

Contraintes techniques et sanitaires de la production traditionnelle de pintade en Afrique subsaharienne

BOKO K.C.^{1,2}, KPODEKON T.M.¹, DAHOUDA M.³, MARLIER D.⁴, MAINIL J.G.²

- ¹ Université d'Abomey-Calavi, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Production et Santé animales, 01 BP 2009, Cotonou, République du Bénin
- ² Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, Département des Maladies infectieuses et parasitaires (Service de Bactériologie), 20, Boulevard de Colonster, Bâtiment B43a, 4000 Liège, Belgique.
- ³ Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences agronomiques, Département des Productions animales, BP 526, Cotonou, République du Bénin.
- ⁴ Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, Médecine des Oiseaux, des Lagomorphes et des Rongeurs, Boulevard de Colonster, 20, bâtiment B42, 4000 Liège, Belgique.

Correspondance : E-mail : cyrilleboko@yahoo.fr

RÉSUMÉ : Des travaux relatifs à l'élevage de la volaille locale, particulièrement la pintade de l'Afrique subsaharienne, ont été passés en revue afin de mieux en cerner les principales contraintes. Parmi les difficultés rapportées, les contraintes techniques et sanitaires sont celles qui ont un effet négatif sur la productivité de la pintade. L'élevage du poulet et de la pintade est intimement lié dans le mode d'élevage extensif adopté dans la zone. Sur le plan sanitaire, la maladie de Newcastle, les salmonelloses et les colibacilloses ont été évoquées. La maladie de Newcastle affecte principalement les poulets et secondairement la pintade. Une séroprévalence à *Salmonella Gallinarum* de 5,8 % à 22,3 % a été rapportée respectivement pour le poulet et la pintade, témoignant ainsi que cette souche circule dans les élevages traditionnels bien que les valeurs soient faibles comparativement aux valeurs observées sur les mêmes espèces exotiques. L'importance des infestations parasitaires a été également signalée. L'application des mesures préventives, le respect des règles d'hygiène dans l'élevage et l'amélioration de l'alimentation permettraient d'augmenter la productivité de ces espèces de volaille traditionnelle.

1. INTRODUCTION

L'alimentation des populations africaines reste déficitaire en protéines animales malgré l'augmentation de la production des ruminants dans les pays de l'Afrique au sud du Sahara et l'importation massive de viandes. Cette situation serait imputable à l'avancée démographique dans les pays concernés (Faye et Alary, 2001). Les gouvernements promeuvent ainsi le développement de la production des animaux à cycle court en l'occurrence la volaille. Mais malgré ces efforts soutenus en faveur du développement du secteur de l'élevage, la consommation de produits avicoles reste encore fortement tributaire des importations, notamment en provenance de l'Union européenne (U.E) et du Brésil (Horman, 2004).

L'aviculture familiale est très importante dans les pays économiquement faibles et à déficits vivriers d'Afrique, d'Asie, d'Amérique latine et du Pacifique du Sud. Elle représente un moyen d'épargne, d'investissement et d'assurance pour les petits fermiers et procure une source de revenus aux populations rurales (Sonaiya et Swan, 2004). Elle constitue une source de revenus réguliers et facilement mobilisables pour l'acquisition de nourriture en cas d'insuffisance de récoltes. La surveillance et l'entretien des volailles sont assurés par les femmes, avec souvent l'aide des enfants. Cette activité représente un emploi durant la saison morte de cultures (Guèye, 2005) et est considérée comme une source majeure de revenus pour les fermiers marginalisés, sans terre, et les femmes en par-

ticulier (Guèye, 2000 ; Rashid, 2003). En matière d'aviculture, le volet « élevage de la pintade ou « méléagriculture » est d'une importance particulière. La pintade est couramment offerte comme cadeau à un étranger, à la belle famille et est utilisée lors des sacrifices rituels (Belco, 1985). Au Bénin, la couche socio-culturelle Bètammaribè utilise la pintade lors de son festival annuel (Dahouda, 2003). La conduite de l'élevage de la pintade est assurée par les femmes des ménages, mais, officiellement, ce sont les hommes qui sont les propriétaires des animaux. Cette situation permet de résoudre plus aisément les conflits qui peuvent surgir au sujet de l'origine des œufs pondus dans un même nid par des pintades appartenant à différents élevages car, de manière générale,

les conflits sont arbitrés par les hommes. Du point de vue nutritionnel, la pintade représente des sources potentiellement importantes de protéines animales (Agwunobi et Ekpenyong, 1990 ; Ayorinde, 1991 ; Mallia, 1999). Un rendement carcasse intéressant (70,4 % à 56 semaines d'âge) a été obtenu à partir de la pintade locale élevée en station au Burkina Faso dans les conditions améliorées par rapport au milieu villageois (Sanfo *et al.*, 2008). L'élevage de la pintade ne fait pas l'objet d'un interdit mais malheureusement, son développement connaît des obstacles.

Ce travail vise à faire l'inventaire des principales contraintes techniques et sanitaires majeures contribuant à la faible productivité de la pintade en vue de leur levée.

2. PRÉSENTATION DE LA PINTADE

2.1. Caractéristiques zoologiques de la pintade

La pintade appartient à l'ordre des Galliformes, à la famille des *Phasianidae*, sous-famille des *Numidae* qui regroupe quatre genres, dont *Numida*. *Numida meleagris galeata*, la pintade commune ou pintade à caroncule rouge, constitue l'espèce principale et la plus domestiquée de l'Afrique (Ayeni, 1983 ; Ayorinde, 1991 ; Le Coz-Douin, 1992). Le climat qui convient le mieux à cette espèce est de type chaud, sec et ensoleillé. De même, elle préfère un sol sablonneux (Le Coz-Douin, 1992).

L'élevage de la pintade s'est d'abord répandu dans toute l'Afrique sous forme d'élevage fermier (Nwagu et Alawa, 1995), puis s'est étendu par la suite en Europe, en Asie et en Amérique. Sa production industrielle s'effectue en Europe, en Amérique du Nord et en Australie, à l'aide des souches issues d'une sélection génétique caractérisée par de meilleures performances (vitesse de croissance rapide) comparativement à la souche originelle d'Afrique. Les souches adaptées à la zone de l'Afrique au sud du Sahara sont celles appartenant à la variété de grande taille (2 à 2,5 kg de poids vif à l'âge adulte) dans la zone sahélienne, à la variété de taille moyenne (0,9 à 1,2 kg) dans la zone soudanienne et à la variété de petite taille (moins d'un kg) dans la zone soudano-guinéenne. Ces souches sont qualifiées de rusti-

ques, car elles n'ont fait l'objet que d'une sélection génétique naturelle. Elles sont caractérisées par une vitesse de croissance très lente.

2.2. Mœurs comportementales de la pintade

La pintade vit en général en bandes grégaires, mais forme, au moment de la reproduction, des couples isolés. Quand elle panique, elle est bruyante et se réfugie dans un endroit obscur ou sur les perchoirs, et s'immobilise. Elle provoque des dégâts aux cultures à cause de sa préférence alimentaire pour les végétaux. Pour s'alimenter, elle ne gratte pas le sol de ses pattes comme le fait le poulet, mais utilise son bec pour déchirer brusquement. Ceci entraîne aussi un gaspillage des aliments farineux dans la mangeoire (Le Coz-Douin, 1992). La pintade est par ailleurs très habile dans la chasse aux insectes qui font partie de son alimentation quotidienne complémentaire (Ayeni, 1983).

3. L'ÉLEVAGE DE LA PINTADE EN MILIEU TRADITIONNEL AFRICAIN

L'aviculture traditionnelle est en général basée sur l'exploitation de petits effectifs de volailles locales constituées en majorité de poulets et pintades, accessoirement de dindons, de canards, pigeons dans la basse-cour. Chez la plupart des familles, la taille des troupeaux de volailles varie de 5 à 95 sujets, avec 5 à 20 adultes (Kabatange et Katule ; 1990 ; Traoré, 1997 ; Guèye, 2003).

3.1. Contraintes techniques liées à l'élevage de pintade

3.1.1. Mode d'élevage et habitat

Le système d'élevage le plus répandu est le mode traditionnel qui est intégré aux systèmes agro-pastoraux en tant qu'activité secondaire. L'élevage est du type extensif et pratiqué en totale liberté autour des concessions, sans distinction d'âge ou d'espèces (poules, pintades), et selon les techniques d'élevage rudimentaire. La taille des troupeaux est en général réduite et se situe entre 9 et 18 adultes en moyenne (Laurenson, 2002).

