho-biométrique dans un premier temps des races vietnamiennes, et dans le cas où les moyens le permettent une caractérisation moléculaire.
- Amélioration des performances de croissance et de ponte des races de poules vietnamiennes.

4. En RDC

Les poulets traditionnels représentent environ 80 % du cheptel avicole total en Afrique et contribuent à une proportion non négligeable de la production de viande (25 à 70 %) et d'œufs (12 à 36 %). Sous la pression du développement rapide de l'aviculture industrielle en RDC, les poules de races locales ont commencé à s'effacer devant la prolifération des poules de souches industrielles.

Cette étude, a porté sur le contexte dans lequel les poules de Bas-Congo sont élevées. L'enquête qui a été menée a révélé que la faible productivité des poules congolaises n'a pas limité leur rôle socio-économique important qu'elles jouent. L'introduction de souches étrangères (races belges et races industrielles) dans la Province du Bas-Congo ces dernières années, et les croisements réalisés de manière anarchique entre ces races exotiques et les poules locales depuis des décennies ont donné naissance à une diversité phénotypique importante.

Les phénotypes observés chez la souche locale du Bas-Congo laissent à penser que la population s'est procurée des spécimens de la race Ardennaise qu'ils auraient pu croiser avec de la volaille locale (distribution de poules Ardennais par AGRISUD et CRAFOOD).

A l'avenir il est intéressant d'envisager un programme similaire à celui décrit ci-dessus pour l'Algérie. Il peut être envisagé une amélioration des conditions d'élevage (logements, aliments, vaccins,...) et de commercialisations des poulets (accès et organisation des marchés), amélioration du matériel génétique localement disponible (sélection, croisement avec des races améliorées). Pour l'amélioration d'apport alimentaire, un enrichissement de l'environnement dont les poules sont élevées par la plantation de plantes riches en apports nutritionnels peut être envisagée. Vu la pauvreté des populations villageoises en RDC, ce genre d'opération pourra être pris en charge par les nombreuses O.N.G. travaillant au Congo.

Un inventaire et une caractérisation génétique et zootechnique des poules locales Congolaises est aussi nécessaire pour les futurs projets d'amélioration de l'aviculture familiale.

REFERENCES

- ANDERSON S., CENTONZE R., Property rights and the management of animal genetic resources, *World Development*, 2007, 35, 1529--1541.
- AINI I. Aviculture familiale et influenza aviaire, *Bulletin RIDAF*, 2004, 14, 1-3.
- AKOUANGO F., MOUANGOU F., GANONGO G., Phénotypes et performances d'élevage chez des populations locales de volailles à Brazzaville. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 2004, 13, 257-262.
- AMOS W., BALMFORD A. When does conservation genetics matter? *Heredity* 2001, 87, 257–265.
- AUDIOT A. *Races d'hier pour l'élevage de demain*, Paris, INRA Éditions. 1995.
- AVISE J. C. The history, purview, and future of conservation genetics. Pages 5–15 in S. P. Carroll and C. Fox, editors. *Conservation biology: evolution in action*. Oxford University Press, New York. 2008.
- BANTIENI T., MODIBO S. 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*. 2000, 111-131.
- BARUA A., YOSHIMURA Y. Rural poultry keeping in Bangladesh, *World's Poult. Sci. J.*, 1997, 53, 387-394.
- BELOT J., HARDOUIN J. 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, 1981, pp 41.
- BENABDELJELIL K., ARFAOUI T. Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flock of Morocco. Current statement and future outlook, *Animal Genetic Resource Information*, 2001, 31, 87-95.
- BENABDELJELIL K., MERAT P. Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F₁ (Fayoumi × leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Ann. Zootech.*, 1995, 44, 313-318.
- BENABDELJELIL K., BORDAS A. Prise en compte des préférences des éleveurs pour la caractérisation des populations locales de poulets au Maroc. In: 6e Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30-31 mars 2005.
- BESBES B. Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *World's Poult. Sci. J.*, 2009, 65 : 260-271.
- BESSADOK A., KHOCHILEF I., EL GAZZAH M. Etat des ressources génétiques de la population locale du poulet en Tunisie. *Tropicultura*, 2003, 21, 167-172.

