

Sommaire / Contents

L'élevage porcin dans les pays tropicaux *Pig farming in tropical countries*

3 Editorial (en français)

5 Editorial (in English)

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES *LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS*

7-13 **Influence de l'industrialisation de l'élevage porcin au Vietnam sur la diversification des systèmes en intégration agriculture-élevage.** *Influence of the industrialization of pig farming on the diversification of mixed livestock integration in Vietnam.* Cesaro J.-D., Porphyre V., Duteurtre G. (en français)

15-22 **Entraves au développement de la filière porcine en Casamance (Sénégal) : que disent les acteurs du sous-secteur ?** *Obstacles to the development of the pig value chain in Casamance (Senegal): what do actors of the subsector say?* Ossebi W., Ayssiwe S.B., Nimbona F., Malou R., Djettin A.E., Diop M., Missohou A. (en français)

23-31 **Elever des porcs dans une ville d'Afrique de l'Ouest : arrangements entre acteurs pour gérer la proximité ville-élevage.** *Rearing pigs in a West African city: Arrangements between actors to manage the proximity between the city and livestock farming.* Robineau O. (en français)

33-39 **Caractérisation des pratiques et de l'état sanitaire des élevages de porcs Créoles et types Créoles en Martinique.** *Characterizing practices and the sanitary status of farms of Creole and Creole-like pigs in Martinique.* Gouridine J.-L., Lof A., Louis-Sidney J., Delyon W., Semjen I., Benony K., Bructer M., Cyril M., Gauthier V., Alexandre G. (in English)

41-46 **Performances des porcs en croissance élevés en plein air sur des parcelles de patates douces.** *Performance of growing pigs reared indoors or outdoors in sweet-potato fields.* Gouridine J.-L., Bambou J.-C., Giorgi M., Loranger-Merciris G., Archimède H. (in English)

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX *ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS*

47-57 **Critères de choix et de réforme des reproducteurs mâles et femelles dans les élevages de porcs des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin.** *Selection and culling criteria for breeding boars and sows in pig farms from Oueme and Plateau departments in Benin.* Dotché I.O., Ahounou S.G., Salifou C.F.A., Biobou R., Kiki P.S., Govoyei B., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A., Farougou S., Thilmant P., Youssao Abdou Karim I., Koutinhoun B. (en français)

59-65 **Caractérisation phénotypique des ressources génétiques porcines des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin.** *Phenotypic characterization of pig genetic resources in the departments of Oueme and Plateau in Benin.* Youssao Abdou Karim I., Dotché I.O., Seibou Toleba S., Kassa K.S., Ahounou S.G., Salifou C., Dahouda M., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A. (en français)

ISSN 1951-6711

Publication du
Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMT>
<http://www.cirad.fr/>

Directeur de la publication / *Publication Director:*
Michel Eddi, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*
Gilles Balança, Denis Bastianelli, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*
Guillaume Duteurtre, Bernard Faye, Flavie Goutard,
Vincent Porphyre

Coordinatrice d'édition / *Publishing Coordinator:*
Marie-Cécile Maraval

Traductrices/*Translators:*
Marie-Cécile Maraval (anglais),
Suzanne Osorio-da Cruz (espagnol)

Webmestre/*Webmaster:* Christian Sahut

Maquettiste/*Layout:* Alter ego communication, Aniane, France

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),
Michel Doreau (FRA), Mohammed El Khasmi (MAR),
Philippe Lescoat (FRA), Hamani Marichatou (NER),
Ayao Missohou (SEN),
Harentsoanina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeewantee Sunita Sanchum (MUS),
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)

 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cirad, Montpellier, février 2019

RESSOURCES ALIMENTAIRES ET ALIMENTATION FEED RESOURCES AND FEEDING

67-74 Gestion de l'alimentation des porcs et contraintes de l'élevage porcin au Sud-Bénin. *Pig feeding management and pig farming constraints in Southern Benin.* Kiki P.S., Dahouda M., Seibou Toleba S., Ahounou S.G., Dotché I.O., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Mensah G.A., Farougou S., Youssao Abdou Karim I., Dehoux J.-P. (en français)

75-80 Effets de l'alimentation complémentaire sur les performances de croissance des porcelets en sevrage tardif en zone tropicale. *Effects of supplementary feeding on the growth performance of late-weaning piglets in tropical areas.* Bakala Mirama J.B., Banga-Mboko H., Adzona P.P., Mabanza Mbanza B.B., Hornick J.-L. (en français)

81-85 Valorisation des tourteaux d'amandes d'hévéa et d'anacarde chez le porc en postsevrage et en croissance. *Enhancement of rubber kernel and cashew nut cakes in the diet of postweaning and growing pigs.* Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F. de P., Kouba M. (en français)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

87-95 Maladies affectant la production porcine au Nigeria : synthèse des questions et des défis actuels. *Disease burden affecting pig production in Nigeria: Review of current issues and challenges.* Igbokwe I.O., Maduka C.V. (in English)

97-101 Détection d'Erysipelothrix rhusiopathiae chez des porcs infectés naturellement dans le district de Kamuli en Ouganda. *Detection of Erysipelothrix rhusiopathiae in naturally infected pigs in Kamuli District, Uganda.* Musewa A., Roesel K., Grace D., Dione M., Erume J. (in English)

103-109 Sérotypes et profils de résistance aux antibiotiques de Salmonella enterica subsp. enterica présente dans le porc et les légumes frais servis dans les points de vente de Kampala, Ouganda. *Serotypes and antimicrobial resistance patterns of Salmonella enterica subsp. enterica in pork and related fresh-vegetable servings among pork outlets in Kampala, Uganda.* Ndoboli D., Roesel K., Heilmann M., Alter T., Clausen P.-H., Wampande E., Grace D., Huehn S. (in English)

Editorial

Les porcins assurent environ 35 % de la production de viande au niveau mondial, à égalité avec la volaille (FAOstat, 2019). En Afrique subsaharienne, cette proportion est largement inférieure en raison d'une forte tradition de production bovine et des interdits religieux autour de la consommation de viande de porc dans de larges parties de la zone. Elle représente cependant 11,9 % de la production de viande de la région et sa croissance a été de 50 % entre 2007 et 2017. Dans les régions où elle est pratiquée, la porciculture joue un rôle social et économique important lorsqu'elle se pratique à petite échelle, souvent combinée à d'autres activités agricoles.

La production porcine se heurte cependant à de nombreuses difficultés sanitaires (peste porcine africaine, zoonoses), techniques (génétique, alimentation) et sociales (acceptabilité des élevages autour des lieux d'habitation). Face à ces défis, de nombreuses équipes de recherche sont mobilisées dans les différents pays producteurs. Cependant, les chercheurs sont souvent isolés et peinent à faire connaître leurs travaux à la communauté scientifique et à intégrer les réseaux scientifiques internationaux.

Ce numéro thématique rassemble treize articles originaux et synthèses consacrés à la porciculture en région tropicale. Les questions socio-économiques sont abordées à travers des exemples de filières en Afrique mais aussi au Vietnam ou dans les Caraïbes. Les travaux présentés montrent les difficultés de ces filières soumises à des contraintes multiples. Souvent périurbaine, la production porcine doit se faire discrète et notamment minimiser ses nuisances. Ces conditions rendent difficiles une structuration et une professionnalisation qui permettraient un appui accru des autorités et une diminution des risques zoonotiques. Les systèmes d'élevage doivent en outre s'adapter à des contextes changeants où leur industrialisation bouleverse leur fonctionnement technique et économique et remet en question leur rôle dans les systèmes traditionnels basés sur l'intégration agriculture-élevage.

Au niveau technique, l'alimentation reste la contrainte majeure pour les producteurs et le principal coût de production dans les contextes étudiés. Des pistes d'utilisation de ressources locales (tourteaux d'hévéa ou d'anacarde, patates douces) sont proposées pour diminuer l'incorporation d'ingrédients plus onéreux. Les pratiques d'alimentation autour du sevrage peuvent également améliorer le démarrage des animaux et leurs performances ultérieures. Enfin, les choix génétiques sont mis en débat, soit pour comparer les performances des porcs locaux ou améliorés, soit pour promouvoir des races locales à valeur patrimoniale.

Les questions sanitaires restent une inquiétude majeure. En Afrique, la peste porcine africaine demeure une menace constante ; de plus, les pathologies sont nombreuses et impactent fortement la production. Les caractéristiques des systèmes de production et de commercialisation augmentent les risques de contamination et rendent difficiles les politiques de prévention. Il y a pourtant un défi sanitaire majeur pour les filières porcines car, au-delà de l'impact sur la production, les zoonoses, mais aussi la dispersion de souches microbiennes résistantes aux antibiotiques, sont des enjeux de santé publique prioritaire.

Continuer la recherche, partager les résultats, constituer des réseaux nationaux, régionaux et internationaux : voilà autant d'efforts qui doivent être poursuivis. Au travers de ce numéro thématique, la Revue continue son travail de valorisation des résultats les plus marquants obtenus par des chercheurs travaillant dans des conditions matérielles et partenariales parfois difficiles. Nous pouvons d'ores et déjà annoncer que d'autres articles, en complément de ce numéro thématique, seront publiés dans les prochains numéros de la Revue afin de maintenir notre engagement en faveur de la promotion de la recherche porcine dans les Suds.

Vincent Porphyre, Denis Bastianelli
Coordinateurs du numéro thématique

Editorial

Pigs account for about 35% of global meat production, on par with poultry (FAOSTAT, 2019). In sub-Saharan Africa, this proportion is much lower because of a strong tradition of bovine production and religious bans on pork consumption in large parts of the area. However, it represents 11.9% of the meat production of the region and its growth was 50% between 2007 and 2017. In areas where pig farming is practiced, it plays an important social and economic role when it is practiced on a small scale, often combined with other agricultural activities.

However, pig production faces many health issues (African swine fever, zoonoses), technical issues (genetics, feed) and social issues (acceptability of farms near residential areas). Faced with these challenges, many research teams are mobilized in the various producing countries. However, researchers are often isolated and struggle to make their works known to the scientific community and to integrate international scientific networks.

This thematic issue compiles thirteen original articles and reviews on pork farming in the tropics. Socioeconomic issues are addressed through examples of production subsectors in Africa but also in Vietnam or the Caribbean. The works show the difficulties of these subsectors, which are subject to numerous constraints. Often suburban, pig production must be discreet and in particular minimize its nuisance. These conditions make it difficult to structure and professionalize it in a way that would draw greater support from the authorities and a reduction in zoonotic risks. Livestock systems must also adapt to changing contexts where their industrialization disrupts their technical and economic functioning and challenges their role in traditional systems based on agriculture-livestock integration.

At the technical level, feed remains the main constraint for producers and the main cost of production in the contexts studied. Suggestions for the use of local resources (cakes of rubber kernels or cashew cakes, sweet potatoes) are proposed to reduce the incorporation of more expensive ingredients. Feeding practices around weaning can also improve animal start-up and subsequent performance. Finally, genetic choices are discussed, either to compare the performance of local or improved pigs, or to promote local breeds with heritage value.

Health issues remain a major concern. In Africa, African swine fever remains a constant threat; moreover, the diseases are numerous and strongly impact production. The characteristics of production and marketing systems increase the risk of contamination and make prevention policies difficult. However, there is a major health challenge for the pig production subsectors because, beyond the impact on production, zoonoses, but also the spread of antibiotic-resistant microbial strains, are a priority public health issue.

Keeping research moving forward, sharing results, building national, regional and international networks, these are efforts to be pursued. Through this thematic issue, the Journal continues its work to promote the most significant results obtained by researchers working in sometimes difficult material and partnership conditions. We can already announce that other articles, in addition to this thematic issue, will be published in future issues of the Journal to maintain our commitment to the promotion of swine research in the Souths.

Vincent Porphyre, Denis Bastianelli
Thematic Issue Coordinators

Influence de l'industrialisation de l'élevage porcin au Vietnam sur la diversification des systèmes en intégration agriculture-élevage

Jean-Daniel Cesaro^{1,2} Vincent Porphyre^{1,2}
Guillaume Duteurtre^{1,2}

Mots-clés

Porcin, polyculture élevage, intensification, développement agricole, Viêt Nam

Submitted: 18 July 2017
Accepted: 22 November 2017
Published: 9 July 2018
DOI : 10.19182/remvt.31277

Résumé

Depuis le début des années 1990, les systèmes d'élevage porcin au Vietnam ont évolué vers des systèmes plus intensifs qui sont depuis les années 2010 en cours d'industrialisation. Les éleveurs ont de plus en plus recours à des technologies et des services issus du secteur agro-industriel. Cette transformation des ateliers porcins permet d'augmenter la production de viande mais elle remet en cause l'intégration traditionnelle entre l'agriculture et l'élevage au sein des exploitations. A travers une approche historique et géographique, cet article montre que, même dans un processus d'industrialisation du secteur porcin, l'association agriculture élevage perdure. En 2011, plus de 90 % des exploitations porcines incluaient au moins une activité agricole complémentaire. Cependant la transformation des systèmes d'élevage engendre une diversification des formes d'intégration. Les nouveaux systèmes s'organisent plus autour de la gestion des effluents pour développer des ateliers agricoles à plus forte valeur ajoutée, ou sur la complémentarité économique entre plusieurs spéculations face aux incertitudes de marchés, et de moins en moins vers la production sur l'exploitation de fourrages ou d'aliments bétail.

■ Comment citer cet article : Cesaro J.-D., Porphyre V., Duteurtre G., 2018. Influence of the industrialization of pig farming on the diversification of mixed livestock integration in Vietnam. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 7-13, doi: 10.19182/remvt.31277

■ INTRODUCTION

L'élevage porcin fournit 74 % de la viande produite au Vietnam et 64 % de la viande consommée dans le pays (FAOstat, 2017). Depuis les années 1980, la demande en viande augmente du fait de la croissance démographique et de l'élévation du niveau de vie. Entre 1980 et 2016, la population est passée de 54 à 92 millions d'habitants, soit une augmentation de 71 % (FAOstat, 2017). Le produit intérieur brut par habitant est passé de 100 à 2200 USD par an (World Bank, 2016). En 2014, les achats de viande de porc représentaient environ 15 % des dépenses alimentaires des ménages (Nguyen Tien Dinh, 2014). C'est donc un secteur agricole stratégique pour la souveraineté alimentaire du pays. Entre 1990 et 2015, la production porcine a été multipliée par six, passant de 0,53 à plus de 3,3 millions de tonnes en trente ans (FAOstat, 2017), alors que le cheptel porcin est passé de 11 à près de 27 millions de têtes (GSO, 2016).

Cette augmentation de production et de productivité en élevage porcin a été pour l'essentiel le fait des exploitations familiales (Lapar et Staal, 2010). Suite aux réformes économiques des années 1980, de nombreux ménages ruraux et périurbains s'engagent dans l'élevage intensif (Molénat et Tran The Thong, 1991). Cette « intensification » des systèmes d'élevage correspond à un processus d'industrialisation des filières, au sens où les éleveurs utilisent des technologies, des intrants et des services issus des agro-industries (Gura, 2008). Avec le développement des usines d'aliment pour bétail, les éleveurs ont de plus en plus recours à l'aliment concentré, délaissant les sous-produits agricoles disponibles localement (Martin et al., 2004 ; Dao The Anh, et al., 2005 ; Porphyre et Nguyen Que Coi, 2006). L'élevage porcin domestique traditionnel commence à perdre de son importance aussi bien en terme de production que de nombre d'exploitations. La géographie des systèmes d'élevage se met alors à changer (Epprecht, 2005), générant une large palette de modèles d'exploitations (Hanh et al., 2017).

Cette évolution soulève de nombreuses questions liées au développement durable de ces productions intensives (Lemke et Valle Zárate, 2008 ; Duteurtre et Vu Trong Binh, 2010). Parmi les enjeux sensibles liés à l'essor actuel de la production porcine au Vietnam, figurent la

1. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.

2. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.



gestion des effluents d'élevage dans les zones périurbaines, les risques de pollution des eaux, et la promotion des complémentarités entre activités agricoles et d'élevage à l'échelle des territoires (Porphyre et Nguyen Que Coi, 2006 ; Lapar, 2012).

Dans la littérature internationale (Seré et Steinfeld, 1995 ; Naylor et al., 2005 ; Robinson et al., 2011), l'industrialisation des systèmes d'élevage est décrite comme un remplacement d'une production fondée sur l'utilisation de la terre par des ateliers hors-sol utilisant des intrants agro-industriels. Cette perte de lien entre les productions animales et la ressource agricole locale est définie comme un « découplage » systémique et géographique entre des activités *a priori* nécessaires pour le bon fonctionnement d'une exploitation durable (Naylor et al., 2005 ; Moraine, 2015). Au Vietnam, le découplage progressif entre production agricole et système d'élevage n'intervient pas de façon homogène sur l'ensemble du territoire. Si l'industrialisation se vérifie à l'échelle nationale, localement, les systèmes semblent se transformer à des degrés divers, ce qui remet en cause l'hypothèse d'une généralisation des systèmes hors-sol. Malheureusement, il existe très peu de données disponibles permettant d'appréhender le degré d'intégration agriculture-élevage au niveau des exploitations et des territoires. Afin de mieux anticiper les risques liés à l'intensification des élevages porcins, l'objectif du présent article a été d'analyser l'évolution des liens entre l'élevage et les cultures au sein des exploitations porcines au Vietnam. Il s'agissait aussi de décrire la diversité géographique de la production porcine et ainsi de montrer que le processus national d'industrialisation de l'élevage est d'abord l'expression de multiples dynamiques locales.

■ MATERIEL ET METHODES

Données issues des recensements agricoles

L'étude a considéré les exploitations d'élevage dans leur diversité et dans leur globalité, c'est-à-dire en considérant l'atelier d'élevage porcin inséré dans un système plus large d'activités agricoles. Afin de mieux connaître la dynamique de transformation de ces exploitations, l'étude s'est attachée à décrire leur évolution à la fois dans le temps (approche historique) et dans l'espace (approche géographique). Les données historiques proviennent d'une analyse de la bibliographie sur la question. Les données quantitatives soutenant l'approche géographique proviennent des recensements agricoles du General Statistics Office du Vietnam (GSO, 1994 ; 2001 ; 2006 ; 2011), ainsi que les données statistiques agricoles sectorielles de 2015 (GSO, 2016). Ces données ont été complétées par une revue de la littérature sur le contexte historique, sociopolitique, environnemental et économique de l'élevage porcin au Vietnam, ainsi que par une analyse des zones agroécologiques du pays.

Mobilisation de la typologie internationale des systèmes d'élevage

Pour décrire la diversité des systèmes d'élevage, il convient de prendre en compte la question de l'alimentation, des associations culturelles, de l'utilisation des sous-produits agricoles et des modes de gestion des effluents, c'est-à-dire des modes d'intégration agriculture-élevage. Dans la typologie internationale des systèmes d'élevage, Seré et Steinfeld (1995) différencient deux grands types de systèmes d'élevage : les systèmes spécialisés hors-sol (aliment pour bétail acheté hors ferme) et les systèmes en polyculture-élevage (en culture irriguée ou pluviale).

Avec les données disponibles dans les recensements agricoles vietnamiens (GSO, 2001 ; 2006 ; 2011), il n'est pas possible de connaître l'origine de l'aliment dans un système d'élevage puisque les données sont structurelles (superficie agricole, nombre de têtes, etc.). De

même, il n'est pas possible de différencier les cultures irriguées des pluviales. Il n'est donc pas possible de reproduire exactement la typologie internationale des systèmes d'élevage de Seré et Steinfeld (1995) avec les données des recensements agricoles. Il est cependant possible de s'en approcher.

Pour chaque exploitation, nous connaissons le nombre d'animaux et la superficie agricole par type de culture (annuelle, pérenne, aquaculture, forêt). Il était donc possible de distinguer les exploitations porcines avec au moins des cultures annuelles (intégration potentielle), avec des cultures pérennes, de l'aquaculture ou des espaces boisés (système en polyculture-élevage [*mixed systems* ou *landbased systems*]) et enfin celles sans terre (hors-sol [*landless systems*]).

Pour différencier les systèmes faiblement intensifs des systèmes intensifs, la typologie internationale de Seré et Steinfeld (1995) utilise le seuil de 10 unités d'élevage (UE). Les UE sont des facteurs de conversion d'un animal en une unité permettant le calcul d'un stock animal total (Eurostat, 2017). Dans les systèmes potentiellement mixtes, nous avons distingué les élevages selon leur potentiel d'intégration agriculture-élevage en trois classes définies par le nombre d'UE : les élevages avec moins de dix UE à fort potentiel d'intégration (S1), les élevages entre dix et vingt UE ayant un potentiel intermédiaire (S2), enfin les élevages avec plus de vingt UE au fort potentiel de découplage (S3). Pour les systèmes avec des cultures non-annuelles, nous avons distingué les systèmes avec moins de dix UE (faiblement intensif) (S4) des systèmes avec plus de dix UE (intensif) (S5). Pour finir, les systèmes hors-sol ont été classés dans la même catégorie (S6) (figure 1).

■ RESULTATS

Grande transition de l'élevage porcin

Sortie du modèle collectiviste et marchandisation de l'élevage porcin (1986-1993)

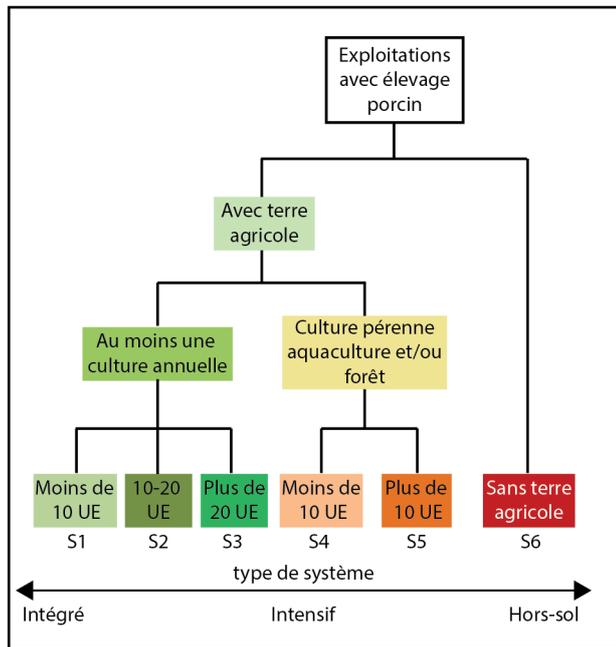
Pendant la période collectiviste, l'élevage porcin était officiellement limité aux coopératives (*hợp tác xã*) et fermes d'Etat (*nông trường*) (Dao The Tuan, 2002). L'élevage porcin marchand familial était interdit puisqu'il favorisait la capitalisation au sein de ménage (Tran The Tong, 1973). Au-delà des postures idéologiques, cette activité, dite « complémentaire » à l'économie collectivisée, était tolérée par les autorités locales car le marché noir était lucratif.

Avec les réformes dites du Renouveau (*Đổi mới*) de décembre 1986, l'agriculture a été progressivement décollectivisée et le marché noir alimentaire s'est progressivement légalisé sans pour autant se formaliser. Les paysans vietnamiens ont utilisé l'élevage porcin pour sortir de la pauvreté économique (Molénat et Tran The Thong, 1991). La demande en viande a été dynamique et le marché intérieur protégé. L'élevage porcin permet de capitaliser les revenus des ménages ruraux. Ces derniers se concentrent sur l'élevage de truies et de porcelets. Les éleveurs se détournent de l'engraissement car les ressources agricoles restent limitées. Selon le recensement agricole de 1994, 99 % des exploitations ont moins de dix porcs (GSO, 1994).

Intensification des systèmes d'élevage par une révolution verte tardive (1993-2008)

Au milieu des années 1990, les productions agricoles commencent à s'intensifier. L'ouverture économique du pays améliore l'accès aux semences hybrides et aux engrais chimiques. En 1993, la réforme foncière donne des droits d'usage aux ménages ruraux pour cultiver les terres des anciennes coopératives. Ces conditions favorisent une augmentation de rendements. Le secteur des cultures ne se limite plus seulement au riz et se diversifie avec le développement du maïs et du manioc. Un marché de matières premières agricoles se met en

Typologie des systèmes d'élevage adaptée aux données des recensements agricoles du Vietnam



Extraction des données du recensement agricoles du Vietnam et application de la typologie

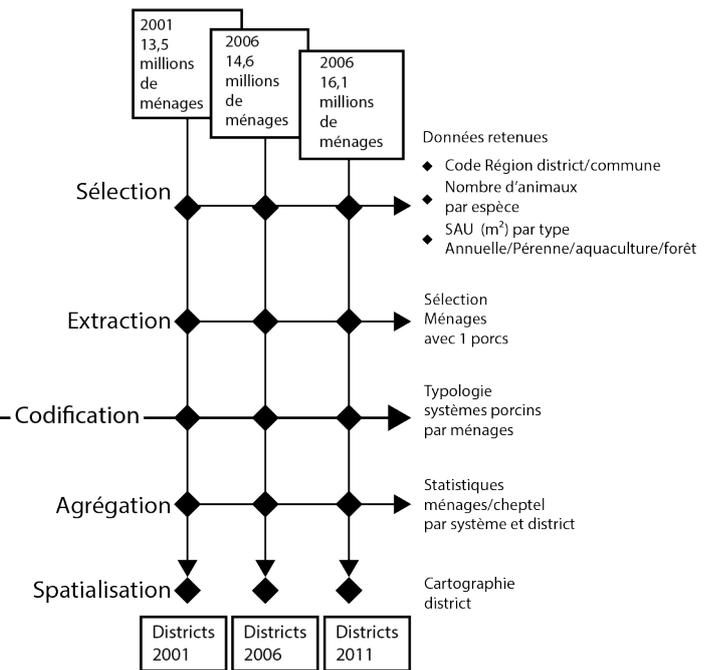


Figure 1 : typologie des systèmes d'élevage porcins au Vietnam et protocole de classification dans les systèmes de gestion des bases de données des recensements agricoles et ruraux de 2001, 2006 et 2011. UE : unité d'élevage ; SAU: surface agricole utile.

place dans le pays. Avec l'essor de la demande urbaine en viande, les paysans commencent à engraisser leurs animaux (Pingali, 1997). Les ménages situés à proximité des marchés urbains se spécialisent dans l'activité de finisseur (Vu Trong Binh, 2002). Une spécialisation géographique apparaît entre les naisseurs, les engraisseurs et les finisseurs avec l'organisation de filières informelles et la construction socioéconomique du prix (Goulven et al., 1999). En 2001, le secteur compte huit millions d'exploitations porcines. Selon le recensement, 1 % des exploitations ont plus de dix porcs et produisent 10 % de la production.

Au début des années 2000, le gouvernement cherche à promouvoir une intensification des exploitations porcines. Il soutient alors un modèle d'exploitation appelé « jardin, aquaculture, élevage » (*vi ròn ao chuông* ou VAC) (Porphyre et Nguyen Que Coi, 2006 ; Gironde, 2008). Cette forme d'agriculture valorise une boucle fermée de nutriments. Le fumier des porcs sert à nourrir les poissons. L'eau des bassins est ensuite utilisée pour irriguer les cultures. Les résidus de cultures et le son de riz sont utilisés dans l'alimentation des porcs. Avec la réforme agraire de 2003, l'Etat privatise quelques terres de rizières aux abords des villages pour créer des ateliers porcins et des bassins piscicoles à grande échelle (Mikolasek et al., 2009).

Parallèlement, les agro-industries continuent de s'implanter dans le pays. Selon Smith (2017), le ministère de l'Agriculture américain (USDA) estime en 2000 que 20 % des aliments utilisés en élevage sont transformés par des agro-industries. Au début, seules les exploitations intensives, comme les VAC, sont capables d'acheter ces produits. Derrière un modèle théorique du VAC se trouve une réalité plus linéaire où la production porcine est progressivement industrialisée (Gironde, 2008). Les effluents servent à intensifier les systèmes agricoles environnants. Les cultures annuelles, notamment le riz et le maïs, sont encore un peu cultivées pour la nutrition animale mais les cultures pérennes se développent rapidement dans le sillon des exploitations intensives (Van Thi Khanh Vu, Tien Tran Minh et Son Thi Thanh Dang, 2007). Entre 2000 et 2005, le renchérissement

des prix agricoles freine la rentabilité de l'élevage porcin. En 2006, environ sept millions d'exploitations continuent d'élever des porcs, soit un million de moins qu'en 2001. La concentration amorcée par les VAC pousse la restructuration du marché soutenue par l'Etat et les agro-industries. Le nombre de porcs par exploitation passe de 1,25 à 2,5. En 2006, 5 % des exploitations détiennent plus de dix porcs et représentent 35 % de la production.

Restructuration et émergence des fermes commerciales (2008-2016)

En 2007, le Vietnam intègre l'Organisation mondiale du commerce. Son marché s'ouvre à la concurrence. L'activité d'engraissement devient de plus en plus compétitive, surtout dans un contexte de concurrence accrue. La dévaluation du dong face au dollar impacte directement les éleveurs de plus en plus dépendants des importations agricoles, notamment pour le soja. La crise des matières agricoles en 2007-2008 plonge le secteur porcin dans une crise grave (Fulton et Reynolds, 2015). Selon le dernier recensement agricole, le nombre d'exploitations avec un élevage porcin atteint 4,2 millions en 2011. Environ 10 % des exploitations détiennent plus de dix porcs et produisent plus de 50 % de la production nationale (GSO, 2011).

Comme le montre la figure 2, la restructuration a été en faveur des exploitations de tailles moyennes (entre dix et cinquante porcs), cette catégorie captant plus de 35 % de la production en 2011 contre moins de 10 % en 2001. En nombre d'exploitations, cette catégorie augmente alors même que le nombre de petits éleveurs diminue fortement. Les grandes exploitations restent marginales numériquement, représentant moins de 0,1 % des exploitations du pays, mais comptent pour plus de 15 % de la production en 2011. L'intensification et l'industrialisation ont donc eu pour effet de faire émerger un nombre élevé d'exploitations de taille moyenne et un nombre plus faible de grandes exploitations.

En 2008, le gouvernement publie la stratégie de l'élevage à l'horizon 2020. Cette stratégie affiche l'ambition d'orienter le secteur de l'élevage vers une production plus intensive et industrielle. Pour soutenir

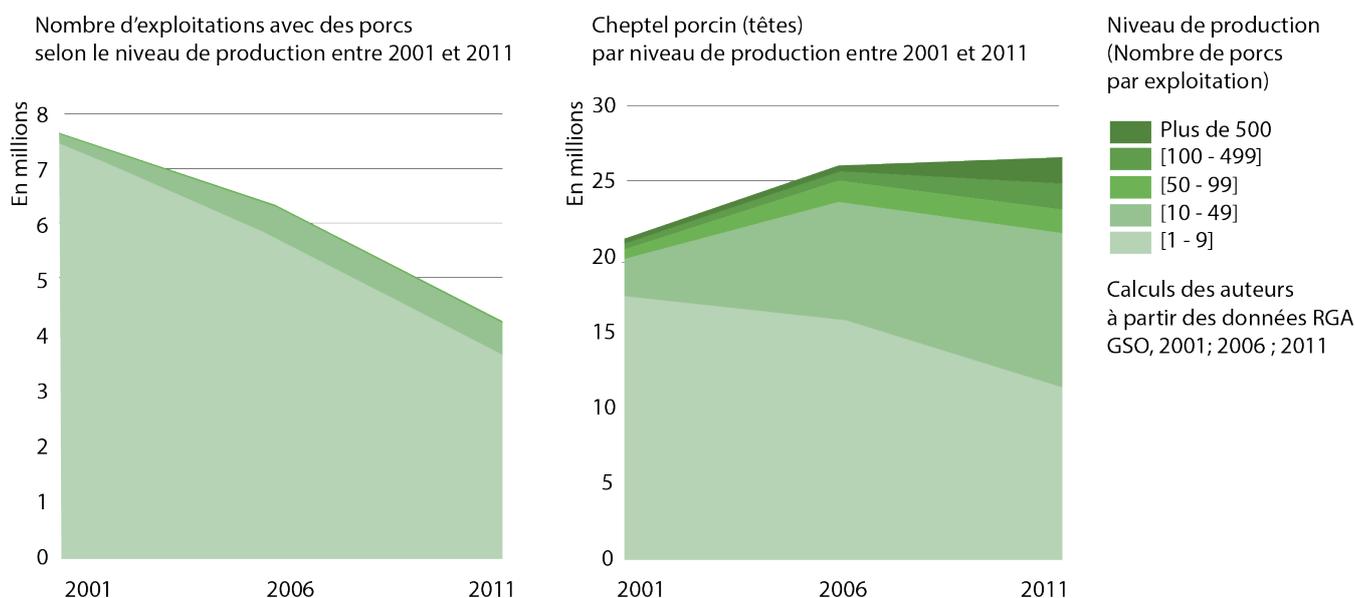


Figure 2 : restructuration du secteur porcin au Vietnam entre 2001 et 2011.

cette transformation, le gouvernement crée en 2011 une catégorie d'exploitations agricoles modèle pour moderniser le secteur agricole. Ces exploitations sont appelées littéralement « ferme » (*trang trai* que nous traduisons par « fermes commerciales ») (Kojin, 2013). Pour devenir une ferme commerciale, une exploitation doit réaliser un chiffre d'affaire d'un milliard de dong (50 000 USD en 2011). Selon les fluctuations du marché, il faut entre 250 et 400 porcs par exploitation pour obtenir le statut de ferme commerciale. Entre 2011 et 2015, le nombre de fermes commerciales d'élevage a plus que doublé, passant de 6267 à 15 068 (GSO, 2016). La majorité d'entre elles sont spécialisées dans la production porcine et avicole. Selon les données du recensement, ces fermes représentaient environ 5 % de la production porcine nationale en 2011 et leur contribution atteindrait 20 % de la production en 2016 (résultat provisoire, GSO, 2016).

Entre 2006 et 2017, cette restructuration du secteur a permis de produire deux fois plus de viande sans augmenter le cheptel national. Les indicateurs de productivité se sont nettement améliorés : nombre de porcelets par truie, nombre de porcelets engraisés, poids moyen des porcs charcutiers en fin de cycle (Nguyen Manh Dzung, 2014). Le développement du marché de l'aliment industriel a permis cette modernisation du secteur. En 2015, l'USDA estime que la moitié de l'aliment des exploitations d'élevage au Vietnam sont issus de l'industrie (Smith, 2017). Le pays importe douze millions de tonnes de matières premières agricoles pour la nutrition animale (FAOstat, 2017). Les systèmes d'élevage porcine sont donc passés d'une organisation autonome, peu productive, donc peu marchande, à un secteur industrialisé intensif, fortement orienté vers le commerce, et dépendant des importations agricoles. Dans quelle mesure cette restructuration et cette industrialisation entraînent-elles une transformation des systèmes d'élevage ?

Dynamique des systèmes d'élevage au prisme de l'intégration agriculture-élevage au sein des exploitations

Une production porcine encore bien intégrée à l'agriculture locale

En affectant notre typologie des systèmes d'élevage (figure 1) aux données des trois recensements agricoles de 2001, 2006 et 2011, nous pouvons analyser l'évolution des six systèmes d'élevage en termes de nombre d'exploitations et de nombre de porcs (figure 3). En 2001, les systèmes à fort potentiel d'intégration étaient dominants pour ces

critères (nombre d'exploitations et d'animaux) à l'échelle nationale. Cette catégorie a néanmoins diminué au cours de la décennie, suite à la sortie du secteur des petits engraisseurs. Les systèmes à faible potentiel d'intégration se sont développés entre 2006 et 2011 pour représenter aujourd'hui plus de la moitié de la production par seulement moins de 10 % des exploitations. Dans le même temps, les systèmes hors-sol mixtes (avec culture pérenne et aquaculture) atteignent presque 15 % de la production alors qu'ils ne représentent même pas 1 % des exploitations. Les systèmes hors-sol spécialisés, les vrais « sans-terre », représentent 7 % de la production. Ce sont majoritairement des éleveurs périurbains encerclés par les fronts de périurbanisation et de très grandes fermes spécialisées appartenant à des firmes, situées dans des régions relativement excentrées pour des raisons de biosécurité.

Divergence des systèmes de production entre le nord et le sud du Vietnam

En agglomérant la contribution de chaque système d'élevage au cheptel du district, il est possible de réaliser une typologie des systèmes d'élevage en suivant une classification ascendante hiérarchique (CAH) en 2001, 2006 et 2011 (figure 4). Les résultats montrent des formes de spécialisation régionale qui s'expliquent par différents facteurs démographiques, économiques et géographiques. Les systèmes hors-sol mixtes (S4, S5) et hors-sol spécialisés (S6) sont surreprésentés autour de Ho Chi Minh-Ville, notamment dans la partie nord de la région métropolitaine dans les zones de cultures pérennes (caoutchouc, café). Les systèmes d'élevage porcine du delta du Mékong restent en majorité peu intensifs, sauf autour de la ville de Ben Tre et le long de la route en direction du Cambodge. Dans le nord du pays, les systèmes à faible potentiel d'intégration (S2 et S3) se sont développés, d'abord autour de la route de Hai Phong à Hanoi, puis dans le reste du delta du fleuve Rouge. À l'inverse, les régions d'altitude, littorales et les régions rizicoles du delta du Mékong conservent une surreprésentation de système d'élevage porcine à fort potentiel d'intégration (S1).