L'élevage de la pintade est intimement lié à celui de la poule. En effet, les

mauvaises performances de couveuse et de meneuse de la pintade font que ses œufs sont récupérés par les éleveurs dès leur ponte puis confiés aux poules qui en assurent l'incubation, ainsi que la conduite des pintadeaux jusqu'à l'âge de 2 à 3 mois, moment à partir duquel la jeune pintade cesse de suivre la poule meneuse. Cette pratique s'observe dans la plupart des pays de l'Afrique au sud du Sahara, même si certains éleveurs utilisent la pintade elle-même comme couveuse (Bessin *et al.*, 1998 ; Maganga et Haule, 1998 ; Branckaert et Gueye, 1999 ; Kitalyi, 1999 ; Obun, 2004 ; Saina, 2005). Dans ce système d'élevage, les animaux sont en divagation durant la journée et passent les nuits dans des abris sommaires ou dans la cour sur tout objet pouvant leur servir de perchoir (Bengaly, 1997). Dans ces abris (habitats) sommaires, les règles d'hygiène sont pratiquement absentes. Le nettoyage du plancher du poulailler se fait une fois l'an par exemple. Par ailleurs, le chauffage de l'habitat n'est pas assuré par les éleveurs. Or, les jeunes poussins tout comme les pintadeaux ont besoin d'une température optimale pour leur développement, leur système de thermorégulation étant inefficace pendant les premières semaines de la vie. Ce n'est que vers l'âge de 30 jours que celui du pintadeau devient efficace (Le Coz-Douin, 1992). La fourchette de température appropriée dans l'atmosphère d'un poulailler est de 27-29°C (Le Coz-Douin, 1992).

D'autres contraintes sont l'hétérogénéité et la densité des bandes d'oiseaux appartenant à un même éleveur. En effet, poussins, poules adultes, pintadeaux et pintades passent la nuit dans un même local. Un tel environnement pose le problème du non respect de la densité requise autorisant une circulation équitable de l'air à l'intérieur du local. On peut ainsi observer plus de 50 oiseaux au mètre carré contre la norme de 22 oiseaux au mètre carré, couramment utilisée en cages de ponte de type commercial (Sonaiya et Swan, 2004). Ce non respect des normes zootechniques et hygiéniques va conduire sans doute à une baisse de la productivité numérique des pintades et poules.

Dans les conditions précitées, les animaux sont aussi exposés aux prédateurs qui circulent la nuit, les serpents et les musaraignes notamment.

3.1.2. Reproduction

Dans ce système d'élevage en liberté, le *sex ratio* moyen couramment observé est de trois sujets femelles pour un mâle et la ponte commence entre 7 et 8 mois d'âge. La pintade connaît une ponte saisonnière (Ayorinde, 1991). Elle a lieu au cours de la période de la saison des pluies (avril-octobre) lorsque les animaux disposent de toute une diversité de végétaux et d'insectes pour se nourrir (Ayeni, 1983 ; Maganga et Haule, 1998). Ce qui montre que cet élevage a des limites. La période de ponte de la pintade au cours d'une saison est de 25 à 32 semaines, dans les conditions tropicales, alors qu'elle atteint 40 semaines dans les zones tempérées. La production d'œufs en une saison de ponte peut varier de 50 à 180, avec une moyenne de 75-80 œufs par femelle (Sanfo *et al.*, 2007 ; Dahouda *et al.*, 2008a ; Kondombo, 2008 ; Moussa Amadou *et al.*, 2010). Le sexage reste un problème avec la pintade tout comme l'ont rapporté Teye et Adam (2000) dans une enquête réalisée à Damongo au Ghana. Bien que, en général, la tête du mâle soit plus grosse, sa protubérance cornée plus développée, et ses barbillons, turgescents et écartés, ces différences sont toutefois légères (Le Coz-Douin, 1992 ; Umosen *et al.*, 2008). Cette difficulté de sexage fait qu'il existe des troupeaux où le nombre de pintades femelles dépasse largement le *ratio* de 3 pour 1 comme indiqué ci-dessus. Dans ces conditions, la probabilité de produire des œufs non fertiles est élevée, ce qui diminue d'autant la productivité de la pintade dans ces élevages.

3.1.3. Incubation des œufs de pintade

En zone rurale, la majorité des éleveurs utilisent la poule locale pour l'incubation des œufs de pintade avec une durée d'incubation variant entre 26 et 28 jours à une température de 37°C (Laurenson, 2002 ; Obun, 2004 ; Saina *et al.*, 2005 ; Sanfo *et al.*, 2007). Chaque couvée comprend de 15 à 20 œufs (Maganga et Haule, 1998 ; Laurenson, 2002). Le taux d'éclosion fréquemment obtenu dans ces élevages varie de 71 à 92 % (Laurenson, 2002 ; Saina *et al.*, 2005 ; Moussa Amadou *et al.*, 2010). Une étude, réalisée sur la pintade locale au Nigéria, a révélé qu'il existe des facteurs affectent la fertilité et l'éclosabilité des œufs de la pintade (Nwagu, 1997). Cet auteur a indiqué que de sévères déficiences

nutritionnelles de la pintade femelle, comme par exemple la biotine, la vitamine A et E, l'acide pantothénique sont à l'origine d'un retard de développement ou d'une mortalité au troisième jour d'incubation des pintadeaux. Les mauvaises manipulations des œufs et conditions de stockage, de température, d'humidité et/ou de ventilation, de même que les problèmes de *sex ratio* et de maturité des reproducteurs sont également considérés comme des facteurs dont il faut tenir compte pour optimiser la fertilité des œufs, poursuit le même auteur. Un *sex ratio* de deux femelles pour un mâle a été indiqué au Bénin (Laurenson, 2002), alors que ce paramètre est de trois femelles pour un mâle au Burkina Faso en élevage traditionnel (Hien *et al.*, 2001 ; Sanfo *et al.*, 2007). Toutefois du fait de la difficulté liée au sexage de la pintade, des éleveurs enregistrent des femelles dont le nombre peut être 2 ou 3 fois supérieur à la valeur indiquée dans le *sex ratio* précédent. Ce qui serait sans doute à l'origine d'une baisse de la fertilité des œufs produits dans ces élevages.

3.1.4. L'alimentation et l'abreuvement

Dans ce système d'élevage en totale liberté, les éleveurs donnent en général quelques poignées de mil, de sorgho, de maïs et/ou de riz, et des fragments de termitières aux animaux. Cet acte est surtout destiné à domestiquer les animaux en les habituant à revenir à la ferme après leur journée de divagation (Dahouda *et al.*, 2007). La plupart des éleveurs ne disposent pas de mangeoires et/ou abreuvoirs et les aliments sont servis directement à même le sol. Les abreuvoirs disponibles sont constitués le plus souvent des morceaux de canaris (marmites de fabrication locale) ou de morceau de bois sur lequel un creux est aménagé. Les oiseaux s'abreuvent également dans les mares, les marigots ou tout autre point d'eau se situant dans les environs immédiats de leur passage. Les oiseaux divaguent aux alentours des maisons durant la journée, puis élaborent leurs alimentation principalement à partir des restes de cuisine, d'insectes et de graines (Kabatange et Katule, 1990 ; Pandey, 1992 ; Dahouda *et al.*, 2007 ; Moussa Amadou *et al.*, 2010). Dans ces conditions d'alimentation et d'abreuvement, les animaux sont exposés en permanence aux infections et infestations. Durant la saison sèche, les pintades ont accès au cours de la divagation à des ressources alimentaires de faible qualité (Saina,

2005). Des observations similaires ont été faites au Bénin suite à une étude réalisée sur le contenu du jabot des pintades en élevage traditionnel (Dahouda *et al.*, 2008b). Ce travail a permis non seulement de connaître l'effet de la saison sur le régime alimentaire de la pintade divagante, mais aussi la qualité des aliments ingérés au cours de l'année en fonction des saisons. Pour éviter la concurrence alimentaire entre l'homme (l'éleveur) qui distribue les graines de céréales et les animaux qui les reçoivent, il serait souhaitable d'encourager la stratégie qui consiste à développer les ressources alimentaires non conventionnelles. Dans cette optique, de récentes études ont été réalisées. C'est ainsi que Dahouda et collaborateurs (2009) ont montré qu'il est possible d'incorporer des quantités significatives de graines de mucuna bouillies ou torréfiées dans l'alimentation des pintades adultes.