- BRANDT E.T., WILLEMS A.E.R. Traité d'aviculture sportive, avec les standards officiels des races belges de volailles, aquatiques et dindons. Het Neerhof: Gent, 1970, 365 p.
- DE KETELAERE B., GOVAERTS T., COUKE P., DEWIL E., VISSCHER J., DECUYPERRE E., DE BAERDEMAEKER J. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons. *Br. Poult. Sci.*, 2002, 43, 238-244.
- DE LA PEROO V. Monographie des races de poules, Editée par: aux bureaux du journal «l'Acclimatation », Paris, 1882, 454p.
- DESVAUX S., TÖN V.D. A general review and a description of the poultry production in Vietnam, CIRAD-CIRRD, Ed. Agricultural Publishing House. 2008.
- DETIFFE N. Poules Ardennaises dans le Bas-Congo. Mémoire de fin d'étude, Huy, Belgique, 55p.
- DEVENDRA C., CHANTALAKHANA C. Animals, poor people and food insecurity: opportunities for improved livelihoods through efficient natural resource management. *Outlook On Agri.*, SEP 2002, 31(3) : 161-175.
- EATON D., WINDIG J., HIEMSTRA S.J., VAN VELLER M., TRACH N.X., HAO P.X., DOAN, B.H., HU R.. Indicators for livestock and crop biodiversity. Report 2006/05, Center for Genetic Resources Netherlands/DLO Foundation, Wageningen. 2006.
- EISSING S., THORA A. Biodiversité et développement vont de pair: population, ressources naturelles et coopération internationale – des idées venues des pays du Sud. In: La durabilité et ses différents visages. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. ISBN 978-3-925064-50-0, Kasperek Verlag, Heidelberg Année de publication: 2008.
- FADLAOUI A. Modélisation bioéconomique de la conservation des ressources génétiques animales, Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université Catholique De Louvain (UCL), Louvain-la-Neuve, Novembre 2006, 287p.
- FAO. Europe : Les races animales locales toujours menacées d'extinction. *Communiqué de presse* 99/88, 1999.
- FAO. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B. Rischkowsky and D. Pilling. Rome. 2007. 511 p.
- FAO. 2008. The stat of the world's animal genetic resources for food and agriculture. B. Rischkowsky and D. Pilling, Eds., Food and Agriculture Organization. Rome, FAO.
- FOTSA J.C., PONE D.K. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. International Network for Family Poultry Development, 2001, 11, 13–19.
- FOTSA J.C. Caractérisation des populations de poules locales (*Gallus gallus*) au Cameroun, Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur D'AGROPARISTECH, AgroParisTech, Paris, 2008, 301p.
- FRANCESCH A., ESTANY J., ALFONSO L., IGLESIAS M. Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poult. Sci.*, 1997, 76, 1627-1631.

- GANDINI G., VILLA E. Analysis of the cultural value of livestock breeds : a methodology. *J. Anim. Breed. Genet.*, 2003, 120, p.1-11.
- GENERAL STATISTICS OFFICE (2009). Result of the survey on household living standards 2008. Statistical publishing house, Hanoi.
- GROENEVELD L. F., LENSTRA J. A., EDING H., TORO M. A., SCHERF B., PILLING D., NEGRINI R., FINALY E. K., http://apps.isiknowledge.com/OneClickSearch.do?product=UA&search_mode=OneClickSearch&db_id=&SID=R2jenNaEG6p32p5HCf5&field=AU&value=Jianlin%20H&ut=000276775100002&pos=9JIANL IN H., GROENEVELD E., WEIGEND S. *Anim. Genet.*, 2010, 41, 6-31.
- GUEYE E. F., BESSEI W. 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, 1995, 112-123.
- GUEYE E. F. 1998. Village egg and fowl meat production in Africa - Regional Report *World's Poult. Sci. J.*, 54: 73-86.
- GUEYE E. F. Hatchability in Africa villages. *Int. hatchery Practice*, 1999, 13, 19-23.
- GUEYE E. F. Aviculture familiale et aviculture industrielle - Coopération au lieu de compétition. *Bulletin RIDAF*, 2003, 13, 1-2.
- HODGES S. Conservation of genes and culture: Historical and contemporary issues. *Poult. Sci.*, 2006, 85(2) : 200-209.
- HONG HANH P.T., BURGOS S., ROLAND-HOLST D. The poultry sector in Viet Nam : prospects for smallholder producers in the aftermath of the HPAI crisis. Research report, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 07-10, Food and Agriculture Organization. 2007.
- HORST P. 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. 1991, **33**, 63-79.
- IEMVT-CIRAD Ministère de la Coopération et du Développement. 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). 1989.
- KHAN A.G. Réplique du poulet indigène avec son acceptabilité sur le marché est un facteur clé en aviculture familiale. *Bulletin RIDAF*, 2004, 14, 2-11.
- KITALYI A. Village chicken production systems in rural Africa: Household food security and gender issues. FAO Animal Production and Health paper 142. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 1998, p 105.