Dans la région du delta du fleuve Rouge, la dynamique dominante tend vers une intensification générale des systèmes mixtes (S1 vers S3). Une seconde transition apparaît plus localement avec un développement de systèmes porcins hors-sol couplés à des cultures pérennes et des bassins aquacoles (S4 et S5). Ces nouveaux systèmes apparaissent de manière privilégiée le long des berges fluviales et des grands canaux pour des raisons d'accès à l'eau. Ce phénomène est en lien avec le développement des exploitations associant l'aquaculture et les cultures

pérennes. Dans la périphérie d'Ho Chi Minh-Ville, la phase d'industrialisation semble au contraire porter une nouvelle réintégration des systèmes hors-sol avec des cultures pérennes (S2, S6 vers S4, S5). Les systèmes hors-sol spécialisés (S6) en périphérie des métropoles sont voués à disparaître. Dans le reste du pays, l'intensification à l'œuvre se

mélange avec des formes moins intensives mais beaucoup plus intégrées aux cultures locales (S1 vers S2). La concentration animale dans ces régions dépend de l'intensité des productions agricoles, donc des résidus de cultures disponibles pour l'élevage porcin. Le développement de systèmes intensifs (S3) reste anecdotique dans ces zones.

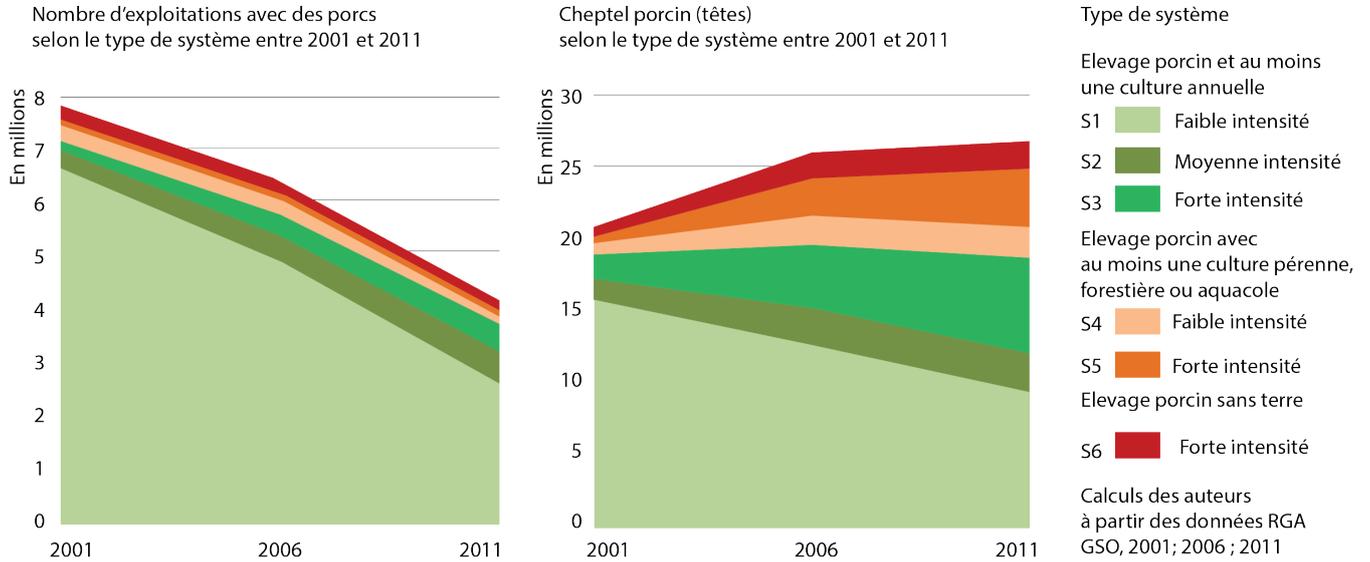


Figure 3 : dynamique des systèmes d'élevage porcin au Vietnam entre 2001 et 2011.

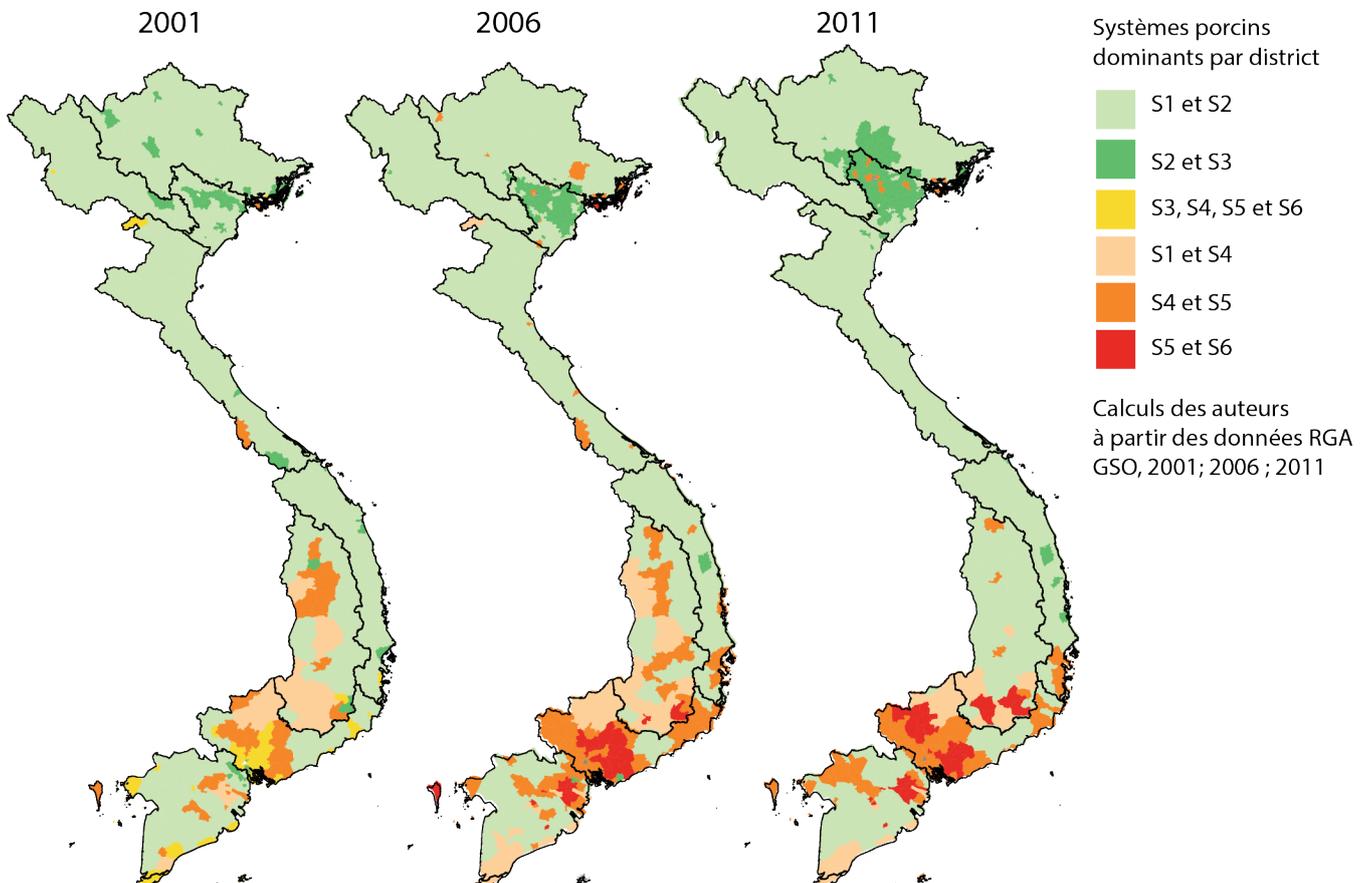


Figure 4 : typologie spatiale de la contribution des systèmes d'élevage porcin au cheptel par district (classification ascendante hiérarchique) en 2001, 2006 et 2011 au Vietnam.

■ DISCUSSION

L'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage au Vietnam montre une limite en termes de caractérisation de la diversité. En effet, retenir six catégories limite forcément la portée de l'analyse. Il serait intéressant de différencier les systèmes selon qu'ils utilisent strictement des cultures annuelles ou qu'ils associent des cultures annuelles et pérennes. Nous pourrions aller plus loin en mettant en avant le nombre exact de systèmes associant élevage porcin et aquaculture (modèle VAC). Il serait même possible de déterminer un indicateur de diversité culturelle au sein des exploitations. Cette première analyse a eu pour but de montrer que les systèmes intensifs n'étaient pas nécessairement des systèmes hors-sol spécialisés, même si l'aliment du bétail provenait d'agro-industries.

Concernant, l'association élevage-agriculture par transfert de fertilité, il serait intéressant de caractériser les besoins en terme de fertilisant et de les comparer avec la concentration de matières organiques d'origine animale par exploitation pour définir la nature intensive des systèmes. Les unités d'élevage restent assez peu explicites en termes de dimensionnement des exploitations rapportées à la surface agricole. Enfin, l'analyse du secteur porcin par système d'élevage fait émerger les trois grandes questions ci-après à propos de la diversité des modèles de production au Vietnam.

Compétition ou complémentarité entre systèmes ?

Sont-ils complémentaires ou voués à s'affronter sur un même marché ? Quels sont les niveaux d'interaction économique, sociale ou environnementale entre les différents systèmes ? Toute une littérature émerge sur ces questions de coexistence et de confrontation (Galliano et al., 2017). Le secteur porcin au Vietnam est un objet d'étude intéressant pour développer ces thématiques de recherche (Diep Thanh Tung, 2016).

Quelle reconnaissance politique ?

Depuis dix ans, le ministère de l'Agriculture du Vietnam insiste sur la modernisation et l'industrialisation du secteur de l'élevage. Le modèle dominant de toute politique demeure l'exploitation commerciale hors-sol spécialisée à grande échelle (Otsuka et al., 2016). Seulement, la réalité du terrain ne cadre pas avec les visions stratégiques à l'horizon 2020. Comment dès lors amener le ministère de l'Agriculture à accepter la diversité locale dans un souci de modernisation du secteur et de maintien de l'emploi en zone rurale ?

Quelle intégration territoriale des systèmes intensifs ?

Les nouvelles exploitations hors-sol profitent d'une rente de situation alors que les exploitations traditionnelles mixtes, parfois désignées comme « intégrées », privilégient les ressources locales (Moraine, 2015). Evidemment, les expressions « hors-sol » et « intégré » opposent des conceptions linéaires et circulaires de flux de matières à l'échelle d'une exploitation. Mais que faire quand les systèmes s'intensifient ? Faut-il privilégier « un recouplage » systémique ou territorial ? A quelle échelle doit s'organiser le traitement des flux de matières ?

■ CONCLUSION

Les systèmes d'élevage porcin se sont profondément transformés au Vietnam en l'espace de trente ans et les dynamiques actuelles vont se poursuivre, voire s'intensifier, dans un contexte d'ouverture économique toujours plus prononcée. Les élevages se sont intensifiés puis industrialisés dans les régions fortement connectées aux infrastructures de transport maritime et routier, dans une zone d'influence

des grandes métropoles que sont Hanoi et Ho Chi Minh-Ville. La concentration de la production animale dans un nombre plus réduit d'exploitations et de fermes commerciales a généré de nouvelles formes d'intégration agriculture-élevage à l'échelle des exploitations. Les élevages porcins intensifs et industrialisés ne sont pas des systèmes complètement hors-sol mais sont bien intégrés à des cultures pérennes ou à de l'aquaculture afin de mieux gérer les effluents. L'intensification et l'industrialisation de l'élevage porcin entraîne une intensification agroécologique au sein des exploitations. Au-delà de ces espaces où les systèmes s'intensifient rapidement, les systèmes porcins traditionnels semblent se maintenir. Dans les régions les plus reculées où les taux de pauvreté sont les plus forts, les ménages ruraux continueront de conduire des petits cheptels porcins pour assurer leurs moyens d'existence. Cependant, ces petits systèmes intégrés coexisteront au niveau national avec des fermes commerciales spécialisées et complètement industrialisées dont la productivité égale, voire dépasse celle d'exploitations des pays développés.

REFERENCES

- Dao The Anh, Pham Thi Hanh Tho, Vu Trong Binh et al., 2005. Evolution of integrated crop-animal systems in Northern Vietnam. In: Integrated crop-animal systems in Southeast-Asia: current status and prospects (Eds Sombilla MA., Hardy B.). IRRI, Los Baños, Philippines, 63-89
- Dao The Tuan, 2002. Vietnam. Réformes agraires successives et succès de l'agriculture familiale. In : Forum social mondial, Porto Alegre, Brésil, janvier 2001
- Diep Thanh Tung, 2016. Measuring the technical efficiency of livestock production in Vietnam. *Outlook Agric.*, 45 (2): 132-139, doi: 10.1177/0030727016650771
- Duteurtre G., Vu Trong Binh, Eds., 2010. In : Proc. Workshop Future prospects for livestock in Vietnam: How to balance livestock industrialization, rural development strategy and environmental changes? Hanoi, 28 Nov. 2010. CIRAD, Montpellier, France / IPSARD, Hanoi, Vietnam, 31 p.
- Eprecht M., 2005. Geographic dimensions of livestock holdings in Vietnam - Spatial relationships among poverty, infrastructure and the environment. PPLPI/FAO, Italy, Rome, 51 p.
- FAOstat, 2017. www.fao.org/faostat/en/ (accessed 3 Apr. 2018)
- Fulton M.E., Reynolds T., 2015. The political economy of food price volatility: The case of Vietnam and rice. *Am. J. Agric. Econ.*, 97 (4): 1206-1226, doi: 10.1093/ajae/aav019
- Galliano D., Lallau B., Touzard J.-M., 2017. Coexistences et transitions dans l'agriculture. *Rev. Fr. Socio-Econ.* (18) : 23-30, doi : 10.3917/rfse.018.0023
- Gironde C., 2008. Grandes réformes et petits arrangements dans les campagnes vietnamiennes. *Autrepart*, 48 (4) : 113-127, doi: 10.3917/autr.048.0113
- GSO, 1994. Résultats du recensement agricole du Vietnam de 1994, Vol. 2, GSO, 450 p.
- GSO, 2001. Résultats du recensement agricole du Vietnam de 2001, www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=477&idmid=&ItemID=1824 (consulté le 3 avr. 2018)
- GSO, 2006. Résultats du recensement agricole du Vietnam de 2006, www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=477&idmid=&ItemID=8074 (consulté le 3 avr. 2018)
- GSO, 2011. Résultats du recensement agricole du Vietnam de 2011, www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=477&ItemID=13399 (consulté le 3 avr. 2018)
- GSO, 2016. General Statistic Office, www.gso.gov.vn/ (accessed 12 Apr. 2018)
- Gura S., 2008. Industrial livestock production and its impact on smallholders in developing countries. League for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development, Ober-Ramstadt, Allemagne, 65 p.

- Han Quang Hanh, Azadi H., Dogot T., Vu Dinh Ton., Lebailly P., 2017. Dynamics of agrarian systems and land use change in North Vietnam. *Land Degrad. Dev.*, **28** (3): 799-810, doi: 10.1002/ldr.2609
- Kojin E., 2013. The development of private farms in Vietnam. Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (Discussion Paper No. 408)
- Lapar L., Staal S., 2010. Competitiveness of smallholder pig producers in Vietnam. Improving the competitiveness of pig producers. ILRI, Nairobi, Kenya
- Le Goulven K.L., Boutonnet J.-P., Codron J.-M., 1999. Marketing an agricultural production in a "transition" economy: pork marketing chain from Nam Thanh to Hai Phong (Vietnam). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **52** (3-4): 305-312, doi: 10.19182/remvt.9679
- Lemke U., Valle Zárate A., 2008. Dynamics and developmental trends of smallholder pig production systems in North Vietnam. *Agric. Syst.*, **96** (1-3): 207-223, doi: 10.1016/j.agsy.2007.08.003
- Martin C., Castella J.-C., Anh H.L., Eguienta Y., Hieu T.T., 2004. A participatory simulation to facilitate farmers' adoption of livestock feeding systems based on conservation agriculture in the uplands of Northern Vietnam. *Int. J. Agric. Sustain.*, **2** (2): 118-132, doi: 10.1080/14735903.2004.9684572
- Mikolasek O., Trinh D.K., Medoc J.-M., Porphyre V., 2009. L'intensification écologique d'un modèle de pisciculture intégrée : recycler les effluents d'élevages porcins de la province de Thai Binh (Nord Vietnam). *Cah. Agric.*, **18** (2-3) : 235-241, doi : 10.1684/agr.2009.0295
- Molénat M.M., Tran The Thong, 1991. La production porcine au Viet Nam et son amélioration. FAO, Rome, Italie (n° 68)
- Moraine M., 2015. Conception et évaluation de systèmes de production intégrant culture et élevage à l'échelle du territoire. Thèse Doct., Université de Toulouse, France, 200 p.
- Naylor R., Steinfeld H., Falcon W., Galloway J., Smil V., Bradford E., Alder J., Mooney H., 2005. Losing the links between livestock and land. *Science*, **310** (5754): 1621-1622, doi: 10.1126/science.1117856
- Nguyen Manh Dzung, 2014. Pig production and marketing in Vietnam. In: Int. Symp. Recent progress in swine breeding and raising technologies, Taiwan, Taiwan, 3-4 June 2014, 145-152
- Nguyen Tien Dinh, 2014. Transition alimentaire et essor économique : portrait en régions de la consommation de viandes au Vietnam. *Econ. Soc.*, **10** (36) : 1559-1578
- Nguyen Thi Duong Nga, Ho Ngoc Ninh, Pham Van Hung, Lapar M.L., 2014. Smallholder pig value chain development in Vietnam: Situation analysis and trends. ILRI, Nairobi, Kenya
- Otsuka K., Liu Y., Yamauchi F., 2016. Growing advantage of large farms in Asia and its implications for global food security. *Glob. Food Secur.*, **11**: 5-10, doi: 10.1016/j.gfs.2016.03.001
- Pingali P.L., 1997. From subsistence to commercial production systems: The transformation of Asian agriculture. *Am. J. Agric. Econ.*, **79** (2): 628-634, doi: 10.2307/1244162
- Porphyre V., Nguyen Que Coi, 2006. The E3P diagnostic project: an introduction about sustainable pig production in Vietnam. In: Pig production development, animal-waste management and environment protection: a case study in Thai Binh province, Northern Vietnam (Eds. Porphyre V., Nguyen Que Coi). CIRAD, Montpellier, France, 10-14
- Robinson T., Thornton P.K., Franceschini G., Kruska R.L., Chiozza F., Notenbaert A., Cecchi G., Herrero M., et al., 2011. Global livestock production systems. FAO, Rome, Italy, 152 p.
- Seré C., Steinfeld H., 1995. World livestock production systems: Current status, issues and trends. FAO, Rome, Italy, 58 p.
- Smith G., 2017. Vietnam: Grain and Feed Annual 2017. USDA, Foreign Agricultural Service, Hanoi, Vietnam, 29 p. https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Grain%20and%20Feed%20Annual_Hanoi_Vietnam_4-13-2017.pdf (accessed 3 Apr. 2018)
- Tran The Tong, 1973. Pig breeding. In: Agronomical data. Xunhasaba, Hanoi, Vietnam, 128-141
- Van Thi Khanh Vu, Tien Tran Minh et Son Thi Thanh Dang, 2007. A survey of manure management on pig farms in Northern Vietnam. *Livest. Sci.*, **112** (3): 288-297
- Vu Trong Binh, 2002. La qualité des porcs dans le Nord du Vietnam (delta du Fleuve Rouge) entre organisation des producteurs et évolution des systèmes de production. Thèse Doct., INA-PG, Paris, France, 297 p.
- World Bank, 2016. Vietnam 2035: Toward prosperity, creativity, equity, and democracy. World Bank, Washington, USA, 368 p.

Summary

Cesaro J.-D., Porphyre V., Duteurtre G. Influence of the industrialization of pig farming on the diversification of mixed livestock integration in Vietnam

Since the early 1990s, pig farming systems in Vietnam have evolved toward more intensive systems, which have been in the process of industrialization since the 2010s. Farmers are increasingly using technologies and services from the agribusiness. This transformation of pork workshops makes it possible to increase meat production but it questions the traditional integration of crop and livestock within farms. Through a historical and geographical approach, this article shows that, even in a process of industrialization of the pig sector, mixed livestock production continues. In 2011, more than 90% of pig farms included at least one complementary agricultural activity. However, the transformation of livestock systems is leading to a diversification of forms of integration. The new systems tend to organize themselves around the management of effluents to develop agricultural workshops with higher added value, or on the economic complementarity between which risks to take in the face of market uncertainty, at the expense of fodder or livestock feed production on the farm.

Keywords: swine, mixed farming, intensification, agricultural development, Viet Nam

Resumen

Cesaro J.-D., Porphyre V., Duteurtre G. Influencia de la industrialización de las fincas de cerdos sobre la diversificación de la integración de ganado mixto en Vietnam

Desde principios de 1990, los sistemas de fincas de cerdos en Vietnam han evolucionado hacia sistemas más intensivos, los cuáles han estado en proceso de industrialización desde 2010. Los finqueros usan cada vez más tecnología y servicios del sector agro comercial. Esta transformación de talleres de cerdo hace posible el aumento de la producción de carne, pero cuestiona la integración tradicional de una mezcla de ganado en las fincas. A través de un enfoque histórico y geográfico, el presente artículo muestra que, incluso durante un proceso de industrialización del sector porcino, la producción mixta de ganado continúa. En 2011, más de 90% de las fincas de cerdos incluían al menos otra actividad agrícola complementaria. Sin embargo, la transformación de los sistemas ganaderos está llevando hacia una diversificación de las formas de integración. Los nuevos sistemas tienden a organizarse alrededor del manejo de efluentes para desarrollar talleres agrícolas con mayor valor agregado, o sobre la complementariedad económica entre cuáles riesgos tomar frente a la incertidumbre del mercado, a costa de producción de piensos o de ganado en las fincas.

Palabras clave: cerdo, explotación agrícola combinada, intensificación, desarrollo agrícola, Vietnam

Entraves au développement de la filière porcine en Casamance (Sénégal) : que disent les acteurs du sous-secteur ?

Walter Ossebi^{1*} Simplicie Bosco Ayssiwede²
Félix Nimbona² Richard Malou³ Augustin Eric Djettin²
Mariame Diop³ Ayao Missohou²

Mots-clés

Porcin, système d'élevage, alimentation des animaux, santé animale, Sénégal

Submitted: 18 July 2017
Accepted: 13 June 2018
Published: 9 August 2018
DOI: 10.19182/remvt.31286

Erratum : l'écriture du nom du coauteur Augustin Eric Djettin est rectifiée (8 avril 2019).

Résumé

Au Sénégal, l'élevage de porc connaît une croissance annuelle de 3,5 % et couvre 15 % de la production nationale de viande blanche. Longtemps négligé par les pouvoirs publics, il suscite désormais un intérêt de la part des politiques de développement qui y consacrent des projets et programmes d'amélioration. Pour accompagner ce changement de paradigme, il est nécessaire de cerner les contraintes de cet élevage. C'est ainsi qu'une étude descriptive transversale a été menée en deux passages (février et mars 2016) dans les trois régions de la Casamance sous forme d'entretiens individuels et/ou au sein de groupes de discussion impliquant 85 acteurs (70 éleveurs, 14 techniciens d'élevages et 1 fabricant d'aliments). Les résultats ont montré que l'élevage de porc était une activité secondaire que beaucoup d'éleveurs songeaient à abandonner en raison des difficultés rencontrées. L'alimentation des porcs et les maladies restent un véritable défi du fait de la faible disponibilité des aliments et des médicaments, ou du prix élevé des aliments. Ceci explique la pratique de la divagation des porcs, qui accentue les problèmes sanitaires. A en croire les éleveurs, l'élevage de porc est caractérisé par une reconstitution périodique du cheptel, nécessitée par le déstockage forcé lors des épizooties de peste porcine africaine. Aussi la logique socioculturelle de l'éleveur peut limiter l'investissement et constituer un frein au développement de l'élevage porcin. L'essor de cet élevage dans la Casamance naturelle dépendra d'une meilleure maîtrise de l'alimentation, de la conduite d'élevage, du suivi de reproduction, et d'une prophylaxie adéquate contre des maladies parasitaires et infectieuses.

■ Comment citer cet article : Ossebi W., Ayssiwede S.B., Nimbona F., Malou R., Djettin A.E., Diop M., Missohou A., 2018. Obstacles to the development of the pig value chain in Casamance (Senegal): what do actors of the subsector say? *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **71** (1-2): 15-22, doi: 10.19182/remvt.31286

■ INTRODUCTION

Au Sénégal, la population porcine est estimée à 386 000 têtes avec une croissance annuelle de 3,5 %, ce qui est relativement faible par rapport à la moyenne (5 à 10 %) observée en Afrique de l'Ouest (Porphyre, 2009 ; MEPA, 2014). L'élevage porcin a ainsi un fort potentiel

de croissance et est appelé à jouer, avec la volaille, un rôle important dans l'accroissement rapide de la production de protéines animales (Ndébi et al., 2009). Sur une production nationale de 76 055 tonnes de viande blanche au Sénégal, la viande de porc représente 15 %, les 85 % restant étant constitués par celle de volaille.

L'élevage porcin y est cependant mal connu en raison d'une insuffisance d'études. Il est toutefois admis qu'il existe deux systèmes d'élevage : un système périurbain et un système extensif traditionnel. La race locale (*mbam khoukh* en wolof), plus rustique et adaptée à ces systèmes de production, y est la plus exploitée.

A la méconnaissance des systèmes d'élevage porcin s'ajoutent d'autres contraintes, comme la faible intégration du porc dans les politiques d'élevage, l'alimentation et les maladies diverses. Ces dernières sont imputables au mode de conduite des animaux et au

1. Service d'économie rurale et gestion, Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (EISMV), BP 5077, Dakar-Fann, Sénégal.

2. Service de zootechnie-alimentation, Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar-Fann, Sénégal.

3. Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA), Dakar, Sénégal.

* Auteur pour la correspondance
Email : ossebi_3@yahoo.fr



manque de technicité des éleveurs. Très peu d'études concernent les maladies du porc au Sénégal, même si la peste porcine africaine est reconnue aujourd'hui comme un danger mondial pour l'élevage porcin (Gallardo et al., 2014). Toutefois, conscient de l'importance de cette espèce, l'Etat sénégalais développe des actions pour appuyer la filière porcine à travers le Projet d'appui à la sécurité alimentaire et à l'élevage (Pasaël) financé par la Banque mondiale, pour améliorer les conditions d'élevage porcin par la formation, la construction de porcheries modernes, la fourniture d'aliments et de verrats géniteurs (de races améliorées). L'amélioration des races locales de porc à travers le Projet de développement de l'élevage en Casamance (Prodelec) est aussi l'un des quatre projets phares d'élevage du Plan Sénégal émergent (PSE). Enfin, soucieux de maintenir ces actions, le ministère de l'Élevage et des Productions animales (MEPA) du Sénégal a consacré dans son plan annuel 2017 un budget de 250 millions de francs CFA au secteur porcin. Cependant, il reste à savoir si ces actions permettront de combler le fossé en termes de politique de développement entre le porc et les autres espèces animales, comme la volaille et les petits ruminants, dans les prochaines années. Faire ce parcours nécessite une bonne compréhension des entraves au développement de cet élevage aussi bien du côté des éleveurs que des acteurs de la filière porcine au Sénégal, d'où l'intérêt de ce travail. L'objectif de cette étude était de passer en revue les entraves au développement de la filière porcine en donnant la parole aux acteurs qui y sont impliqués dans la région naturelle de la Casamance au sud du Sénégal.

■ METHODOLOGIE

Différentes investigations ont été menées dans la région de la Casamance située dans la partie méridionale du Sénégal. Cette zone s'étend sur 28 350 kilomètres carrés répartis sur trois régions administratives, à savoir Kolda, Sédhiou et Ziguinchor (figure 1). Elle est limitée à l'ouest par l'océan Atlantique, à l'est par un affluent du fleuve Gambie, au nord par la Gambie et au sud par la Guinée-Bissau et la Guinée.

Le climat de la Casamance est de type soudanien, caractérisé par une saison de pluie allant de juin à octobre et une saison sèche le reste de l'année. Les températures y sont généralement élevées (entre 21 °C et 37 °C en moyenne par an), avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1063 millimètres (CSE, 2007). C'est la partie la plus arrosée qui forme, avec la zone du bassin arachidier, les deux grandes zones d'élevage de porc au Sénégal (Buldgen et al., 1994). Avec les décennies de conflits politique et armé qui ont retardé l'essor de son économie essentiellement rurale, l'élevage constitue, avec la culture du riz et l'exploitation des ressources naturelles, une activité économique pratiquée de manière principale ou secondaire par les ménages aussi bien en milieu rural qu'urbain. Cette région détient plus de 50 % des effectifs du cheptel porcin sénégalais, qui joue un rôle crucial d'appui dans la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Cette zone étant la moins islamisée du Sénégal avec une forte proportion de chrétiens et d'animistes (près de 25 % de la population), la viande de porc est fortement présente dans les habitudes alimentaires de ces populations (Missouhou et al., 2001).

Les investigations ont consisté en une étude descriptive transversale réalisée en deux passages (en février et mars 2016) de cinq jours chacun dans les trois régions de la Casamance naturelle. Elles ont été faites sous forme d'entretiens individuels et/ou au sein de groupes de discussion lors de missions de sensibilisation et de partage de la méthodologie du projet, et de suivi des activités de recherche avec les principaux acteurs ciblés et impliqués (agents techniques d'élevage, éleveurs, provendiers).

Au total, 85 acteurs dont 70 éleveurs (38 au premier passage et 32 au second), 14 techniciens d'élevage et 1 provendier ont été rencontrés (figure 2). Les échanges effectués avec les acteurs de la filière ont permis de recenser les principaux problèmes rencontrés et le vécu des éleveurs de porcs. Des informations comme la taille du cheptel, l'alimentation des animaux, les maladies constatées et le type d'habitat ont été collectées pendant les entretiens avec les éleveurs afin d'avoir un aperçu sur la problématique de l'élevage porcin. Les informations obtenues ont été essentiellement qualitatives à l'exception de l'effectif du cheptel, et des prix d'achat des intrants et de vente des porcs. Leur traitement a été effectué manuellement suivant l'approche qualitative pour la hiérarchisation des problèmes, accompagnés des statistiques descriptives quantitatives.

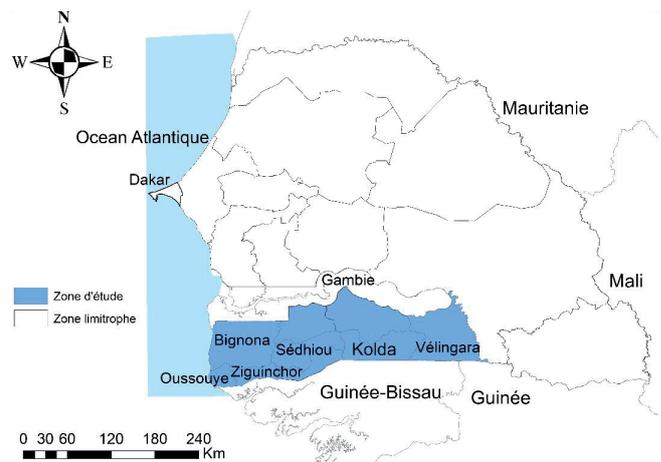


Figure 1 : région naturelle de la Casamance (en bleu foncé), au sud du Sénégal.

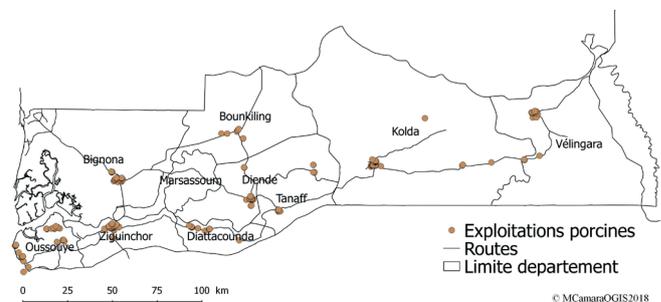


Figure 2 : localisation des élevages de porcs enquêtés dans la région naturelle de la Casamance au Sénégal.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Répartition des acteurs

Sur 70 éleveurs interviewés, 44 % provenaient de Ziguinchor, 30 % de Kolda et 26 % de Sédhiou avec une répartition légèrement en faveur des hommes (55 %) par rapport aux femmes (45 %). Les techniciens d'élevage (tous des hommes) étaient représentés par des inspecteurs régionaux ou départementaux, des chefs de poste vétérinaire et des agents techniques d'élevage, dont 21 % de Kolda, 29 % de Sédhiou et 50 % de Ziguinchor. Seul un provendier exerçant dans la région de Ziguinchor pour offrir aux éleveurs des aliments complets pour porc a été rencontré (tableau I). Les éleveurs interrogés possédaient un total de 1067 porcs dont 166 à Kolda, 276 à Sédhiou et 625 à Ziguinchor. Ces observations sont similaires aux travaux

Tableau I

Répartition des acteurs enquêtés par zone dans la région de la Casamance au Sénégal

Acteurs	Ziguinchor	Sédhiou	Kolda	Total
Éleveurs	31	18	21	70
Agents techniques d'élevage	7	4	3	14
Provendier	1			1

de Seck (2007) et de Secka (2011) qui, ayant travaillé dans la même zone, ont noté une forte concentration de porcs à Ziguinchor.

Systèmes d'élevage et localisation

En Casamance, l'élevage de porcs est circonscrit en zone périurbaine et dominé par le système d'élevage extensif traditionnel même si le système semi-intensif y est aussi présent. En effet, les éleveurs résidaient plutôt en milieu périurbain (60,3 %) qu'en milieu urbain (39,7 %), exception faite de ceux de la région de Kolda. Dans celle-ci, la majorité des interviewés (62 %) pratiquaient l'élevage de porc en milieu urbain. Le système extensif (84 % des élevages) était présent aussi bien en milieu urbain que périurbain. Il était caractérisé par des abris de type traditionnel et une conduite d'élevage fondée sur la divagation des porcs, généralement de races locales. En période de soudure, la pratique de ce mode d'élevage était adoptée par les éleveurs du système semi-intensif. Ce résultat sous-entend que les diverses difficultés soulignées par tous les éleveurs sont (par ordre décroissant d'importance) alimentaires, sanitaires et commerciales, ce qui les incite à maintenir ce type de système. Le système semi-intensif, faiblement représenté (16 %), était davantage pratiqué par les élevages situés en milieu périurbain. Dans ce système, les bâtiments pouvaient être semi-modernes ou parfois traditionnels améliorés, et la conduite des porcs était pratiquée en stabulation complète avec une alimentation plus ou moins équilibrée.

Nos résultats sont contraires à ceux obtenus en Afrique de l'Ouest selon lesquels les modes d'élevage extensif et semi-intensif étaient pratiqués en milieu villageois (Porphyre, 2009). Ceci peut être expliqué par la crise politique et armée que la Casamance a connue et qui a contraint des populations villageoises, notamment les éleveurs, à se déplacer vers les zones périurbaine et urbaine.

Structure des troupeaux porcins

L'élevage porcine en Casamance était caractérisé par des effectifs fortement variables, assujettis dans leur croissance par le poids socio-culturel. Les éleveurs possédaient au moins deux porcs et au plus 300, et l'effectif moyen par élevage était de $29,6 \pm 50,7$. Cet effectif était supérieur à ceux obtenus par plusieurs auteurs (Le Goulven et al., 1999 ; Missohou et al., 2001 ; Sambou, 2008 ; Youssao et al., 2008 ; Mopaté et Kaboré-Zougrana, 2010 ; Mopaté et al., 2010) dans les pays en développement, mais inférieur à celui rapporté par Ayssiwede et al. (2008) au Bénin (40,6 porcs). La différence notée ici réside dans la religion. En effet, la pratique de cette activité est sujette aux interdits religieux au Sénégal, pays à majorité musulmane (95 %). Cela se traduit par un amenuisement des espaces pour l'élevage de porcs, auquel se greffe le vol, l'empoisonnement ou la récurrence de la peste porcine africaine. Au Bénin ces poids socioculturels n'interviennent pas en raison d'une dominance des populations chrétienne et animiste (Houndonougbo et al., 2012).