3.1.5. Performances pondérales de la pintade

L'intérêt économique de la pintade se mesure au poids à l'abattage, à l'âge d'entrée en ponte, à la quantité d'œufs produite par saison de ponte, à la période d'incubation, à la fertilité des œufs, à l'éclosabilité des œufs et au pourcentage de survie des pintadeaux (Ayorinde *et al.*, 1989 ; Nwagu et Alawa, 1995). Dans une étude récente au Burkina Faso, il a été rapporté que le nombre de pintades adultes par femelle par an est de $5,3 \pm 1,2$ témoignant la faible productivité de la pintade locale (Sanfo *et al.*, 2007). La souche ayant subi une sélection génétique et bénéficiant d'une alimentation équilibrée peut être abattue à l'âge de trois mois avec un poids viv de 1,5 kg permettant de réaliser ainsi 3 à 4 bandes de pintade de chair par an (Le Coz-Douin, 1992). La souche rustique élevée selon le système traditionnel villageois en Afrique au Sud du Sahara pèse 25 à 30 g à la naissance pour atteindre 100 à 400 g du 2^e au 3^e mois (Laurenson, 2002 ; Dahouda *et al.*, 2008a ; Dei *et al.*, 2009). À l'âge adulte, elle dépasse rarement 1500 g. Cette observation est en accord avec les travaux de Laurenson (2002) qui a rapporté un poids moyen de 1231 g chez des pintades adultes d'un an dans les conditions d'élevage en divagation. Cette valeur est proche de celles obtenues sur la même souche de pintade mais élevée en station (milieu amélioré par rapport au milieu villa-

geois) et recevant une alimentation formulée et distribuée *ad libitum* (Oke *et al.*, 2004 ; Dahouda *et al.* 2008a ; Sanfo *et al.*, 2008). Ceci suggère que les animaux en liberté auraient probablement réussi à sélectionner des aliments qui leur ont permis d'équilibrer leur ration. Le fait que les animaux élevés en station aient des poids comparables à ceux qui sont élevés en totale liberté montre le système d'élevage en claustration totale présente aussi des limites vis-à-vis de la souche de pintade bien que les aliments utilisés en station soient conformes aux recommandations de Larbier et Leclercq (1992) et de Sales et Du Preez (1997). Ceci pourrait être associé par le faible potentiel de croissance du matériel animal utilisé en station ou à un problème de consanguinité, ou par le stress lié à la claustration et à la température trop élevée. Malgré ces limites ci-dessus énumérés, il faut cependant reconnaître que l'élevage en milieu contrôlé présente des taux de mortalité plus faibles que ceux obtenus en liberté. Un de taux de mortalité 12 % a été enregistré en milieu contrôlé contre plus de 40 % enregistré en milieu rural sur des sujets de 0 à 6 mois d'âge (Dahouda *et al.*, 2008a).

3.1.6. La prédation et les accidents

Dans le mode traditionnel d'élevage de la volaille en milieu villageois, la prédation compte parmi les contraintes les plus importantes. Au Bénin, les prédateurs fréquemment incriminés dans les élevages des pintades sont : les serpents, les musaraignes, les chiens, les porcs, les cannes, les chats, les lézards (Dahouda *et al.*, 2007). En élevage traditionnel de poulet au Zimbabwe, les prédateurs rapportés sont les rapaces, les chats sauvages, les chiens domestiques, les serpents et les rats (Mc Ainshe *et al.*, 2004). Lors de la divagation certains oiseaux sont également écrasés par des véhicules. D'autres sont tués par des jeunes qui se livrent à la chasse de gibier à l'aide d'un instrument de fabrication artisanale (lance-pierre).

3.2. Principales pathologies infectieuses et parasitaires des pintades en élevage traditionnel

Les conditions générales d'élevage traditionnel des pintades en milieu villageois les exposent à de nombreux agents pathogènes, de nature bacté-

rienne, parasitaire et virale, toutes favorisées par les conditions particulières de nutrition et d'habitat. Sur le plan sanitaire, les poules locales ne sont pas non plus à l'abri des pathologies infectieuses et parasitaire malgré leur rusticité (Diabaté, 1987 ; Dembele *et al.*, 1996). Ces infections peuvent ensuite être transmises aux pintades.

De manière générale, certaines maladies ont été décrites chez la pintade. On peut citer la maladie de Newcastle, l'entérite transmissible, la maladie foudroyante, la proventriculite, pour les maladies virales ; la salmonellose à *Salmonella Gallinarum* pour les maladies bactériennes ; la capillarose dans le groupe des maladies parasitaires (Le Coz-Douin, 1992). La situation étant très peu connue en Afrique au sud du Sahara, seules quelques-unes ont été décrites. En effet, la plupart des études dans le domaine de l'infectiologie ont porté sur les parasites.

3.2.1. Maladies virales de la pintade

De plus en plus, on évoque les infections liées au virus de la maladie de Newcastle en Afrique au Sud du Sahara.

3.2.1.1. La maladie de Newcastle

En élevage traditionnel en Afrique au sud du Sahara, la dominante pathologique parmi les maladies virales est de loin la maladie de Newcastle qui affecte la poule (Guèye, 1998). Elle est à l'origine des mortalités atteignant 80-100 % des animaux dans certains élevages. Chez la pintade, la manifestation de cette maladie semble être diversement appréciée. Quelques souches lentogènes circulent dans les élevages de pintades en Europe (Le Coz-Douin, 1992). Cette maladie a été diagnostiquée par Durojaiye et Adene (1988) sur la pintade locale dans le système d'élevage intensif à Ibadan au Nigéria. Plus tard, dans ce même pays, l'apparition de foyers naturels de cette maladie avec des souches du type vélogène a été rapportée sur la pintade locale (Haruna *et al.*, 1993).

Par ailleurs, des inoculations expérimentales de deux souches cliniques de virus isolées de poules ou de pintades par voie oro-nasale à de jeunes pintadeaux de quatre semaines indemnes d'anticorps anti-virus de Newcastle ont démontré que, bien qu'elle soit sensible à la maladie, la pintade développe des signes cliniques de plus faible intensité par rapport aux poules.

De plus, les taux de mortalités enregistrés sont de 50 % chez les sujets infectés à l'aide de la souche isolée chez la poule, mais de 8 % seulement chez les sujets infectés à l'aide de la souche isolée chez la pintade suggérant que cette dernière est moins pathogène (Mishra *et al.*, 2001).

Les résultats des tests de séroprévalence de cette infection sur les pintades locales en élevage villageois montrent des différences selon le pays : 20 % au Burkina Faso (Bessin *et al.*, 1998), 13 % au Niger et au Bénin (Idi *et al.*, 2001 ; Boko, 2004). Quant aux poules, les études menées ont révélé que la séroprévalence se situe entre 60-65 % au Bénin (Chrysostome *et al.*, 1995 ; Dossa *et al.*, 2005) et au Niger (Courtecuisse *et al.*, 1990).

Au total, ces informations autorisent à conclure que la pintade est bien sensible à la maladie de Newcastle, mais à un degré moindre par rapport à la poule, celle-ci payant le plus lourd tribut dans un élevage traditionnel n'ayant pas bénéficié d'une couverture vaccinale. Rappelons que la non disponibilité de poules couveuses et meneuses affecte dangereusement la productivité de la pintade par une forte réduction de la production de pintadeaux.

3.2.1.2. La maladie de Gumboro

Des études réalisées par rapport à cette maladie dans les élevages traditionnels de volaille dans la sous-région ouest africaine. En effet, une enquête sérologique a été menée pour déterminer la prévalence d'anticorps contre la maladie de Gumboro chez des canards et des pintades locales élevés en élevage traditionnel au Nigeria. Le test s'est révélé négatif aussi bien pour les canards que pour les pintades (Mai *et al.*, 2004). En outre, dans ce même pays, un test de susceptibilité de la pintade par rapport à la maladie de Gumboro a été réalisé sur des pintadeaux locaux d'un mois d'âge dans une station de recherche où les oiseaux ont bénéficié des conditions d'élevage meilleur à celle observées en milieu rural (aliment rationnée, eau potable et chauffage...). L'inoculum a été administré par voie oculaire. Une légère dépression et un appétit transitoire d'une durée ne dépassant pas 24 heures a été observés sur 33 % des pintadeaux inoculés. Les observations morphométriques révèlent qu'aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les pintadeaux du

groupe contrôle et le groupe des infectés. Il a été conclu que les pintades ne sont pas susceptibles à la maladie de Gumboro, mais peuvent constituer un grand réservoir du virus de cette maladie pour les autres espèces de volaille élevées dans la même basse-cour qu'elles (Onyeanus *et al.*, 2009). Par ailleurs, des études de séroprévalence de cette maladie, conduites sur des poulets locaux dans les élevages traditionnels, ont révélé des prévalences de 47 % au Niger (Courtecuisse *et al.*, 1990) et de 84 % au Bénin (Dossa *et al.*, 2005). Ces études témoignent que les poulets sont plus vulnérables à cette maladie dans les élevages traditionnels.

3.2.2. Maladies bactériennes

Plusieurs maladies bactériennes ont été décrites chez la pintade, mais la salmonellose et la colibacillose sont considérées comme les pathologies bactériennes les plus fréquemment observées.

3.2.2.1. La salmonellose

La salmonellose est provoquée par une bactérie du genre *Salmonella*, une bactérie pathogène intracellulaire facultative causant des infections locale ou systémique et qui appartient à la famille *Enterobacteriaceae*. Selon Grimont et Weill (2007), le genre *Salmonella* comprend actuellement 2500 sérovars appartenant à deux espèces : (i) *Salmonella enterica* qui compte 6 sous-espèces (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houte-nae*, *indica*), (ii) *Salmonella bongori*. La sous-espèce *enterica* comprend, à elle seule, près de 99 % des souches isolées chez l'homme et les animaux à sang chaud. Cette espèce a la possibilité d'être hébergée par un grand nombre d'hôtes différents (mammifères, oiseaux, hommes) et la faculté de survivre pendant de longues périodes en dehors de l'hôte.