- LAHAYE J., MARCQ J., CORDIEZ E. *Traité d'Aviculture*. Edités par JULES DUCULOT, Gembloux, Belgique, 1948. 624p
- LAIKRE L., NILSSON T.O., PRIMMER C. R., RYMAN N., ALLENDOR F. W. Importance of Genetics in the Interpretation of Favourable Conservation Status, *Conservation Biology*, 2009, 23, 1378-1381.
- LANDWEBER L. F., DOBSON A. P. *Genetics and the extinction of species*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 1999, 192p.
- LARIVIERE J.M., LEROY P., Poultry Biodiversity in Belgium. In: 4th European Poultry Genetics Symposium. Dubrovnik, Croatia. 2005.
- LARIVIERE J.M. Valorisation des ressources génétiques de l'espèce poule à travers l'étude génétique et phénotypique de la race Ardennaise. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences vétérinaires. Université de Liège (ULg), 2010, 138.
- LAUVIE A., CASABIANCA F, VERRIER É, AUDIOT A, BRIVES H. Gestion des populations animales à petits effectifs. Accès aux dispositifs par l'analyse des controverses. *Natures Sciences Sociétés*, 2007, 15, 154-161.
- MALLIA J. G. The Black Maltese: a Mediterranean light breed of poultry. *Anim. Genet. Res. Inf.*, 1998, 24: 41-48.
- MARCQ J., LAHAYE J., *Traité d'Aviculture*. Edités par Jules Duculot, Gembloux, Belgique, 1942. 564p.
- MALTSOGLU I. and RAPSOMANIKIS G. The contribution of livestock to household income in Vietnam : a household typology based analysis. Working paper, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) 21, Food and Agriculture Organization. 2005.
- MISSOUHOU A., SOW R. S., NGWE-ASSOUMOU C. Caractéristiques morphobiométriques de la poule du Sénégal. *AGRI*. 1998, 24 :63-69.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., PHILIPPART M., LEROY P. Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ? *Ann. Méd. Vét.*, 2009a, 153, 66-75.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. L'Ardennaise: statut de la race et de ses variétés. *Ann. Méd. Vét.*, 2009b, 153, 231-240.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the Famennoise. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009c, 8, 389-396.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., LEROY P. Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain. *Int. J. Poult. Sci.*, 2009d, 8, 768-774.

- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., FARNIR F., DETILLEUX J., LEROY P., Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (*Thayazit lekvyayel*). *Ann. Méd. Vét.*, 2009e, 153, 178-186.
- MOULA N., ANTOINE-MOUSSIAUX N., DECUYPERE E., FARNIR F., MERTENS K., DE BAERDEMAEKER J., LEROY P. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Arch. Geflügelkd.*, 2010, 74 (3):164–171.
- MOULA N., FARNIR F., A. SALHI, M. IGUEROUADA, LEROY P and ANTOINE-MOUSSIAUX N. Backyard poultry in Kabylie (Algeria) : from an indigenous chicken to a local poultry breed ? 2011 (Soumis à AGRI).
- NGOU NGOUPAYOU J. D. Country report on smallholder rural poultry production in Cameroon. In CTA seminar proceedings, Volume 2. Smallholder rural poultry production. Thessalonica, Greece, Oct.1990, pp 39-47.
- PAUL D.C., HUQUE Q.M.E. 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. 2000*, 286-288.
- PERIQUET J.CL. Les poules, oies et canards: races, soins, élevage. Rustica: Paris, 1992, 159 p.
- POGGENPOEL D.G., DUCKITT J.S. Genetic basis of the increase in egg weight with pullete age in White leghorn flock. *Br. Poult. Sci.*, 1988, 29, 863-867.
- RAACH-MOUJAHED A., MOUJAHED N., HADDAD B. Local poultry populations in Tunisia: Present and alternatives. A review. *Livestock Research for Rural Development. Volume 23, Article #96*. Retrieved April 4, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/raac23096.htm>
- RIISE J.C., PERMIN A., KRYGER K.N. Strategies for developing family poultry production at village level – Experiences from West Africa and Asia. *World's Poult. Sci. J.*, 2005, **61**, 15-22.
- SADAUNE P., Bulletin de l'association des éleveurs de volailles de races Wallonnes, Belgique, A.E.V.R.W. CONTACT N°82, 1999.
- SARKAR K., BELL J.G. 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*, 2006, 16, 16-28.
- SONAIAYA E.B. African Network on Rural Poultry Development: Progress Report, November 1989 to June 1995. *Proceedings ANRPD Workshop*, Addis Ababa, Ethiopia, 1997, 134-143.