L'effectif du cheptel porcine par élevage comprenait tous les stades physiologiques dont un nombre excessif de géniteurs. La part des porcelets non sevrés (38,3 %) était plus importante que celles des porcs en croissance (28,3 %) et en reproduction (33,4 %). Ces résultats diffèrent de ceux de Houndonougbo et al. (2012) concernant les deux premières catégories de porcs (respectivement 23 % et 42 %). Ces deux catégories constituaient le noyau volatile du troupeau qui variait selon les ventes ou les portées, avec 7 à 12 porcelets par truie grâce au métissage, comme en Afrique de l'Ouest et du Centre (Abdallah-Nguertoum, 1997 ; Mopaté et al., 2010 ; Umutoni, 2012). Par ailleurs, nos résultats sont semblables à ceux de Houndonougbo et al. (2012) au sujet des porcs en reproduction (35 %) qui constituaient une catégorie assez fixe au cours de l'année. En moyenne, le noyau reproducteur comprenait près de 10 porcs dont $6,3 \pm 9$ truies reproductrices et $3,3 \pm 3,5$ verrats, soit un sex-ratio d'environ 1 verrot pour 2 truies par élevage. Le nombre moyen de femelles reproductrices dans les élevages en Casamance était élevé par rapport aux moyennes rapportées en Afrique de l'Ouest et du Centre (2,8 à 4,2 truies). Mais ce sex-ratio était plus élevé au regard de la norme technique de 1 verrot pour 10 à 20 truies (Mopaté, 2008 ; Youssao et al., 2008 ; Mopaté et al., 2010 ; Houndonougbo et al., 2012). Ceci peut être expliqué par le manque de technicité des éleveurs qui croient qu'il faut garder suffisamment de mâles pour maximiser le taux de fertilité. Les éleveurs en Casamance ne seraient pas rationnels du fait des nombreuses difficultés auxquelles ils font face, notamment l'accès au financement, à l'alimentation, aux soins vétérinaires et à la commercialisation.

Entraves de l'élevage porcine

Obstacles liés à l'alimentation

L'alimentation demeure l'une des contraintes majeures de l'élevage porcine. En effet, les coproduits ou résidus de récolte ne sont pas des ressources sur lesquelles les éleveurs peuvent toujours compter car leur disponibilité prend souvent un caractère saisonnier et incertain (Gourdine et al., 2011). L'agriculture, leur activité de base, est de type familial et génère peu de sous-produits susceptibles de faire face à une longue période de soudure. Les éleveurs adoptent ainsi une stratégie d'adaptation en accord avec le système d'élevage extensif basé sur la divagation au lieu de développer des stratégies de stockage et de conservation en période d'abondance en prévision de la période de pénurie. Dans ce contexte, les types d'aliments les plus utilisés dans les élevages porcins sont constitués de résidus de céréales et de fruits, de légumineuses et de restes de repas domestiques. Leur disponibilité et leur utilisation sont plus faciles à Ziguinchor que dans les deux autres régions (tableau II) du fait de l'absence de minoterie, d'industries agroalimentaires et de l'état des infrastructures routières. Cependant, malgré la présence d'une minoterie et d'une huilerie à Ziguinchor, il n'y avait pas assez d'intrants pour tous les élevages et les prix pratiqués étaient parfois hors de portée de certains éleveurs (tableau III), comme l'illustrent parfaitement les propos de l'un d'entre eux : « le problème fondamental de l'élevage porcine est celui de l'alimentation. Les sous-produits comme le son, les tourteaux de palmiste et d'arachide ne sont pas disponibles en permanence ». La faible capacité financière des éleveurs ne peut pas leur permettre de soutenir un rythme d'approvisionnement régulier (Ndébi et al., 2009). L'approvisionnement en aliment complet pour porc et certains sous-produits agro-industriels (tourteau d'arachide, farine de poisson, etc.) par les éleveurs de Kolda et Sédhiou se faisait à partir de la région de Ziguinchor et/ou de Dakar. La conséquence de cette dépendance se traduisait par la hausse des prix de ces intrants d'au moins 30 % par rapport à Ziguinchor, multipliée par trois en période de soudure dans les régions concernées.

Certains de ces intrants semblent contribuer à la baisse de performance de croissance. C'est le cas du tourteau de palmiste que les

Tableau II

Types d'aliments utilisés dans les élevages porcins de la région de la Casamance au Sénégal

Aliments utilisés	Type	Ziguinchor	Sédhiou	Kolda
Résidus céréaliers	Son de mil	+++	+++	+++
	Son de riz	+++	++	+
	Son de maïs	++	++	+++
Résidus fruits	Noix et tourteau palmistes	+++	+++	++
Racal	Tourteau d'arachide artisanal	+++	++	++
Aliment SONACOS	Tourteau d'arachide industriel	+++	+	+
Restes de nourriture humaine	Déchets de restaurant et marché, pain sec trempé	+++	++	+++

+++ Fréquemment utilisés ; ++ Moyennement utilisés ; + Faiblement utilisés

Tableau III

Prix d'achat * des aliments dans la région de la Casamance au Sénégal

	Ziguinchor	Sédhiou	Kolda
Son de riz	1 500–2 500	1 200–4 000	1 200–4 000
Son de mil et maïs			3 000–4 000
Aliment commercial	4 000–10 000		
Tourteau arachide (Racal)	4 000–5 000		
Noix palmiste	1 500–2 500	2 000	2 500–3 500
Tourteau palmiste	4 000–5 000	4 000–5 000	4 000–5 000

* FCFA/sac de 50 kg ; 1000 FCFA = 1,52 €

éleveurs considèrent comme un aliment sans intérêt et qui jouerait un rôle d'appui surtout en période de soudure. En effet, ce sous-produit industriel est faiblement apprécié par le porc lorsqu'il est distribué seul (Kim et al., 2001). Sa teneur élevée en fibres ainsi que la présence des polysaccharides non amylacés induisent une faible digestibilité et une faible absorption de l'énergie (Boateng et al., 2008). Néanmoins, de nombreux auteurs en Afrique de l'Ouest et en Asie du Sud (Jegade et al., 1994 ; Rhule, 1996 ; Fatufe et al., 2007) ont rapporté que son inclusion à des taux très élevés (jusqu'à 40 %) dans les régimes alimentaires des porcs en croissance-finition en remplacement des céréales n'induit pas d'effets délétères sur les performances de croissance et la qualité de la viande. Le tourteau de palmiste peut être donc un aliment économiquement viable à condition qu'il soit intégré dans une ration équilibrée.

Les quantités de certains aliments intégrés dans l'alimentation des porcs peuvent avoir un effet sur leur mortalité, comme les noix de cajou et les restes de cuisine. « J'ai constaté que mes sujets meurent suite à la consommation des noix de cajou » rapportait l'éleveur F. Ces noix proviennent de l'anacardier dont la culture est importante en Casamance (80 % des superficies cultivées au Sénégal) (Sene, 2016). Leur exploitation est une activité en pleine expansion et la récolte a lieu de mars à juin avec une production moyenne de 20 000

tonnes de noix par an (PADEC, 2010 ; Ricau, 2013). Hormis la transformation artisanale de la pomme de cajou (20 %) en jus ou vin de cajou, la majeure partie de cette production (80 %) reste non valorisée (Sene, 2016). Aussi, l'utilisation de drêche de pomme de cajou issue de cette transformation dans les régimes alimentaires des porcs n'a pas d'influence négative sur la santé et les performances des animaux d'élevage (Oddoye et al., 2009 ; Armah, 2011 ; Donkoh et al., 2012) malgré l'existence de substances antinutritives (saponines, tanins, aflatoxines, flavonoïdes, phytates, oxalates). On observe tout au plus une baisse des performances de croissance et de reproduction des porcs lorsque le taux d'incorporation des drêches de cajou excède 15–20 % dans la ration (Oddoye et al., 2009 ; Armah, 2011). A noter que ces résultats sont le fait d'une alimentation équilibrée en énergie, en protéines et en oligoéléments. Rares cependant sont les élevages porcins en Casamance où la formulation alimentaire tient compte de ces équilibres. En quête d'aliments, les porcs ingèrent assez de résidus et de produits fruitiers, dont la pomme de cajou, en quantité importante seule ou accompagnée par une ration pauvre en nutriments. Aussi, la mortalité évoquée par les éleveurs peut être le résultat d'un état sanitaire fragilisé par une mauvaise condition d'alimentation.

En règle générale, la valorisation des résidus alimentaires domestiques est conseillée pour le petit élevage (volailles, porcs) et moyennant un minimum de précautions (bouillir afin d'éliminer de possibles germes et de donner aux animaux des aliments exempts de tout danger). Le point de vue de l'éleveur M. est partagé par d'autres comme lui : « c'est la rareté du son qui m'a poussé à intégrer des restes de cuisine dans l'alimentation des porcs. Ces aliments sont source de maladie et de mortalités des porcs ». Cependant, la plupart des éleveurs ont admis leur méconnaissance sur l'intérêt de bouillir les restes de cuisine ou de restaurants. Au lieu de les utiliser aussitôt à l'état frais après la collecte, ils les intègrent généralement dans l'alimentation des porcs, sans aucun traitement. Ces restes alimentaires d'origines diverses sont parfois conservés un à trois jours dans des fûts hermétiquement fermés, ce qui favorise la fermentation et la prolifération des germes, voire la décomposition de l'aliment servi aux porcs.

Enfin, le faible niveau de revenu des éleveurs amplifie les difficultés d'alimentation des porcs. La plupart manque de moyens financiers pour s'approvisionner en sous-produits alimentaires agro-industriels et aliments porcs en quantités suffisantes pour faire face à la pénurie.

Obstacles liés à la santé

Les pathologies porcines récurrentes favorisées par le climat humide, la proximité de la faune sauvage ainsi que la rareté des services de santé animale rendent difficile la pratique de l'élevage porcin en Casamance. Les éleveurs de porcs de la région du sud du Sénégal se sont déjà habitués à la reconstitution périodique du cheptel : « en fonction des périodes, on perd tous les animaux et on repart à zéro » disait l'un d'entre eux. La pression exercée par les pathologies entraîne des épidémies annuelles récurrentes face auxquelles les éleveurs sont désarmés. Même s'ils manifestent le désir de protéger leurs animaux par des moyens techniques modernes, le marché du médicament pour porc n'est guère développé et empêche la réalisation de cette action cruciale. Ainsi certains déclarèrent : « Le porc ne vit pas, ne mange pas et n'est pas soigné. Avoir de l'argent ne suffit pas, car il n'y a aucun intrant à acheter... on élève mais on ne peut pas traiter ; on élève mais on n'arrive pas à trouver des médicaments pour nos animaux ».

Les éleveurs subissent ces contraintes depuis des années avec guère d'assistance technique. En effet, le fonctionnement des services sanitaires en Casamance ne favorise pas une bonne prise en charge des pathologies porcines. L'inaction des agents de terrain concourt au maintien du sentiment d'abandon des éleveurs de porcs par les

pouvoirs publics et les politiques d'élevage, d'autant que leurs représentants techniques refusent parfois de toucher le porc pour des raisons religieuses. Ils peuvent prescrire, sans se déplacer, des médicaments destinés à d'autres espèces et disponibles sur le marché, sur la base de la symptomatologie décrite par l'éleveur. Le risque associé à cette pratique est le surdosage ou le sous-dosage des médicaments devenant néfastes pour la santé des animaux, voire l'utilisation de molécules contre-indiquées chez le porc qui peuvent aboutir à sa mort. Ainsi dépeint, le secteur de la santé est typique à celui que l'on rencontre dans les pays à majorité musulmane (Le Glaumec, 2006). Les observations selon lesquelles l'éleveur est lui-même le garant du suivi sanitaire des porcs corroborent celles de Ndébi et al. (2009) et Abdallah-Nguertoum (1997) en Afrique centrale. Toutefois, dans leur contexte c'est le coût de la prestation qui constitue un frein à l'accès aux soins vétérinaires et favorise l'usage de la médecine et des connaissances traditionnelles, mais pas la disponibilité ou l'implication des agents de santé. A l'opposé de nos résultats, ceux de Houndonougbo et al. (2012) révèlent des visites périodiques des vétérinaires et des auxiliaires dans les élevages porcins au Bénin.

Les pathologies dominantes sont bactériennes, virales et parasitaires, mal connues des agents des services vétérinaires. Au-delà de la méconnaissance et de l'inaction face à leur expression, on dénote de leur part un mauvais rapportage des maladies (la peste porcine africaine a ravagé les élevages de Sédhiou en 2015 sans qu'elle ait été notifiée aux services habilités), un acheminement erratique des échantillons biologiques vers le Laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires (LNERV) de l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA) à Dakar (plus de 700 kilomètres), et une vaccination incomplète ou mal exécutée contre la pasteurellose (inscrite depuis quelques années sur la liste des maladies à vaccination obligatoire au Sénégal). Ces actions contribuent au maintien de ces pathologies et ne rassurent guère les éleveurs pour la lutte à mener contre les mortalités des jeunes. En effet, ces pathologies, dans le passé comme aujourd'hui, provoquent de lourdes pertes économiques pour les éleveurs et menacent leurs moyens d'existence et leur sortie de la pauvreté (Ly, 2007). C'est le cas de la peste porcine africaine (PPA) que tous les éleveurs ont appris à reconnaître. Le virus de cette maladie fortement contagieuse cause des hémorragies mortelles chez les porcs domestiques avec un taux de mortalités avoisinant 100 %. Elle est endémique en Afrique subsaharienne, dans le milieu naturel, avec des cycles d'infection impliquant les tiques, les phacochères et les potamochères (Grange, 2016).

La présence de la forêt et le climat de type soudanien sont propices au développement et à la diffusion rapide de nombreuses maladies, notamment la PPA en Casamance. L'absence de traitement en association avec la faiblesse de la biosécurité, la divagation et l'ignorance de mesures élémentaires de biosécurité (comme enterrer les cadavres) favorise la persistance de la maladie (Seck, 2007 ; Gallardo et al., 2015 ; Grange, 2016). Face à ce fléau, l'éleveur M. déclare « J'attends maintenant que tout mon cheptel meure pour arrêter l'élevage de porc ». Chaque année, les éleveurs perdent tout ou une partie de leur troupeau. Espérant réduire l'incidence des maladies, certains éleveurs investissent dans le traitement des animaux sans résultat probant. Selon les agents d'élevage, la commune de Diannah Malary dans la région de Sédhiou, a été le théâtre d'une épidémie de PPA confirmée par le LNERV en 2016. Sur un effectif total de 416 porcs, 315 sont morts de cette maladie, soit un taux de mortalités de 76 %. La PPA engendre ainsi de lourdes pertes économiques et constitue une contrainte majeure pour l'élevage porcine, particulièrement en Afrique de l'Ouest et du Centre où elle avait en 1996 décimé plus de 66 % du cheptel (Porphyre, 2009).

Porphyre (2009) avait relevé que la divagation pose de nombreux problèmes, comme le manque de maîtrise des pathologies animales ou la transmission de maladies dangereuses pour l'homme (cysticercose).

Par ailleurs, la décontamination des porcheries après le passage de la PPA n'est pas structurée et fait appel à des pratiques propres à l'éleveur pour éliminer l'odeur de mort qualifiée de « l'odeur du virus » : application de plusieurs litres d'eau de Javel dans l'aire de repos des enclos avant d'y mettre le feu. Mais, l'efficacité d'une telle méthode reste réduite à cause du manque d'entretien des porcheries, et leur sol non bétonné ne permet pas une bonne élimination des germes et des virus.

Obstacles liés à la commercialisation et au financement

La commercialisation des produits (viande et/ou porc sur pieds) est assez facile à Ziguinchor (existence de consommateurs locaux et hôtellerie) avec des prix plus élevés que dans les deux autres régions de la Casamance (tableau IV). Toutefois, les prix sont généralement fixés par l'acheteur, surtout en période de soudure où l'éleveur est parfois obligé de vendre. Cette situation est surtout due au manque de moyens financiers, à l'absence d'accompagnement et d'organisation des éleveurs en association ou fédération pour faire un front commun face aux commerçants qui achètent leurs animaux à très bas prix (environ 1000 FCFA/kg de poids vif). De plus, bien que la viande de porc soit très consommée par les populations locales, il n'existe dans les villes de ces régions aucun atelier de transformation, ni de restaurants-charcuteries de porcs. Cette situation ne permet pas aux éleveurs de tirer meilleur profit de la vente de leurs animaux qu'ils cèdent le plus souvent aux marchands guinéens. Selon Secka (2011), il y a une forte demande à partir de la Guinée-Bissau, notamment à Kolda et à Sédhiou, mais l'offre est souvent insuffisante si bien que les acheteurs sont parfois obligés de se tourner vers Dakar.

Par ailleurs, les maladies réduisent par leur morbidité la valeur marchande des animaux, voire les réserves de trésorerie de l'éleveur. Elles diminuent en général le capital financier et font perdre des investissements en augmentant les coûts de production (Ly, 2007). L'investissement productif, moteur du développement économique comme l'exprime Yunus (2014), permet d'augmenter la capacité de production et de générer davantage de revenus. Selon Wampfler (2016), en l'absence d'investissement, la faible production ouvre les trappes de la pauvreté. Comparés aux éleveurs des autres spéculations (ruminants, volailles), les éleveurs de porcs sont particulièrement défavorisés dans l'accès au crédit pour financer leur activité.

Obstacles liés aux pratiques et logiques socioculturelles des éleveurs

La culture et les faits sociaux peuvent contraindre le développement de l'élevage porcine. En Casamance, il s'agit des pratiques bien ancrées dans les mœurs de la population et qui constituent, à bien des égards, un frein à l'investissement susceptible de changer la conduite de l'élevage porcine. Beaucoup d'éleveurs sont hostiles à la commercialisation de jeunes porcs (moins de 20 kg de poids vif) qui à leurs yeux constituent une perte en raison de leur prix bas comparé à la vente des gros porcs (jusqu'à 100 kg de poids vif). Toutefois, ce comportement est un manque éventuel de rationalité économique et d'objectifs de gestion du troupeau (Ndébi et al., 2009). La non-maîtrise

Tableau IV

Prix de vente * des produits porcins dans la région de la Casamance au Sénégal

	Ziguinchor	Sédhiou	Kolda
Prix (par kg de poids vif)	1 500	ND	1 200
Prix au détail (par kg de viande)	1 700	1 000	1 500
Prix d'un porc adulte sur pieds	80 000	60 000	60 000

* FCFA ; 1000 FCFA = 1,52 € ; ND : non déterminé

des mécanismes propres à la commercialisation des produits d'élevage définit les contraintes majeures à la sécurisation du bien-être des producteurs. La pratique de production et de vente de porcs par Madame J. étaye ces propos. Disposant de six box linéaires remplis de porcs et en état de saturation (3 porcs/m²), elle a une préférence pour les gros porcs obtenus après deux ans d'engraissement. Ceci n'est pas sans engendrer l'augmentation des dépenses en aliment, et par conséquent le coût de production avec une diminution des marges attendues par le producteur. En effet, dans ces élevages il n'y a aucune planification dans la gestion du troupeau (reproduction, vente, etc.). Des animaux d'âges différents sont mélangés dans une même porcherie avec comme conséquence immédiate la sous-alimentation et la faible croissance des jeunes porcs qui finalement sont gardés plus longtemps que nécessaire.

Au-delà du problème de déstockage régulier des sujets, la barrière socioculturelle peut être considérée comme un véritable obstacle de la production porcine. En effet, les revenus engrangés par la vente des porcs sont rarement réinvestis dans l'activité pour améliorer l'habitat, l'alimentation et la santé des porcs. Ils servent en grande partie à faire des cérémonies rituelles aux ancêtres de la famille une fois par an dans le but de conjurer le mauvais sort et de protéger ses enfants. La préparation de tels événements coûte cher et monopolise toutes les économies du ménage qui peut dépenser jusqu'à cinq millions de francs CFA (environ 7600 €). Ces pratiques sont connues dans la partie sud du Sénégal où les acteurs attendent avec impatience la mobilisation des projets de développement alors qu'ils disposent déjà des moyens techniques et économiques nécessaires au développement de leurs activités de production et de commercialisation. Comme l'élevage constitue un moyen pour conjurer le mauvais sort, le développement de l'exploitation peut donc être hypothéqué par ce comportement. Certes, certains éleveurs de porcs (environ 10 %) ont compris que réinvestir dans leur activité de production était nécessaire pour s'en sortir. Depuis des années, ils investissent avec leurs propres moyens dans la construction de l'habitat pour répondre aux besoins essentiels de leur famille, et cela avec succès. À travers cette activité, ils sont parvenus à scolariser leurs enfants, à avoir un moyen de déplacement et à construire une maison familiale. Par ailleurs, l'élevage de porcs intervient fortement dans la réception d'hôtes, les funérailles et les mariages au sud du Sénégal.

■ RECOMMANDATIONS

Au regard des problèmes soulevés dans cette étude, le développement de l'élevage porcine en Casamance peut être effectué à travers des mesures incitatives couplées à la formation des éleveurs et agents des services techniques. Sur le plan alimentaire, nous recommandons de constituer davantage de stocks de sous-produits pour la période de soudure, de réduire la divagation des animaux, d'abandonner la pratique de distribution d'un seul intrant alimentaire, notamment la pomme et les noix de cajou, au profit d'une utilisation d'aliments composés et plus équilibrés pour les animaux, et de bouillir les restes de cuisine non distribués frais le jour de collecte, afin de préserver la santé des porcs.

Sur le plan sanitaire, l'effort d'investissement dans la construction de porcheries améliorées ou modernes (à murs crépis, sol bétonné) doit être encouragé. Il constitue un moyen pour mieux appliquer les mesures de biosécurité et mettre les porcs à l'abri des maladies, en particulier la PPA. Aussi, les acteurs doivent être de plus en plus sensibilisés sur les risques sanitaires de la pratique de l'élevage en divagation. Pour prévenir la PPA en Casamance, il est donc essentiel a) d'enterrer les cadavres de porcs entre couches de chaux de vive, b) de renforcer les mesures de biosécurité, c) de garder les animaux en claustration, la divagation et les échanges commerciaux illégaux

avec les pays voisins infectés étant les principaux facteurs de risque de transmission de la PPA selon Etter et al. (2011), d) d'alerter les services vétérinaires après suspicion de la PPA, et e) de limiter les contacts directs et indirects entre porcs domestiques, et entre porcs domestiques et animaux sauvages (Guinat et al., 2016).

Enfin, pour un véritable essor de la filière porcine, l'accompagnement et l'organisation des acteurs (regroupement en association/fédération ou coopérative) restent nécessaires pour permettre une répartition proportionnelle de la valeur ajoutée aux différents maillons de la chaîne. Aussi constituent-ils, pour les éleveurs souvent lésés dans la vente de leurs porcs, un moyen de pouvoir mieux défendre leurs intérêts. Par ailleurs, la mise en place d'ateliers de transformation et de restaurants-charcuteries de porcs dans les principales villes de ces régions du Sud pourrait améliorer la commercialisation.

■ CONCLUSION

Le porc est une espèce capable de répondre aux défis de la pauvreté grâce à sa forte prolificité et productivité. Cependant, au Sénégal il reste négligé des pouvoirs publics, même si ces dernières années quelques actions ont été menées. Ces deux courtes enquêtes ont permis de dégager les obstacles principaux à l'élevage porcine au sud du Sénégal. Il s'agit de l'alimentation, de la santé, de la commercialisation et du poids socioculturel. L'élevage de porcs est affecté par le manque de disponibilité d'aliments, l'inaction des agents techniques ne maîtrisant pas toujours les nombreuses maladies porcines, des décisions de gestion technique et économique irrationnelles, et enfin la capacité familiale à investir. Appliquer des mesures d'hygiène et de biosécurité et arrêter la divagation par la constitution de stocks d'aliments peuvent réduire la pression des maladies sur les élevages porcins. Toutefois, des investigations dans ces différents domaines (alimentaire, santé, chaîne de valeur, formation) sont encore nécessaires pour permettre un véritable développement du secteur de l'élevage porcine au Sénégal.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Fonds national des recherches agricoles et agro-alimentaires (FNRAA) du Sénégal pour avoir financé ce programme qui a été mis en œuvre par l'Institut sénégalais des recherches agricoles en collaboration avec l'École inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (EISMV) de Dakar et le ministère de l'Élevage et des Productions animales (MEPA) du Sénégal.

REFERENCES

- Abdallah-Nguertoum E., 1997. Elevage porcine en région-péri-urbaine de Bangui (Centre Afrique). Thèse Doct. vétérinaire, EISMV, Dakar, Sénégal, 111 p.
- Armah I.N.A., 2011. The effect of starter-growing pig fed diet containing varying levels of dried cashew (*Anacardium occidentale*) pulp. MSc thesis, Kwame Nkrumah University, Kumasi, Ghana, 79 p.
- Ayssiweide S.B., Missouhou A., Abiola F., 2008. Les systèmes d'élevage de porcs au Bénin. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **6** (3-4) : 213-219
- Boateng M., Okai D.B., Baah J., Donkoh A., 2008. Palm kernel cake extraction and utilisation in pig and poultry diets in Ghana. *Livest. Res. Rural Dev.*, **20** (7): 99
- Buldgen A., Piraux M., Dieng A., Schmit G., Compere R., 1994. Les élevages de porcs traditionnels du bassin arachidier sénégalais. *Rev. Mond. Zootech.*, **81** : 63-70.
- CSE, 2007. Caractérisation des systèmes de production agricole au Sénégal. Rapport de synthèse du projet FAO Land Degradation Assessment, 39 p., www.ntipsoft.com/domaine_200/pdf/caractspasenegal.pdf (consulté 10 oct. 2016)

- Donkoh A., Attoh-Kotoku V., Kwame R.O., Gasca R., 2012. Evaluation of nutritional quality of dried cashew nut testa using laboratory rat as a model for pigs. *Sci. World J.*: 984249, doi: 10.1100/2012/984249
- Etter E.M.C., Seck I., Grosbois V., Jori F., Blanco E., Vial L., Akakpo A.J., et al., 2011. Seroprevalence of African swine fever in Senegal. *Emerg. Infect. Dis.*, **17** (1): 49-54, doi: 10.3201/eid1701.100896
- Fatufe A.A., Akanbi I.O., Saba G.A., Olowofeso O., Tewe O.O., 2007. Growth performance and nutrient digestibility of growing pigs fed a mixture of palm kernel meal and cassava peel meal. *Livest. Res. Rural Dev.*, **19** (12): 180
- Gallardo C., Fernández-Pinero J., Pelayo V., Gazaev I., Markowska-Daniel I., Pridotkas G., Nieto R., et al., 2014. Genetic variation among African swine fever genotype II viruses, Eastern and Central Europe. *Emerg. Infect. Dis.*, **20** (9): 1544-1547, doi: 10.3201/eid2009.140554
- Gallardo M.C., Reoyo A.T., Fernández-Pinero J., Iglesias I., Muñoz M.J., Arias M.L., 2015. African swine fever: a global view of the current challenge. *Porc. Health Manag.*, **1**: 1-21, doi: 10.1186/s40813-015-0013-y
- Gourdine J.-L., Renaudeau D., Xandé X., Régner C., Anaïs C., Alexandre G., Archimède H., 2011. Systèmes de production valorisant des ressources locales en production porcine en milieu tropical. *Innov. Agron.*, **16**: 75-87
- Grange T., 2016. Risques épidémiologiques associés à l'élevage porcin à Madagascar : cas particulier de la peste porcine africaine dans les zones d'interface avec le potamoche (Potamocheirus larvatus). Thèse Doct. vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France, 156 p.
- Guinat C., Gogin A., Blome S., Keil G., Pollin R., Pfeiffer D.U., Dixon L., 2016. Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. *Vet. Rec.*, **178**: 262-267, doi: 10.1136/vr.103593
- Houndonougbo M.F., Adjolohoun S., Aboh B.A., Singbo A., Chrysotome C.A.A.M., 2012. Caractéristiques du système d'élevage porcin au Sud-Est du Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, n° Spéc. Elev. Faune : 15-21
- Jegede J.O., Tegbe T.S.B., Aduku A.O., Olorunju S.A.S., 1994. The effect of feeding palm kernel meal on performance and carcass characteristics of pigs. *Nigerian J. Anim. Prod.*, **21** (1-2): 88-95
- Kim B.G., Lee J.H., Jung H.J., Han Y.K., Park K.M., Han I.K., 2001. Effect of partial replacement of soybean meal with palm kernel meal and copra meal on growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finishing pigs. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, **14** (6): 821-830, doi: 10.5713/ajas.2001.821
- Le Glaumec L.G.A.L., 2006. Etude épidémiologique du cycle sauvage de la peste porcine africaine dans la région du Siné Saloum au Sénégal. Thèse Doct. vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France, 122 p.
- Le Goulven K., Boutonnet J.P., Codron J.M., 1999. Marketing an agricultural production in a "transition" economy: pork marketing chain from Nam Thanh to Hai Phong, Vietnam. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **52** (3-4): 305-312, doi: 10.19182/remvt.9679
- Ly C., 2007. Santé animale et pauvreté en Afrique de l'Ouest. In : Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l'Ouest (Eds. Mbaye A.A., Roland-Holst D., Otte J.). CREA, PanAfrika, Sénégal, 71-85
- MEPA, 2014. Statistiques des productions et importations des produits animaux au Sénégal en 2013. Dired (cellules des Etudes et de la Planification), ministère de l'Elevage et des Productions animales, Sénégal, 7 p.
- Missohou A., Niang M., Foucher H., Dieye P.N., 2001. Les systèmes d'élevage porcin en Basse Casamance (Sénégal). *Cah. Agric.*, **10**: 405-408.
- Mopaté L.Y., 2008. Dynamique des élevages porcins et amélioration de la production en zones urbaine et périurbaine de N'Djaména, Tchad. Thèse Doct. unique, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 245 p.
- Mopaté L.Y., Kaboré-Zoungnan C.Y., 2010. Dynamique des élevages et caractéristiques des producteurs de porcs de la ville de N'Djaména, Tchad. In : Actes Coll. Savanes africaines en développement : innover pour durer (éds. Jamin J.Y., Seyni Boukar L., Floret C.), Garoua, Cameroun, 20-23 avr. 2009. Prasad, N'Djaména, Tchad / Cirad, Montpellier, France
- Mopaté L.Y., Koussou M.O., Nguertoum E.A., Ngo Tama A.C., Lakoutene T., Awa D.N., Mal Mal H.E., 2010. Caractéristiques et performances des élevages porcins urbains et périurbains des savanes d'Afrique centrale : cas des villes de Garoua, Pala et Bangui. In : Actes Coll. Savanes africaines en développement : innover pour durer (éds. Jamin J.Y., Seyni Boukar L., Floret C.), Garoua, Cameroun, 20-23 avr. 2009. Prasad, N'Djaména, Tchad / Cirad, Montpellier, France
- Ndébi G., Kamajou J., Ongla J., 2009. Analyse des contraintes au développement de la production porcine au Cameroun. *Tropicicultura*, **27** (2): 70-76
- Oddoye E.O.K., Takrama J.F., Anchirina V., Agyente-Badu K., 2009. Effects on performance of growing pigs fed diets containing different levels of dried cashew pulp. *Trop. Anim. Health. Prod.*, **41**: 1577-1581, doi: 10.1007/s11250-009-9349-0
- PADEC, 2010. Etude de marché de la filière anacarde : rapport final. Programme d'appui au développement économique de la Casamance, Groupe alliance ingénierie, www.padec.sn/home/docs/rapport_etude_anacarde.pdf (consulté 1 oct. 2016)
- Porphyre V., 2009. Enjeux et contraintes des filières porcines en Afrique de l'Ouest. *Grain de Sel* (46-47): 26-27
- Rhule S.W.A., 1996. Growth rate and carcass characteristics of pigs fed on diets containing palm kernel cake. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **61** (1): 167-172, doi: 10.1016/0377-8401(95)00934-5
- Ricau P., 2013. Connaître et comprendre le marché international de l'anacarde. RONGEAD, INADAS Formation Burkina Faso / ONG Chigata / Offre et demande agricole, www.rongead.org/IMG/pdf/Guide_RONGEAD_Le_Marche_International_de_l_Anacarde.pdf (consulté 30 sept. 2017)
- Sambou G., 2008. Analyse des impacts de la décharge de Mbeubeuss (Dakar) sur les élevages porcins environnants. Thèse Doct. vétérinaire, EISMV, Dakar, Sénégal, 138 p.
- Seck I., 2007. Epidémiologie de la peste porcine africaine au Sénégal : estimation de la prévalence de la maladie dans les régions de Fatick, Kolda et Ziguinchor. Thèse Doct. vétérinaire, EISMV, Dakar, Sénégal, 119 p.
- Secka A., 2011. Pig production system, marketing chain and cysticercosis awareness in the Gambia and Senegal. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **59**: 459-469
- Sene A.M., 2016. Agrobusiness de l'anacarde en Casamance (Sénégal) : atouts, contraintes et perspectives d'industrialisation. Promouvoir une industrialisation inclusive du secteur agricole : l'infrastructure, le capital humain, les politiques, l'investissement, les institutions, Abuja, Nigeria, 5-7 oct. 2016, www.afdb.org/fr/aec-2016/papers/paper/agrobusiness-de-lanacarde-en-casamance-senegal-atouts-contraintes-et-perspectives-dindustrialisation-5075/ (consulté 5 juil. 2017)
- Umtoni C., 2012. Evaluation technico-économique des élevages de porc à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Mémoire Master Productions animales, EISMV, Dakar, Sénégal, 27 p.
- Wampfler B., 2016. Pourquoi est-il si difficile de financer l'agriculture ? *Grain de Sel* (72): 6-8
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodékon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R., 2008. Pig production and indigenous genetic resources in suburban areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 235-243, doi: 10.19182/remvt.9995
- Yunus M., 2014. Vers un nouveau capitalisme. JC Lattès, Paris, France, 337 p.

Summary

Ossebi W., Ayssiwede S.B., Nimbona F., Malou R., Djettin A.E., Diop M., Missohou A. Obstacles to the development of the pig value chain in Casamance (Senegal): what do actors of the subsector say?

In Senegal, pig farming is growing at an annual rate of 3.5% and covers 15% of national white meat production. Long neglected by public authorities, it now arouses an interest from development policies that devote improvement projects and programs to it. To accompany this paradigm shift, it is necessary to identify pig-breeding constraints. Thus, a cross-sectional descriptive survey was conducted in the form of individual interviews and/or focus group interviews among 85 stakeholders (70 farmers, 14 livestock technicians and 1 feed manufacturer) with two visits (February and March 2016) in the three regions of Casamance. Results showed that pig farming is a secondary activity that many farmers are considering giving up because of the difficulties encountered. Pig feeding and diseases remain a challenge because of the low availability of feed and medicines, or the high price of feed. These explain the practice of letting pigs roam free, which aggravates health problems. According to farmers, pig farming is characterized by a periodic reconstitution of the herd, made necessary by high mortalities during African swine fever epizootics. In addition, farmers' sociocultural considerations may limit investment and constitute an obstacle to the development of pig farming. The development of swine breeding in natural Casamance will depend on a better control of feeding, breeding management, reproduction monitoring, and adequate prophylaxis against parasitic and infectious diseases.

Keywords: swine, rearing systems, animal feeding, animal health, Senegal

Resumen

Ossebi W., Ayssiwede S.B., Nimbona F., Malou R., Djettin A.E., Diop M., Missohou A. Obstáculos para el desarrollo de la cadena de valor porcina en Casamance (Senegal): qué dicen los actores en el sub sector?

En Senegal, la producción porcina está creciendo a una tasa anual de 3,5% y cubre 15% de la producción nacional de carne blanca. Descuidada desde hace mucho tiempo por las autoridades públicas, ahora despierta un interés en las políticas de desarrollo, que le dedican proyectos y programas de mejora. Para acompañar este cambio de paradigma, es necesario identificar las limitaciones de la cría de cerdos. Se realizó entonces una encuesta descriptiva transversal, basada en entrevistas individuales y/o entrevistas a grupos de enfoque entre 85 partes interesadas (70 agricultores, 14 técnicos pecuarios y 1 fabricante de alimentos) con dos visitas (febrero y marzo de 2016) en las tres regiones de Casamance. Los resultados mostraron que la cría de cerdos es una actividad secundaria, que muchos agricultores están considerando abandonar debido a las dificultades encontradas. La alimentación y las enfermedades de los cerdos siguen siendo un desafío, debido a la baja disponibilidad de alimentos y medicamentos, o al alto precio de los alimentos. Estos explican la práctica de los cerdos itinerantes, lo que agrava los problemas de salud. Según los agricultores, la cría de cerdos se caracteriza por una reconstitución periódica de la manada, necesaria debido a la alta mortalidad durante las epizootias de la peste porcina africana. Además, las consideraciones socioculturales de los agricultores pueden limitar la inversión y constituir un obstáculo para el desarrollo de la cría de cerdos. El desarrollo de la cría de cerdos en el medio natural de Casamance dependerá de un mejor control de la alimentación, del manejo reproductivo, del monitoreo de la reproducción y de la profilaxis adecuada contra enfermedades parasitarias e infecciosas.