En aviculture, il existe deux types d'infection due à *Salmonella enterica subsp. Enterica* : (i) les infections par le sérovar spécifique Gallinarum/Pullorum (sans flagelle) responsable de la fièvre typhoïde (Carli *et al.*, 2001 ; Shivaprasad et Barrow, 2008), (ii) les infections par des sérovars ubiquistes, mobiles, impliqués surtout dans la problématique de l'hygiène des denrées alimentaires (Gast, 2008).

La salmonellose à *Salmonella* Gallinarum/Pullorum se

manifeste en aviculture traditionnelle sub-saharienne. Elle a été révélée chez les poulets à travers des séroprévalences qui varient de 5,8 % à 15 % (Bell *et al.*, 1990 ; Courtecuisse *et al.*, 1990 ; Chrysostome *et al.*, 1995 ; Arbelot *et al.*, 1997 ; Mourad *et al.*, 1997). Par contre, très peu de données ont été publiées sur cette salmonellose chez les pintades dans les élevages traditionnels au sud du Sahara. En effet, au Bénin, Chrysostome (1993) indiquent une séroprévalence de 22 % de *Salmonella* Gallinarum/Pullorum pour les pintades en milieu villageois, sans qu'un isolement de ce germe n'ait été réalisé au laboratoire. Au Nigéria, il a été rapporté que *Salmonella* Gallinarum/Pullorum est l'une des causes probables de la mortalité embryonnaire, de l'infertilité et de la réduction de l'éclosabilité des œufs de pintades (Nwagu, 1997).

En dehors du sérotype Gallinarum/Pullorum reconnu comme étant spécifique à la volaille, il existe d'autres sérovars moins ou non spécifiques, également responsables du développement d'infections des volailles (oiseaux) et, de plus, impliqués dans des problèmes de santé publique via la consommation de denrées alimentaires d'origine animale. Les mauvaises conditions de l'environnement, l'intervention des infections virales et bactériennes intercurrentes et le parasitisme élevé jouent un rôle important dans la sévérité de ces infections chez la volaille.

Pathogénie de l'infection à *Salmonella*

Les facteurs de virulence identifiés chez les salmonelles sont à déterminisme chromosomique ou plasmidique (Grimont *et al.*, 1994).

Colonisation de l'organisme par *Salmonella*

En général, l'infection par la bactérie débute par son ingestion par voie orale. *Salmonella* est tout à fait capable de survivre à l'acidité de l'estomac et peut donc passer dans l'intestin (Kwon et Rieke, 1998). Les caeca constituent le site le plus important pour la colonisation intestinale chez la volaille (Desmidt *et al.*, 1997 ; 1998). Les bactéries s'attachent ensuite aux cellules épithéliales. L'attachement aux cellules cibles, étape nécessaire à la colonisation et à la pénétration dans les cellules, est sous la dépendance d'au moins trois types d'appendices dont les plus communs sont les pili de

type 1. Mais cette interaction initiale entre pathogène et cellules épithéliales à travers le processus d'attachement demeure sommairement connue (Barrow *et al.*, 2010). Par ailleurs, il existe des plasmides de virulence qui sont essentiels pour procéder à la colonisation et ont été trouvés dans la plupart des sérotypes associés aux maladies systémiques (Barrow *et al.*, 2010). Les plasmides de virulence chez *Salmonella* codent pour un complexe protéique situé sur la paroi de la bactérie, qui permet à la bactérie d'adhérer sur des récepteurs hydrocarbonnés situés à la surface de certaines cellules (Singleton, 2005).

a) invasion : la phase intestinale

Après la phase d'attachement, la bactérie peut envahir les cellules épithéliales. L'invasion des cellules épithéliales constitue une étape cruciale dans la pathogénèse. Au moment où la bactérie s'attache à la cellule épithéliale du caecum, elle injecte une série de protéines bactériennes dans la cellule de l'hôte par le biais du système de sécrétion de type 3 (TSS). Ces protéines sont codées par l'îlot de pathogénicité numéro 1 (*Salmonella* Pathogenicity Island, SPI-1) (Zhou et Galán, 2001). Ce système de sécrétion de type 3 est constitué d'une sorte d'« aiguille » sur la membrane externe de la bactérie dont la fonction est d'injecter des protéines de la bactérie dans la cellule eucaryote (Hueck, 1998 ; Galan et Collmer, 1999 ; Cornelis et Van Gijsegem, 2000). L'effet principal des protéines injectées est une réorganisation du squelette de la cellule épithéliale afin de pouvoir pénétrer la cellule. Après ce processus, la bactérie se retrouve dans une vacuole à l'intérieur de la cellule. Ce phénomène génère un environnement dans lequel la bactérie peut se multiplier à l'abri du système immunitaire de l'hôte. Les protéines codées par le SPI-1 sont également impliquées dans l'attraction des cellules immunitaires de l'hôte vers la paroi intestinale (Van Immerseel *et al.*, 2002). Les macrophages peuvent ingérer les bactéries qui passent à travers la muqueuse caecale, ce qui constitue le début de la phase systémique de l'infection.

b) invasion : la phase systémique

Les bactéries sont ingérées par les macrophages de la sous-muqueuse par phagocytose. *Salmonella* peut y survivre et se multiplier dans les phagosomes. Les macrophages peuvent

passer dans le sang et se disséminer vers les organes tels que le foie et la rate, où ils se retrouvent en abondance (Barrow, 1999). La multiplication de *Salmonella* dans les macrophages est sous le contrôle du système de sécrétion de type 3 (TSS) codé par l'îlot de pathogénicité 2 (SPI-2). Ce TSS SPI-2 a également la structure d'une « aiguille » par laquelle des protéines de la bactérie sont injectées à travers la membrane de la vacuole de phagocytose (Hensel, 2000). Ces protéines vont inhiber la fusion entre la vacuole contenant des *Salmonella* et le lysosome (qui contient des substances toxiques pour la bactérie). Ainsi le terrain reste favorable à la multiplication des bactéries.

e) polysaccharide capsulaire

L'antigène Vi (Typhi, Paratyphi c, Dublin) est un polysaccharide capsulaire protégeant les bactéries de l'action opsonisante du complément.

d) lipo-polysaccharide

L'antigène O joue un rôle important en protégeant les bactéries du système du complément par inhibition de la fixation du complexe d'attaque des membranes dans les membranes bactériennes. Les mutants dépourvus d'antigène O (mutant « rough ») sont avirulents ou moins virulents. Le lipide A ou endotoxine est indirectement responsable de la fièvre, de l'anorexie, de l'abattement et du choc septique, observés lors des septicémies, en provoquant la libération de cytokines par les macrophages.

e) synthèse des toxines

En dehors de l'endotoxine, les salmonelles peuvent synthétiser une cytotoxine thermolabile de 26 kDa identifiée chez les sérotypes *Choleraesuis*, *Enteritidis*, *Typhi*, *Typhimurium* et une entérotoxine thermolabile identifiée chez les sérotypes *Typhi*, *Typhimurium*, Saint Paul apparentée immunologiquement et fonctionnellement à la toxine cholérique de *Vibrio cholerae* et à la toxine LT de *Escherichia coli* (Euzébi, 1997).

f) Système de captation du fer

Le fer est un élément indispensable à la multiplication des salmonelles. Elles synthétisent des systèmes de captation de fer ou sidérophores, leur permettant d'entrer en compétition avec la transferrine (fer dans le sérum), la lactoferrine (fer dans les sécrétions) ou l'ovotransferrine (fer dans les œufs).

3.2.2.2. La colibacillose

La colibacillose est une infection bactérienne due à *Escherichia coli* (*E. coli*) une bactérie Gram-négative asporulée, appartenant aussi à la famille *Enterobacteriaceae*. *E. coli*, peut pousser en aérobie ou en anaérobiose. Contrairement aux mammifères, *E. coli* provoque peu d'entérite chez les oiseaux. Les colibacilles réputés pathogènes sont des hôtes normaux du tube digestif aviaire qui s'installent sur des lésions préexistantes qui colonisent l'appareil respiratoire affaibli par une atmosphère viciée, des poussières d'élevage, des agents biologiques comme le virus de la bronchite infectieuse, le virus de la maladie de Newcastle, le virus de la maladie de Gumboro et/ou *Mycoplasmagallisepticum* (Villate, 2001 ; Nakamura *et al.*, 1992). Ces souches d'*E. coli*, désignées par le terme « *Avian Pathogenic E. coli* (APEC) », se disséminent ensuite dans plusieurs organes internes et causent la colibacillose caractérisée par une infection systémique et fatale (La Ragione et Woodward, 2002 ; Barnes *et al.*, 2008). L'intervention unique du colibacille en pathologie aviaire est rare et n'est le fait que de souches très virulentes (Villate, 2001).

Très peu de colibacilles (10 % à 15 %) de la flore normale du tube digestif des oiseaux sont réputés pathogènes. Ces souches sont caractérisées par l'appartenance à un nombre restreint de sérotypes et par la production de propriétés spécifiques de virulence (Dho-Moulin et Fairbrother, 1999).