- SONAIYA E.B., OLORI V.E. 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., BRANCKAERT, R.D. and GUÈYE, E.F. Research and development options for family poultry. 1st INFPD/FAO Electronic Conference on family poultry, 7 December 1998 – 5 March, 1999.
- SU V.V., THIEN N.V., NHIEM D.T., LY V.L., HAI N.V., TIEU H.V. Atlas of Farm Animal Breeds in Vietnam. Agricultural Publisher, Hanoi, Vietnam. 2004.
- TCHOUMBOUE J., MANJELI Y., TEGUIA A., EWANE N. J. 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*, 2000, 2 (1) : 6-14.
- THUY L.T. and VANG N.D. Present Situation of Animal Genetic Resources in Vietnam, In: Present Status and Genetic Variability of Animal Genetic Resources in Asian Region, the 10th NIAS International workshop on genetic resources, December 11-12, 2002 Tsukuba, Japan, pp 33-42.
- TIXIER-BOICHARD M., JOFFRIN C., GOURICHON D., BORDAS A. August 13-18, 2006. Improvement of Yolk Percentage by Crossbreeding Between a Commercial Brown-Egg Layer and a local Breed, the Fayoumi. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG., Brasil.
- VAN MARLE-KÖSTER E., CASEY N.H. Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *AGRI*. 2001, 29 : 71-78
- VERRIER E. La gestion génétique des petites populations. *Prod. Anim., hors série "Éléments de génétique quantitative et application aux populations animales"*. 1992, 265-271.
- VERRIER E., MOUREAUX S., BOICHARD D., DANCHIN-BURGE C., AVON L. Gérer la variabilité génétique des populations d'élevage : l'exemple des races bovines françaises, depuis les races en conservation jusqu'aux races nationales et internationales, *6ième Carrefour des Productions Animales*, Gembloux, 24 janvier 2001, 43-51.
- VERRIER E., ROGNON X., ROCHAMBEAU H., LALOE D. Les outils et méthodes de la génétique pour la caractérisation, le suivi et la gestion de la variabilité génétique des populations animales. Société d'Ethnozootechnie, Journée d'étude "race en péril", (Beauvais), 2005, 1-17
- VLAAMS INTERPROVINCIAAL VERBOND VAN FOKKERS VAN NEERHOFDIREN VZW. Standard volailles & volailles naines, Races belges. Edité par Vlaams Interprovinciaal Verbond van Fokkers van Neerhofdiren vzw, Belgique, 2008, 301p.
- WASHBURN K.W., MARKS H.L. Changes in egg composition of lines selected for divergence in yolk cholesterol concentration. *Poult. Sci.*, 1983, 64, 205-211.

- WILSON R.T. Studies on the livestock of Southern Darfur Sudan. VII. Production of poultry under simulated traditional conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 1979, **11**,143-150.
- YAMI A. Poultry production in Ethiopia. *World's Poult. Sci. J.*, 1995, **51**, 197-201.

ANNEXES

Tableau 1. Récapitulatif des performances des poules locales dans les pays en voie de développement (Fotsa, 2008,).

Paramètre		Performance	Pays	Auteurs
Poids adultes (g)	Femelles	1286	Algérie	Moula et al., (2009)
		1206	Tunisie	Bessadok <i>et al.</i> (2003)
		1050-1278	Cameroun	Belot et Hardouin (1981) ; Ngou Ngoupayou (1990) ; Keambou et al., (2007)
		1108-2020	Tanzanie	Msoffe <i>et al.</i> (2001)
		1200-1400	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)
	Mâles	1646	Algérie	Moula et al., (2009)
		1620	Tunisie	Bessadok <i>et al.</i> (2003)
		1140-1676	Cameroun	Belot et Hardouin (1981) ; Ngou Ngoupayou (1990) ; Keambou et al., (2007)
		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)		189	Algérie	Moula et al., (2011)
		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)
		149	Tanzanie	Hartmann <i>et al.</i> (2003)
		184-190	Congo Brazzaville	Akouango et al., (2004)

Tableau 2. Récapitulatif des performances des poules locales dans les pays en voie de développement (Fotsa, 2008, Raach-Moujahed , 2011).