Palabras clave: cerdo, sistemas de cría, alimentación de los animales, sanidad animal, Senegal

Élever des porcs dans une ville d'Afrique de l'Ouest : arrangements entre acteurs pour gérer la proximité ville-élevage

Ophélie Robineau^{1,2}

Mots-clés

Porcin, petite exploitation agricole, agriculture urbaine, pratiques agricoles, alimentation des animaux, Burkina Faso

Submitted: 18 July 2017

Accepted: 15 November 2017

Published: 9 July 2018

DOI : 10.19182/remvt.31288

Résumé

Alors qu'un nombre croissant d'études s'intéressent à l'agriculture urbaine, l'élevage urbain de porcs reste méconnu. Pourtant, il est présent dans de nombreuses villes du Sud et procure un revenu à de nombreuses familles. Cette étude visait à dépasser les analyses centrées sur des aspects techniques de ce type d'élevage pour s'intéresser plus largement au cadre social et spatial dans lequel des éleveurs élèvent des porcs en ville. Elle reposait sur une démarche empirique qui a permis de saisir les conditions du développement et du maintien de l'élevage de porcs dans la deuxième ville du Burkina Faso, Bobo-Dioulasso. Dans cet article, il est question des pratiques des éleveurs à petit effectif, et plus particulièrement du rôle que jouent les arrangements entre acteurs dans la mobilisation des ressources à la fois techniques et sociales qui sont nécessaires à la conduite et au maintien de ce type d'élevage. Les résultats soulignent que les éleveurs de porcs ont une logique de mobilité réduite : les arrangements qu'ils développent avec d'autres acteurs se basent sur une mise en invisibilité de l'élevage à la fois politique, spatiale et sociale, et les liens qu'ils développent pour accéder à des ressources externes sont ancrés dans le temps et dans un voisinage proche. L'environnement social et spatial au sein duquel ils évoluent est central pour la conduite quotidienne des élevages autant que pour leur pérennité à court et moyen terme.

■ Comment citer cet article: Robineau O., 2018. Rearing pigs in a West African city: Arrangements between actors to manage the proximity between the city and livestock farming. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 23-31, doi: 10.19182/remvt.31288

■ INTRODUCTION

La question de la « légalité » ou inversement de la tolérance de l'agriculture urbaine se pose dans beaucoup de pays, et la pratique de l'élevage en ville est particulièrement remise en cause du fait des nuisances sonores, olfactives, et des risques de zoonoses induits par la proximité entre hommes et animaux (Boussini et al., 2012). Le maintien ou le développement des maladies traditionnelles comme les helminthes et autres vers, puis les épisodes de grippe aviaire et ensuite de grippe porcine – peurs sanitaires d'ampleur mondiale – ont confirmé les réticences des autorités urbaines vis-à-vis de la présence d'animaux en ville. Pourtant, l'élevage y est toujours présent : l'International Livestock Research Institute (ILRI) a souligné, sans pour

autant pouvoir la chiffrer précisément, l'importance de la présence de l'élevage urbain dans les villes africaines et son rôle économique pour les ménages à faibles revenus (ILRI, 2012).

Le porc revêt une image particulièrement négative en raison de son odeur, de ses cris et des significations religieuses qui lui sont attachées. Pourtant, son élevage est répandu dans les villes du Sud (Mopaté et al., 2006 ; Chaléard et al., 2014). Au Burkina Faso, l'élevage urbain de porcs en claustration s'est fortement développé durant les dernières décennies (Kiendrebeogo et al., 2012 ; Robineau, 2013). A Bobo-Dioulasso (700 000 habitants), malgré l'interdiction officielle d'élever des porcs en ville depuis la publication d'un arrêté en 1964, la direction provinciale du ministère des Ressources animales a estimé qu'il existe plus de 500 porcheries traditionnelles dans la ville, en opposition aux porcheries plus modernes qui existent dans la frange urbaine. Le « porc au four » – viande grillée consommée dans des rôtisseries de rue –, fait partie des identités culinaires de la ville. Cependant, malgré son importance économique et alimentaire, l'élevage urbain de porcs en claustration est invisible aux yeux de celui qui ne s'y intéresse pas et reste peu documenté, contrairement

1. CIRAD, UMR INNOVATION, F-34398 Montpellier, France.

Email : robineauophelie@gmail.com

2. INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.



à d'autres formes d'agriculture et d'élevage urbains (cf. par exemple, l'article d'Amadou et al., 2012, qui traite de l'élevage urbain à Bobo-Dioulasso où l'élevage de porcs n'est pas mentionné).

Les données sur l'élevage de porcs en claustration étant peu nombreuses et plutôt axées sur des aspects techniques (Kiendrebeogo et al., 2012 ; Gomgnimbou et al., 2014), l'auteure a entrepris de comprendre ce que veut dire « élever des porcs en ville », et de questionner la façon dont les éleveurs de porcs urbains parviennent à conduire des élevages au cœur même des villes, malgré les réglementations sanitaires, les contraintes d'accès à l'alimentation et la perception négative de ces bêtes. Dans cet article, il est question des pratiques des éleveurs et plus particulièrement du rôle que jouent les arrangements entre acteurs dans la mobilisation des ressources à la fois techniques et sociales – notamment l'alimentation, les mâles reproducteurs, l'information technique et la tolérance de la part des acteurs urbains – qui sont nécessaires à la conduite et au maintien de ce type d'élevage.

■ MATERIEL ET METHODES

Approche conceptuelle : durabilité de l'agriculture et arrangements entre acteurs

La durabilité de l'agriculture a été abordée par certains auteurs sous l'angle des stratégies qu'adoptent les agriculteurs face aux évolutions du contexte économique, politique, environnemental et social. Ceci renvoie à des critères technico-économiques et aux modalités de mobilisation des ressources ; c'est ce que Godard et Hubert (2002) ont nommé la durabilité « autocentrée », qu'ils proposent comme l'une des deux composantes de la durabilité de l'agriculture. L'autre composante, plutôt « exogène », est liée aux effets du territoire sur la durabilité de l'agriculture et vice versa. Ces deux composantes de la durabilité ont été reprises par des agronomes pour questionner les modalités de transformation et d'adaptation des activités agricoles en milieu urbain (Aubry et al., 2008) : les auteurs insistent sur le rôle que joue la durabilité exogène dans le maintien de l'agriculture urbaine. En effet, l'agriculture urbaine n'est pas durable en soi, elle est vulnérable en raison du contexte dans lequel elle se développe (Cantor, 2010). La durabilité exogène est définie entre autres comme les effets qu'ont les dynamiques urbaines sur cette agriculture. Cette double entrée apparaît fertile pour comprendre les conditions du développement et du maintien de l'élevage urbain de porcs.

Dans un contexte africain où les liens entre la ville et l'agriculture sont en permanence reconstruits et renégociés, l'hypothèse émise ici est que les éleveurs urbains ne sont pas sans moyens. Ils ont des capacités de négociation et d'adaptation et développent des arrangements pour accéder aux ressources essentielles à la conduite de leur activité et assurer les composantes autocentrée et exogène de leur activité. Les agriculteurs doivent « s'arranger » avec le milieu urbain, « innover pour gérer de manière efficace les contraintes urbaines et exploiter aussi efficacement les avantages [...] que procure la ville » (Mougeot, 2000). La notion d'arrangement est employée ici à travers un prisme géographique. Elle est définie comme une négociation entre acteurs, formelle ou informelle, tacite ou explicite, qui vise à régler un problème à dimension spatiale. La dimension spatiale de ce problème tient au fait qu'il s'agit d'une gestion de la distance (accès à une ressource distante, accès à un espace, gestion de la proximité avec le voisinage, gestion de la coprésence d'activités différentes, négociation pour la protection d'un espace, etc.) (Robineau, 2015).

Cas d'étude

La ville de Bobo-Dioulasso est la deuxième ville du Burkina Faso. Souvent qualifiée de ville agricole, elle abrite un large éventail

d'activités agricoles urbaines, des marchés régionaux de produits agricoles et des agro-industries qui fournissent des sous-produits utiles à l'alimentation animale, notamment aux élevages urbains. La proximité des ressources alimentaires (drêche de bière industrielle et traditionnelle, son de maïs, restes de repas) que procure l'environnement urbain a favorisé le développement de l'élevage de porcs en claustration. Après le maraîchage, ce type d'élevage est l'activité agricole urbaine la plus répandue pour générer des revenus. De nombreux éleveurs sont installés soit au sein de l'espace bâti urbain, soit en frange urbaine.

Collecte et analyse des données

L'étude a été réalisée entre 2010 et 2013 (Robineau, 2013). La collecte de données reposait sur un travail empirique approfondi et s'est faite majoritairement par la conduite d'entretiens compréhensifs et semi-directifs, et par l'étude des réglementations et des plans d'aménagement urbain. Les éleveurs urbains de porcs à petit effectif ont été au centre de l'étude.

Dans un premier temps, une estimation du nombre d'éleveurs de porcs dans la ville et sa frange urbaine a été effectuée. Des entretiens avec des éleveurs ont permis d'identifier les différents profils existants et les localisations des élevages en fonction des contraintes et opportunités socioéconomiques des familles.

Dans un deuxième temps, afin de comprendre la perception de l'élevage de porcs en ville, ainsi que les réglementations et les appuis techniques qui existent, quinze enquêtes ont été réalisées auprès d'élus, d'agents des services techniques municipaux et d'agents d'encadrement agricole. Des discussions informelles avec des citoyens de différents quartiers ont permis d'appréhender la vision qu'ont les habitants de la ville de ce type d'élevage.

Enfin, dans un troisième temps, les pratiques des éleveurs ont été analysées en fonction du quartier d'habitat. En effet, selon les caractéristiques sociospatiales des quartiers dans lesquels ils vivent, les arrangements que les éleveurs développent avec d'autres acteurs pour mettre en place leurs pratiques d'élevage diffèrent. Le tissu urbain de Bobo-Dioulasso se différencie en fonction de l'ancienneté et de la « légalité » des quartiers, mais aussi de la mixité sociale de leurs habitants. Quatre grands types de quartiers existent (figure 1) :

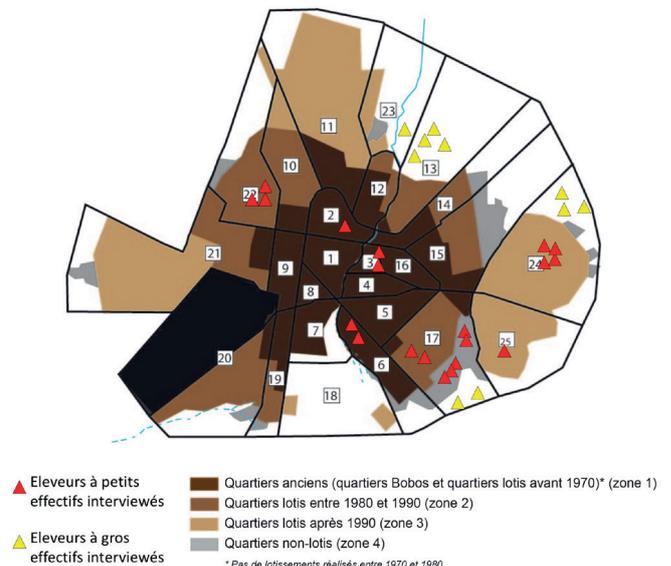


Figure 1 : quatre types de quartiers à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (réalisation : O. Robineau, 2013).

– les anciens quartiers de Bobo-Dioulasso (zone 1) ont une origine antérieure à 1970. Ils forment des espaces bâtis plutôt denses, localisés dans le centre de la ville, avec des concessions familiales anciennes. Les familles voisines ont soit des liens de parenté, soit elles se connaissent depuis plusieurs générations ;

– les quartiers lotis entre 1980 et 1990 (zone 2) sont des quartiers plus récents, peuplés de familles d'origine différente. On y retrouve des anciens agriculteurs d'ethnie bobo et des anciennes familles des zones d'habitat spontané qui ont été expropriés lors de la création de ces quartiers (appelé processus de lotissement) et qui ont reçu en compensation des parcelles constructibles dans ces mêmes quartiers. Les habitants sont aussi des familles plus aisées qui ont acheté des parcelles d'habitation dans ces quartiers. Les voisins ont des relations assez étroites mais n'ont en général aucun lien de parenté ;

– les quartiers les plus récemment lotis – après 1990 – (zone 3) sont aussi peuplés de familles d'origine différente. Comme dans le cas précédent, on retrouve des Bobo expropriés de leurs champs, des anciens habitants du non loti expropriés lors du lotissement, et des familles plus aisées ayant acheté des parcelles d'habitation dans ces secteurs. Alors que les anciens habitants du non loti se connaissent tous car ils sont d'anciens voisins, les relations de voisinage avec les nouveaux arrivants sont pour l'instant ténues ;

– les quartiers d'habitat spontané, appelés aussi les non lotis (zone 4), regroupent des familles d'origine différente, toutes en situation financière précaire. Certaines familles sont voisines depuis des années et entretiennent des relations étroites. Dans ces zones les lois municipales ne s'appliquent pas, chacun peut donc élever des porcs sans craindre que les plaintes aux services d'hygiène ne compromettent son activité.

Cinq éleveurs ont été enquêtés dans chaque type de quartiers – soit 20 éleveurs à petit effectif en tout –, ainsi qu'une dizaine d'éleveurs à gros effectif installés en frange urbaine. Dans chaque type de quartier, il s'agissait de partir d'un premier éleveur enquêté et de rencontrer les autres éleveurs auxquels il faisait référence afin de comprendre les réseaux sociotechniques et les arrangements qui existent, les pratiques sur lesquelles ces arrangements portent et la manière dont ils se construisent. Les liens aux voisinages faisaient partie des sujets traités pendant l'enquête.

Les données collectées ont permis de caractériser les arrangements développés pour la conduite des élevages, et de cartographier les réseaux et les lieux des éleveurs de porcs des différents quartiers afin de souligner les conditions de développement et de maintien des élevages urbains de porcs en claustration.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Profil des éleveurs de porcs à Bobo-Dioulasso

En se basant sur les estimations de la Direction provinciale des ressources animales et sur les entretiens effectués dans les différents quartiers (aussi nommés secteurs) de Bobo-Dioulasso, la figure 2 présente l'estimation du nombre d'élevages de porcs par quartier. Il apparaît que des élevages de porcs sont présents dans quasiment tous les quartiers de la ville, sauf dans certains quartiers résidentiels riches (secteurs 5 et 8), et dans une moindre mesure dans les quartiers principalement musulmans (secteur 12 par exemple).

A Bobo-Dioulasso, il existe deux grands types d'éleveurs de porcs en claustration. D'une part, des personnes aisées (souvent médecins, fonctionnaires ou commerçants) développent des élevages à gros effectif (au moins cinq truies) pour générer un revenu complémentaire et/ou préparer leur retraite. Ces éleveurs ont eu les moyens d'acheter des terres agricoles en frange urbaine, hors de l'espace bâti, dans des zones favorables à l'élevage, afin de se soustraire aux contraintes de la ville tout en conservant l'avantage de la proximité avec celle-ci.

Leurs élevages sont donc localisés hors de l'espace bâti sur des terres d'environ 0,5 hectare, où se situent à la fois les bâtiments d'élevage et une culture de céréales afin de fournir une partie de l'alimentation des animaux.

D'autre part, la majorité des éleveurs de porcs sont des familles au statut plus précaire, qui développent des élevages à petit effectif (deux truies maximum). Ce sont soit des familles originaires de Bobo-Dioulasso (d'ethnie bobo) n'ayant plus de terres agricoles, soit des migrants de première, seconde ou troisième génération. En l'absence d'opportunités d'emploi en ville, ces familles ont choisi de développer l'élevage de porcs pour générer des revenus. En effet, il s'agit d'un animal prolifique, l'investissement initial est faible, l'élevage peut être conduit sur une surface réduite, et son alimentation repose sur des résidus d'alimentation humaine. Le choix de développer une activité agricole pour générer des revenus s'explique entre autres par le lien encore fort des familles au milieu d'origine rural et au savoir-faire qui en découle, ainsi que par la forte demande en viande porcine à Bobo-Dioulasso qui garantit la vente des animaux. Cet élevage fournit la plus grande part du revenu des familles mais il est souvent combiné à une autre activité (petite activité commerciale, couture, etc.).

Les éleveurs sont installés dans les quartiers lotis (quartiers d'habitat planifié) ou dans les quartiers non lotis (quartiers d'habitat spontané). En effet, leur faible capacité financière ne leur permet pas d'acquérir des terrains en frange urbaine ; ils n'ont donc aucune terre agricole. Ils conduisent leur élevage en claustration dans les cours familiales au sein de la ville. Ainsi, la grande majorité des élevages de porcs qui se situent au sein de l'espace bâti sont des élevages à petit effectif qui comprennent une à deux truies, et parfois un verrot (à ceux-ci s'ajoutent les petits engraisés, à raison de deux mises bas par an par truie, et six à huit petits par mise bas, cela fait une moyenne de 28 porcs engraisés par an). Les box d'élevage sont en briques de terre, étroits, souvent en mauvais état, et ont un toit en tôle ondulée ou en paille pour protéger les animaux du soleil. Bien souvent, depuis la rue, rien ne laisse penser qu'un élevage de porcs se situe à l'intérieur d'une cour. C'est ce deuxième profil d'éleveurs qui est au centre de cet article.

Les éleveurs de porcs sont en majorité des hommes (le chef de famille développe l'élevage) ou des femmes veuves. Les familles des éleveurs sont constituées des parents et des enfants (famille nucléaire).

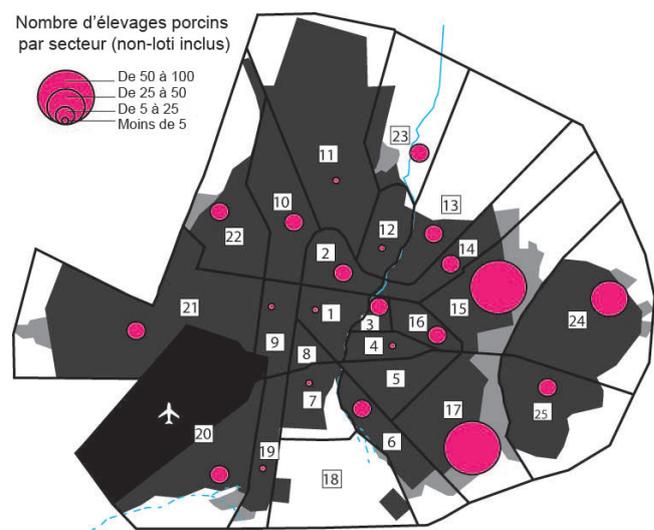


Figure 2 : estimation du nombre d'élevages de porcs par secteur à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, en 2012 (les numéros de secteurs sont encadrés). Source : enquêtes et données de la Direction provinciale des ressources animales (réalisation : O. Robineau, 2012).

Perception de l'élevage urbain de porcs : vision négative mais tolérance implicite

Malgré les lois interdisant d'élever en ville, les élus et les agents des services techniques municipaux perçoivent l'élevage urbain – comme bien d'autres activités informelles – comme un des moyens de régler la crise sociale due au manque d'offre d'emploi en ville. Niang (1997) avait mis ceci en évidence à Dakar, dans les années ayant suivi le « Plan d'ajustement structurel » : les activités informelles permettaient d'amortir les conséquences de la crise de l'emploi. En théorie, le service d'hygiène intervient quand des voisins se plaignent de nuisances d'un élevage : en cas de plainte, l'éleveur doit payer une amende et stopper définitivement son activité d'élevage. Mais dans les faits le service d'hygiène intervient plutôt sous forme de négociation, en fonction de la nature de la plainte, afin de permettre à l'éleveur de continuer son activité tout en diminuant les nuisances (sonores et/ou olfactives) pour éviter de nouvelles plaintes.

La tolérance des élus et agents des services techniques municipaux envers les éleveurs de porcs se retrouve aussi chez les citoyens. L'élevage de porcs peut déranger, par son odeur et son bruit, mais le voisinage importun est aussi solidaire de l'éleveur qui a besoin de cette activité pour vivre. Si un voisin se plaint au service d'hygiène, il demande souvent l'anonymat car causer du tort à son voisin est quelque chose de mal perçu dans le pays où « le voisin est le premier parent » (adage burkinabé). Les plaintes aux services d'hygiène ne sont donc pas la norme et sont finalement peu nombreuses, si l'on considère le nombre d'élevages qui existent en ville : « on peut faire un mois sans plainte » (commun. pers., responsable du service d'hygiène). Il est important de souligner qu'un voisin musulman n'est pas forcément plus hostile à l'élevage de porcs qu'un voisin non musulman.

Un encadrement technique existe pour l'élevage de porcs, à travers la Maison des éleveurs de porcs (MEP) qui existe depuis 2001. La MEP fut créée à l'initiative d'éleveurs soutenus par un projet de développement agricole centré sur l'élevage à cycle court. Elle permet notamment aux éleveurs d'accéder à des marchés permettant d'obtenir un prix de vente plus élevé qu'habituellement (avec des clients de Ouagadougou par exemple), et a aussi contribué à introduire de nouvelles races de porcs, telle que la Large White, une race sélectionnée en Europe. Pour pouvoir adhérer à la MEP il faut accepter de faire de l'élevage en claustration, payer une cotisation de 5000 FCFA par an, et les porcs vendus par le biais de la MEP doivent dépasser 80 kilogrammes. Mais les éleveurs de porcs urbains à petit effectif n'ont pas les moyens de payer l'adhésion ni de vendre des porcs de 80 kilogrammes. Souvent, les animaux sont vendus plus tôt, quand la famille a besoin d'argent. Les éleveurs de porcs à petit effectif ne bénéficient donc pas directement de l'appui de la MEP qui a clairement une politique de soutien aux éleveurs (qu'elle qualifie de « professionnels ») à plus gros effectif.

Élever des porcs en ville : gérer la mobilité réduite et la proximité avec le voisinage

Pratiques d'élevage contraintes par une faible mobilité spatiale

Les pratiques d'élevage urbain de porcs à petit effectif reposent sur une logique de mobilité spatiale réduite. Circuler se fait au minimum, à l'image du porc qui est un « piètre marcheur », qui « ne s'épanouit que dans un milieu lui offrant suffisamment de nourritures riches en protéines dans un rayon restreint. Il ne se déplace généralement pas » (Faye et Porphyre, 2011). Dans cette logique, être éleveur porcin urbain repose sur des interactions au sein d'un quartier, voire du voisinage immédiat. Le lieu d'habitat de l'éleveur et son lieu de travail coïncident, et l'accès aux ressources alimentaires pour les animaux se fait dans des lieux proches de la concession familiale.

La mise en place des pratiques d'élevage – de la reproduction à la vente – est soumise à un ensemble de facteurs internes et externes (accès aux aliments, gestion des liens de voisinage) que les éleveurs doivent maîtriser. Il est question ici de la gestion de la reproduction, de l'accès aux aliments et de l'accès à l'information technique. Ces pratiques et leurs contraintes de mise en œuvre sont présentées ci-dessous.

Les éleveurs doivent trouver deux fois par an des mâles reproducteurs. Ils évitent la consanguinité en changeant régulièrement de verrat et doivent gérer le calendrier de reproduction pour échelonner les périodes de mise bas et éviter d'avoir un sureffectif (qui poserait à la fois des problèmes de place dans les box et de disponibilité des ressources alimentaires). Si les éleveurs n'ont pas de verrat et doivent en emprunter un, cela doit se faire à une distance relativement réduite. En effet, les porcs sont peu mobiles et ne peuvent pas marcher de longues distances sous la chaleur, et si le transport nécessite une charrette, alors c'est le coût du transport qui augmente avec la distance.

L'alimentation des porcs est quant à elle une préoccupation quotidienne des éleveurs. Katongole et al. (2013) ont mis en évidence les difficultés qu'éprouvent les éleveurs urbains à trouver les aliments en quantité suffisante pour nourrir leurs animaux. Les deux principaux aliments entrant dans l'alimentation des porcs sont la drèche de *dolo* (bière traditionnelle) – base de l'alimentation qui fournit l'apport protéique –, et le son de maïs – qui fournit l'apport énergétique. Normalement cette ration doit s'accompagner de minéraux et de sels de cuisine que les éleveurs de porcs à petit effectif n'ont pas souvent les moyens financiers d'acquérir. Les quantités données de manière journalière varient selon la trésorerie de l'éleveur. Un seau de 10 litres de mélange (drèche + son) peut être distribué par jour à chaque truie et ses petits, mais ceci peut baisser jusqu'à un demi-seau si l'éleveur n'a pas les moyens de payer la ration journalière. Si l'éleveur n'a pas de charrette, il doit la transporter à pied ou en vélo. Dans ce cas, seules de petites quantités peuvent être transportées par trajet, et ceci doit se faire quotidiennement, car cet aliment frais et humide ne se conserve pas ; d'où l'intérêt d'avoir un lieu d'approvisionnement à proximité de l'élevage. Dans un contexte où le nombre d'animaux en ville ne cesse d'augmenter, que ce soit des petits, des gros ruminants ou des monogastriques, la demande pour la drèche et le son s'accroît sans cesse, faisant augmenter les prix et la compétition pour l'achat de ces produits.

Aussi, les éleveurs ont besoin d'actualiser leur savoir technique pour améliorer leurs pratiques d'élevage. N'ayant pas les moyens d'adhérer à la MEP, ils trouvent via leur réseau personnel des voies d'accès à l'information technique.

Enfin, un autre aspect sensible de l'élevage de porcs est la gestion des effluents. En effet, les déjections porcines sont nauséabondes et sont la cause de nuisances olfactives importantes. A Bobo-Dioulasso, il n'existe pas de système de gestion des effluents par la ville et chaque éleveur doit donc trouver le moyen de se débarrasser au plus vite de ceux-ci. L'activité maraîchère urbaine étant très développée à Bobo-Dioulasso (plus de 150 hectares de zones maraîchères dans la ville et sa très proche périphérie), la demande en déjections animales est forte : les éleveurs sont très sollicités pour l'achat des déjections porcines. Il existe donc des arrangements entre éleveurs et maraîchers pour la vente de celles-ci. Ces pratiques ne sont pas détaillées dans cet article car elles sont décrites en détail dans celui de Robineau (2015).

Pratiques et lieux d'élevage : importance de la confiance et de la proximité

Quel que soit le type de quartier dans lequel ils se situent, les éleveurs de porcs à petit effectif ont besoin d'être en interaction forte avec d'autres éleveurs pour conduire leur activité. Ces interactions sont à l'origine du développement d'arrangements qui leur permettent

d'avoir accès à des ressources externes nécessaires à la conduite de leur élevage. La compréhension des arrangements développés par les éleveurs de porcs des différents quartiers permet d'identifier des invariants dans les conditions d'émergence de ces arrangements. Le cas d'éleveurs de vieux quartiers (zone 1) est d'abord présenté afin d'illustrer comment ceux-ci gèrent la conduite de leur élevage et comment les arrangements qu'ils développent y participent. Ce premier cas est ensuite comparé avec les stratégies et les arrangements d'éleveurs présents dans les autres types de quartiers. Le cas des éleveurs du non loti (zone 4) n'est pas développé spécifiquement ici afin d'éviter les redondances, car les arrangements et leurs conditions de développement sont liés à ceux observés dans les quartiers les plus récemment lotis (zone 3).

■ Elever des porcs dans les vieux quartiers :
la proximité des liens forts

Les éleveurs présents dans les vieux quartiers de la ville (zone 1) sont issus de familles résidant depuis des générations dans ces mêmes quartiers. Le plus souvent, environ quatre à cinq éleveurs à petit effectif résident à proximité les uns des autres, à moins de deux rues d'écart (figure 3) : l'un d'entre eux a souvent servi d'exemple aux autres, et ils ont des élevages similaires en termes de taille (une à deux truies et parfois un verrat) et de conduite technique. Pour la conduite quotidienne de leurs élevages, ces éleveurs entretiennent des liens étroits entre eux, à la fois pour les conseils, l'entraide, le soutien moral et la reproduction des animaux. En effet, entretenir un verrat est coûteux, et avoir un seul verrat n'est pas suffisant pour gérer seul la reproduction de ses bêtes sans avoir de problème de consanguinité (des petits sont gardés pour le renouvellement des truies). Quand c'est nécessaire, un éleveur emprunte ainsi un verrat à un éleveur de son entourage. Prêter ou échanger des verrats implique d'avoir confiance en l'autre éleveur car cela engendre un risque à la fois de transmission de maladies, mais aussi que l'éleveur emprunteur ne nourrisse pas bien le verrat pendant la période où il l'accueille dans sa porcherie. Quand les éleveurs se connaissent bien, l'emprunt de verrat est gratuit ; celui qui emprunte a à sa charge l'alimentation du verrat pendant la période d'emprunt, qui peut aller jusqu'à une semaine. Parfois, un éleveur peut accepter de prêter à un éleveur qu'il ne connaît pas, sous réserve qu'il soit l'ami d'un des éleveurs duquel il est proche : dans ce cas l'emprunt peut être payant.

Ces éleveurs essaient d'entretenir des liens avec des éleveurs à plus gros effectif localisés en frange urbaine (figure 3), plus avancés

techniquement, afin de bénéficier de leurs conseils et éventuellement de leurs verrats de races améliorées. Bien souvent un éleveur du quartier connaît personnellement un éleveur de porcs à gros effectif membre de la MEP car ils ont été voisins. Il est toutefois très rare qu'un éleveur de porcs à gros effectif prête un verrat à un éleveur à petit effectif en raison des pratiques sanitaires plus aléatoires chez les petits éleveurs (la grippe porcine a augmenté la méfiance des éleveurs) et des problèmes de trésorerie auxquels ils font face ; les éleveurs à gros effectif refusent de prêter leur verrat pour éviter les risques de maladies et de malnutrition. Cependant, la diffusion de races améliorées indique que quelques prêts entre ces deux types d'éleveurs ont eu lieu. En effet, ce que les éleveurs à petit effectif appellent de « bons verrats » sont des verrats de race améliorée ; les élevages à petit effectif comptent couramment des porcs métis créole x Large White.

Les éleveurs achètent la drêche de *dolo* dans les brasseries traditionnelles du quartier. Ils la complètent avec du son de maïs, et régulièrement avec des restes de restaurants et des déchets alimentaires des voisins. Les éleveurs collectent ces résidus alimentaires en laissant des seaux dans les restaurants ; les voisins quant à eux apportent spontanément leurs restes alimentaires aux éleveurs. L'accès à quasiment l'ensemble des aliments se fait grâce à des contacts établis via les amis ou la famille. L'acquisition de drêche fait l'objet d'arrangements plus ou moins formalisés sous forme « d'abonnements » – sorte de contrat oral – avec les « dolotières » (fabricantes de *dolo*). L'éleveur reçoit chaque jour un peu de drêche en fonction de ce qu'il a pu négocier avec la dolotière. Eleveurs et dolotières s'accordent sur les modalités de paiement : l'éleveur paye soit au jour le jour, soit à la fin du mois. Cette deuxième modalité implique d'avoir un niveau de confiance réciproque élevé car le décompte du nombre de seaux fournis durant le mois peut faire l'objet de litiges. Dans certains cas, les éleveurs ne sont pas abonnés, mais les relations très anciennes avec une dolotière font qu'elle lui réserve la drêche chaque jour, tout comme dans le cas d'un abonnement.

Ces relations à trois niveaux (avec les éleveurs voisins, avec les fournisseurs d'intrants / revendeurs et avec les éleveurs techniquement plus avancés) se retrouvent chez l'ensemble des éleveurs de porcs urbains à petit effectif rencontrés, quel que soit le type de quartier. Ce qui diffère, c'est l'ancrage spatial et la construction des liens.

■ Etre éleveur dans un quartier loti après 1980 :
le continuum social du quartier d'origine

Que ce soit dans les quartiers lotis entre 1980 et 1990 (zone 2) ou dans les quartiers lotis après 1990 (zone 3), les éleveurs restent très attachés à leur quartier d'origine. Dans ces quartiers plus récents, les éleveurs de porcs ont deux origines différentes. Soit il s'agit d'anciens habitants bobo des vieux quartiers centraux, qui ont perdu leurs champs lors des lotissements ; une parcelle constructible leur a été attribuée en compensation et ils ont décidé d'aller vivre dans ce nouveau quartier en raison du manque de place dans la cour familiale d'origine (Robineau et Dugué [2017] expliquent notamment les dynamiques foncières et les mécanismes d'attribution des parcelles). Soit il s'agit de familles installées dans le quartier depuis que celui-ci a été loti ; elles habitaient dans une zone non lotie et une parcelle leur a été attribuée lors de l'opération de lotissement. Le nombre d'élevages de porcs est moins élevé dans ces quartiers que dans les vieux quartiers majoritairement catholiques de la ville mais les éleveurs qui se côtoient sont géographiquement proches, seules deux ou trois rues les séparent.

Les éleveurs originaires des vieux quartiers et installés dans les quartiers lotis après 1980 gardent des liens forts avec leur quartier d'origine, dans lequel vit toujours leur famille élargie. Ils côtoient à la fois un ou deux éleveurs résidant dans leur nouveau quartier (mais originaire du même quartier qu'eux), et deux ou trois éleveurs localisés dans leur quartier d'origine, comme l'illustre l'exemple des éleveurs E. et F. (figure 4). Les liens entre éleveurs sont donc à la fois ancrés dans le temps et liés à un quartier d'origine commun. Comme dans

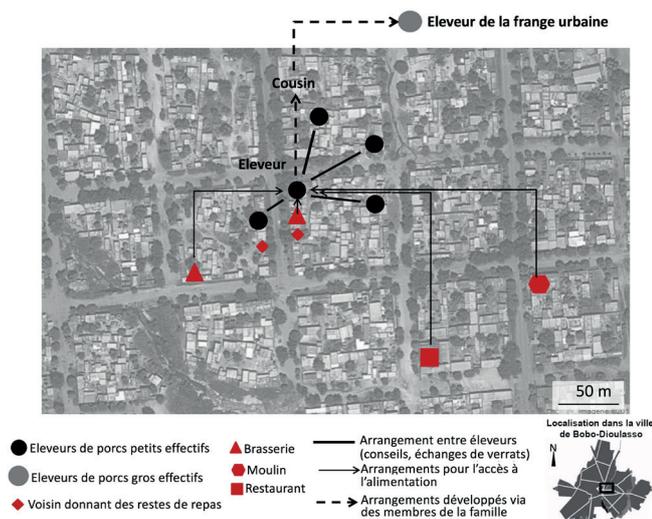


Figure 3 : exemple d'un éleveur de porc d'un vieux quartier de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Le double ancrage des arrangements, la famille et le voisinage (réalisation : O. Robineau, 2017).

le cas précédent, l'un d'entre eux connaît un éleveur de la MEP avec qui il est en contact régulièrement quand il a besoin d'une information technique que ses voisins éleveurs ne peuvent pas lui procurer. Aussi, comme pour les éleveurs des vieux quartiers, l'accès à l'alimentation pour les porcs se gère dans un périmètre proche. Ces éleveurs ont pu s'abonner auprès de dolotières pour obtenir de la drêche de *dolo* suite à une fréquentation régulière des brasseries traditionnelles, qui a permis d'établir une relation de confiance avec les dolotières. Contrairement aux vieux quartiers, ce ne sont pas les liens familiaux qui ont facilité la création de ces « contrats » pour l'achat des aliments, mais une fréquentation répétée du lieu.

Les relations des éleveurs originaires du non loti (zone 4) et qui résident et élèvent aujourd'hui des porcs dans les quartiers lotis après 1990 (zone 3) sont similaires à celles mentionnées ci-dessus. La principale différence tient aux origines des liens entretenus entre éleveurs. Le non loti tient le rôle du quartier d'origine, qui n'existe plus physiquement et qui a été remplacé par un quartier loti, mais dont les relations sociales perdurent au-delà de la restructuration spatiale du quartier.