La plupart des espèces aviaires sont susceptibles à la colibacillose. Les signes cliniques sont souvent rapportés sur les poulets, les dindons et les canards. Des infections naturelles ont aussi été rapportées sur les cailles, les faisans, les pigeons, les pintades (Barnes *et al.*, 2008). Les jeunes oiseaux sont plus fréquemment affectés et la sévérité de la maladie est plus importante chez ces jeunes sujets.

À ce jour cependant, la colibacillose en aviculture villageoise n'a pas été décrite concrètement. Même si des isollements ont été réalisés à partir d'une proportion importante de pintadeaux morts dans les élevages villageois respectivement au Burkina Faso (24 %) et au Bénin (33 %) (Bessin *et al.*, 1998 ; Boko *et al.*, 2011), les sérotypes et les pathotypes moléculaires restent à effectuer pour mieux

connaître le statut de ces colibacilles par rapport aux pathologies observées.

Pathogénie de l'infection à *E. coli*

a) colonisation de l'organisme par *E. coli*

La contamination se fait par voie respiratoire à partir des fientes séchées en suspension. Les poussières pénètrent dans les voies respiratoires jusqu'aux sacs aériens dont elles traversent la paroi et se disséminent ensuite via la circulation sanguine dans plusieurs organes internes causant ainsi une colibacillose systémique fatale pour les animaux (Dho-Moulin et Fairbrother, 1999 ; Barnes *et al.*, 2008). Des études ont montré que les sérotypes O1, O2, O78 pathogènes aviaires reconnus et fréquemment isolés. Il existe aussi d'autres sérotypes qui sont représentés de manière significative : O8, O15, O18, O35, O88, O109, O115 et O116 (Dho-Moulin *et al.*, 1990 ; Blanco *et al.*, 1997 ; Dho-Moulin et Fairbrother, 1999 ; Barnes *et al.*, 2008).

Plusieurs facteurs sont à l'origine de la virulence des souches APEC. Parmi ceux-ci on peut citer, les adhésines-fimbriaires ou afimbriaires.

Des études ont été réalisées essentiellement sur les fimbriae de type 1 et de type P. *In vivo*, les fimbriae de type 1 sont exprimés surtout dans la trachée, les poumons et les sacs aériens. Leur expression ne fut jamais observée dans d'autres organes ni dans le sang (Dozois *et al.*, 1994). Le rôle des fimbriae de type P reste encore à définir. Selon Dozois et collaborateurs (1992), la présence des fimbriae de type P est significativement plus fréquente chez les souches isolées de poulets septicémiques que chez des souches isolées de poulets sains.

Il existe aussi une adhésine afimbriaire dénommée hémagglutinine thermosensible (Tsh). Il a été montré que le gène *tsh* d'une souche APEC de poulet est localisé sur un plasmide et associé préférentiellement à ces souches alors qu'il ne se retrouve pas chez des souches d'*E. coli* isolées de fèces d'animaux sains (Provence et Curtiss, 1994). Selon Dozois et collaborateurs (2000), l'hémagglutinine peut contribuer au développement des lésions dans les sacs aériens, mais n'est pas nécessaire à la bactérie pour coloniser l'ensemble des organes internes de l'animal et pour créer des lésions de péricardite, périhépatite et induire de la septicémie.

Des études menées par Stordeur et collaborateurs (2002) ont permis de mettre en évidence la présence de gènes codant pour d'autres adhésines fimbriaires Sfa (F17), ou afimbriaires (Afa8) qui jusque là étaient observées chez les mammifères (Mainil *et al.*, 1997 ; 2000). Toutefois, le rôle de ces adhésines F17 et afa8 n'a pas été élucidé (Stordeur *et al.*, 2004).

b) résistance au sérum

Différentes structures bactériennes comme la capsule, le lipopolysaccharide, certaines protéines de la membrane externe des souches APEC, régulent la résistance à l'effet bactéricide du complément dans le sérum en empêchant le dépôt du complexe d'attaque membranaire dans la membrane externe.

f) aérobactine

La plupart des souches APEC (73-98 %) possède le système d'acquisition du fer appelé aérobactine, alors que les souches non pathogènes le produisent moins fréquemment (Lafont *et al.*, 1987 ; Emery *et al.*, 1992). Le rôle principal de ce système serait de permettre aux bactéries de se multiplier dans le sang ou les organes autres que l'intestin (Wooley *et al.*, 2000).

g) les toxines d'*E. coli*

Les APEC tendent à être moins toxigènes que les *E. coli* pathogènes pour les mammifères (Blanco *et al.*, 1997). Les toxines classiques d'*E. coli* ne semblent donc jouer aucun rôle dans la pathogénie des souches APEC.

3.2.3. Maladies parasitaires

L'importance des maladies parasitaires en élevage de volaille en milieu villageois est souvent négligée, alors qu'elles contribuent tout au moins indirectement dans la baisse de la productivité des oiseaux.

3.2.3.1. Les parasites internes (endoparasites)

Les helminthes sont les plus importants et les plus communs endoparasites chez la volaille en divagation, spécialement les nématodes et les cestodes. Les résultats des examens helminthologiques réalisés après autopsie de poulets élevés selon le mode d'élevage en divagation indiquent des prévalences de 36 % pour *Ascaridia galli* et de 46 % pour *Raillietina tetragona* en Ethiopie (Eshetu *et al.*, 2001). Des études réalisées au Bénin sur des pintades locales adultes apparemment

saines indiquent des prévalences de 96 % de nématodes et de 20 % de cestodes par inventaire du parasitisme du tube digestif et de la trachée, Salifou et collaborateurs (2003) et de 88 % pour *Ascaris sp* et 74 % pour *Syngamus sp* par examen coprologique (Boko, 2004). Dans les élevages villageois de pintades, des associations d'infestations par les helminthes sont de règle : « *ascaris-capilaria* » (14 %) et « *ascaris-syngamus* » (31 %) (Chrysostome, 1997 ; Boko *et al.*, 2011). De telles prévalences de ces parasites dans le tractus digestif des volailles créent une concurrence au niveau des nutriments assimilables par les volailles et les parasites qui cherchent à survivre. Ces prévalences extrêmement élevées seraient liées aux modes d'élevage tels que décrits plus haut, dans lesquels les éleveurs investissent très peu pour les soins aux animaux et n'assurent presque pas le nettoyage des poulaillers dans lesquels poulets et pintades excrètent les matières fécales au quotidien. Dans cette atmosphère, la re-infestation des animaux partageant le même habitat la nuit serait une évidence permanente.

Il est à noter qu'en dehors des helminthes, il y a une présence des ookystes coccidiens dans les ceca, et mis en évidence par la coprologie. Il est cependant souvent difficile de mesurer l'incidence de cette protozoose d'autant plus que dans la plupart des cas, elle est associée à d'autres maladies. Une étude réalisée dans les élevages traditionnels de pintade au Bénin a permis d'obtenir une prévalence de 32 % d'ookyste coccidiens (Boko, 2004). Une prévalence de 38 % de ce parasite a été rapportée par Sylla et collaborateurs (2011) dans son étude réalisée sur les poulets et les pintades en élevage traditionnels au Mali. Ces différentes valeurs indiquées montrent que, négliger ce parasitisme serait une erreur dans l'élevage.

3.2.3.2. Les parasites externes (ectoparasites)

Chez les volailles en divagation, on peut observer des poux, des acariens et des tiques. Une étude conduite au nord-est du Bénin par Salifou et collaborateurs (2004) a permis d'enregistrer des prévalences de 63 % pour *Goniodes meleagridis* et *Lipeuruscajonis* (poux) et de 30 % de *Hyalomma sp* (acariens). Trois ans plus tard, la présence de ces parasites a été révélée sur les pintades par Salifou et collaborateurs (2007)

dans une étude réalisée sur les oiseaux de la basse cour dans le nord-ouest du Bénin. Par ailleurs, dans la soue région, une étude similaire a été réalisée au Burkina Faso sur les parasites externes de poulets, pintade, dindons en élevage traditionnel a révélé une infestation non seulement sur poulets mais également des pintades par *Argas persicus* (Hien *et al.*, 2011). Au Sénégal, une étude a révélé la présence des larves d'*Argas persicus* durant toutes les saisons de l'année sur les poulets en élevage traditionnel villageois (Guèye *et al.*, 2004). Ces données témoignent de la circulation des ectoparasites ci-dessus cités dans les élevages traditionnels de la pintade dans ces pays respectifs. Ces ectoparasites exercent une action mécanique qui se traduit par les irritations produites par ceux-ci et qui peuvent empêcher la volaille de s'alimenter normalement et, donc, être à l'origine des retards de croissance dans les élevages. Ceci montre que les ectoparasites peuvent constituer une menace permanente pour ce type d'élevage. Il importe de procéder à des contrôles permettant d'apprécier la prévalence de ceux-ci quitte à réaliser des traitements adéquats pour soulager les animaux et leur permettre d'exprimer au mieux leur performance dans ce système d'élevage.