Paramètre	Performance	Pays	Auteurs
Production d'œufs (œuf/an)	163	Algérie	Moula <i>et al.</i> , (2011)
	128 (Dandarawi)	Egypte	Horst (1991)
	141 (Fayoumi)	Egypte	Horst (1991)
	91	Afrique du Sud	van Marle-Köster et Casey (2001)
	40-60	Ethiopie	Yami (1995)
	31-40	Nigeria	Dafwang (1989) cité par Fotsa (2008 ; 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)
	138-161	Congo Brazzaville	Akouango <i>et al.</i> , (2004)
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	Guéye (1995)
	3,8	Guinée	Mourad <i>et al.</i> (1997)
	3	Mali, Burkina- Faso, Niger	IEMVT-CIRAD (1989) ; Bantiéni et Modibo (2000)
	2-6 (3 en moyenne)	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 (14 en moyenne)	Maroc	Benabdeljelil et Arfaoui (2001)
	14	Cameroun	Tchoumboué <i>et al.</i> (2000)

Figure 1. Informations nécessaires à la connaissance approfondie d'une race galline (FAO, 2008).

- **INFORMATIONS GÉNÉRALES**

Espèce
Noms de la race (nom le plus courant et autres noms locaux)
Distribution

- **DONNÉES SUR LA POPULATION**

Information de base sur la population:

Année de collecte des données
Taille totale de la population (étendue ou chiffre exact)
Fiabilité des données sur la population
Evolution de la population (croissante, stable, décroissante)
Chiffres sur la population basés sur (recensement/enquête au niveau de l'espèce/des races ou estimations)

Information avancée sur la population:

Nombre de femelles et de mâles reproducteurs
Pourcentage de femelles accouplées aux mâles de la même race et pourcentage de mâles utilisés pour la reproduction
Nombre de femelles inscrites au livre/registre généalogique
Utilisation de l'insémination artificielle et stockage de sperme et d'embryons
Nombre de troupeaux et taille moyenne des troupeaux

- **UTILISATIONS PRINCIPALES**

Énumérées par ordre d'importance

- **ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT**

Etat actuel de domestication (domestique/sauvage/marronnisée)
Classification taxonomique (race/variété/souche/lignée)
Origine (description et année)
Importation
Année d'établissement du livre généalogique
Organisation qui surveille la race (adresse)

- **MORPHOLOGIE**

Taille et poids des adultes
Nombre et forme/taille des cornes
Couleur
Caractères spécifiques visibles
Type de poils et/ou laine

- **QUALITÉS SPÉCIALES**

Qualités spécifiques des produits
Caractéristiques sanitaires spécifiques
Adaptabilité à un environnement spécifique
Caractéristiques spéciales de reproduction
Autres qualités spéciales

- **CONDITIONS DE GESTION**

Système de gestion
Mobilité
Alimentation des adultes
Période de logement
Conditions spécifiques de gestion

- **CONSERVATION IN SITU**

Description des programmes de conservation *in situ*

- **CONSERVATION EX SITU**

Sperme stocké et nombre de reproducteurs représentés
Embryons stockés et nombre de reproductrices et de reproducteurs représentés dans les embryons
Description des programmes de conservation *ex situ*

- **PERFORMANCE**

Poids à la naissance
Âge de maturité sexuelle
Âge moyen des mâles reproducteurs
Âge à la première mise bas et intervalle entre les mises bas
Durée de la vie productive
Production de lait et durée de l'allaitement (mammifères)
Matière grasse du lait
Viande maigre
Gain journalier
Poids à l'abattage
Rendement à l'abattage
Conditions de gestion dans lesquelles la performance a été mesurée

Source: FAO/PNUE (2000).

Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège

4000 Liège (Belgique)

D/2012/0480/3

ISBN 978-2-87543-009-0

ISBN 978-2-87543-009-0



9 782875 430090