Le cas d'A., éleveur dans le secteur 24, permet d'illustrer ceci (figure 5). Lors de la destruction de la zone non lotie où vivait A., il a été attributaire d'une parcelle au sein du nouveau quartier bâti sur l'ancien non loti, et a ainsi pu conserver son ancienne maison : il y vit toujours avec sa femme et possède une porcherie de trois box juste devant celle-ci. A. a commencé l'élevage de porcs alors que ce quartier était encore non loti. Lui et trois de ses voisins ont suivi l'exemple de T., un voisin qui élevait des porcs depuis quelques années et possédait déjà plus de cinq truies. C'est à lui qu'A. a acheté sa première truie. Lors du lotissement, la plupart ont continué d'élever des porcs dans leur cour familiale. Malgré la restructuration du quartier, ils sont restés voisins (figure 5). Seul T., qui disposait de revenus plus importants, a décidé d'acheter une parcelle en frange urbaine pour y déménager et installer son élevage qui compte aujourd'hui 10 truies. Même s'ils ne sont plus voisins, il est resté le contact technique d'A. et de ses voisins éleveurs, car il a l'expérience et il est adhérent à la MEP. A. achète la drêche de *dolo* chez une dolotière qui brassait de la bière dans ce même lieu avant le lotissement ; elle met de côté quotidiennement ce dont il a besoin. A. garde aujourd'hui des contacts rapprochés avec les éleveurs qu'il connaît depuis l'avant-lotissement et ceux localisés à moins de deux ou trois rues de chez lui. Au-delà, il ne connaît pas directement les éleveurs s'il n'a pas été leur voisin dans le passé. L'échange de verrats se fait principalement avec les voisins qu'il connaît depuis l'avant-lotissement. T. ne prête qu'exceptionnellement des verrats pour éviter les maladies et les problèmes potentiels d'alimentation.

Maintenir son élevage en ville : quand le voisinage est la clé

Élever des porcs en ville n'implique pas seulement la conduite technique de l'activité elle-même. Cela implique aussi de la conduire dans des conditions sociospatiales spécifiques, plus ou moins favorables à la présence d'élevage. Les différentes caractéristiques des quartiers décrites plus haut interrogent la manière dont les éleveurs parviennent à s'insérer dans les quartiers, et la manière dont les relations de voisinage avec les résidents non éleveurs peuvent être une condition du maintien ou non de l'activité d'élevage à court, moyen et long terme.

Dans les vieux quartiers de Bobo-Dioulasso (zone 1), le voisinage est un espace de sécurité. Les familles se connaissent depuis plusieurs générations. Ceci induit une tolérance et une solidarité des uns envers et les autres, qui est ressentie positivement par les éleveurs. Les voisins des éleveurs leur donnent de la nourriture (restes de repas), les encouragent, et les éleveurs tuent régulièrement un porc lors des fêtes. Dans les sociétés africaines, donner, recevoir et redistribuer est une obligation sociale (Mahieu, 1991), et un refus de donner pourrait engendrer une rupture dans les relations familiales et de voisinage. De plus, les habitants du quartier savent que l'activité d'élevage permet de faire vivre leurs voisins ; ce système de don contre don fait partie des liens qui

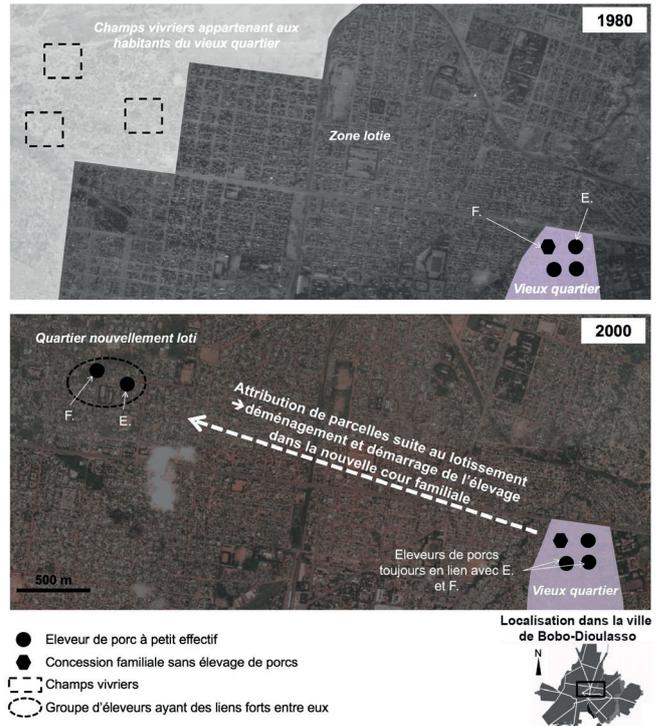


Figure 4 : changement du lieu d'élevage et continuité des arrangements entre éleveurs de porcs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Exemple des éleveurs E. et F. (réalisation : O. Robineau, 2017).

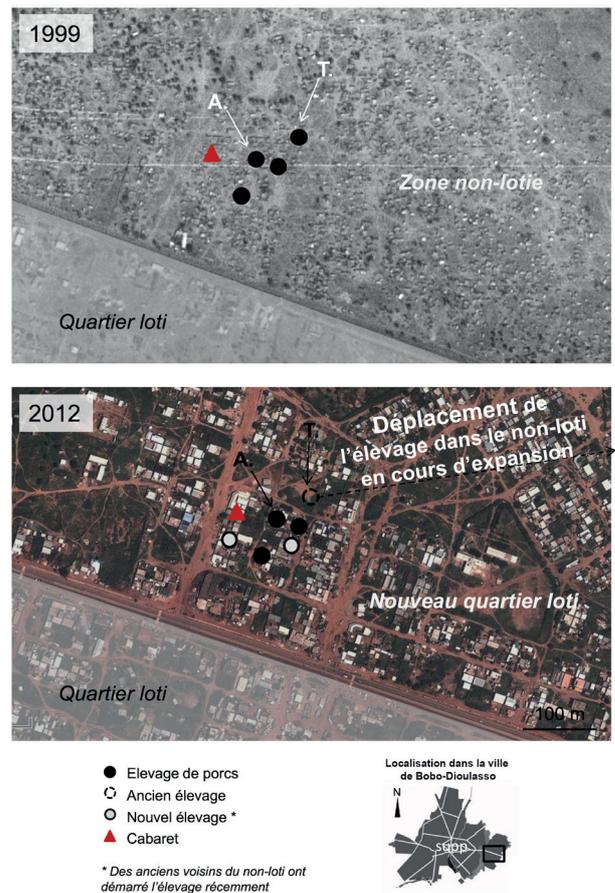


Figure 5 : constance et changements dans le voisinage de l'éleveur A. lors du lotissement du quartier à l'est de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (réalisation : O. Robineau, 2017).

renforcent l'activité d'élevage. Le quartier est l'espace des liens sociaux forts, familiaux et amicaux, qui procurent une certaine sécurité aux éleveurs, notamment pour l'accès à des ressources alimentaires ou reproductives dans ces quartiers densément peuplés. Cette forte intégration sociale de l'éleveur dans son voisinage se retrouve chez l'ensemble des éleveurs rencontrés dans les vieux quartiers de Bobo-Dioulasso. Par ailleurs, les éleveurs ajustent leurs pratiques en fonction des contraintes de voisinage. Il s'agit d'arrangements tacites pour limiter les nuisances, comme le stockage des déjections dans un trou puis leur vente rapide à un maraîcher urbain, le nettoyage régulier de la porcherie pour éviter les odeurs, ou la construction d'un mur de séparation un peu plus haut entre les cours pour diminuer les nuisances sonores et olfactives.

La principale différence entre les quartiers lotis entre 1980 et 1990 (zone 2), et les quartiers lotis après 2000 (zone 3) tient aux relations avec les voisins non éleveurs. L'intensité des liens qui lient les éleveurs de porcs à leur voisinage est plus faible que celle des vieux quartiers de la ville et la bienveillance de la part du voisinage est limitée. Dans les quartiers lotis entre 1980 et 1990 (zone 2), les relations entre voisins datent de plusieurs décennies : ceci engendre une relation de confiance et d'entente dans le voisinage, favorisant une tolérance à l'égard des éleveurs comme dans les vieux quartiers de la ville. Même si certains voisins se connaissent depuis longtemps, les éleveurs sont prudents avec les nouveaux arrivants car ils sont conscients des risques qu'ils encourent si un voisin se plaint aux services d'hygiène. Ils développent donc des pratiques pour limiter les nuisances sonores et olfactives, avec parfois une diminution de l'effectif d'élevage si le risque de nuisances est trop grand.

Les relations de voisinage dans les quartiers lotis après 2000 (zone 3) sont plus ténues car les voisins se connaissent encore peu. L'origine de la population est très diverse et certains habitants, installés en ville depuis plusieurs générations, ont des activités très éloignées de l'agriculture, ne maintiennent plus de liens avec le village originel et le secteur rural, et peinent parfois à accepter la présence d'élevage de porcs dans la cour voisine. Quand les relations de voisinage ne se passent pas bien, cela peut aller jusqu'à la plainte aux services d'hygiène et à l'interdiction d'élever dans la cour. Il existe des cas où des éleveurs ont été obligés d'arrêter définitivement leur activité dans ces quartiers suite à la plainte de voisins car aucun compromis n'a été possible dans le cadre d'une négociation faisant intervenir l'éleveur, son voisin, et les services d'hygiène. Ceci est plus fréquent dans le cas d'éleveurs isolés (à plus de trois rues d'autres éleveurs) et entourés de villas récentes et modernes. Ainsi, même si l'éleveur maintient des relations sociales fortes avec des éleveurs et des dlotières qui lui permettent de conduire son élevage, son activité peut s'arrêter du jour au lendemain à cause d'une plainte d'un voisin.

Enfin, élever dans les zones d'habitat spontané (zone 4) ne dérange pas moins les voisins que dans les quartiers lotis. Néanmoins, dans ces zones il n'existe pas de risque d'intervention du service d'hygiène puisqu'il s'agit d'un espace hors du cadre réglementaire urbain. Ce n'est qu'en cas de lotissement de la zone que le maintien de l'élevage sera remis en question. Cependant, même si les éleveurs ne craignent pas les plaintes, ils s'attachent à conserver de bonnes relations de voisinage. Celles-ci passent, tout comme dans les quartiers lotis, par des pratiques de gestion de l'élevage et des déchets qui visent à limiter au maximum les nuisances.

■ ARRANGEMENTS POUR LA CONDUITE DE L'ÉLEVAGE EN VILLE

L'étude des différentes situations d'éleveurs montre que les arrangements qui existent sont de nature différente (accord explicite entre amis, arrangements implicites, etc.), concernent des objets divers (échange d'information, échange de mâles reproducteurs, accès à

l'alimentation, tolérance, etc.), se font dans des quartiers différents et ont des modalités qui varient de manière subtile (abonnement ou pas au cabaret selon le niveau de confiance, échange gratuit de mâles reproducteurs selon les liens d'amitié et la confiance, etc.). C'est bien à l'échelle de l'individu que ces arrangements sont identifiables et que leurs caractéristiques et leur nuance sont perceptibles. Les résultats soulignent ainsi que les mêmes formes d'arrangements se retrouvent dans les différents types de quartiers et sont de trois niveaux :

- les arrangements liés à la conduite quotidienne de l'élevage sont ancrés dans un voisinage géographiquement et socialement proche, facilement accessible. D'une part, les arrangements entre éleveurs à petit effectif d'un même voisinage permettent d'échanger des mâles reproducteurs, des conseils, et de se soutenir moralement dans l'activité. Ces arrangements sont basés sur un niveau de confiance élevé qui s'est construit dans le temps. D'autre part, les arrangements entre les éleveurs et les fournisseurs d'intrants (ici aliments du bétail) font aussi partie des interactions quotidiennes. Les arrangements avec les dlotières, au cœur de l'accès à l'alimentation, se font par la construction d'une relation de confiance acquise, facilitée par une proximité géographique ;

- les arrangements avec les éleveurs de porcs à gros effectif sont géographiquement et socialement plus lointains, moins fréquents et les liens sont plus ténus. Ils permettent d'avoir accès à d'autres types de ressources ; il s'agit d'informations techniques plus poussées, acquises auprès d'éleveurs faisant partie de cercles professionnels auxquels les éleveurs de porcs à petit effectif n'ont pas accès directement. Les éleveurs de porcs à gros effectif sont ainsi des relais de diffusion d'informations techniques et parfois de nouvelles races. Là aussi, ces relations sont ancrées dans le temps et c'est une relation de voisinage ou une mise en contact via un ami ou de la famille qui permet d'être en lien avec ces éleveurs ; il existe ainsi une certaine solidarité qui est plutôt due à des liens personnels qu'à une solidarité professionnelle ;

- enfin, les arrangements avec le voisinage et les autorités relèvent du maintien même de l'élevage en ville. Il peut s'agir d'arrangement plus tacite, comme la gestion de bonnes relations de voisinage. Ces arrangements peuvent aussi être plus explicites et faire intervenir des acteurs publics. Dans ce cas, il s'agit alors de s'arranger pour contourner la réglementation en place afin de permettre aux élevages de perdurer au sein des quartiers habités.

La pratique de l'élevage de porcs urbains repose sur la combinaison de « savoir faire » (connaissances techniques), de « pouvoir faire » (contraintes internes et externes) mais aussi de la composante « avec qui le faire » (relations sociales). Dans un espace urbain *a priori* défavorable à l'élevage de porcs et pour des éleveurs disposant de moyens financiers réduits l'aspect « avec qui le faire » est central pour la conduite d'un élevage hors-sol qui dépend de ressources externes pour se pérenniser. Ceci permet d'assurer une durabilité à la fois autocentrée (pour la conduite technique de l'élevage) et une durabilité exogène (pour assurer son maintien au-delà des aspects techniques) (figure 6). Les éleveurs de porcs à petit effectif sont au cœur d'un ensemble d'interactions sociospatiales multiformes. Ces interactions, qui prennent la forme d'arrangements entre acteurs, sont principalement développées au sein d'un espace géographique réduit, le voisinage. Au-delà de cette échelle locale, les relations que les éleveurs entretiennent sont principalement liées à des réseaux au sein d'un quartier d'origine et à des réseaux techniques plus lointains (avec les éleveurs de porcs à gros effectif). Ces réseaux de relations fonctionnent en « groupes informels d'éleveurs » liés par une relation de confiance ancrée dans le temps et dans un espace local. Ceci corrobore les résultats de travaux sur l'économie de la confiance (Tazdait, 2008 ; Laurent, 2012), notamment les travaux sur le fonctionnement de filières animales en Afrique de l'Ouest (Dièye et al., 2008 ; Tiotsop et al., 2014), qui soulignent l'importance de la confiance acquise dans

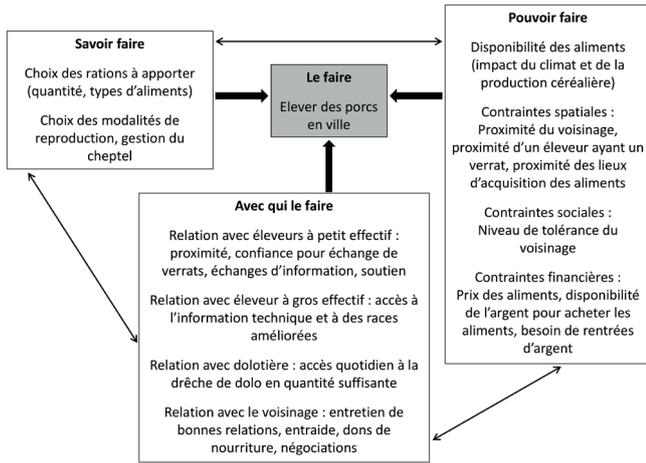


Figure 6 : élever des porcs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso ; « le faire », combinaison de « savoir faire », de « pouvoir faire » et d'« avec qui le faire » (conception et réalisation : O. Robineau, 2017).

les transactions. L'identification de l'existence de groupes informels à Bobo-Dioulasso souligne que l'élevage urbain de porcs ne peut pas se conduire de manière isolée et qu'une proximité spatiale et sociale entre éleveurs est nécessaire pour assurer la pérennité de ces élevages.

Les résultats amènent à discuter la façon dont l'élevage de porcs est *a priori* interdit en ville (du point de vue des règlements) mais toléré, et d'une certaine façon rendu invisible. Sa mise en invisibilité participe à son maintien ; en d'autres termes, il s'agit de sa durabilité exogène. Par des arrangements informels, un ensemble d'acteurs participe à cette mise en invisibilité à la fois spatiale (porcs élevés en claustration dans les cours, cachés de la rue, ou installés dans le non loti « illégal »), politique (contournement des lois d'interdiction d'élever en ville, tolérance des élus et des agents municipaux vis-à-vis de cette activité) et sociale (solidarité du voisinage, pratiques de l'éleveur pour limiter les nuisances). La tolérance non affichée est au cœur des négociations qui peuvent exister.

Un dernier élément de discussion porte sur le poids d'acteurs individuels dans le maintien de cette forme d'agriculture urbaine. Cette recherche a permis de mettre en évidence que ce ne sont pas tant les instruments politiques qui contraignent l'agriculture urbaine (par exemple l'arrêté interdisant l'élevage de porcs), mais la manière dont ils sont interprétés, négociés ou contournés par les acteurs institutionnels et/ou par les agriculteurs. On rejoint ici ce que Nuttal et Mbembe (2008) décrivent comme des entremêlements du formel et de l'informel, caractéristiques des villes africaines. Les sensibilités personnelles de certains acteurs institutionnels sont centrales dans ce processus : l'exemple du chef du Service d'hygiène qui négocie la présence de l'élevage en ville est révélateur de ce phénomène. En effet, le maintien des élevages de porcs en ville pose question vis-à-vis des règles d'hygiène et de la réglementation existante : sans cette tolérance du service d'hygiène, qui en quelque sorte protège l'élevage de porcs, y-aurait-il autant d'éleveurs de porcs urbains ?

■ CONCLUSION

Alors que l'urbanisation questionne la pérennité de l'agriculture urbaine (La Rosa et al., 2014), celle-ci est de plus en plus acceptée en raison du rôle positif qu'elle joue dans l'approvisionnement alimentaire des villes, la réduction de la pauvreté ou l'intégration sociale de ménages pauvres (Zasada, 2011). La place de l'élevage urbain reste cependant soumise à de nombreuses interrogations sur ses risques sanitaires, et ce type d'activité agricole est beaucoup moins

documenté que le maraîchage. Dans ce contexte, l'élevage urbain de porcs fait partie des grands oubliés. Pourtant, il est l'une de ces activités agricoles urbaines qui se développent et font vivre des milliers de familles dans les villes du Sud, malgré les réglementations sanitaires existantes, et les contraintes techniques et sociales liées à la conduite d'un élevage en milieu urbain. Dans un contexte où les données sur l'agriculture urbaine sont encore trop peu nombreuses, il est urgent de dépasser les approches techniques et d'élargir la recherche pour comprendre comment des activités perdurent en ville (Soulard et Aubry, 2011 ; Robineau et al., 2014 ; Robineau et Soulard, 2017).

Le cas d'une ville d'Afrique de l'Ouest présenté ici a permis de souligner la manière dont les éleveurs urbains de porcs gèrent l'accès à des ressources externes, notamment l'alimentation, les mâles reproducteurs et l'information technique, afin de développer et de maintenir leurs élevages en ville. L'analyse de l'environnement sociospatial dans la conduite de l'activité d'élevage et de la perception de ces élevages par les acteurs publics a mis en évidence l'influence d'aspects exogènes dans le maintien de ces élevages. Les éleveurs doivent à la fois gérer la coprésence entre l'élevage et le voisinage urbain, mais aussi trouver les moyens de relier des acteurs et des activités en s'adaptant aux contraintes d'alimentation (élevage hors-sol pour lequel tous les aliments doivent être achetés) et de mobilité limitée qu'impose ce type particulier d'élevage. Enfin, cet article sur la pratique d'une activité illégale en ville permet de souligner que les leviers de maintien de l'agriculture tiennent en partie à des instruments qui existent mais surtout aux acteurs qui les mobilisent.

REFERENCES

Amadou H., Dossa L.H., Lompo D.J.P., Abdulkadir A., Schlecht E., 2012. A comparison between urban livestock production strategies in Burkina Faso, Mali and Nigeria in West Africa. *Trop. Anim. Health Prod.*, **44** (7): 1631-1642, doi: 10.1007/s11250-012-0118-0

Aubry C., Ramamonjisoa J., Dabat M-H., Rakotoarisoa J., Rakotondraibe J., Rabeharisoa L., 2008. L'agriculture à Antananarivo (Madagascar) : une approche interdisciplinaire. *Nat. Sci. Soc.*, **16** (1) : 2335

Boussini H., Traore A., Tamboura H.H., Bessin R., Boly H., Ouedraogo A., 2012. Prévalence de la tuberculose et de la brucellose dans les élevages bovins laitiers intra-urbains et périurbains de la ville d'Ouagadougou au Burkina Faso. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **31** (3) : 943951

Cantor K.M., 2010. Agricultura urbana : elementos valorativos sobre su sostenibilidad. *Cuad. Desarro. Rural*, **7** (65) : 6187

Chaléard J.L., Dao The Anh, Huamantico A., Koffi-Didia M., Mesclier E., Monin E., Moustier P., Ninot O., 2014. Spécificités de systèmes de production agricole et d'élevage à la périphérie des métropoles du Sud. In : *Métropoles au Sud, le défis des périphéries ?* (dir. Chaléard J.L.). Karthala, Paris, France, 225-241

Dieye P.N., Montaigne E., Duteurtre G., Boutonnet J.-P., 2008. Le rôle des arrangements contractuels dans le développement du système laitier local et des mini-laiteries au Sénégal ». *Econ. rurale*, **303-305** : 108-122

Faye B., Porphyre V., 2011. Le dromadaire et le cochon : deux visions opposées de l'élevage ? *Nat. Sci. Soc.*, **19** (4) : 365374.

Godard O., Hubert B., 2002. Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA : rapport à madame la Directrice générale de l'INRA. Rapport intermédiaire de mission, 23 déc. 2002. INRA, Paris, France

Gomgnimbo A.P.K., Nacro H.B., Sanon O.H., Kiendrebeogo T., Sedogo M.P., Martinez J., 2014. La gestion des déjections animales dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : structure des élevages, perception de leur impact environnemental et sanitaire, perspectives. *Cahiers Agric.*, **23** (6) : 393-402, doi: 10.1684/agr.2014.0724

ILRI, 2012. Livestock in the city: New study of 'farm animals' raised in African cities yields surprising results. ILRI news, www.ilri.org/ilrnews/index.php/archives/9563 (consulté le 4 mars 2013)

- Katongole C.B., Nambi-Kasozi J., Lumu R., Bareeba F., Presto M., Ivarsson E., Lindberg J.E., 2012. Strategies for coping with feed scarcity among urban and peri-urban livestock farmers in Kampala, Uganda. *J. Agric. Rural Develop. Trop. Subtrop.*, **113** (2): 165174
- Kiendrebeogo T., Mopate Logtene C.Y., Konkobo Y.C., Kabore-Zoungana C.Y., 2012. Approvisionnement en porcs vifs et viande porcine de la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *J. Agric. Environ. Int. Dev.*, **106** (2) : 105122
- La Rosa D., Barbarossa L., Privitera R., Martinico F., 2014. Agriculture and the city: a method for sustainable planning of new forms of agriculture in urban contexts. *Land Use Pol.*, **41**: 290-303, doi: 10.1016/j.landusepol.2014.06.014
- Laurent E., 2012. Economie de la confiance. La Découverte, Paris, France, 124 p.
- Mahieu F.-R., 1991. Les fondements de la crise économique en Afrique. L'Harmattan. Paris, France, 202 p.
- Mopaté L.Y., Koussou M.O., Kaboré-Zoungana C.Y., 2006. Dynamique de la production porcine à N'Djaména (Tchad) : évolution des abattages, des poids carcasses durant cinq décennies et prévisions actuelles. *Rev. Sci. Tchad*, **9** (2) : 60-70
- Mougeot L.J.A., 2000. Urban agriculture: definition, presence, potential and risks. In: Growing cities growing food: Urban agriculture on the policy agenda: A reader on urban agriculture. ETC, DES, Feldafing, Germany, 99-117
- Niang A., 1997. Secteur informel en milieu urbain, un recours à la crise de l'emploi. Ajustement structurel et emploi au Sénégal. Codesria, Dakar, Sénégal
- Nuttall S., Mbembe A. (Eds.), 2008. Johannesburg: the elusive metropolis. Duke University Press, Durham, NC, USA, 398 p., doi: 10.1215/9780822381211
- Robineau O., 2013. Vivre de l'agriculture dans la ville africaine. Géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Thèse Doct., Université III, Montpellier, France, 352 p.
- Robineau O., 2015. Toward a systemic analysis of city-agriculture interactions in West Africa: a geography of arrangements between actors. *Land Use Pol.*, **49**: 322-331, doi: 10.1016/j.landusepol.2015.08.025
- Robineau O., Dugué P., 2017. A socio-geographical approach to the diversity of urban agriculture in a West African city. *Landsc. Urban Plan.*, **170**: 48-58, doi: 10.1016/j.landurbplan.2017.09.010
- Robineau O., Soulard C.-T., 2017. Comprendre la complexité des liens ville-agriculture : intérêt d'une approche par le système agri-urbain. Le cas de Bobo-Dioulasso, Afrique de l'Ouest. *Nat. Sci. Soc.*, **25** (1) : 36-47, doi: 10.1051/nss/2017013
- Robineau O., Tichit J., Maillard T., 2014. S'intégrer pour se pérenniser : pratiques d'agriculteurs urbains dans trois villes du Sud. *Espaces Soc.*, **158** (3) : 83-100, doi: 10.3917/esp.158.0083
- Soulard C.-T., Aubry C., 2011. Cultiver les milieux habités : quelle agronomie en zone urbaine ? *Agron. Environ. Soc.*, **1** (2) : 89-101
- Tazdaït T., 2008. L'analyse économique de la confiance. De Boeck, Bruxelles, Belgique, 180 p.
- Tiotop F., Guillotreau P., Rouchier J., 2014. Le rôle de la confiance dans les relations d'échange : le cas du marché de poisson de Kribi. *Rev. Fr. Socio-Eco.*, **14** (2) : 189-220, doi: 10.3917/rfse.014.0189
- Zasada I., 2011. Multifunctional peri-urban agriculture - A review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land Use Pol.*, **28** (4): 639-648, doi: 10.1016/j.landusepol.2011.01.008

Summary

Robineau O. Rearing pigs in a West African city: Arrangements between actors to manage the proximity between the city and livestock farming

Whereas an increasing number of studies are focusing on urban agriculture, urban pig rearing remains largely unknown. Yet it is present in many cities in the South and provides an income for many families. This study aimed to overpass analyses focusing on technical aspects of this type of farming to take a broader interest in the social and spatial framework in which pig farmers breed pigs in the city. It was based on an empirical approach that made it possible to understand the conditions for the development and maintenance of pig breeding in Burkina Faso's second-largest city, Bobo-Dioulasso. The practices of small-scale livestock breeders are discussed, in particular the part played by the arrangements between actors in mobilizing both the technical and social resources needed to conduct and sustain this type of farming. The results highlight that pig farmers have a logic of reduced mobility: the arrangements they develop with other actors are based on the political, spatial and social invisibility of livestock farming, and the links they develop to access external resources are rooted in time and in close proximity. Their social and spatial environment is central for the daily management of livestock farms as well as for their sustainability in the short and medium terms.

Keywords: swine, backyard raising, urban agriculture, agricultural practices, animal feeding, Burkina Faso

Resumen

Robineau O. Cría de cerdos en una ciudad de África del Oeste: arreglos entre actores para gestionar la proximidad entre las fincas ganaderas y la ciudad

Mientras que un número creciente de estudios se concentra en la agricultura urbana, la cría urbana de cerdos permanece ampliamente desconocida. Sin embargo, está presente en muchas ciudades en el Sur y provee un ingreso para muchas familias. Este estudio tuvo como objetivo ir más allá los análisis centrados en los aspectos técnicos de este tipo de agricultura para dar un mayor interés al marco social y espacial en el que los finqueros crían cerdos en la ciudad. Está basado en un enfoque empírico que hizo posible la comprensión de las condiciones para el desarrollo y el mantenimiento de la cría de cerdos en la segunda ciudad más grande de Burkina Faso, Bobo-Dioulasso. Se discuten las prácticas de los criadores de ganado a pequeña escala, en particular la parte que juegan los arreglos entre actores en cuanto a movilizar tanto los recursos técnicos, como sociales para conducir y mantener este tipo de producción. Los resultados indican que los criadores de cerdos siguen una lógica de movilidad reducida: los arreglos que desarrollan con otros actores se basan en la invisibilidad política, espacial y social de la producción ganadera y los vínculos que desarrollan para acceder a los recursos externos se encuentran enraizados en tiempo y cercanía. El ambiente social y espacial es central para el manejo diario de las fincas ganaderas, así como para su sostenibilidad a corto y mediano plazo.

Palabras clave: cerdo, explotación en pequeña escala, agricultura urbana, prácticas agrícolas, alimentación de los animales, Burkina Faso

Characterizing practices and the sanitary status of farms of Creole and Creole-like pigs in Martinique

Jean-Luc Gourdine^{1*} Alain Lof² Jonathan Louis-Sidney²
Willy Delyon³ Ivan Semjen³ Katia Benony⁴ Mélain Bructer⁴
Mélissa Cyril⁵ Valérie Gauthier⁶ Gisèle Alexandre¹

Keywords

Swine, creole pig, rearing systems, typology, Martinique

Submitted: 31 August 2017
Accepted: 21 January 2019
Published: 8 February 2019
DOI: 10.19182/remvt.31346

Summary

The study aimed at characterizing the management of 27 pig farms in the framework of a conservation program of the Creole pig of Martinique. Blood samples were collected on 67 pigs for serological analysis. A multivariate analysis discriminated six groups of farms: group 1 (n = 9) consisted of family farms with fewer than three boars and a higher age of replacement of reproducers than the other farms (6.2 vs 5.0 years, $p < 0.01$); group 2 (n = 5) consisted of small farms with two matings per sow per year and with more than two livestock species; group 3 (n = 5) consisted of farms with more than four boars and more than four sows, with batch management and a feeding diet mainly based on industrial concentrates; group 4 (n = 4) consisted of family farms with pigs reared outdoors and a feeding diet mainly based on local resources (50 to 100% of the total diet content); group 5 (n = 3) consisted of mixed farming systems with more than three boars and more than 10 sows; and group 6 consisted of a farm with a high number of females without batch management. The analysis of serological data showed that, regardless of the farming system (outdoor, semi outdoor, indoor), the sanitary status of pig farms in Martinique was good, with no identified contagious disease. The typology obtained and the results on the sanitary status of farms are encouraging signs to pursue the project aiming at the conservation of Creole pigs by exchange of healthy reproducers between farmers and the development of a niche market around heritage values.

■ To quote this article: Gourdine J.-L., Lof A., Louis-Sidney J., Delyon W., Semjen I., Benony K., Bructer M., Cyril M., Gauthier V., Alexandre G., 2018. Characterizing practices and the sanitary status of farms of Creole and Creole-like pigs in Martinique. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 33-39, doi: 10.19182/remvt.31346

■ INTRODUCTION

In Martinique (14° 36' N, 61° 4' W), local pig meat is provided by traditional and family pig farms (with small numbers of animals) and 65 industrial farms belonging to one of the two pig cooperatives. Little information on the type of breeds, feeding system or sanitary status is available in the traditional pig farms because most of them are in

the informal sector, where pig production is a part of the agricultural production of the pig farmers. On the other hand, the industrial farms are well characterized (Agrete, 2016), and the average number of sows is about 42 (COOPMAR, pers. commun.).

The local Creole pig of Martinique (CpM) has played a major part in the subsistence economy of small-scale farmers (Barrau, 1978). However, these small black pigs are now very rare because of indiscriminate breeding with imported exotic breeds, and the development of intensive pig systems with purchased feed and genetically improved exotic breeds. To our knowledge, the local pig of Martinique has not yet been characterized, nor has it been integrated into a research and conservation program. Like many countries on the American continent, CpM may be the result of a complex conglomerate of pigs from the Iberian Peninsula and other European pig populations (Burgos-Paz et al., 2013).

The Natural Park of Martinique (PNM) aims to maintain and valorize the genetic heritage of Martinique's biodiversity. PNM's medium-term objective is to develop a niche business with the local pig.

1. INRA, UR0143 URZ, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.
2. PNM, 97205 Fort-de-France, Martinique.
3. Ruralité-Multiservices, 97257 Fort-de-France, Martinique.
4. INRA, UE503 PTEA, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.
5. COOPMAR, 97232 Le Lamentin, Martinique.
6. Chambre d'Agriculture de Martinique, 97232 Le Lamentin, Martinique.

* Corresponding author
Tel.: +590 (0) 25 59 42; Fax: +590 (0) 25 59 36
Email: Jean-Luc.Gourdine@inra.fr

 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

This research and development project involves several stakeholders such as research (French National Institute for Agricultural Research [INRA]), management (an agricultural consultancy named Rurality-Multiservices), agricultural expertise (Regional Chamber of Agriculture [CA] and a pig farmers' cooperative [COOPMAR]), and farmers' empirical knowledge. The project seeks to characterize genetically the Creole pig breed of Martinique and to implement conservation and production focusing on ecosystem services such as meat quality, sociocultural services and circular economy (Gourdine et al., 2016). To reach this goal, it is essential to carry out an inventory of the local pig population.

To our knowledge, the characteristics of Creole-pig farming systems and its sanitary status are poorly documented. Our inventory allowed addressing these knowledge gaps in Martinique. Based on PNM data, some Creole pigs live freely in the mountains in the North, on the South Coast and on a few farms located in the countryside. The study aimed at creating a qualitative classification of farming systems in Martinique where Creole pigs or at least pigs looking phenotypically like Creole pigs are reared. A second objective was to assess the sanitary status in order to evaluate the possibility of exchanging reproducers (such as rotational mating schemes; Windig and Kaal, 2008) in the framework of PNM conservation program.

■ MATERIALS AND METHODS

Survey

We conducted a survey on a small number of pig farmers who started rearing Creole pigs. At this stage of the experiment, results on the genetic analysis that distinguished the Creole breed from other breeds were not available. Consequently, farmers who reared Creole or Creole-like pigs (i.e., pigs that phenotypically looked like Creole pigs but were not genetically Creole pigs) were selected.

Steps before the survey

The survey was carried out between June and August 2016. Its objectives were: i) identify farmers who reared Creole or Creole-like pigs; ii) characterize the management of the pig production system and sanitary status; iii) explain to the farmer the long-term objective of PNM project (i.e. develop a niche market with Creole pigs of Martinique) and identify farmers who would like to participate in the project; iv) collect blood samples for further studies on CpM genetic structure. Contrary to conventional systems for which identification of farmers and farms is available, information on traditional pig farmers is scarce in public institutions. Consequently, various official and unofficial sources were used to have contacts. Some information was obtained from CA, PNM and COOPMAR. Some farmers' contacts were made through word-of-mouth or in answer to poster advertising, whose message invited anyone who had or knew people rearing Creole pigs to contact PNM, because the institute was looking for this local breed for conservation. The posters were published in places frequented by farmers such as feed providers and agricultural institutes. A total of 27 pig farmers were questioned by the staff of Rurality-Multiservices.

Survey content

The survey was based on 10 to 30 minutes' open conversations with farmers on their farms. Conversations aimed at collecting information on feeding, reproduction, drug administration, environmental management and product marketing. Figure 1 summarizes the information collected. Each discussion helped characterize the farmer (age and sex), farm management (reproduction, feeding, health), the type of sold pig product (e.g. live animals, meat), the characteristics of the agricultural system (e.g. does the farm also include crops or beef cattle), and labor in the pig system.

Sanitary status

Collection and conservation of blood samples

The long-term objective of the project is to maintain the Creole pig of Martinique by exchange of reproducers between Creole pig farmers. To achieve it, it was necessary to evaluate the sanitary status of Creole-pig farms and identify farmers who agreed to take part in the project. These farmers allowed us to take blood samples for DNA and serological analyses, and they agreed to become candidates for breeders of Creole pigs. To optimize blood sample collection by farmers' location, we set up five to six appointments per day with the farmers. Blood samples were collected by jugular venipuncture into two anticoagulant 6-ml tubes per pig and stored at 4°C in a portable refrigerator. After all the farms were visited, they were transferred to the laboratory and maintained at room temperature for 15–30 min to allow blood to clot. The clot was removed by centrifuging for 10 min in a refrigerated centrifuge and the serum was apportioned into 0.5-ml aliquots, stored at 4°C and transported immediately or the day after by plane under refrigeration to the French national laboratory for the control of reproducers located in Maisons-Alfort (LNCR, 2016).

Sanitary analysis

Analyses of the sera were performed by LNCR to check any sanitary problems about infectious pig diseases: classical swine fever (CSF), brucellosis, Aujeszky's disease (caused by *Pseudorabies virus*, PRV), porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS). A rose Bengal test (RBT) was used to detect *Brucella suis*. A serological test for the detection of antibodies to PRRS virus was carried out with an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). We also performed a blocking ELISA for the detection of antibodies to gB antigen of PRV. CSF virus was tested on pig serum with a blocking ELISA test.