4. CONCLUSION

Le développement de l'élevage de la volaille locale (poulet et pintade) maintenue dans le mode de production traditionnel extensif en Afrique subsaharienne connaît de nombreuses contraintes qui contribuent à une faible productivité. Ces contraintes sont d'ordre sanitaire et technique (alimentation, mode d'élevage, hygiène). Bien qu'à des degrés différents du poulet, la pintade est aussi sensible à de nombreuses pathologies d'une façon générale : (i) les maladies virales (la maladie de Newcastle), (ii) les maladies bactériennes (la salmonellose et la colibacillose), (iii) les helminthes gastro-intestinaux et (iv) les parasites externes. En Afrique sub-saharienne, très peu de données de terrain sont disponibles sur ces différentes maladies. Des études plus poussées méritent donc d'être entreprises pour compléter les relativement maigres connaissances actuelles et pour construire les bases d'une meilleure connaissance afin d'améliorer les performances de production des pintades.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail nous adressons nos reconnaissances à l'Etat béninois ainsi que l'Agence universitaire de la Francophonie à travers son programme Horizon francophone pour leur soutien financier. Nos reconnaissances vont également à l'endroit du Dr Vandemput Sandrine, Responsable scientifique de l'Antenne vétérinaire de la Bibliothèque des Sciences de la Vie (Université de Liège) pour son aide lors nos recherches bibliographiques.

SUMMARY

Constraints against rural poultry (chickens, and guinea fowl) in sub-Saharan scavenging breeding were reviewed. In the both species, lower productivity is associated to technical and sanitary constraints. Guinea fowl breeding is intimately depending on poultry breeding in the scavenging system in the area.

On a sanitary point of view, colibacillosis, salmonellosis and Newcastle have been reported. Newcastle disease most affects

chickens than guinea fowl. *Salmonella Gallinarum* seroprevalence reached 5,8 to 22,3% in both species. This suggests the presence of this strain in rural breeding, although the prevalence was lower than the values observed in the same exotic species. The importance of parasitic infestations was also reported.

In order to increase productivity in rural poultries, feed improvement, hygienic and sanitary preventive program have to be applied.

BIBLIOGRAPHIE

- AGWUNOBI N.L., EKPENYONG E.T. Nutritive and economic value of guinea fowl (*Numida meleagris*) production in developing countries. *J. Sci. Food Agric.*, 1990, **52**, 301-308.
- ARBELOT B., DAYON J.F., MAMIS D., GUEYE J.C., TALL F., SAMB H. Enquête sérologique sur la prévalence des principales pathologies aviaires au Sénégal. Institut sénégalais de recherches agricoles, Laboratoire de pathologies aviaires : Dakar, 1997, 9 p.
- AYENI J.S.O. Studies of grey breasted helmet guinea fowl (*Numida meleagris galeata pallas*) in Nigeria. *World Poult. Sci. J.*, 1983, **39**, 143-151.
- AYORINDE K.L. Guinea fowl (*numida meleagris*) as a protein supplement in Nigeria. *World Poult. Sci. J.*, 1991, **47**, 21-26.
- AYORINDE K.L., AYENI J.S.O., OLUYEMI J.A. Laying characteristics and reproductive performance of four indigenous helmeted guinea fowl varieties (*Numidia meleagris galeata pallas*) in Nigeria. *Trop. Agric.*, 1989, **66**, 277-280.
- BARNES H.J., LISA K.N., VAILLANCOURT J.P. Colibacillosis. In: Saif Y.M., Fadly A.M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. (eds), Diseases of poultry. 12th Ed. Blackwell Publishing : Ames, 2008, 691-716.
- BARROW P.A. Virulence of *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis*. In : Saeed A.M. (ed.), *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* in humans and animals. Iowa State University Press : Ames, 1999, 173-181.
- BARROW P.A., JONES M.A., THOMSON N. *Salmonella*. In : Gyles C.L., Prescott J.F., Songer J.G., Thoen C.O. (eds), Pathogenesis of bacterial infections in animals. Fourth Ed. Wiley-Blackwell Publishing : Ames, 2010, 231-265.
- BELCO L.B.K. Contribution à l'étude des modes actuels et de l'importance socioéconomiques de l'élevage de pintade au Bénin. (Thèse d'Ingénieur Agronome). Université nationale du Bénin : Cotonou, 1985, 143 p.
- BENGALY K. Amélioration de l'aviculture villageoise: cas de la zone du Mali-Sud. In: Proceedings International Network for Family Poultry Development (INFPD) workshop, M'Bour, Sénégal, 9-13 décembre 1997, 1997, 72-78.
- BELL J.G., KANE M., LEJAN C. An investigation of the disease status of village poultry in Mauritania. *Prev. Vet. Med.*, 1990, **8**, 291-294.
- BESSIN R., BELEM A.M.G., BOUESSINI H., COMPAORE Z., KABORET Y. Enquête sur les causes des mortalités des pintadeaux au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1998, **51**, 87- 93.
- BOKO K.C. Contribution à l'amélioration de l'élevage villageois de la pintade locale dans le Département du Borgou, nord-est du Bénin. (Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes spécialisées en Gestion des Ressources animales et végétales en Milieux tropicaux). Université de Liège : Liège, 2004, 40 p.
- BOKO C.K., KPODEKON M.T., FAROUGOU S., DAHOUDAM., YOUSAO A.K.I., APLOGAN G.L., ZANOU J., MAINIL J.G. Farmer perceptions and pathological constraints in helmeted guinea fowl farming in the Borgou Department in North-East Benin. *Afr. J. Agric. Res.*, 2011, **6**, 2348-2357.
- BLANCO J.E., BLANCO M., MORA A., BLANCO J. Production of toxins (enterotoxins, verotoxins, and necrotoxins) and colicins by *Escherichia coli* strains isolated from septicemic and healthy chickens: relationship with in vivo pathogenicity. *J. Clin. Microbiol.*, 1997, **35**, 2953-2957.
- BRANCKAERT R.D.S., GUEYE E.F. FAO's program for support to family poultry production. In : Proceedings of a Workshop: Poultry as a Tool in Poverty Eradication and Promotion of Gender Equality held, Tuncelboskole, March 22-26 1999, 1999, 244-256.
- CARLI K.F., UNAL C.B., CANER V., EYIGOR A. Detection of