Statistical analysis

All statistical analyses were carried out with R version 3.2.5 (R Development Core Team, 2016). A principal component analysis (PCA) was performed with FactoMineR package (Lê et al., 2008) in R.

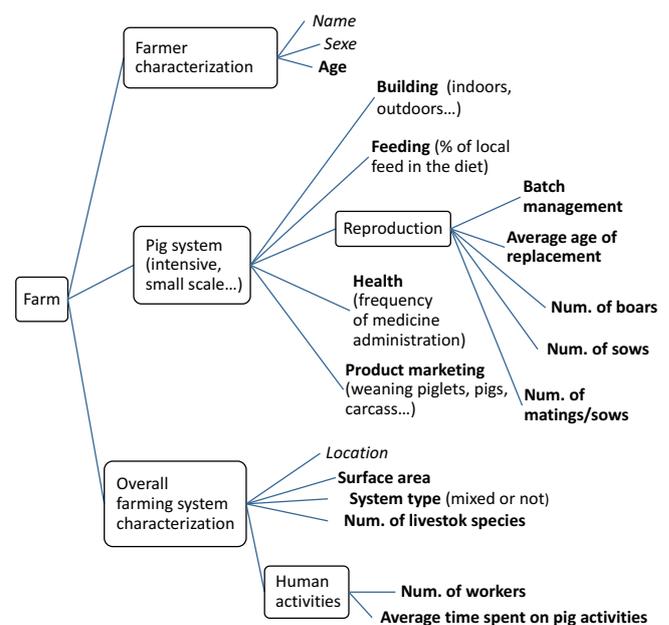


Figure 1: Information collected from conversations with farmers rearing Creole or Creole-like pigs in Martinique. Items without framing are variables used in statistical analyses. Items in bold correspond to quantitative variables.

We chose this type of analysis because it summed up a dataset of individuals x variables. It helped characterize farms or groups of farms by the studied variables. PCA reduces the dimensionality of a dataset with a large number of interrelated variables while retaining as much as possible the variations present in the dataset (Jolliffe, 2002). PCA was carried out with 14 quantitative variables (Figure 1) as active variables, and 27 farming systems as individuals. To perform PCA, the five qualitative variables (building, batch management, health, product marketing and system type) were transformed into standardized notes by the first author of this article. Some information was missing on the total surface area of the whole farming system (about 52% of missing values), because some farmers in the informal sector did not know the surface area of their farms and others did not want us to know it, therefore PCA did not take into account this variable. The data was standardized before performing PCA because the 14 variables had different units (year, number, percentage, and minutes). Without standardization, each variable would have had the weight corresponding to its standard deviation, whereas with standardization each variable had the same weight. To help interpret the principal components, a variance analysis model was used for each component to explain the contribution of each variable with dimdesc function of FactoMineR.

A cluster analysis was then carried out with HCPC function of FactoMineR, based on the results of the PCA analysis. Hierarchical ascending clustering was performed with Ward method, which minimizes the decrease of inertia between groups when two groups are gathered into one. We chose to cut the tree at the optimal cut level proposed by HCPC. The cluster aimed at grouping the 27 farming systems so that farms in a same group were more similar to one another than to those in other groups (Rydhmer et al., 2014). HCPC also allows characterizing each group by sorting the studied variables according to a value obtained with Welch test. This statistic consists in testing whether the obtained value of each variable for the individuals of a given group is significantly different from the overall mean.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2A shows the 27 pig farms distributed throughout Martinique Island. Figure 2B shows the number of sampled pigs. The areas where no farmers were questioned were mainly touristic areas (South and North-West in grey), urban areas or areas with declining agricultural activities. The farms were located on 16 of the 34 districts of Martinique. Farmers were between 30 and 72 years old. Only one farmer was a female and 22% of the farmers were professional pig producers belonging to one of the two pig cooperatives.

In most American countries where Creole pigs are present (Burgos-Paz et al., 2013), these animals are reared in non-conventional production systems such as mixed farming. Martinique is characterized by an important rural cultural heritage, where pig production in the informal sector remains substantial and is maintained by non-professional farmers or people having another job besides that of farmer. The number of 21 amateur farms might not represent the supposed number of informal family farms (CA, 2016). However, these 21 farms are distributed across the countryside of Martinique, suggesting that they might be representative of common practices of farmers rearing Creole or Creole-like breeds.

The 27 surveyed farmers reared pigs that looked like Creole animals. According to a phenotypic description, the Creole pig is colored, from piebald (white and black spotted) to wholly black, lop-eared and sometimes with the presence of pendants under the neck; it is rather small, fatter and a slower grower than exotic breeds such as Large White, Duroc or Pietrain. The genetic composition of Creole pigs in the Caribbean (note that results are not yet available for pigs in Martinique) shows that they originate from a complex conglomerate of several breeds, with the highest admixture of pigs from the Iberian Peninsula and Canary Islands, as a result of Spanish and Portuguese colonization of America in the 16th century (Burgos-Paz et al., 2013). At this stage of the project, the results on the genetic analysis are

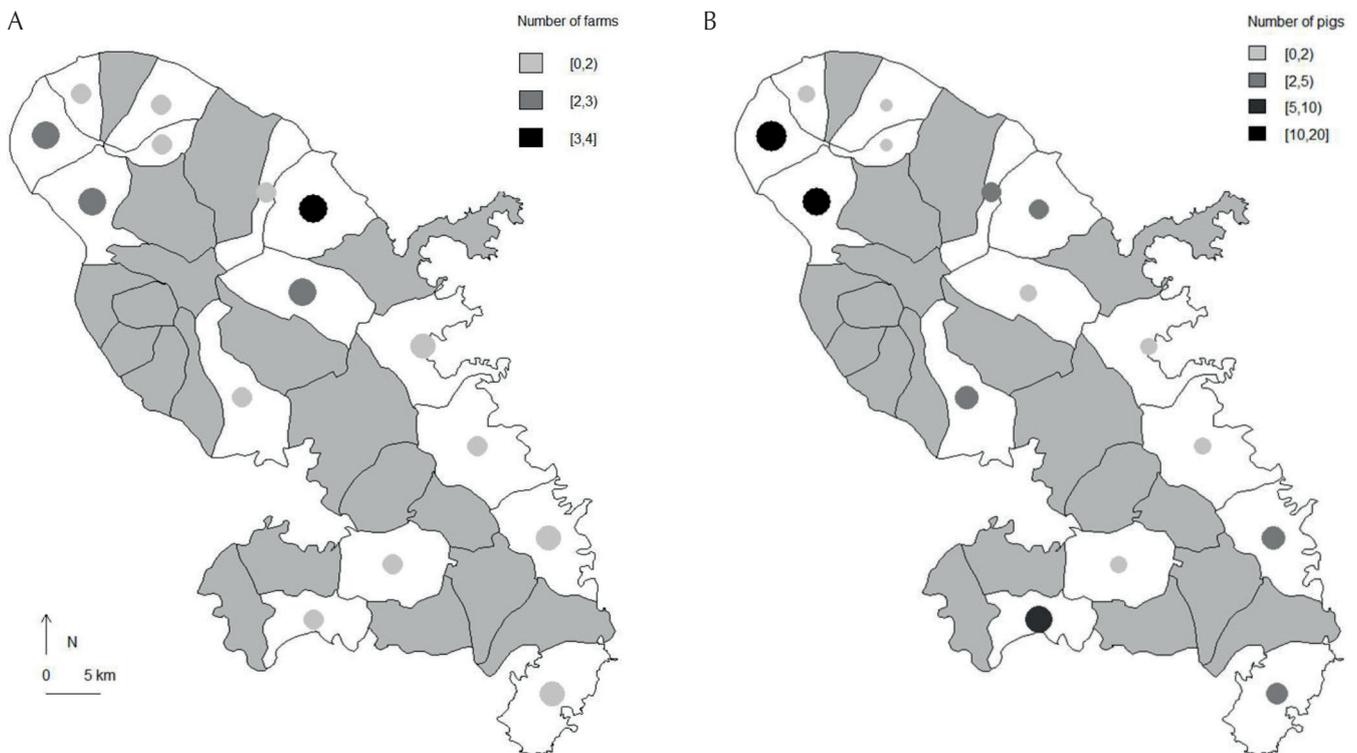


Figure 2: Geographical location of farms (white sections) in the 34 sections of Martinique. A) Number of farmers who accepted to answer the survey (circles). B) Number of Creole or Creole-like pigs sampled for serological analyses (circles).

not yet available, so the difference between real Creole pigs and Creole-like pigs cannot be made.

Only 10 pig farmers practiced batch management of sows. This was probably because the majority of the farmers had a small pig production of fewer than three sows. Furthermore, in these small pig production systems, reproduction management tended to depend much more on feed availability (i.e. produced on the farm) and market demands (often higher in December because of the Christmas tradition) than on the reproductive cycle *per se* of sows.

Only 18% of farmers (all professional) did not use local feed resources but bought industrial concentrates. It is noteworthy that 30% of farmers did not use drugs, suggesting the robustness of their pigs or the use of alternative solutions to treat endo- and ecto-parasitism and diseases.

The first four principal components (PC) of PCA accounted for 66% of the total variance. The first PC explained 34% of the total variation (Figure 3A). It seemed that the first PC covered the overall farming system characteristics and animal husbandry practices (feeding, reproduction and health management). The variables that contributed most to the first PC were in descending order of importance ($p < 0.01$): production, feeding management, number of livestock species, health management, number of sows, average time spent in pig activities, number of boars. Based on the correlation of 0.74 and -0.70 of the first PC with production and feeding management, respectively, the first axis can be viewed as a measure of the type of agricultural system, with at the extremes i) multi-livestock or crop-livestock farms using commercial concentrate diets as main feed, and ii) small pig farms mainly using local feed resources.

The second PC explained 12% of the total variation. Variables contributing most to the second PC were the number of matings per sow per year (correlation of 0.64), the number of sows (correlation of -0.53), and the marketing management (correlation of -0.52). Consequently, the second PC seemed to cover the reproduction management of sows and marketing outlets. This suggests that farms with a higher number of matings per sow per year than the average population were those with a higher number of sows. These farms also tended to have less diversity in market products than farms with less intensive reproduction management.

The third and fourth PC explained 10% and 9% of the total variation, respectively (Figure 3B). Five variables significantly ($p < 0.05$) characterized the third PC: number of workers (correlation of -0.58), number of boars (correlation of 0.48), average time spent in pig activities

(correlation of 0.48), production (correlation of -0.40), and reproduction management (correlation of 0.38). The fourth PC was significantly ($p < 0.05$) characterized by the pig building system (correlation of 0.79) and the age of the farmer (correlation of -0.67).

The cluster analysis based on PCA results identified six groups. As described in Figure 4, the lowest number of homogenous groups should correspond to the highest difference in height of the sticks, which is between Groups 5 and 6. Table I shows that Group 1 ($n = 9$) only comprised 35–65 year-old farmers who were not members of a pig cooperative. The cluster analysis showed that Group 1 consisted of family farms with fewer than three boars and a higher age of replacement of reproducers than the other farms (6.2 vs 5.0 years, $p < 0.01$). The majority of farmers in Group 1 only reared pigs. Group 2 ($n = 5$) consisted of small farms with two matings per sow per year, with more than two livestock species. Group 3 ($n = 5$) consisted of farms with more than four boars and more than four sows, with batch management and a feeding diet mainly based on industrial concentrates. Group 4 ($n = 4$) were family farms with pigs reared exclusively outdoors and fed a diet mainly based on local resources (50 to 100% of the total diet content). Group 5 ($n = 3$) consisted of mixed farming systems with more than three boars and more than ten sows. In this group, the average time spent in pig activities was significantly higher than the average mean (170 vs 98 min, $p < 0.05$). Group 6 cluster was made of only one farm (F12) with a high number of females without batch management (Table I). Consequently, the multivariate analysis revealed substantial differences in the pig farming systems with regard to characteristics such as the number of reproducers and the feeding or reproductive management, or overall farming system characteristics such as the number of livestock species reared.

Except in Groups 5 and 6, farmers used local feed resources high in energy such as banana fruit (green or mature), roots, tubers such as cassava (*Manihot esculenta*), sweet potatoes (*Ipomea batatas*), coconuts, sugarcane (*Saccharum officinarum*), and residues from the harvest of vegetables. The quantity offered to pigs depended on the availability of the local resources (e.g. season, amount of residues), so that it was difficult to quantify accurately the amount of local resources in the pig diet.

In the present study, the conventional pig production system was defined as the systems integrated in the formal network of the pig industry of Martinique (pig cooperative, slaughterhouse, mass distribution). According to the cluster analysis, the non-conventional systems were in five of the six clusters, whereas the conventional systems were positioned in

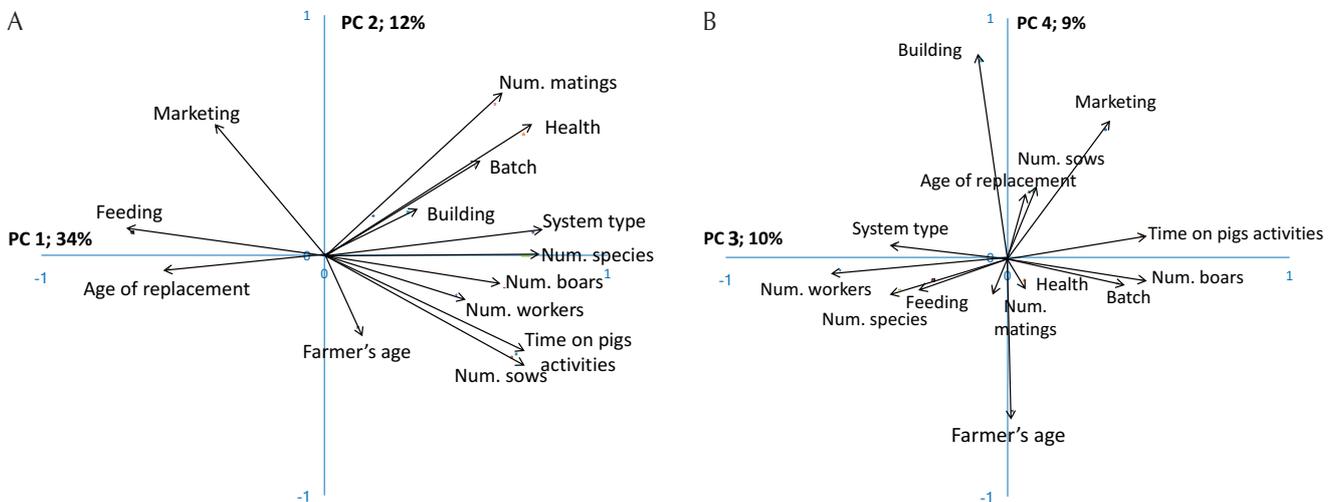


Figure 3: Map of the 14 active variables that participated in the principal component analysis (PCA), with a view to characterize Creole and Creole-like pig farms in Martinique; A) on the first (PC 1) and second (PC 2) axes of the PCA; and B) on the third (PC 3) and fourth (PC 4) axes.

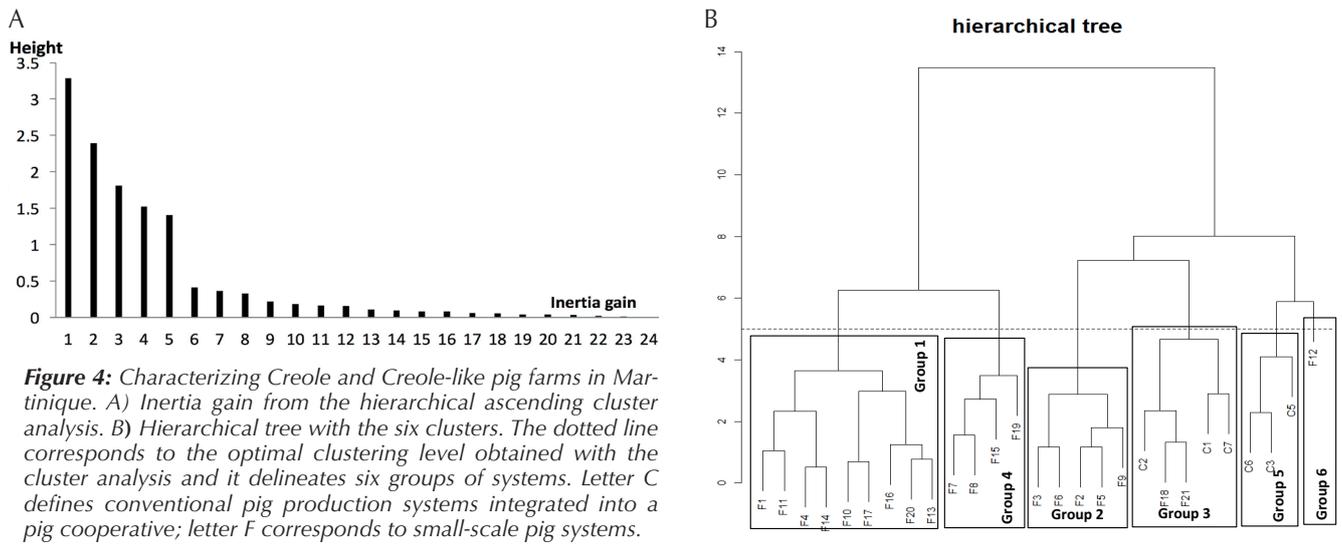


Figure 4: Characterizing Creole and Creole-like pig farms in Martinique. A) Inertia gain from the hierarchical ascending cluster analysis. B) Hierarchical tree with the six clusters. The dotted line corresponds to the optimal clustering level obtained with the cluster analysis and it delineates six groups of systems. Letter C defines conventional pig production systems integrated into a pig cooperative; letter F corresponds to small-scale pig systems.

Table 1

Characteristics of Creole and Creole-like pig systems in Martinique

Farming system types						
	Group 1 (n = 9)	Group 2 (n = 5)	Group 3 (n = 5)	Group 4 (n = 4)	Group 5 (n = 3)	Group 6 (n = 1)
Farmer's age (years)	45 (35–65)	44 (30–58)	50 (36–60)	59 (45–72)	57 (55–60)	54
Num. cooperative members	0	0	3	0	3	0
Pig building system					1	
Outdoors	5	0	1	4	0	0
Indoors	2	3	1	0	2	0
Both	2	2	3	0		1
% of local feed in pig diet	< 50%: 1 farm 50–75%: 8 farms > 75%: 0 farm	< 50%: 1 farm 50–75%: 1 farm > 75%: 3 farms	< 25%: 4 farms 50–75%: 1 farm > 75%: 0 farm	< 50%: 0 farm 50–75%: 2 farms > 75%: 2 farms	< 25%: 3 farms < 50%: 0 farm 50–75%: 0 farm	< 25%: 1 farm < 50%: 0 farm 50–75%: 0 farm
Batch management	1 farm	2 farms	5 farms	0 farm	2 farms	0 farm
Num. Creole/Creole-like boars	1.4 (0–3)	1.2 (1–2)	4.2 (3–6)	2.5 (0–4)	3.7 (3–4)	3
Num. Creole/Creole-like sows	2.7 (1–5)	2.4 (1–3)	5.6 (3–8)	3.2 (1–7)	14.3 (8–25)	25
Age of replacement (years)	6.2 (4.5–8)	4.9 (4.5–5)	4.9 (3–8)	4 (2–5)	3.3 (2.5–4.5)	5
Num. matings / sows	1.1 (1–2)	2	2	1.2 (1–2)	2	1
Veterinarian's intervention						
Never	7	1	0	0	0	0
Casual	2	3	2	3	0	1
Always	0	1	3	1	3	0
Type of agricultural system						
Pigs only	6	0	0	0	0	0
Multi-livestock	2	0	3	3	0	0
Crops-livestock	1	5	2	1	3	1
Number of workers	1.2 (1–2)	1.5 (1–2)	1	1.2 (1–2)	2.5 (2–3)	1
Time in pig activities (min)	70 (30–150)	45 (15–60)	144 (60–300)	82 (30–150)	170 (120–240)	240

Numeric variables: average values (in parentheses, minimum and maximum values); Categorical variables: figures correspond to the number of farms

two groups (Groups 3 and 5) with one group comprising only conventional farms (Group 5). As we expected, clusters with non-conventional farms were in greater number than clusters with conventional farms for at least two reasons. Firstly, in our dataset, the number of conventional farms was lower than that of non-conventional farms (6 vs 21). Secondly, the management of conventional farms was generally well standardized

(following COOPMAR recommendations: batch and feeding management, prophylaxis, among others) so that the variability among them was expected to be lower than that among non-conventional farms. One farm stood alone in a group. This might seem surprising, but plots of each farm on the first four principal components (Figure 5A and B) showed that farm F12 was isolated from the other farms. This farm

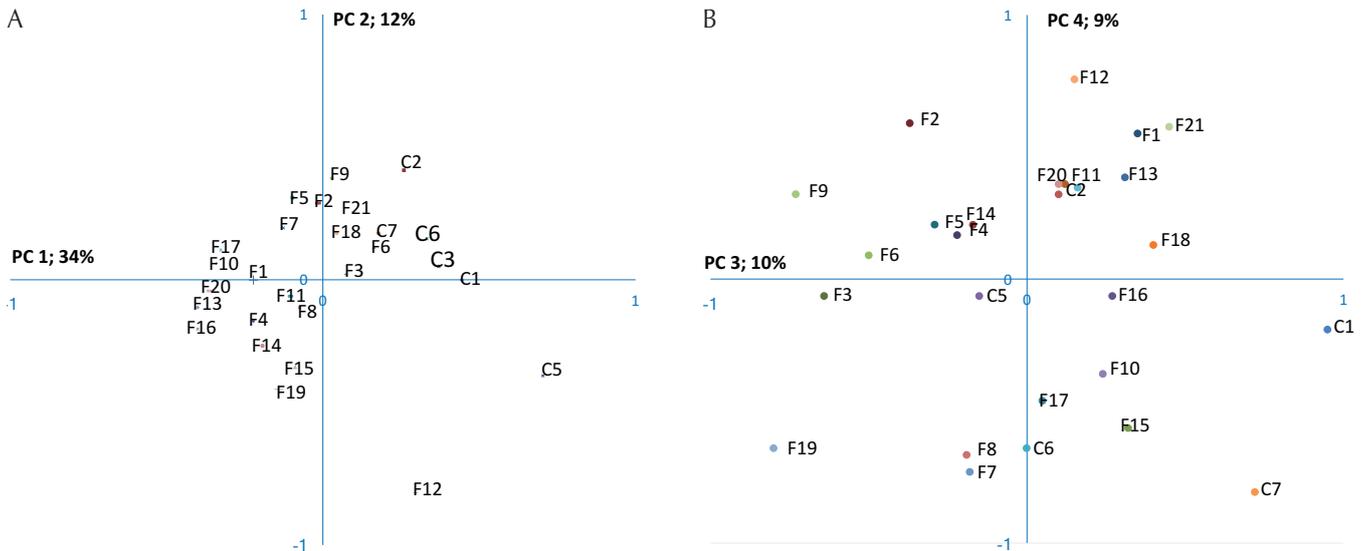


Figure 5: Characterizing Creole and Creole-like pig farms in Martinique. Map of the 27 farming systems: A) on the first (PC 1) and second (PC 2) axes of the principal components analysis (PCA), and B) on the third (PC 3) and fourth (PC 4) axes. Letter C defines conventional pig production systems integrated into a pig cooperative; letter F corresponds to small-scale pig systems.

was typical because the pig building and the number of sows (n = 25) were those of an intensive system in Martinique although the farm worked without batch management.

The groups obtained through PCA and the cluster analysis depended on the data and particularly on the accuracy of the discussion between the person answering the questions and the person asking them. Characterizing the 27-pig farming systems could be improved by a more in-depth questionnaire, quantitative data such as measurements, but too many questions would increase the risk of annoying farmers and thus losing the connection with them for future collaboration. It should be noted that no financial compensation was given to farmers at this stage of the project. Farmers who accepted to answer the survey were motivated by the global project aiming at the conservation and use of the Creole pig of Martinique in the local meat market. Furthermore, farmers in the informal sector were also motivated as they appreciated the fact that research took into account their practices without value judgments.

Blood samples were collected from 67 pigs in 22 farms (Figure 2B). Among these animals, seven were feral pigs captured in the northeastern part of Martinique. With regard to the health status, results showed that all animals were RBT negative, which meant that *Brucella* was not detected, even in feral pigs and in pigs reared outdoors, although brucellosis occurs in North and South America, with a high prevalence in wild pigs (Hernández-Mora et al., 2017). After exposure to *B. suis*, common signs of brucellosis are abortion, temporary or permanent infertility, lameness in sows and painful testicles in boars. In the present study, antibodies against PRRS virus were not detected. Controlling PRRS is a priority because this highly contagious disease has a major economic impact on pig production worldwide (Nathues et al., 2017) and represents an important health challenge in South America. PRRS is responsible for reproductive disorders in sows, respiratory problems in pigs and a general malaise (Carr, 2006). In the present study, pigs were not affected by PR virus as there was no detection of antibodies in the sera. This herpes virus can persistently affect the reproductive performance (Carr, 2006). Finally, all the farms were free of CSF virus. The control and eradication of CSF is one of the priorities identified in the Caribbean (CaribVet, 2017).

Based on the overall serological results, no well-known infectious disease was detected. We thus suggest that the sanitary status of pig farms in Martinique is very good in all types of pig farming systems,

i.e. conventional in building, outdoors or semi-outdoors. Although the sanitary status is not static and can evolve badly, depending on the global and local health maintenance of pig farms in Martinique, the serological results suggest that the conservation of the local Creole pig of Martinique should be easily organized by exchange of healthy reproducers to restrict the inbreeding rate (Windig and Kaal, 2008; Pattison et al., 2007).

■ CONCLUSION

The impact of our approach is more qualitative than quantitative due to the small number of farmers who accepted to answer the survey. Nevertheless, we showed that diverse pig farming systems rearing Creole or Creole-like pigs exist in Martinique. To our knowledge, no previous study has been carried out on these types of pig systems, particularly in the informal sector. Our results revealed that farmers who reared only pigs could be distinguished from farmers who reared several livestock species and from crop-livestock farmers. Furthermore, they showed a diversity of management related to reproduction, feeding or medicine. The discussions with the farmers provided a more accurate idea of the management of the Creole pig breed of Martinique. Based on our typology, advices on feeding, reproduction and prophylaxis could be proposed to improve Creole pig production according to the type of farming. Serological results showed that pig production exhibited a good sanitary status without positive cases of the main dangerous contagious diseases. With the objective of conservation of the Creole pig of Martinique, it would be thus opportune to implement schemes based on the exchange of reproducers between Creole-pig farmers without risks of sanitary problems. Our typology is a benchmark for PNM project, which aims at maintaining Creole pigs by the development of a niche market around the heritage values of Martinique.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge PNM and the Territorial Collectivity of Martinique (CTM) for this integrated project. They also wish to thank warmly the farmers who took the time to discuss and respond to the questionnaires.

REFERENCES

Agreste, 2016. Martinique. Memento of agricultural statistics. Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la Martinique, Fort-de-France, Martinique, <http://daaf.martinique.agriculture.gouv.fr/> (accessed 11 Nov. 2016)

Barrau J., 1978. On the "cochon-planche" of small West Indies. *J. Agric. Trad. Bota. Appl.*, **25** (3): 195-201, doi: 10.3406/jatba.1978.3770

Burgos-Paz W., Souza C.A., Megens H.J., Ramayo-Calsdas Y., Melo M., Lemus-Flores C., Caal E., et al., 2013. Porcine colonization of the Americas: a 60k SNP story. *Heredity*, **110**: 321-330, doi: 10.1038/hdy.2012.109

CA, 2016. Overview of the agriculture of Martinique. Chambre régionale d'agriculture, Le Lamentin, Martinique, www.martinique.chambagri.fr (accessed July 18, 2017)

CaribVet, Caribbean Animal Health Network, 2017. Eradicate classical swine fever in the Caribbean. USDA, CENSA, CIRAD, FAO, OIRSA, OIPORC, www.caribvet.net/publications/press-release/erradicar-la-peste-porcina-clasica-del-caribe (accessed 11 Aug. 2017)

Carr J., 2006. The maintenance of health. In: Whittemore's Science and practice of pig production (Eds. Kyriazakis I., Whittemore C.T.). Blackwell, Oxford, UK, 263-316, doi: 10.1002/9780470995624.ch7

Gourdine J.-L., Lof A., Brithmer R., Hoche-Balustre S., Servier M.-F., Bructer M., Benony K., et al., 2016. Research framework for the development of Creole pig's niche market in Martinique: a holistic approach. In: Caribbean Food Crops Society annual meeting, Guadeloupe, France, 10-16 July 2016. INRA Centre Antilles-Guyane, Le Gosier, Guadeloupe, p. 4

Hernández-Mora G., Bonilla-Montoya R., Barrantes-Granados O., Esquivel-Suárez A., Montero-Caballero D., González-Barrientos R., Fallas-Monge Z., et al., 2017. Brucellosis in mammals of Costa Rica: An epidemiological survey. *PLoS One*, **12** (8): e0182644, doi: 10.1371/journal.pone.0182644

Jolliffe I.-T., 2002. Principal component analysis, 2nd Edn. Springer, USA

Lê S., Josse J., Husson F., 2008. FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *J. Stat. Softw.*, **25**: 1-18, doi: 10.18637/jss.v025.i01

LNCR, 2016. www.lncr.org (accessed 6 Sept. 2016)

Nathues H., Alarcon P., Rushton J., Jolie R., Feibig K., Jimenez M., Geurts V., et al., 2017. Cost of porcine reproductive and respiratory syndrome virus at individual farm level. An economic disease model. *Prev. Vet. Med.*, **142**: 16-29, doi: 10.1016/j.prevetmed.2017.04.006

Pattison J., Drucker A.G., Anderson S., 2007. The cost of conserving livestock diversity? Incentive measures and conservation options for maintaining indigenous Pelon pigs in Yucatan, Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.*, **39**: 339-353, doi: 10.1007/s11250-007-9022-4

R Development Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, www.R-project.org (accessed 30 Sept. 2016)

Rydmer L., Gourdine J.L., de Greef K., Bonneau M., 2014. Evaluation of the sustainability of contrasted pig farming systems: breeding programs. *Animal*, **8** (12): 2016-2026, doi: 10.1017/S175173111400216X

Windig J.J., Kaal L., 2008. An effective rotational mating scheme for inbreeding reduction in captive populations illustrated by the rare sheep breed Kempisch Heideschaap. *Animal*, **2** (12): 1733-1741, doi: 10.1017/S1751731108003029

Résumé

Gourdine J.-L., Lof A., Louis-Sidney J., Delyon W., Semjen I., Benony K., Bructer M., Cyril M., Gauthier V., Alexandre G. Caractérisation des pratiques et de l'état sanitaire des élevages de porcs Créoles et typés Créoles en Martinique

L'étude a eu pour objectif de caractériser la gestion de 27 élevages de porcs dans le cadre d'un programme de conservation du porc Créole de la Martinique. Des échantillons sanguins ont été prélevés sur 67 porcs pour des analyses sérologiques. Une analyse multivariée a distingué six groupes d'élevage : le groupe 1 (n = 9) correspondait aux élevages familiaux comptant moins de trois verrats et présentant un âge de réforme des reproducteurs plus élevé que les autres élevages (6,2 vs 5,0 ans, p < 0,01) ; le groupe 2 (n = 5) était constitué de petits élevages avec deux saillies par truie par an et avec plus de deux espèces de bétail élevées ; le groupe 3 (n = 5) était composé d'élevages de plus de quatre verrats et de plus de quatre truies, avec une conduite en bande et une alimentation basée principalement sur du concentré industriel ; le groupe 4 (n = 4) correspondait à des élevages familiaux avec des porcs élevés en plein air et alimentés principalement avec des ressources locales (50 à 100 % de la ration) ; le groupe 5 (n = 3) était constitué d'agriculteurs en système polyculture-polyélevage avec plus de trois verrats et plus de dix truies ; et le groupe 6 se distinguait par un nombre important de femelles (n = 25) sans conduite en bande. L'analyse des données sérologiques a montré que la situation sanitaire de ces élevages porcins en Martinique était excellente, sans maladie contagieuse identifiée, en bâtiment comme en plein air ou semi-plein air. La typologie obtenue et les résultats sur le statut sanitaire des fermes sont des signes encourageants pour poursuivre le projet de conservation des porcs Créoles par des échanges de reproducteurs sains entre les éleveurs et par le développement d'un marché de niche autour des valeurs patrimoniales.

Mots-clés : porc, porc créole, système d'élevage, typologie, Martinique

Resumen

Gourdine J.-L., Lof A., Louis-Sidney J., Delyon W., Semjen I., Benony K., Bructer M., Cyril M., Gauthier V., Alexandre G. Caracterización de las prácticas y del estado sanitario de granjas de cerdos Criollos y tipo-Criollo en Martinica

El objetivo de este estudio fue caracterizar el manejo de 27 granjas porcinas en el marco de un programa de conservación del cerdo Criollo de Martinica. Se recolectaron muestras de sangre en 67 cerdos para análisis serológico. Un análisis multivariado discriminó seis tipos de granjas: el tipo 1 (n = 9) consistía en granjas familiares con menos de tres verracos y una edad de reemplazo de reproductores más alta que las otras granjas (6,2 vs 5,0 años, p < 0,01); el tipo 2 (n = 5) consistía en fincas pequeñas con dos apareamientos por cerda por año y con más de dos especies de animales domésticos; el tipo 3 (n = 5) consistía en granjas con más de cuatro verracos y más de cuatro cerdas, con manejo de lotes y una alimentación basada principalmente en concentrados industriales; el tipo 4 (n = 4) consistía en granjas familiares con cerdos criados al aire libre y una alimentación basada principalmente en recursos locales (50 a 100% del contenido total de la dieta); el tipo 5 (n = 3) consistía en sistemas de cría mixto con más de tres verracos y más de 10 cerdas; y el tipo 6 consistía en una granja con un alto número de hembras sin manejo de lotes. El análisis de los datos serológicos mostró que el estado sanitario de las granjas de cerdos en Martinica es bueno, sin enfermedades contagiosas identificadas, en galpones como en exteriores o semi-exteriores. La tipología obtenida y los resultados sobre el estado sanitario de las fincas son signos alentadores para continuar con el proyecto de conservación de cerdos Criollo, mediante el intercambio de reproductores sanos entre productores y el desarrollo de un mercado selecto en torno a los valores patrimoniales.

Palabras clave: cerdo, puercos Criollos, sistemas de cría, tipología, Martinica

Performance of growing pigs reared indoors or outdoors in sweet-potato fields*

Jean-Luc Gourdine^{1**} Jean-Christophe Bambou¹
Mario Giorgi² Gladys Loranger-Merciris^{3,4} Harry Archimède¹

Keywords

Swine, animal husbandry, animal feeding, growth, sweet potato, Guadeloupe

Submitted: 31 August 2017
Accepted: 24 October 2017
Published: 9 July 2018
DOI: 10.19182/remvt.31347

Summary

The study aimed to evaluate the effect of the genetic type (Large White [LW] vs Creole [CR]) and feeding management (indoors with concentrate [CSC], outdoors on sweet potato plots [OSP], indoors with the same ration as outdoors [CSP]) on 54 growing pigs. OSP animals had a growth rate of 240 grams per day, compared to 360 and 580 g/d for CSP and CSC pigs, respectively ($p < 0.001$). Outdoors, LWs were more physically active than CRs (15% of the time in exploratory activities vs 10%, respectively; $p < 0.01$). The distances covered over 24 hours were 90 meters for CRs and 150 meters for LWs ($p < 0.01$). Blood profiles suggested a faster adaptive hematological response of CRs to system change (from indoors to outdoors). The study of soil macrofauna after passage of animals showed an increase on the grazed plots in macroinvertebrates (notably Oligochaeta, Dermaptera) that decompose organic matter. This study suggests that alternative livestock systems, although less efficient, may meet farmers' needs for economic gain in animal production, using agricultural residues or minimizing human intervention.

■ How to quote this article: Gourdine J.-L., Bambou J.-C., Giorgi M., Loranger-Merciris G., Archimède H., 2018. Performance of growing pigs reared indoors or outdoors in sweet-potato fields. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 41-46, doi: 10.19182/remvt.31347

■ INTRODUCTION

In Guadeloupe, pig production is based on a variety of farming systems, from the specialized industrial systems based on imported feed and breeds to the small family pig farming systems which depend highly on the biodiversity available in their environment (Gourdine et al., 2011). In simplified terms, there are two contrasted logics of production. In industrial systems, the logic is 'what to do' to maximize the pig output/input ratio, whereas in non-conventional systems, such as pig production in mixed farming systems, the logic is more 'what to

do with' the available biomass from the farm or neighboring farms to limit inputs. These two logics are not mutually exclusive and, in some cases, they can support each other.