- Salmonellae* in chicken faeces by a combination of Tetrathionate broth enrichment, Capillary PCR and Capillary Gel Electrophoresis. *J. Clin. Microbiol.*, 2001, **39**, 1871-1876.
- CHRYSTOSTOME C. Possibilités et problèmes liés à l'élevage de la pintade en milieu villageois. In : Production avicole villageoise en Afrique, International workshop, Rabat (Morocco), 7-11 May 1993, 1993, 57-65.
- CHRYSTOSTOME C., ALLARD P., DEMEY F., BELL J.G., WERTHNER J.P. Enquête sérologique et parasitologique sur la pintade en élevage villageois au Bénin. In : Deuxième journée de la recherche avicole, Tours, 8-10 avril 1997, 1997, 73-76.
- CHRYSTOSTOME C.A.M., BELLE J.G., DEMEY F., VERHUST A. Serosurveillance of three diseases in village chickens in Benin. *Prev. Vet. Med.*, 1995, **22**, 257-261.
- CORNELIS G.R., VAN GIJSEGEM F. Assembly and function of type III secretory systems. *An. Rev. Microbiol.*, 2000, **54**, 735-774.
- COURTECUISSÉ C., JAPIOT F., BLOCH N., DIALLO I. Enquête sérologique sur la maladie de Newcastle et de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez les poules de race locale au Niger. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1990, **43**, 27-29.
- DAHOUDA M. Elevage de la pintade locale dans le Département du Borgou au Bénin : comparaison des caractéristiques de production en station et en milieu rural. (Mémoire de DEA). Université de Liège : Liège, 2003, 35 p.
- DAHOUDA M., TOLEBA S.S., YOUSAO A.K.I., BANIKOGUI S., YACOUBOUABOUBAKARI S., HORNICK J.L. Guinea fowl rearing constraints and flock composition under traditional management in Borgou Department, Benin. *Family Poult.*, 2007, **17**, 3-14.
- DAHOUDA M., SENOU M., TOLEBA S.S., BOKO C.K., ADANDEDJAN J.C., HORNICK J.L. Comparaison des caractéristiques de production de la pintade locale (*Meleagris numida*) en station et dans le milieu villageois en zone soudano guinéenne du Bénin. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2008a, **20**, 12.
- DAHOUDA M., TOLEBA S.S., YOUSAO A.K.I., MAMA ALI A.A., HAMBUECKERS A., HORNICK J.-L. Seasonal variations in the crop contents of scavenging Helmeted Guinea Fowls (*Numida meleagris*, L) in Parakou (Benin). *Br. Poult. Sci.*, 2008b, **49**, 751-759.
- DAHOUDA M., TOLEBA S.S., YOUSAO A.K.I., MAMA ALI A.A., DANGOU-SAPOHO R.K., AHOUNOU S.G., HAMBUECKERS A., HORNICK J.-L. The effects of raw and processed *Mucuna pruriens* seed based diets on the growth parameters and meat characteristics of Benin local guinea fowl (*Numida meleagris*, L). *Int. J. Poult. Sci.*, 2009, **8**, 882-889.
- DEI H.K., ALIDU, I., OTCHERE, E.O., DONKOH, A., BOAMPONSEM, K. AND ADAM, I. Improving the brooding management of local guinea fowl (*Numida meleagris*). *Family Poult.*, 2009, **18**, 3-8.
- DEMBELE P., GNOUMOU D., FREDERIC P. L'élevage de la pintade au Burkina Faso. *Bull. Réseau Doc. Elev.*, 1996, **8** : n° 4 spécial octobre.
- DESMIDT M., DUCATELLE R., HAESBROUCK F. Pathogenesis of *Salmonella enteritidis* phage type four after experimental infection of young chickens. *Vet. Microbiol.*, 1997, **56**, 99-109.
- DESMIDT M., DUCATELLE R., MAST J., GODDEERIS B.M., KASPERS B., HAESBROUCK F. Role of the humoral immune system in *Salmonella enteritidis* phage type four infection in chickens. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 1998, **63**, 355-367.
- DHO-MOULIN M., FAIRBROTHER J.M. Avian Pathogenic *Escherichia Coli* (APEC). *Vet. Res.*, 1999, **30**, 299-316.
- DHO-MOULIN M., VAN DEN BOSCH J.F., GIRARDEAU J.P., BREE A., BARAT T., LAFONT J.P. Surface antigens from *Escherichia coli* O2 and O78 strains of avian origin. *Infect. Immun.*, 1990, **58**, 740-745.
- DIABATE B. Etude de l'aviculture villageoise en zone Mali-Sud: cas des villages de Djinigorola et Yaban. (Mémoire Ingénieur Sciences appliquées). Institut Polytechnique rural de Katibougou : Bamako, 1987, 48p.
- DOSSA S.C., SAVI R.A., SALIFOU S., DOSSOU-GBETE G.S.O., MENSAH S.E. Profils sérologiques des poulets d'élevages traditionnels au Bénin. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2005, **3**, 27-31.
- DOZOIS C.M., CHANTELOUP N., DHO-MOULIN M., BREE A., DESAUTELS C., FAIRBROTHER J.M. Bacterial colonization and in vivo expression of F1 (type 1) fimbrial antigens in chickens experimentally infected with pathogenic *Escherichia coli*. *Avian Dis.*, 1994, **38**, 231-239.
- DOZOIS C.M., DHO-MOULIN M., BREE A., FAIRBROTHER J.M., DESAUTELS C., CURTISS R. Relationship between the Tsh autotransporter and pathogenicity of avian *Escherichia coli* and localization and analysis of the Tsh genetic region. *Infect. Immun.*, 2000, **68**, 4145-4154.
- DOZOIS C.M., FAIRBROTHER J.M., HAREL J., BOSSE M. Pap and pil-related DNA sequences and other virulence determinants associated with *Escherichia coli* isolated from septicemic chickens and turkeys. *Infect. Immun.*, 1992, **60**, 2648-56.
- DUROJAIYE O.A., ADENE D.F. Newcastle disease and egg drop syndrome '76 in guinea fowls (*Numida meleagris galeata Pallas*). *Zentralbl. Veterinarmed. B*, 1988, **35**, 152-154.
- EMERYD A., NAGARAJA K.V., SHAW D.P., NEWMAN J.A., WHITE D.G. Virulence factors of *Escherichia coli* associated with colisepticemia in chickens and turkeys. *Avian Dis.*, 1992, **36**, 504-511.
- ESHETU Y., MULUALEM E., IBRAHIM H., BERHANU A., ABERRA K. Study of gastrointestinal helminths of scavenging chickens in four rural districts of Amhara region, Ethiopia. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2001, **20**, 791-796.
- EUZEBY J.P. Les salmonelles et les salmonelloses aviaires dues aux

- sérovars ubiquistes. *Rev. Méd. Vét.*, 1997, **148**, 61-76.
- FAYE B., ALARY V. Les enjeux des productions animales dans les pays du sud. *INRA Prod. Anim.*, 2001, **14**, 3-13.
- GALÁN J.E., COLLMER A. Type III secretion machines: bacterial devices for protein delivery into host cells. *Science*, 1999, **284**, 1322-1328.
- GAST R.K. Paratyphoid infections. In : Saif Y.M., Fadly A.M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. (eds), *Diseases of poultry*. 12th Ed. Blackwell Publishing : Ames, 2008, 636-665.
- GRIMONT P.A.D., GRIMONT F., BOUVET P.J.M. *Salmonella*. In : Freyney J., Renaud F., Hansen W., Bollet C. (eds), *Manuel de bactériologie clinique*, volume 2. 2^e édition. Elsevier : Paris, 1994, 1017-1042.
- GRIMONT P.A.D., WEILL F.-X. Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars. 9th edition. World Health Organization Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*, Institut Pasteur : Paris, 2007, 166 p.
- GUÈYE E.H.F. Village egg and fowl meat production in Africa. *Worlds Poult. Sci. J.*, 1998, **54**, 73-86.
- GUÈYE E.F. The role of family poultry in poverty alleviation food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook Agric.*, 2000, **29**, 129-136.
- GUÈYE E.F. Gender issues in family poultry production systems in low-income food-deficit countries. *Am. J. Alternative Agr.*, 2003, **18**, 185-195.
- GUÈYE E.F. La nécessité de repenser les approches pour le développement de l'élevage, avec un accent particulier sur les volailles et les petits ruminants. In : Réseau pour le Développement de l'Aviculture Villageoise (Ed.), *Atelier Régional sur « Le rôle de la volaille villageoise et des petits ruminants dans la réduction de la pauvreté et la facilitation de la sécurité alimentaire »*. Ouagadougou, 7-8 novembre 2005, 2005, 1-23.
- GUÈYE A., SYLLA M., DIOUF A., TOURE I., CAMICAS J.L. Distribution et variations d'abondance saisonnières d'*Argas persicus* au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2004, **57**, 65-70.
- HARUNA E.S., SHAMAKI D., ECHEONWU G.O.N., MADJIYABGE K.A., SHUAIBU Y., DU D.R. A natural outbreak of Newcastle disease in Guinea-fowl (*Numida meleagris galeata*) in Nigeria. *Rev. - Off. Int. Epiz.*, 1993, **12**, 887-893.
- HENSELM. *Salmonella* pathogenicity island 2. *Mol. Microbiol.*, 2000, **36**, 1015-1023.
- HIEN O.C., DIARRAB., DABIRE R., WANGRAWA J., SAWADOGO L. Effects of external parasites on the productivity of poultry in the traditional rearing system in the sub-humid zone of Burkina Faso. *Int. J. Poult. Sci.*, 2011, **10**, 189-196.
- HIEN O.C., NIANOGO A.J., SAWADOGO L. L'élevage traditionnel de la pintade locale dans la zone centre-ouest du Burkina. *Sci. Tech. Sci. Nat. Agron.*, 2001, **25**, 2.
- HORMAN D. Chicken connection : le poulet africain étouffé par l'Europe. Gresea : Bruxelles, 2004, 136 p.
- HUECK C.J. Type III secretion systems in bacterial pathogens of animals and plants. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 1998, **62**, 379-433.
- IDI A., MAIKANO I., BAKO I., GARBA D., NDOMBA N. Serological and parasitological survey on local guinea fowl at village level in Niger. *Bull. RIDAF*, 2001, **11**, 11-18.
- KABATANGE M.A., KATULE A.M. Rural poultry production systems in Tanzania. In : Sonaiya, E.B. (ed.), *Proceedings of an International Workshop on Rural Poultry Development in Africa*, Ile-Ife, 1990, 171-176.
- KITALYI, A.J. Family poultry management systems in Africa In : Gueye E.F. (ed.), *First International Network for Family Poultry Development/ Food and Agriculture Organization Electronic Conference on Family Poultry, The Scope and Effect of Family Poultry Research and Development*, 1999, 1-6
- KONDOMBO S.R. Revue du secteur avicole : Importance et perspectives du secteur avicole au Burkina Faso. *Food and Agriculture Organization* : Rome, 2008, 34p.
- KWON Y.M., RICKE S.C. Induction of acid resistance of *Salmonella typhimurium* by exposure to short-chain fatty acids. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1998, **64**, 3458-3463.
- LAFONT J.P., DHO M., D'HAUTEVILLE H.M., BREE A., SANSONETTI P.J. Presence and expression of aerobactin genes in virulent strains of *Escherichia coli*. *Infect. Immun.*, 1987, **55**, 193-197.
- LA RAGIONE R.M., WOODWARD M.J. Virulence factors of *Escherichia coli* serotypes associated with avian colisepticemia. *Res. Vet. Sci.* 2002, **73**, 27-35.
- LARBIER M., LECLERCQ B. Nutrition et alimentation des volailles. Institut National de la Recherche Agronomique Editions : Paris, 1992, 355 p.
- LAURENSEN P. Détermination des paramètres zootechniques de la pintade locale dans la région du Borgou, Bénin, (Mémoire d'Ingénieur Agronome), Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux : Gembloux, 2002, 131p.
- LE COZ-DOUIN J. L'élevage de la pintade. Edition point vétérinaire : Maisons-Alfort, 1992, 252 p.
- MAGANGA S.L.S., HAULE K.S. Domestication of guinea fowl: a case of Morogoro Municipal, Tanzanie. *Wildl. Nat.*, 1998, **14**, 14-28.
- MAI H.M., OGUNSOLA O.D., OBASI O.L. Serological Survey of the Newcastle disease and infectious bursal disease in local ducks and local guinea fowls in Jos, Plateau State, Nigeria. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2004, **57**, 41-44.
- MAINIL J.G., GERARDIN J., JACQUEMIN E. Identification of the F17 fimbrial subunit and adhesin encoding (*f17A* and *f17G*) gene variants in necrotogenic

- Escherichia coli* from cattle, pigs and humans. *Vet. Microbiol.*, 2000, **73**, 327-335.
- MAINIL J.G., JACQUEMIN E., HERAULT F., OSWALD E. Presence of pap-, sfa-, and afa-related sequences in necrotogenic *Escherichia coli* isolates from cattle: evidence for new variants of the AFA family. *Can. J. Vet. Res.*, 1997, **61**, 193-199.
- MALLIA J.D. Observations on family poultry units in parts of Central America and sustainable development opportunities. *Livest. Res. Rural Dev.*, 1999, **11**, 3.
- MC AINSH C.V., KUSINA J., MADSEN J., NYONI O. Traditional chicken production in Zimbabwe. *Worlds Poult. Sci. J.*, 2004, **60**, 233-246.
- MISHRA S., KATARIA J.M., SAH R.L., VERMA K.C., MIHRA J.P. Studies on the pathogenicity of Newcastle disease virus isolate in guinea fowl. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 2001, **33**, 313-320.
- MOURAD M., BAH A.S., GBANAMOU G. Evaluation de la productivité et de la mortalité de la poule locale sur le plateau du Sankaran, Faranah, Guinée, en 1993-1994. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1997, **50**, 343-349.
- MOUSSA AMADOU B., IDI A., BENABDELJELIL K. Aviculture familiale rurale au Niger : alimentation et performances zootechniques. *Bull. RIDAF*, 2010, **19**, 3-10.
- NAKAMURA K., COOK J.K., FRAZIER J.A., NARITA M. *Escherichia coli* multiplication and lesions in the respiratory tract of chickens inoculated with infectious bronchitis virus and/or *Escherichia coli*. *Avian Dis.*, 1992, **36**, 881-890.
- NWAGU B.I., ALAWA C.B.I. Guinea fowl production in Nigeria. *World's Poult. Sci. J.*, 1995, **51**, 260-270.
- NWAGU B.I. Factors affecting fertility and hatchability of guinea fowl eggs in Nigeria. *World's Poult. Sci. J.*, 1997, **53**, 279-285.
- OBUN C.O. Hatching and brooding of Guinea fowl (*Numida meleagris galeata pallas*) egg using local hen. *Global J. Agric. Sci.*, 2004, **3**, 75-77.
- OKE U.K., HERBERT U., NWACHUKWU E.N. Association between body weight and some egg production traits in the guinea fowl (*Numida meleagris galeata pallas*). *Livest. Res. Rural Dev.*, 2004, **16**, 9.
- ONYEANUSI B.I., ONYEANUSI C.G., IBE C.S. Susceptibility of guinea fowl (*Numida Meleagris Galeata*) to infectious bursal disease virus (IBDV). *Int. J. Poult. Sci.*, 2009, **8**, 595-597.
- PANDEY V.S. Epidemiology and economics of village poultry production in Africa: overview. In : Pandey V.S., Demey F. (eds), Proceedings of an International Workshop on Village Poultry Production in Africa, Rabat, 7-11 May 1992, 1992, 124-128.
- PROVENCE D.L., CURTISS R. Isolation and characterization of a gene involved in hemagglutination by an avian pathogenic *Escherichia coli* strain. *Infect. Immun.*, 1994, **62**, 1369-1380.
- RASHID M.M. Nutritional status of scavenging chickens with special emphasis on energy and protein supplementation under rural conditions in Bangladesh. (Master of Science). Royal Veterinary and Agricultural University : Denmark, 2003, 38 p.
- SAINA H. Guinea fowl (*Numida meleagris*) production under smallholder farmer management in Guruve district, Zimbabwe. (Master thesis). University of Zimbabwe : Harare, 2005, 108 p.
- SAINA H., KUSINA N.T., KUSINA J.F., BHEBHE E., LEBEL S. Guinea fowl production by indigenous farmers in Zimbabwe. *Livest. Res. Rural Dev.*, 2005, **17**, 9.
- SALES J., DU PREEZ J.J. Protein and energy requirements of the pearl grey guinea fowl. *Worlds Poult. Sci. J.*, 1997, **53**, 381-385.
- SALIFOU S., DOKO S.Y., SALIFOU A.N., PANGUI L.J. Acariens et insectes parasites de la pintade domestique (*Numida meleagris galeata*) dans les régions de l'Alibori et du Borgou (nord-est du Bénin). *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2004, **2**, 43-46.
- SALIFOU S., GOUDEGNON M., PANGUI L.J., TOGUEBAYE B.S. Faune parasitaire helminthique du tube digestif et de la trachée de la pintade domestique (*Numida meleagris galeata*) dans le nord-est du Bénin. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2003, **1**, 25-29.
- SALIFOU S., LAFIA K.B., EMMANUEL -ALI N., OFFOUMON T., PANGUI L.J. Acariens et insectes parasites des oiseaux de la basse-cour dans le nord-ouest du Bénin et effets insecticide des huiles essentielles *Lantana camara* (Lamiolae, verbanaceae). *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2007, **5**, 1-2.
- SANFO R., BOLY H., SAWADOGO L., BRIAN O. Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2008, **61**, 135-140.
- SANFO R., BOLY H., SAWADOGO L., OGLE B. Caractéristique de l'élevage villageois de pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura*, 2007, **25**, 31-36.
- SHIVAPRASAD H.L., BARROW P.A. Pullorum disease and fowl typhoid. In : Saif Y.M., Fadly A.M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. (eds), Diseases of poultry. 12th Ed. Blackwell Publishing : Ames, 2008, 620-630.
- SINGLETON P. Bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies. 6e édition. Dunod : Paris, 2005, 526 p.
- SONAIYA E.B., SWAN S.E. Production en Aviculture familiale. Organisation Des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture : Rome, 2004, 140 p.
- STORDEUR P., BREE A., MAINIL J., MOULIN-SCHOULEUR M. Pathogenicity of pap-negative avian *Escherichia coli* isolated from septicemic lesions. *Microbes Infect.*, 2004, **6**, 637-645.
- STORDEUR P., MARLIER D., BLANCO J., OSWALD E., BIET F., DHO-MOULIN M., MAINIL J. Examination of *Escherichia coli* from poultry for selected adhesin genes important disease caused by mammalian pathogenic *E. coli*.

- Vet. Microbiol., 2002, 84, 231-241.
- SYLLA M., SIDIBÉ S., TRAORÉ B., DIALLO F.C., BALLOA., KEITA S., KONÉ N.G. Importance du parasitisme interne chez le poulet et la pintade en milieu rural du Mali. *Commun. Avic. Fam.*, 2011, 20, 7-15.
- TEYE G A., ADAM M. Constraints to Guinea fowl production in northern Ghana: A case study of the Damongo area. *Ghana J. agric. Sci.*, 2000, 33, 153-157.
- TRAORE B. Caractérisation des élevages avicoles traditionnels en zone soudanienne et soudano-guinéenne du Mali. In : Proceeding International Network for Family Poultry Development workshop, M'Bour, Senegal, 9-13 décembre 1997, 1997, 133-139.
- UMOSEN A.D., ONYEANUSI B.I., SALAMI S.O., NZALAK J.O., IMAM J., IBE C.S. Observations on the Wattles of Adult Helmeted Guinea Fowls (*Numida meleagris galeata*). *Int. J. Poult. Sci.*, 2008, 7, 1204-1206.
- VAN IMMERSEEL F., DE BUCK J., DE SMET I., HAESEBROUCK F., DUCATELLE R. Dynamics of immune cell infiltration in the caecal lamina propria of chickens after neonatal infection with a *Salmonella enteritidis* strain. *Dev. Comp. Immunol.*, 2002, 26, 355-364.
- VILLATE D. Maladies des volailles. 2^e édition. France Agricole : Paris, 2001, 400 p.
- WOOLEY R.E., GIBBS P.S., BROWN T.P., MAURER J.J. Chicken embryo lethality assay for determining the virulence of avian *Escherichia coli* isolates. *Avian Dis.*, 2000, 44, 318-324.
- ZHOU D., GALÁN J. *Salmonella* entry into host cells: the work in concert of type III secreted effector proteins. *Microbes Infect.*, 2001, 3, 1293-1298.