Irrespective of the type of pig production system, feed is the costliest element in the production (around 60% to 70% of the total cost of producing pigs). Farmers seek out alternative feeding solutions to replace partially or totally industrial concentrates by the use of local resources. Similarly, pig farmers in mixed-farming systems seek out alternative rearing systems that limit the cost of production. Small outdoor fattening pig production is known to be a low-input solution that can suit farmers looking for a low initial investment in the infrastructure or manure handling. This way of rearing pigs is rare in Guadeloupe although it is rather common to see pigs individually tied up to a tree (usually a mango tree) in the countryside. To the best of our knowledge, little has been published on outdoor pig production in small-scale farms in tropical humid conditions.

The sweet potato (*Ipomea batatas* [L.] Lam) has a high nutritional value (leaves are high in proteins, tubers in energy) and is highly palatable

* Preliminary results of this study (on 30 animals) were published in the "Journées Recherche Porcine" (Baudet et al., 2015).

1. INRA, UR0143 URZ, Domaine Duclos Prise d'Eau, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.
2. INRA, UE503 PTEA, Petit-Bourg, Guadeloupe.
3. Université des Antilles, UFR Sciences exactes et naturelles, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.
4. INRA, UR1321 ASTRO, Petit-Bourg, Guadeloupe.

** Corresponding author
Tel.: +590 (0) 590 25 59 42; Fax: +590 (0) 590 25 59 36
Email: jean-luc.gourdine@inra.fr



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

to pigs (Régnier 2011). Because of the major role of sweet potatoes in tropical agriculture, this plant could be an interesting pig feed alternative (FAOSTAT, 2015). A previous study has shown the feasibility of outdoor pig rearing on a sweet-potato field (Burel et al., 2013). Therefore, the present study was carried out to compare the effects of three pig livestock systems and two breeds on the growth performance, thermoregulatory responses and behavior of fattening pigs under tropical conditions. We aimed to characterize the feeding behavior, activities, growth rate, physiological responses of growing pigs in indoor and outdoor systems, and the impact on soil quality for the latter system.

■ MATERIALS AND METHODS

All measurements and observations on animals were carried out in accordance with the current law on animal experimentation and ethics (69-2012-2 from the Animal Care and Use Committee of French West Indies and Guyana) under the direction of J. Fleury (authorization number from the French Ministry of Agriculture and Fisheries 971-2011-03 7704).

Animals and site

Two trials involving in total 54 fattening pigs (28 females and 26 castrated males) were conducted in experimental facilities of the Tropical Platform for Animal Experimentation (PTEA) of the French National Institute for Agricultural Research (INRA), in Guadeloupe (16° 11' N, 61° 39' W). In the first trial, 30 pigs, 15 exotic Large White (LW) and 15 local Creole (CR) were used. In the second trial, 24 pigs, 12 LW and 12 CR were used. These pigs of 12.5 weeks of age were divided into three similar groups in order to maximize the genetic origin; the mean weight was 30.5 ± 5.0 kg. The first trial was conducted in Mr. G. Magdeleine's outdoor mixed farming system located

18 kilometers away from PTEA, and indoors in PTEA building (Baudet et al., 2015). The second experiment was conducted outdoors and indoors at the experimental facilities of INRA-PTEA.

Experimental design and feeding program

For technical reasons, the experiment was carried out in 28 days including four days to adapt to the new rearing conditions (outdoors and/or feed). The pigs were reared outdoors in a sweet-potato field (n = 16), or indoors on a diet based on sweet potatoes (n = 20), or indoors with industrial concentrates (n = 18). The three groups corresponded to three farming conditions (Table I).

The first system was conventional and industrial concentrates were used (CSC). Pigs were reared in two pens in a semi-open building. Each pen was equipped with nipple drinkers and animals had free access to water and were fed *ad libitum* with the commercial diet presented as pellets and formulated to meet the nutritional requirements of growing pigs according to standard recommendations (Noblet et al., 2004). Expressed in percentages of dry matter, the commercial diet was characterized by 15.9% of crude protein, 5.5% of ash, 2.6% of crude fiber, 11.4% of neutral detergent fiber (NDF), 2.3% of fat and 46.3% of starch, leading to an energy value of 13.87 MJ/kg.

The second system was outdoors (OSP) and managed on a sweet-potato field (4.7 m²/pig/day). OSP pigs fed themselves on sweet-potato leaves and tubers. In a preliminary analysis, 47 samples of tubers and leaves were collected (0.5 m²/19 m²) in order to evaluate the available amount of sweet potatoes; It was estimated to be on average 6 kg fresh weight/pig/day. Thus, animals were considered to have more than the amount of sweet potatoes required to cover energy needs. On average 1.2 kg/pig/day of fresh leaves were available but the 47 samples of leaves showed a lack of protein for their diet. Therefore, pigs were given soybeans as supplementation at the end of the afternoon (at

Table I
Experimental design of the three pig rearing systems (Guadeloupe)

	CSC	CSP	OSP
Num. of pigs	10 in trial 1 + 8 in trial 2	12 in trial 1 + 8 in trial 2	8 in trial 1 + 8 in trial 2
Rearing system			
Diet	Commercial diet	Sweet-potato tubers and leaves Soybean meal supplement	Free access to sweet-potato tubers and leaves Soybean meal supplement
Building	Indoors	Indoors	Outdoors
Measurements per animal			
Production	Body weight (day-4, d-1, d11 and d25) Average back-fat thickness at d25	Body weight (day-4, d-1, d11 and d25) Average back-fat thickness at d25	Body weight (day-4, d-1, d11 and d25) Average back-fat thickness at d25 2 x 24 h of behavior (d7 and d19)
Thermoregulation	Rectal and average skin temperature (d-4, d-1, d11 and d25)	Rectal and average skin temperatures (d-4, d-1, d11 and d25)	Rectal and average skin temperatures (d-4, d-1, d11 and d25)
Samples collected in trial 2	Blood samples for hematology characteristics (d-4, d1, d11 and d22)	Blood samples for hematology characteristics (d-4, d1, d11 and d22)	Blood samples for hematology characteristics (d-4, d1, d11 and d22) 20 samples of 20 cm ³ of soil for the characterization of macrofauna (10 before the presence of pigs and 10 after their departure)

around 17:00). The provided amount of protein supplement was calculated to fulfill the nutritional requirements to achieve in theory a growth rate of 500 g/day for CR and 800 g/day for LW.

In order to study the outdoor behavior of each breed, LW and CR were reared separately. The sweet-potato field was divided into 2 x 24 small plots of 19 m². Every day, pigs grazed on a different plot, with an access to the last and one before last plots (37 m² the second day and 56 m² from the third day on) so that the average grazing surface per pig was 4.7 m² per day. An electric fence delimiting the entire field separated the pigs from potential predators such as dogs. Each small plot within the field was also delimited by electric fencing. A solar-powered battery provided the electricity. Every morning (at about 07:00) one plot per breed was opened to give access to four pigs to sweet-potato leaves and tubers. The four days of adaptation consisted in accustoming pigs to eat sweet potatoes and leaves at first, then to dig the soil to catch sweet-potato tubers. The study showed that four days were enough to make pigs dig for sweet potatoes because of the natural behavior of pigs to root (Burel et al., 2013).

The third system (CSP) was managed in a semi-open building with a diet similar to that of OSP conditions. CSP pigs had *ad libitum* access to sweet-potato tubers and the same daily average amount of sweet-potato leaves as that available for pigs in OSP. Similarly to OSP pigs, CSP pigs were given soybean meal as supplementation at the end of the afternoon (at around 17:00). LW and CR were reared separately in order to evaluate the effect of breed on growth performance.

Measurements

Climatic conditions

In OSP conditions, the rainfall level was recorded daily. The humidity and ambient temperature were recorded twice a day: in the morning (06:00) and at the end of the afternoon (17:00). In indoor conditions (CSC and CSP) the ambient temperature and relative humidity were recorded automatically every 30 minutes, using Campbell Weather Station (Campbell Scientific, Shepshed, UK).

Animal measurements

Pigs were weighed at the beginning (d-4) and at the end (d-1) of the adaptation period as well as in the middle (d11) and at the end of the experiment (d25). At the end of the study, back-fat thickness of all pigs was evaluated as the average of four ultrasonic measurements (Honda, HS 1500) taken at shoulder and mid-back (P2 site), five centimeters off the midline on each side of the pig. Rectal and skin temperatures (three measurements: back, side and skull) were recorded for all pigs at the beginning (d-4) and at the end (d-1) of the adaptation period as well as in the middle (d11) and at the end of the experiment (d25). Digital thermometers (Microlife, Paris, France) were used to measure rectal temperatures, and skin temperatures were measured using an infrared thermometer (Omega, Stamford, CT, USA).

Measurements and samples collected in the outdoor system

The outdoor behavior of the pigs was studied twice, near the middle (d7) and the end of the experiment (d19). During 24 continuous hours and every five minutes, the physical activity, feeding behavior and position of each pig in the field area were recorded. Data collected were used to estimate the covered distance in 24 hours by each pig. In the second trial, blood samples were collected before the adaptation (d-4), one day after adaptation (d1), in the middle of the experiment (d11) and toward the end (d22). Blood samples were used to determine hematological characteristics of pigs. Twenty samples of 0.02 cm³ of soil were collected to detect the macrofauna (10 before the arrival of the pigs and 10 after their departure). The soil was sampled using a frame (25 x 25 x 30 cm) and a spade, then the macrofauna was separated from the soil. The macrofauna collected in each sample was

kept in 150-ml bottles containing 70° alcohol. The taxonomic groups of the macrofauna and the number of individuals per group in each bottle were determined.

Calculations and statistical analyses

A thermal humidity index (THI) was calculated for each day based on the following formula from the US National Oceanic and Atmospheric Administration (1976, cited by Zumbach et al. [2008]):

$$\text{THI (}^{\circ}\text{C)} = T - (0.55 - 0.0055 \times \text{RH}) \times (T - 14.5)$$

where T is the average daily ambient temperature (°C) and RH the average daily relative humidity (%).

The average daily weight gain between the beginning and the end of the experiment was computed. Data on production traits (average daily gain, initial and final body weights, final back-fat thickness) were analyzed using a linear model (GLM procedure, SAS version 9.4, Cary, NC, USA) with the fixed effects of the system (n = 3, CSC, CSP and OSP), the breed (n = 2, CR vs LW) and their interactions as main effects. The same models were used to analyze outdoor pigs' behavior (time spent in physical or feeding activities), without taking into account the system as fixed effect. Longitudinal records (skin and rectal temperatures) were analyzed using a mixed linear model (Mixed Procedure, vers. 9.4, Cary) with the same fixed effects as those of the linear model, adding the effects of the day and THI. The random effect of the animal was included to account for repeated measurements on the same pig. Least square means of the effects were computed and the differences between the level effects were tested with Tukey test.

RESULTS

Climatic parameters

The average ambient temperature and relative humidity in the outdoor system were 27.4°C and 85.6%, respectively. They were 26.0°C and 84.6%, respectively, in the semi-open building. Thus, the average ambient temperature was 1.4°C higher in outdoor conditions (OSP) than in indoor conditions (CSC and CSP).

Growth performance and physiological response

All production traits were influenced by the type of rearing system, except the body weight at the beginning of the experiment (Table II). Higher body weights and average daily growth rates were observed in CSC pigs, then in CSP pigs, lastly in OSP pigs. The back-fat thickness of pigs was greater in the conventional system (CSC) than in the alternative systems (OSP and CS). Irrespective of the day of measurement, the skin temperature of pigs was higher outside than inside (37.8 vs 35.5°C, *p* < 0.05). Skin temperatures were also affected by THI, with higher values observed with high THI. Similarly to the skin temperature, the rectal temperature was greater in OSP pigs than in pigs reared indoors (39.9 vs 39.6°C), but the rectal temperature was not affected by THI. It is noteworthy that differences between breeds were also observed for all traits. As expected, the overall growth performance was higher in LW than in CR pigs, but the back-fat thickness was lower in LW than in CR pigs. The body temperature of the local tropical CR breed was lower than that of the temperate exotic LW breed.

The effect of the interaction between the type of rearing system and the breed was significant for the majority of the studied traits. The average growth rate decreased from CSC to CSP systems by about 29% and 44% for CR and LW pigs, respectively. The corresponding values when changing systems from CSC to OSP were about -54% and -62% for CR and LW pigs, respectively. Skin temperatures increased by about 6% and 5% in CR and LW pigs, respectively, when changing system from CSC to OSP.

Table II

Effect of the system (S) and breed (B) on growth performance and thermoregulatory responses of growing pigs (least square means) (Guadeloupe)

	Creole breed			Large White breed			rsd	Statistical analysis
	CSC	CSP	OSP	CSC	CSP	OSP		
Num. of pigs	9	10	8	9	10	8		
Body weight (kg)								
Initial	28.7 ^a	28.9 ^a	29.8 ^a	30.8 ^a	31.9 ^a	31.9 ^a	4.3	
Final	40.2 ^a	39.2 ^a	34.6 ^b	50.9 ^c	42.7 ^a	38.9 ^a	5.2	B*, S*, B x S*
Average daily gain (g)	480 ^a	340 ^b	220 ^c	680 ^d	380 ^b	260 ^c	90.6	B*, S*, B x S*
Back-fat thickness (mm)	14 ^a	9 ^{bc}	15 ^a	10 ^b	8 ^c	10 ^b	3.3	B**, S**, B x S*
Skin temperature (°C)	35.4 ^a	35.0 ^b	37.5 ^c	36.2 ^d	35.6 ^a	38.0 ^e	0.7	B*, S*, B x S*, THI*
Rectal temperature (°C)	39.7 ^a	39.2 ^b	39.9 ^c	39.7 ^a	39.9 ^c	40.0 ^c	0.3	B*, S*, B x S*

CSC: indoors, commercial diet; CSP: indoors, sweet-potato diet; OSP: outdoors, sweet-potato diet; THI: temperature humidity index

* p < 0.05; ** p < 0.01

Figure 1 shows the hematocrit of pigs reared in OSC during the second trial. Irrespective of the days of experiment, the hematocrit of outdoor CR pigs was higher than that of outdoor LW pigs, and the CR hematocrit increased after moving CR pigs from inside to outside. The trend was different in LW pigs with a slight decrease of the LW hematocrit just after the change of systems, and the LW hematocrit increased thereafter.

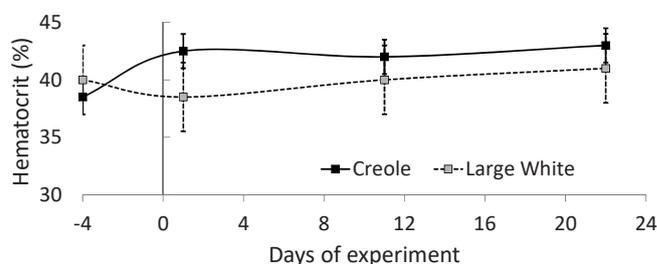


Figure 1: Effect of the breed (Creole vs Large White) on the hematocrit before and after pigs were reared in outdoor conditions in Guadeloupe.

Outdoor feeding behavior and physical activities

After four days of adaptation to outdoor conditions, OSP pigs were able to feed themselves by eating sweet-potato leaves and searching tubers. Physical activities were found to be different between breeds (Figure 2). LW pigs were found to be more active (40% of the time spent in physical activities) than CR pigs (30%). Outdoor feeding behaviors also varied depending on the breed (Figure 3). LW pigs spent much more time eating leaves than CR pigs, conversely CR pigs spent more time eating sweet-potato tubers and the soybean-based protein supplement than LW pigs. CR pigs covered a distance of 90 meters in 24 hours and LW pigs 150 meters (p < 0.01).

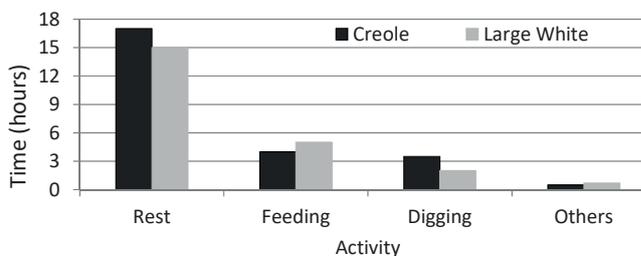


Figure 2: Effect of the breed of growing pigs reared in outdoor systems on physical activities in Guadeloupe.

Soil characteristics

Figure 4 shows the density of the macrofauna before and after the pigs were in the field according to their taxonomic groups. After the visits of the pigs to the sweet-potato field, there was an increase in the density of some taxonomic groups, such as Oligochaeta, Dermoptera, Coleoptera adults and larvae, Diptera larvae and Symphyla.

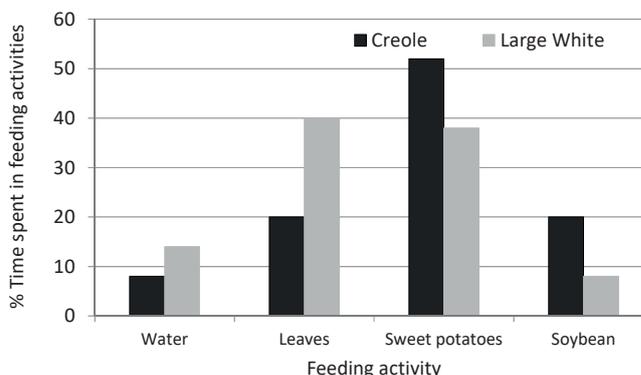


Figure 3: Effect of the breed of growing pigs reared in outdoor systems on the time spent in feeding activities in Guadeloupe.

DISCUSSION

Little is known about the performance of growing pigs in tropical outdoor conditions. Our experimental design, in which pigs from two contrasted breeds (Large White and Creole) were reared either in conventional conditions (building and concentrate feed, CSC) or in alternative conditions (outdoors, OSP ; indoors with feed based on local resources, CSP), contributes to characterize further the outdoor growing pig performance in comparison with other pig systems.

It is admitted that the thermoneutral zone, in which no extra energy is used to maintain thermoregulation, is around 25°C for growing pigs (Renaudeau et al., 2007). In the present study, the average ambient temperature in indoor conditions (CSC and CSP) was 26.0°C and

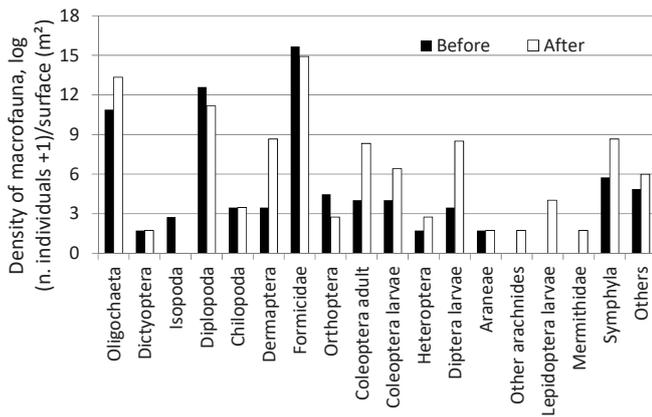


Figure 4: Effect of outdoor pig activities on the density of the macrofauna in Guadeloupe.

27.4°C in outdoor conditions (OSP). Consequently, irrespective of the rearing systems, pigs in the current study were heat stressed, and OSP pigs were more heat stressed than indoor pigs.

The growth performance of CSC pigs was in the range of values generally reported for Creole and Large White pigs at this stage of production (Renaudeau et al., 2006) with a lower growth rate and higher back-fat thickness in CR pigs than in LW pigs. At the end of the 28-day experiment, we observed a significant breed effect in the body weight of pigs reared in a same system. It was due to differences in the growth rate between breeds in a given system. In addition, CR pigs had higher back-fat thickness than LW pigs. These results agree with those obtained in indoor 45-kilogram pigs by Renaudeau et al. (2006). This is because the Creole breed has never been genetically improved. Its growing performance is lower than that of the Large White breed, which has been a major maternal breed used in commercial breeding schemes worldwide for more than 30 years for its lean tissue growth rate and reproductive capacity (Whittemore, 2006).

Irrespective of the breed, OSP pigs had a lower growth performance than pigs reared in CSC or CSP. Given that animals in OSP and CSP had a similar feed intake, a higher physical activity in OSP compared to CSP may explain such differences. Based on Noblet (2005), metabolizable energy (ME) of OSP and CSP diets (considered as identical) as well as maintenance requirements in ME have been calculated. Based on data from behavior studies, the ME required for additional physical activity in outdoor conditions was estimated to be around 6%. Thus, available ME for production was reduced. Indeed, in OSP and CSP conditions, with the energy and protein feed allowance, pigs should have theoretically achieved a growth rate of 500 g/day for CR and 800 g/day for LW pigs. The growth rate was 32% and 52% lower in CSP than what was expected for CR and LW pigs, respectively. In OSP conditions, the reduction in the growth rate was about 56% and 68% for CR and LW pigs, respectively. Consequently, it can be suggested that a part of the available energy of the feed was lost in additional physical activities including digging in OSP and mastication efforts in the ingestion of sweet potatoes (CSP and OSP). It is difficult to evaluate the extent to which climatic parameters have influenced ME utilization but they may have played an important role. Furthermore, in heat-stressed conditions, pigs reduce feed intake in order to reduce thermogenesis and heat stress (Collin et al., 2001). It could be suggested that a part of the available energy in OSP and CSP was not used to avoid extra-heat production from the metabolic effect of feed intake.

Outdoor pigs had greater body temperatures than indoor pigs. This was explained by an average difference in ambient temperature of + 1.4°C between outdoors and a semi-open building. Breed, with lower values in CR than in LW pigs, significantly affected skin

temperatures. Our findings agreed with previous results comparing the acclimation of LW and CR growing pigs to a hot environment (Renaudeau et al., 2007). In tropical and subtropical areas, a micro-evolution has promoted the emergence of breeds with a high ability to cope with heat stress (Naves et al., 2011). The Creole pig has a unique combination of genes from European breeds brought by European colonists during the 16th century (FAO, 2007).

In agreement with the study of Renaudeau et al. (2005), the ingestion time of soybean meal was more important in CR than in LW pigs. The difference in outdoor behavior between breeds suggests that some differences occurred between CR and LW adaptation strategies in outdoor conditions. A study on outdoor reared Iberian pigs showed that animals spent more than 60% of their daily time in explorative activity (Rodriguez-Estévez et al., 2009). This value is much higher than the one obtained in the current study as LW and CR spent respectively 15% and 10% of their daily time in explorative activity. Differences in climatic parameters may be an explanation. Indeed in Rodriguez-Estévez' study, the average ambient temperature was 7°C, whereas in this study it was 27.4°C: a high ambient temperature generally decreases the physical activities and increases the time to rest in order to promote heat loss. The quality of the pasture may also be an explanation. In the present experiment, animals were conducted on a cultivated field, dense in sweet-potato tubers. Rodriguez' study was performed on a *dehesa*, a multifunctional agro-sylvo-pastoral system, which is more scattered.

Our findings on the physiological responses from the blood profiles highlighted the better adaptation of the local breed (CR pig) when they swapped from indoor to outdoor systems. The adaptive hematological response was faster in CR pigs than in the exotic breed (LW pigs). Unlike CR pigs, the arrival of exotic pigs in outdoor conditions caused firstly a weakening of their hematological status suggesting that LW pigs were stressed by the change. This kind of result is rare in the literature but, considering the number of individuals (four per breed), it should be interpreted with caution. Further data are needed to confirm the better adaptation to change of CR pigs in rearing systems.

Regarding the interaction between pig digging and the macrofauna in our experimental conditions, the presence of pigs on the plots (manure) seemed beneficial to the soil macrofauna, thus improving the quality of the land for future crops. Indeed, the macrofauna before and after OSP pigs' activities showed an increase in invertebrate decomposers (Oligochaeta, Dermoptera, etc.). This result must be taken with caution because in our experimental conditions the discovery of plots was gradual, the grazing period was only about 28 days and the density of pigs was low. Consequently, the negative impact of pigs was probably underestimated in the present study.

CONCLUSION

The alternative systems (outdoors and/or diet based on local resources), although less efficient from a zootechnical point of view, should appeal to breeders of mixed farming systems who are looking for an economic gain in animal production by using crop residues and minimizing human intervention. The study shows that in the framework of mixed farming systems, pigs can provide ecological services. For instance, pigs can valorize a sweet-potato field or any crop residues that cannot be commercialized (but that are still edible) because of damages by weevils or nematodes. They can thus reduce the use of herbicides and tillage before planting the next following crop. This study is part of trials that aim at meeting mixed farming requirements in terms of technical-economic references in outdoor pig systems, and alternatives to preserve and develop a niche market for the local pig breed.

Acknowledgments

The financial support of the European Union funds (FEDER, FSE) and Guadeloupe Region (including the AGROECODIV project) are gratefully acknowledged. The authors are extremely grateful to Mr. George Magdeleine for his technical support and his precious help during this experiment.

REFERENCES

- Baudet M., Archimède H., Giorgi M., Beramice D., Bructer M., Gourdine J.-L., 2015. Effet de la conduite d'élevage et du type génétique sur les performances du porc à l'engraissement élevé en milieu tropical humide. *Journ. Rech. Porcine*, **47** : 253-254
- Burel A., Archimède H., Mahieu M., Fanchone A., Gourdine J.-L., 2013. Foraging behavior of Creole pigs kept outdoor under tropical conditions on sweet potatoes field. In: Annual meeting of the European Association for Animal Production. EAAP, Nantes, France, 26-30 Aug. 2013
- Collin A., van Milgen J., Dubois S., Noblet J., 2001. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. *J. Anim. Sci.*, **79**: 1849-1857, doi: 10.2527/2001.7971849x
- FAO, 2007. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture (Ed. Pilling B.R.D.). FAO, Rome, Italy, 511 p.
- FAOSTAT, 2015. FAO, Rome, Italy, www.fao.org/faostat/en/#data/QL (accessed 25 June 2017)
- Gourdine J.-L., Renaudeau D., Xandé X., Régnier C., Anaïs C., Alexandre G., Archimède H., 2011. Production systems valorizing local resources in pig production in tropical areas. *Innov. Agron.*, **15**: 75-87
- Naves M., Alexandre G., Mahieu M., Gourdine J.-L., Mandonnet N., 2011. Animal local genetic resources: basis of innovating and sustainable animal production systems in French West Indies. *Innov. Agron.*, **15**: 193-205
- Noblet J., 2005. Protein and energy requirements of growing swine. In: Proc. Int. Symp. Nutritional requirements of poultry and swine (Eds. Rostagno H.S., Teixeira Albinoid L.F.), Viçosa, MG, Brasil. Universidade Federal, Viçosa, Brazil, 175-198
- Noblet J., Sève B., Jondreville C., 2004. Nutritional values for pigs. In: Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish (Eds. Sauvant D., Perez J.M., Tran G.). INRA, Versailles, France, 25-35
- Régnier C., 2011. Valorisation des ressources alimentaires tropicales (feuilles et tubercules) chez le porc. Thèse Doct., Université des Antilles et de la Guyane, Guadeloupe, 111 p.
- Renaudeau D., Giorgi M., Silou F., Weisbecker J.-L., 2006. Effect of breed (lean or fat pigs) and sex on performance and feeding behaviour of group housed growing pigs in a tropical climate. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, **19**: 593-601, doi: 10.5713/ajas.2006.593
- Renaudeau D., Gourdine J.-L., Anaïs C., 2007. Thermoregulatory responses to high ambient temperature in growing pigs: effects of temperature level and breed. In: Animal housing in hot climates, Cairo, Egypt, 1-4 Apr. 2007, 1-31
- Renaudeau D., Hilaire M., Mourot J., 2005. A comparison of growth performance, carcass and meat quality of Creole and Large White pigs slaughtered at 150 days of age. *Anim. Res.*, **54**: 43-54, doi: 10.1051/anires:2004042
- Rodriguez-Estévez V., Garcia A., Pena F., Gomez A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. *Livest. Sci.*, **120** (1-2): 135-143, doi: 10.1016/j.livsci.2008.05.006
- Whittemore C.T., 2006. Development and improvement of pigs by genetic selection. In: Science and practice of pig production (Eds. Whittemore C.T., Kyriazakis I.). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 184-261, doi: 10.1002/9780470995624.ch6
- Zumbach B., Misztal I., Tsuruta S., Sanchez J.P., Azain M., Herring W., Holl J., et al., 2008. Genetic components of heat stress in finishing pigs: Development of a heat load function. *J. Anim. Sci.*, **86**: 2082-2088, doi: 10.2527/jas.2007-0523

Résumé

Gourdine J.-L., Bambou J.-C., Giorgi M., Loranger-Merciris G., Archimède H. Performances des porcs en croissance élevés en plein air sur des parcelles de patates douces

L'étude a été menée afin d'évaluer l'effet du type génétique (Large White [LW] vs Créole [CR]) et la conduite alimentaire (en bâtiment avec du concentré [BC], en plein air sur parcelles de patates douces [PPD], en bâtiment avec une ration identique au plein air [BPD]) sur 54 porcs en croissance. Les animaux PPD ont eu une vitesse de croissance de 240 grammes par jour, comparée à 360 et 580 g/j respectivement pour les porcs BPD et BC ($p < 0,001$). En plein air, les LW ont eu une activité physique plus importante que les CR (respectivement 15 % du temps aux activités exploratrices vs 10 %, $p < 0,01$). Les distances parcourues pendant 24 heures ont été de 90 mètres chez les CR et de 150 mètres chez les LW ($p < 0,01$). Les profils sanguins ont suggéré une réponse adaptative hématologique plus rapide des CR au changement de système (du bâtiment au plein air). L'étude de la macrofaune du sol après passage des animaux a montré une augmentation des macro-invertébrés décomposeurs (notamment Oligochaeta, Dermaptera) sur les parcelles pâturées. Cette étude suggère que les élevages alternatifs, quoique moins performants, pourraient convenir aux paysans recherchant un gain économique sur une production animale, en utilisant les résidus agricoles ou en minimisant l'intervention humaine.

Mots-clés : porcin, élevage, système d'élevage, alimentation des animaux, croissance, patate douce, Guadeloupe

Resumen

Gourdine J.-L., Bambou J.-C., Giorgi M., Loranger-Merciris G., Archimède H. Rendimiento de cerdos en crecimiento criados en interior o en exterior en campos de patata dulce

El presente estudio tuvo como objetivo de evaluar el efecto del tipo genético (Gran Blanco o Large White [LW] vs criollo [CR]) y el manejo alimenticio (en interior con concentrado [BC], exterior en lotes de patata dulce [PPD], en interior con la misma ración que en exterior [BPD]), en 54 cerdos en crecimiento. Los animales PPD tuvieron una tasa de crecimiento de 240 gramos por día, contra 360 y 580 g/d para los cerdos BPD y BC, respectivamente ($p < 0,001$). En exterior, los LW fueron físicamente más activos que los CR (15% del tiempo en actividades exploratorias vs 10% respectivamente, $p < 0,01$). Las distancias recorridas en 24 horas fueron 90 metros para los CR y 150 para los LW ($p < 0,01$). Los perfiles sanguíneos sugieren una respuesta hematológica adaptativa más rápida de los CR a los cambios de sistema (de interior a exterior). El estudio de la macrofauna del suelo después del pasaje de los animales por los lotes pastoreados mostró un aumento de macro invertebrados (particularmente Oligochaeta, Dermaptera) que descomponen materia orgánica. Este estudio sugiere que los sistemas de ganadería alternativos, aunque menos eficientes, podrían ser adecuados para los finqueros en busca de ganancia económica en la producción animal, mediante el uso de residuos agrícolas o minimizando la intervención humana.

Palabras clave: cerdo, ganadería, sistema de cría, alimentación de los animales, crecimiento, batata, Guadalupe

Critères de choix et de réforme des reproducteurs mâles et femelles dans les élevages de porcs des départements de l’Ouémé et du Plateau au Bénin

Ignace Ogoudanan Dotché^{1*} Serge Gbênagnon Ahounou¹ Chakirath Folakè Arikè Salifou¹ Rodrigue Biobou¹ Pascal Sègbégnon Kiki¹ Benoit Govoeyi^{1,2} Nicolas Antoine-Moussiaux² Jean-Paul Dehoux³ Guy Apollinaire Mensah⁴ Souaïbou Farougou¹ Pierre Thilmant^{2,5} Issaka Youssao Abdou Karim¹ Benoît Koutinhoun¹

Mots-clés

Porcin, conduite d'élevage, verrat, truie, performance de reproduction, réforme des animaux, Bénin

Submitted: 13 July 2017

Accepted: 3 July 2018

Published: 9 September 2018

DOI: 10.19182/remvt.31224

Résumé

L'objectif de l'étude a été de décrire les critères de choix et de réforme des reproducteurs porcins au Bénin. Une enquête a été réalisée auprès de 65 éleveurs porcins. L'analyse factorielle des correspondances a été utilisée pour identifier des groupes d'éleveurs en fonction de leurs pratiques au niveau de chaque sexe. Le groupe 1 était composé en majorité de personnes non scolarisées élevant principalement des porcs locaux en liberté. Le groupe 2 était composé majoritairement d'éleveurs de niveau du primaire ou du secondaire. Le groupe 3 comprenait des éleveurs non scolarisés et de niveau du secondaire. Les éleveurs des groupes 2 et 3 utilisaient des races améliorées et des animaux croisés, en claustration. Les critères les plus utilisés pour le choix des mâles dans les élevages ont été l'état de santé, la conformation et les testicules très développés, le nombre de tétines, l'absence de défaut génétique, et la croissance. L'absence de défaut génétique a été plus utilisée dans les groupes 2 et 3, puis les testicules développés dans le groupe 1. Les critères les plus utilisés pour le choix des femelles dans les trois groupes ont été l'état de santé, la taille de la portée, les liens de parenté et la croissance des porcelets. La plupart de ces critères ont été moins utilisés dans le groupe 1. Les critères les plus utilisés pour la réforme des verrats ont été l'âge et la perte de libido. Les principaux critères de réforme des femelles âgées dans tous les groupes ont été le rang de portée et la baisse de la taille de la portée. Cette dernière a été plus utilisée dans les groupes 2 et 3. Pour conclure, les éleveurs disposaient de bons critères de choix et de réforme des reproducteurs qu'il faudrait améliorer afin d'augmenter leur productivité.

■ Pour citer cet article : Dotché I.O., Ahounou S.G., Salifou C.F.A., Biobou R., Kiki P.S., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A., Farougou S., Thilmant P., Youssao Abdou Karim I., Koutinhoun B., 2018. Selection and culling criteria for breeding boars and sows in pig farms from Oueme and Plateau departments in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 47-57, doi: 10.19182/remvt.31224

■ INTRODUCTION

Le porc est l'une des espèces les plus utilisées au Bénin dans les productions animales. Son élevage est plus développé au sud et surtout dans les départements de l’Ouémé et du Plateau qui détiennent 27,5 % du cheptel national porcin (Agbokounou et al., 2016a ; Countrystat, 2017). Les races utilisées dans les élevages porcins de cette zone sont très diverses. Il s'agit de la race locale, des races améliorées pures représentées surtout par le Large White et le Landrace, puis les animaux croisés entre ces différents types génétiques (Djimènou et al., 2017). Ces animaux sont élevés dans les systèmes traditionnels dominés par l'élevage en plein air et un apport limité en intrants, ou dans des systèmes améliorés caractérisés par la claustration des animaux et un investissement élevé de l'éleveur (Agbokounou et al.,

1. Laboratoire de biotechnologie animale et de technologie des viandes, Département de production et santé animales, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

2. Département de production animale, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, B-4000 Liège, Belgique.

3. Unité de chirurgie expérimentale, Faculté de médecine, Université catholique de Louvain, 1200 Bruxelles, Belgique.

4. Institut national de recherches agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou 01, Bénin.

5. Centre provincial liégeois de productions animales (CPL Animal), Argenteau, Belgique.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 67 56 52 20

Email : ogoudanan@yahoo.fr / dotcheign@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

2017b). La production issue de ces différents modes de production est faible et ne permet pas de satisfaire les besoins des consommateurs. Des efforts ont été faits pour l'amélioration de la productivité pondérale par l'alimentation et la génétique. Ainsi, de nombreuses formules alimentaires ont été conçues à partir de matières premières locales et d'aliments non conventionnels pour améliorer la productivité des animaux (Accodji et al., 2009 ; Hedji et al., 2015). Pour ce qui concerne la génétique, les performances de croissance des porcelets ont été améliorées par croisement avec les races exotiques, et les descendants F1 issus de ces croisements ont des performances de reproduction supérieures à celles des porcs locaux (Agbokounou et al., 2016a). Des essais ont été également faits pour améliorer la productivité numérique par l'amélioration du mode d'élevage (Agbokounou et al., 2016a). Les résultats de ces travaux auraient pu être plus performants si les reproducteurs mâles et femelles avaient été choisis sur la base de critères de sélection objectifs et si la réforme s'était faite au moment opportun. Le choix des animaux reproducteurs est très important, car il permet à l'éleveur de sélectionner les animaux en fonction de ses objectifs de production, de réaliser du progrès génétique, et de prévenir les effets de la consanguinité sur les performances zootechniques et sur la santé des animaux. Il permet également de limiter les temps improductifs des animaux et de maintenir une bonne démographie et des performances stables. Par conséquent, l'identification du moment idéal de réforme des reproducteurs en élevage porcin permet d'éviter des pertes économiques pour l'éleveur.

La présente étude a eu pour but de répertorier les critères de choix et de réforme des reproducteurs mâles et femelles dans les élevages porcins du Bénin. Les résultats issus de cette étude pourront permettre d'améliorer la gestion de la reproduction afin d'envisager l'introduction des biotechnologies de reproduction et principalement l'insémination artificielle dans les élevages du Sud-Bénin.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude

L'étude a été réalisée dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au sud du Bénin. Le département de l'Ouémé se trouve entre 6° 40' N et 2° 30' E et couvre une superficie de 1281 kilomètres carrés avec une population de 1 100 404 habitants en 2013 (INSAE, 2015). Les travaux ont été conduits dans les communes d'Adjarra, Akpro-Misséré, Avrankou, Porto-Novo et Sèmè-Kpodji (figure 1) de ce département.

Le département du Plateau est compris entre 7° 10' N et 2° 34' E et couvre une superficie de 3264 kilomètres carrés, soit environ 3 % du territoire national pour une population totale de 622 372 habitants (INSAE, 2015). Dans ce département, les travaux ont été conduits dans les communes d'Adja-Ouèrè, Ifangni, Pobè et Sakété (figure 1).

La méthodologie utilisée pour la collecte des données a été celle de l'enquête rétrospective par entretien avec l'éleveur. Cette enquête a permis de recueillir aussi bien les informations sur l'éleveur que sur la gestion de la reproduction dans son exploitation. Les éleveurs ont été choisis suivant les critères d'accessibilité et leur disponibilité à fournir les informations. La collecte des données a eu lieu dans 65 élevages des départements de l'Ouémé et du Plateau du 18 juillet au 14 octobre 2016. Une fiche d'enquête à choix multiple a été utilisée. Les critères de choix et de réforme contenus dans la fiche d'enquête ont été recueillis auprès des éleveurs lors d'une pré-enquête. Les questions étaient fermées et portaient sur : l'identification et la formation des éleveurs (non scolarisé, niveau primaire, niveau secondaire et autres), le système de production (élevage en plein air, élevage en claustration totale ou temporaire), les

types génétiques utilisés (race locale, race améliorée ou animaux croisés), les performances zootechniques, les critères de choix des verrats et des cochettes, et les critères de réforme des verrats et des truies. Les données sur les variables quantitatives comme l'âge d'entrée en reproduction, l'âge au sevrage, l'âge à la réforme, l'âge à la castration, l'intervalle sevrage-saillie, la taille de la portée et le nombre de tétines ont été recueillies sur déclaration des éleveurs. Le thème race améliorée a été utilisé pour désigner les races exotiques et les produits de divers croisements réalisés entre ces races. Les croisés étaient les produits de croisement entre la race améliorée et la race locale.

Analyses statistiques

Après l'encodage, les données ont été analysées avec le logiciel SAS (2013). Au total, 60 variables ont été retenues pour les analyses. La procédure *Proc corresp* a été utilisée pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Les variables prises en compte ont été : le niveau d'étude, le mode d'élevage, la race utilisée, les critères de choix et de réforme des reproducteurs. Une classification ascendante hiérarchique sur la base des caractéristiques des élevages sur les composantes de l'AFC les plus significatives a ensuite été réalisée. Des groupes d'éleveurs ont ainsi été identifiés et caractérisés.

Pour les variables quantitatives (taille du cheptel, âge à l'entrée en reproduction, âge au sevrage, âge à la réforme, âge à la castration, taille de la portée, rang de mise bas, nombre de tétines et durée sevrage-accouplement), une analyse de variance a été réalisée par la procédure *Proc GLM*. Le seul facteur de variation considéré dans le modèle d'analyse de variance a été l'effet du groupe d'élevage. Le test F de Fisher a été utilisé pour déterminer la significativité de l'effet

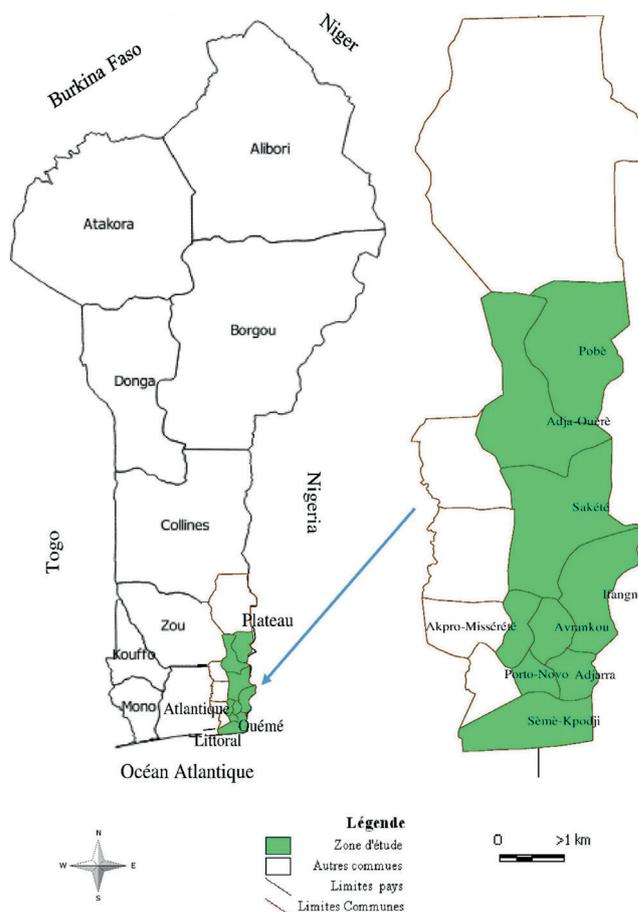


Figure 1 : zone d'étude sur les critères de sélection et de réforme des porcs au Sud-Bénin.

groupe d'élevage et les comparaisons entre les moyennes de chacune des variables par groupe d'élevage ont été faites deux à deux avec le test t de Student.

Pour les variables qualitatives (niveau d'étude, races élevées, mode d'élevage, critères de choix, et critères de réforme des reproducteurs mâles et femelles), les fréquences observées ont été calculées par la procédure *Proc FREQ*. L'effet du groupe sur les fréquences a été mis en évidence par le test du chi carré, et la comparaison des fréquences relatives entre groupes deux à deux a été faite par le test bilatéral de Z. Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été calculé selon la formule :

$$IC = P \pm 1,96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

où P est la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

■ RESULTATS

Profil des élevages enquêtés

Trois axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances ($\chi^2 = 358,8$) pour les critères de choix et de réforme des verrats. Chaque axe correspondait à un groupe d'éleveurs et chaque groupe correspondait à un type d'éleveur. La contribution à l'inertie totale des trois axes factoriels a été de 48,1 % (24,1 % pour l'axe 1, 13,3 % pour l'axe 2 et 10,6 % pour l'axe 3). Le groupe 1 était composé de 11 éleveurs et les groupes 2 et 3 de 27 éleveurs chacun. Parmi les éleveurs formant le groupe 1, 72,7 % étaient du Plateau et 27,3 % de l'Ouémé. Le groupe 2 regroupait 51,8 % d'éleveurs de l'Ouémé et 48,1 % du Plateau, et le groupe 3 comprenait 59,3 % d'éleveurs du Plateau et 40,7 % de l'Ouémé.

Trois axes ont été retenus également pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances ($\chi^2 = 370,7$) pour les critères de choix des cochettes et de réforme des truies. Chaque axe

correspondait à un groupe d'éleveurs et chaque groupe correspondait à un type d'éleveur. La contribution à l'inertie totale des trois axes factoriels a été de 46,2 % (27,1 % pour l'axe 1, 11 % pour l'axe 2 et 8 % pour l'axe 3). Les groupes 1, 2 et 3 étaient composés respectivement de 13 (92,3 % du Plateau et 7,7 % de l'Ouémé), 26 (46,2 % du Plateau et 53,8 % de l'Ouémé) et 23 (56,5 % du Plateau et 43,5 % de l'Ouémé) éleveurs.

Les modes d'élevage pratiqués par l'ensemble des éleveurs enquêtés étaient l'élevage en claustration totale (78,5 %), l'élevage en claustration temporaire (13,8 %) et l'élevage en liberté (9,2 %). L'élevage en liberté se pratiquait uniquement dans le groupe 1 (tableaux I et II). Ainsi, 54,5 % des éleveurs de ce groupe le pratiquaient selon les critères de choix et de réforme des mâles, et aucun éleveur ne le pratiquait dans les groupes 2 et 3 ($p < 0,001$). Le même constat a été fait au niveau des critères de choix et de réforme des femelles mais la fréquence observée a été de 46,2 % dans le groupe 1. En revanche, l'élevage en claustration totale a été davantage pratiqué ($p < 0,001$) dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1 (tableaux I et II). Les proportions d'éleveurs pratiquant l'élevage en claustration temporaire n'a pas varié d'un groupe à l'autre. Dans ce mode, les animaux étaient gardés dans les porcheries en saison de culture pour éviter les dégâts aux cultures, ou à l'âge adulte pour éviter les cas de vol. Il n'y avait pas d'éleveurs sélectionneurs. Le renouvellement des reproducteurs se faisait surtout par autorenouvellement. Toutefois, certains éleveurs se procuraient des reproducteurs chez des voisins. Le taux de renouvellement a été de 42 % dans les exploitations et n'a pas varié d'un groupe à l'autre.

Les éleveurs rencontrés étaient des personnes non scolarisées ou ayant un niveau primaire et secondaire. Les personnes non scolarisées ont été plus souvent ($p < 0,001$) présentes dans les groupes 1 et 3 que dans le groupe 2 pour les critères de choix et de réforme des mâles. Pour les critères de choix des femelles, ces personnes ont été plus souvent rencontrées ($p < 0,001$) dans le groupe 1 (84,6 %) que dans les groupes 2 (11,5 %) et 3 (26,1 %). La proportion d'éleveurs ayant le niveau primaire dans le groupe 2 a été significativement plus

Tableau I

Différences entre groupes d'éleveurs de porcins identifiés par l'analyse factorielle des correspondances des critères de choix et de réforme des mâles au Sud-Bénin

Variables	% général (n = 65)	Groupe 1 (n = 11)		Groupe 2 (n = 27)		Groupe 3 (n = 27)		Ecart entre groupes (test du χ^2)
		%	IC	%	IC	%	IC	
Niveau d'étude								
Non scolarisé	36,9	72,7 ^a	[46,4–99]	11,1 ^b	[-0,7–22,9]	43,1 ^a	[24,9–61,3]	***
Niveau primaire	23,1	0,0 ^b	[0–0]	44,4 ^a	[25,7–63,1]	11,1 ^b	[-0,7–22,9]	**
Niveau secondaire	40,0	27,3 ^a	[1–53,6]	44,4 ^a	[25,7–63,1]	45,7 ^a	[27,2–64,2]	NS
Race des reproducteurs								
Locale	33,8	72,7 ^a	[46,4–99]	22,2 ^b	[6,5–37,9]	29,6 ^b	[12,4–46,8]	**
Améliorée	47,7	27,3 ^a	[1–53,6]	48,1 ^a	[29,3–66,9]	55,6 ^a	[36,9–74,3]	NS
Croisée	35,4	0,0 ^b	[0–0]	44,4 ^a	[25,7–63,1]	40,7 ^a	[22,2–59,2]	*
Mode d'élevage								
Liberté	9,2	54,5 ^a	[25,1–83,9]	0,0 ^b	[0–0]	0 ^b	[0–0]	***
Claustration	78,5	27,3 ^b	[1–53,6]	92,6 ^a	[82,7–102,5]	85,2 ^a	[71,8–98,6]	***
Claustration temporaire	13,8	18,2 ^a	[-4,6–41]	7,4 ^a	[-2,5–17,3]	14,8 ^a	[1,4–28,2]	NS

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance

^{a, b} Les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

Tableau II

Différences entre groupes d'éleveurs de porcins identifiés par l'analyse factorielle des correspondances des critères de choix et de réforme des femelles au Sud-Bénin

Variables	% général (n = 62)	Groupe 1 (n = 13)		Groupe 2 (n = 26)		Groupe 3 (n = 23)		Ecart entre groupes (test du χ^2)
		%	IC	%	IC	%	IC	
Niveau d'étude								
Non scolarisé	32,3	84,6 ^a	[65-104,2]	11,5 ^b	[-0,8-23,8]	26,1 ^b	[8,2-44,0]	***
Niveau primaire	22,6	0 ^b	[0,0-0,0]	46,2 ^a	[27,0-65,4]	8,7 ^b	[-2,8-20,2]	***
Niveau secondaire	45,1	15,4 ^b	[-4,2-35,0]	42,3 ^{a,b}	[23,3-61,3]	65,2 ^a	[45,7-84,7]	*
Race des reproducteurs								
Locale	35,5	84,6 ^a	[65-104,2]	19,2 ^b	[4,1-34,3]	26,1 ^b	[8,2-44,0]	***
Améliorée	45,2	7,7 ^b	[-6,8-22,2]	50,0 ^a	[30,8-69,2]	60,9 ^a	[41,0-80,8]	**
Croisée	37,1	7,7 ^b	[-6,8-22,2]	46,1 ^a	[26,9-65,3]	43,4 ^a	[23,1-63,7]	*
Mode d'élevage								
Liberté	9,7	46,2 ^a	[19,1-73,3]	0,0 ^b	[0,0-0,0]	0,0 ^b	[0,0-0,0]	***
Claustration	77,4	30,8 ^b	[5,7-55,9]	88,5 ^a	[76,2-100,8]	91,3 ^a	[79,8-102,8]	***
Claustration temporaire	14,5	30,8 ^a	[5,7-55,9]	11,5 ^a	[-0,8-23,8]	8,7 ^a	[-2,8-20,2]	NS

* p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance

^{a, b} Les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

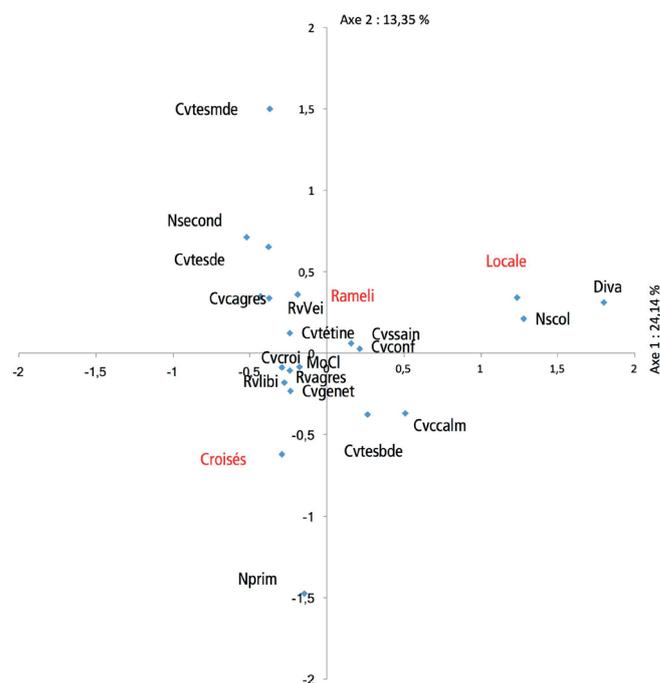
élevée que celles des groupes 1 et 3 pour les critères de choix et de réforme des mâles. Le même constat a été fait pour les critères de choix et de réforme des femelles. La proportion de personnes ayant le niveau secondaire n'a pas varié d'un groupe à l'autre pour les critères de choix et de réforme des mâles. En revanche, pour les critères de choix et de réforme des femelles, ces personnes ont été plus nombreuses dans le groupe 3 que dans le groupe 1 (tableau II).

Concernant les races, les porcs locaux étaient plus présents dans le groupe 1 que dans les deux autres groupes indépendamment du sexe. Certains éleveurs qui utilisaient les porcs croisés possédaient les trois types génétiques. Les porcs locaux étaient élevés par les personnes non scolarisées (figures 2 et 3). Les porcs croisés étaient élevés seulement par les éleveurs des groupes 2 (44,4 %) et 3 (40,7 %) pour les critères de choix et de réforme des mâles ; ils étaient plus présents dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1 pour les critères de choix et de réforme des femelles. Les porcs améliorés étaient davantage utilisés dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1 (tableau II).

L'alimentation des animaux était assurée par des mélanges de matières premières, et les résidus de récolte et de cuisine. Les matières premières utilisées étaient les tourteaux d'oléagineux, les sons de céréales, les sons d'oléagineux et les drêches industrielles.

Figure 2 : critères de choix et de réforme des mâles dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Bénin. Nscol : non scolarisé ; Nprim : niveau primaire ; Nsecond : niveau secondaire ; Diva : liberté ; MoCl : mode claustration ; Rameli : race améliorée ; Cvccalm : critère de choix verrat calme ; Cvcagres : critère de choix verrat agressif ; Cvtesmde : critère de choix testicules moyennement développés ; Cvtesde : critère de choix testicules développés ; Cvtesbde : critère de choix testicules bien développés ; Cvcroi : critère de choix verrat croissance ; Cvssain : critère de choix verrat sain ; Cvconf : critère de choix verrat conformation ; Cvgenet : critère de choix verrat absence de défaut génétique ; Cvtétine : critère de choix verrat nombre de tétines ; RvVei : critère de réforme verrat devient vieux ; Rvages : critère de réforme verrat devient agressif ; Rvlibi : critère de réforme perte de libido.

La taille du cheptel était plus grande (p < 0,05) dans le groupe 2 que dans le groupe 3, et plus grande dans le groupe 3 que dans le groupe 1 pour les critères de choix et de réforme des mâles (tableau III). Le nombre de femelles dépendait du type d'élevage et il était plus faible dans le groupe 1 que dans les deux autres groupes pour les critères de choix et de réforme des deux sexes (tableau III). Le nombre moyen de truies de tous les élevages a été de 3,3. Ce nombre a été plus élevé dans le groupe 2 et plus bas dans le groupe 1 pour les critères de choix et de réforme des mâles (tableau III). Les nombres de porcelets, de jeunes mâles, ou de jeunes cochettes n'ont pas varié significativement d'un groupe à l'autre.



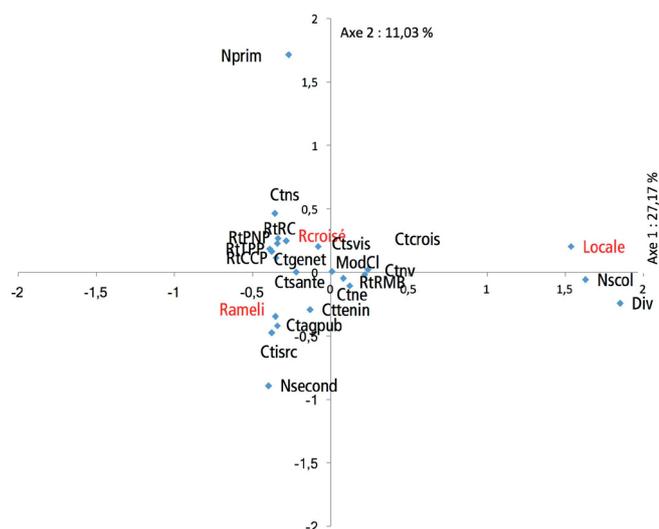


Figure 3: critères de choix et de réforme des femelles dans les départements de l’Ouémé et du Plateau au Sud-Bénin. Nscol : non scolarisé ; Nprim : Niveau primaire ; Nsecond : niveau secondaire ; Diva : liberté ; MoCl : mode castration ; Rameli : race améliorée ; Rcroisé : race croisée ; Ctns : critère de choix truie nombre de sevrés ; Ctne : critère de choix nombre de nés ; Ctnv : critère de choix nombre de nés vivants ; Ctcroi : critère de choix truie croissance ; Ctsante : critère de choix truie saine ; Ctagpub : critère de choix truie âge à la puberté ; Ctgenet : critère de choix truie absence de défaut génétique ; Ctisrc : critère de choix truie intervalle sevrage retour des chaleurs ; Ctsvis : critère de choix truie survie au sevrage ; Cctenin : critère de choix truie nombre de tétines ; RtRMB : critères de réforme truie rang de mise bas ; RtTPP : critère de réforme truie taille de la portée devient petite ; RtPNP : critère de réforme truie poids des porcelets à la naissance devient petit ; RtCCP : critères de réforme truie croissance des porcelets devient lente ; RtRC : critère de réforme truie retour plus rapide des chaleurs après sevrage.

Tableau III

Structure du cheptel porcain par groupe d'éleveurs d'après les critères de choix et de réforme des reproducteurs mâles et des femelles au Sud-Bénin

Variables	D'après les critères de choix et de réforme des mâles						D'après les critères de choix et de réforme des femelles					
	Moyenne générale (n = 65)	Groupe 1 (n = 11)	Groupe 2 (n = 27)	Groupe 3 (n = 27)	DSR	Ecart entre groupes (test de Fisher)	Moyenne générale (n = 62)	Groupe 1 (n = 13)	Groupe 2 (n = 26)	Groupe 3 (n = 23)	DSR	Ecart entre groupes (test de Fisher)
Verrat	1,2	0,7 ^b	1,3 ^a	1,3 ^a	1,1	*	1,1	0,5 ^b	1,2 ^{a,b}	1,4 ^a	1	*
Truie	3,3	1,9 ^b	4,3 ^a	3 ^{a,b}	3,9	**	3,3	1,5 ^a	3,8 ^a	3,7 ^a	3,9	NS
Porcelet mâle non sevré	1,6	1,5 ^a	1,3 ^a	2,1 ^a	4,4	NS	1,7	1,8 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	4,5	NS
Porcelet femelle non sevré	2	1,7 ^a	1,8 ^a	2,4 ^a	5,7	NS	2,1	1,8 ^a	2,3 ^a	2 ^a	5,9	NS
Jeune mâle entier	3,2	1,4 ^a	3,4 ^a	3,9 ^a	5,9	NS	3,2	1,2 ^a	3 ^a	4,6 ^a	6,1	NS
Jeune mâle castré	3	1,6 ^a	4,1 ^a	2,3 ^a	6,8	NS	3,1	1 ^a	5,3 ^a	1,9 ^a	6,7	NS
Cochette	4,6	1,2 ^a	6,7 ^a	3,8 ^a	10	NS	4,5	0,7 ^a	6,2 ^a	4,8 ^a	10,3	NS
Effectif total	18,9	10,1 ^c	22,9 ^a	18,6 ^b	26,4	***	19,1	8,3 ^a	23,4 ^a	20,2 ^a	26,8	NS

* p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; DSR : déviation standard résiduelle ; NS : non significatif

^{a, b} Les moyennes intraclasse sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

Critères de choix des reproducteurs

Les critères les plus utilisés dans les 65 élevages pour le choix des verrats ont été l'état de santé (89,2 %), la conformation (80 %), la croissance (69,2 %), l'absence de défauts génétiques (66,15 %), les testicules très développés (58,5 %) et le nombre de tétines (50,8 %). La proportion d'éleveurs qui utilisaient les critères conformation, état de santé, nombre de tétines et croissance du porcelet entre la naissance et le sevrage n'a pas différé significativement d'un groupe à l'autre. En revanche, l'absence de défauts génétiques et le caractère agressif ont été davantage utilisés (p < 0,05) dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1. Les défauts génétiques recherchés par ces éleveurs étaient la dépression au niveau du dos, le défaut de conformation, les problèmes d'aplomb, le défaut de taille et les diverses malformations. Les verrats sélectionnés devaient avoir un bon aplomb et un bon développement musculaire. L'âge à l'entrée en reproduction des verrats choisis n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre. Il a été en moyenne de 7,9 mois avec un minimum de 5 mois et un maximum de 12. Le nombre moyen des tétines des verrats sélectionnés a été de 12,5 (n = 32) avec un minimum de 6 tétines et

un maximum de 16. Après la sélection, le reste des mâles étaient castrés à l'âge de 81 jours avec un âge minimum à la castration de 14 jours et maximum de 150.

Les critères les plus utilisés pour le choix des femelles dans tous les élevages enquêtés ont été l'état de santé (82,3 %), les liens de parenté (72,6 %), la croissance entre la naissance et le sevrage (75,8 %), la taille de la portée de naissance (66,1 %), le nombre de nés vivants dans la portée de naissance (59,7 %), le nombre de tétines des cochettes (58,1 %) et l'absence de défauts génétiques (51,6 %) (tableau IV). Le nombre de tétines, l'absence de défauts génétiques et les liens de parenté ont été davantage utilisés dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1. Les critères les moins utilisés ont été l'âge à la puberté, le nombre de porcelets sevrés dans la portée d'origine, l'aptitude maternelle et l'intervalle sevrage-œstrus. Les défauts génétiques recherchés ont été les mêmes que ceux utilisés pour le choix des verrats. L'intervalle sevrage-saillie a été utilisé par certains (33,9 %) pour maintenir ou non la femelle sélectionnée après la première mise bas. Ce critère n'a pas été utilisé dans le groupe 1 mais il l'a été par 38,5 % des éleveurs du groupe 2 et 47,8 % des éleveurs du groupe 3. L'âge moyen d'entrée en reproduction des cochettes de tous les élevages a

été de 7,8 mois avec un âge minimum de 5 mois et maximum de 12. La taille moyenne de la portée de naissance des cochettes de tous les élevages a été de 8,9 porcelets avec une taille minimum de 5 porcelets et maximum de 12. Cette taille était plus élevée ($p < 0,001$) dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1 (tableau V). L'intervalle moyen sevrage-saillie dans tous les élevages a été de 36,4 jours avec un minimum de 4 jours et un maximum de 90. Cet intervalle n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre. Le nombre moyen de tétines des cochettes a été de 12,8 ($n = 32$).

Critères de réforme des reproducteurs

Les critères de réforme des verrats dans tous les élevages ont été la perte de libido (66,1 %), l'âge (61,5 %) et le changement de caractère (44,6 %). La proportion d'éleveurs qui utilisaient ces critères n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre, mais ces critères ont été

utilisés par la majorité des éleveurs des groupes 2 et 3 (tableau VI). L'âge moyen à la réforme des verrats a été de 2,2 ans avec un âge minimum de 1 an et maximum de 5.

Les critères de réforme des truies dans tous les élevages ont été le rang de portée (79 %), la baisse de la taille de la portée (53,2 %), la baisse de poids à la naissance (45,2 %), la baisse de croissance des porcelets sous la mère (33,9 %) et les chaleurs tardives après le sevrage (37,1 %). Les éleveurs ont davantage utilisé ($p < 0,05$) le critère baisse de la portée dans les groupes 2 et 3 que dans le groupe 1 (tableau VI). La proportion d'éleveurs qui utilisaient les critères baisse de poids de naissance des porcelets, baisse de croissance des porcelets et chaleurs tardives après le sevrage n'a pas différé significativement d'un groupe à l'autre. La taille moyenne de la portée à la réforme a été de 5,7 porcelets avec une taille minimum de 5 porcelets et maximum de 6 dans tous les élevages, et n'a pas varié d'un groupe

Tableau IV
Critères de choix des reproducteurs porcins au Sud-Bénin

Variables	% général	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Ecart entre groupes (test du χ^2)
		%	IC	%	IC	%	IC	
Critères de choix des verrats								
Effectif	65	11		27		27		–
Conformation	80,0	90,9 ^a	[73,9–107,9]	85,2 ^a	[71,8–98,6]	70,4 ^a	[53,2–87,6]	NS
Etat de santé	89,2	100 ^a	[100–100]	85,2 ^a	[71,8–98,6]	88,9 ^a	[77,1–100,7]	NS
Absence de défaut génétique	66,2	36,4 ^b	[8–64,8]	66,7 ^a	[48,9–84,5]	77,8 ^a	[62,1–93,5]	*
Caractère calme	46,1	54,5 ^a	[25,1–83,9]	40,7 ^a	[22,2–59,2]	48,1 ^a	[29,3–66,9]	NS
Caractère agressif	43,01	18,2 ^b	[-4,6–41]	51,8 ^a	[33–70,6]	44,4 ^a	[25,7–63,1]	*
Testicules moyennement développés	6,1	0,0 ^{a,b}	[0–0]	14,8 ^a	[1,4–28,2]	0,0 ^b	[0–0]	*
Testicules développés	18,5	0,0 ^a	[0–0]	25,9 ^a	[9,4–42,4]	18,5 ^a	[3,9–33,1]	NS
Testicules très développés	58,5	90,9 ^a	[73,9–107,9]	44,4 ^b	[25,7–63,1]	59,3 ^a	[40,8–77,8]	*
Nb. de tétines	50,8	36,4 ^a	[8–64,8]	51,8 ^a	[33–70,6]	55,6 ^a	[36,9–74,3]	NS
Croissance entre naissance et sevrage	69,23	54,5 ^a	[25,1–83,9]	81,5 ^a	[66,9–96,1]	63,0 ^a	[44,8–81,2]	NS
Liens de parenté	40,0	0,0 ^b	[0–0]	44,4 ^a	[25,7–63,1]	51,8 ^a	[33–70,6]	*
Critères de choix des cochettes								
Effectif	62	13		26		23		–
Age à la puberté	38,7	15,4 ^a	[-4,2–35,0]	46,1 ^a	[26,9–65,3]	43,5 ^a	[23,2–63,8]	NS
Nés totaux de la portée d'origine	66,1	61,5 ^a	[35,0–88,0]	76,9 ^a	[60,7–93,1]	56,5 ^a	[36,2–76,8]	NS
Nés vivants	59,7	53,8 ^a	[26,7–80,9]	61,5 ^a	[42,8–80,2]	60,9 ^a	[41,0–80,8]	NS
Nb. de sevrés	24,2	7,7 ^a	[-6,8–22,2]	23,1 ^a	[6,9–39,3]	34,8 ^a	[15,3–54,3]	NS
Aptitude maternelle	27,4	15,4 ^a	[-4,2–35,0]	23,1 ^a	[6,9–39,3]	39,1 ^a	[19,2–59,0]	NS
Croissance entre naissance et sevrage	75,8	61,5 ^a	[35,0–88,0]	88,5 ^a	[76,2–100,8]	69,6 ^a	[50,8–88,4]	NS
Intervalle sevrage-œstrus de la 1 ^{re} portée	33,9	0 ^b	[0,0–0,0]	38,5 ^a	[19,8–57,2]	47,8 ^a	[27,4–68,2]	*
Nb. de tétines des cochettes	58,1	23,1 ^b	[0,2–46,0]	65,4 ^a	[47,1–83,7]	69,6 ^a	[50,8–88,4]	*
Absence de défaut génétique	51,6	15,4 ^b	[-4,2–35,0]	61,5 ^a	[42,8–80,2]	60,9 ^a	[41,0–80,8]	*
Etat de santé de la cochette	82,3	84,6 ^a	[65,0–104,2]	80,8 ^a	[65,7–95,9]	82,6 ^a	[67,1–98,1]	NS
Lien de parenté	72,6	30,8 ^b	[5,7–55,9]	88,5 ^a	[76,2–100,8]	78,3 ^a	[61,5–95,1]	***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance

^{a, b} Les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

Tableau V

Effet de la catégorie d'éleveurs sur les moyennes de l'âge à l'entrée en reproduction, au sevrage, à la réforme et à la castration, la taille de portée, le rang de portée et la durée de l'intervalle sevrage-saillie des porcs au Sud-Bénin

Variables	Moy. générale		Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		DSR	Ecart entre groupes (test de Fisher)
	N	Moy.	N	Moy.	N	Moy.	N	Moy.		
Suivant les critères de choix et de réforme des mâles										
Age d'entrée en reproduction cochette (mois)	46	7,9	3	9,3 ^a	25	7,8 ^b	18	7,8 ^b	1,5	*
Age d'entrée en reproduction verrat (mois)	39	7,9	3	7,7 ^a	20	8,3 ^a	16	7,4 ^a	1,4	NS
Age à la réforme de la truie (an)	33	2,8	3	3,3 ^a	15	2,7 ^a	15	2,7 ^a	0,8	NS
Age à la réforme du verrat (an)	22	2,2	–	–	14	2,1 ^a	8	2,2 ^a	0,8	NS
Age au sevrage (jours)	47	54,1	3	54 ^a	24	56,1 ^a	20	51,6 ^a	17,9	NS
Age à la castration (jours)	47	81,3	4	86,2 ^a	24	86 ^a	19	74,3 ^a	39,9	NS
Taille de portée de naissance	44	9,3	7	6,1	18	10,2	19	9,7	0,9	***
Taille de la portée à la réforme	36	5,7	1	3	22	5,7	13	5,8	0,4	***
Intervalle sevrage-saillie (jours)	43	37,4	2	60 ^a	23	39,7 ^b	18	31,9 ^b	20,5	*
Rang de portée	54	4,3	10	5,2 ^a	24	4,1 ^b	20	4,2 ^b	1,1	*
Nb. de tétines des verrats sélectionnés	32	12,5	4	11,5 ^a	13	12,8 ^a	15	12,5 ^a	2,5	NS
Nb. de tétines des cochettes sélectionnées	39	12,8	4	12 ^a	13	13,5 ^a	19	12,4 ^a	2,4	NS
Suivant les critères de choix et de réforme des femelles										
Age d'entrée en reproduction cochette (mois)	44	7,8	1	7,0 ^a	23	7,8 ^a	20	7,9 ^a	1,5	NS
Age d'entrée en reproduction verrat (mois)	36	7,8	1	7,0	20	7,9	15	7,8	1,5	NS
Age à la réforme de la truie (an)	30	2,8	2	3,5 ^a	16	2,9 ^a	12	2,6 ^a	0,8	NS
Age à la réforme du verrat (an)	21	2,2	1	2,0	12	2,2	8	2,2	0,8	NS
Age au sevrage (jours)	44	54,7	2	82	22	56,1	20	50,4	17,1	*
Age à la castration (jours)	44	80,0	5	117	23	84,3	16	62,4	36,3	NS
Taille de portée de naissance	35	8,9	8	6,1 ^b	16	9,9 ^a	11	9,6 ^a	0,9	***
Taille de la portée à la réforme	22	5,7	3	4,7 ^a	13	5,5 ^a	6	5,7 ^a	0,7	NS
Intervalle sevrage-saillie (jours)	40	36,4	2	31,5 ^a	20	41,2 ^a	18	31,4 ^a	20,3	NS
Rang de portée	48	4,4	11	5,2 ^a	20	4,1 ^b	17	4,2 ^b	1,1	*
Nb. de tétines des verrats sélectionnés	31	12,5	3	11,0	14	12,6	14	12,9	2,6	NS
Nb. de tétines des cochettes sélectionnées	37	12,8	3	12 ^a	20	12,7 ^a	17	13 ^a	2,5	NS

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; Moy. : moyenne ; DSR : déviation standard résiduelle

^{a, b} Les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

à l'autre. Le rang moyen de la portée à la réforme a été des 4,4 avec un minimum de 3 et un maximum de 8. Ce rang a été beaucoup plus élevé ($p < 0,05$) dans le groupe 1 (5,2 mises bas) que dans les groupes 2 (4,1 mises bas) et 3 (4,2 mises bas). L'âge à la réforme des truies n'a pas varié d'un groupe à l'autre et a été en moyenne de 2,8 ans ($n = 30$) avec un âge minimum de 1 an et maximum de 5.

■ DISCUSSION

Profil des élevages enquêtés

Les éleveurs du groupe 1 étaient en majorité non scolarisés et élevaient des porcs locaux. Ce groupe décrit bien l'élevage

traditionnel signalé par la FAO au Burkina Faso (FAO, 2012). Cet élevage traditionnel des porcs est caractérisé par l'élevage en liberté des animaux et une claustration en période de culture et la nuit. Les habitats rencontrés dans ce mode d'élevage servent souvent de lieu de couchage pour les animaux et d'apport éventuel de compléments alimentaires (Agbokounou et al., 2016b). L'éleveur contribue peu à la gestion de l'habitat, de l'alimentation, de la reproduction et parfois de la santé (Agbokounou et al., 2016b). Un type d'élevage similaire a été décrit au Sud-Bénin (Youssao et al., 2008). Les mêmes auteurs ont décrit des types similaires aux groupes 2 et 3, où les animaux étaient plus souvent élevés en claustration et où l'usage des races améliorées serait dû au niveau d'instruction des éleveurs qui cherchent à rentabiliser leurs exploitations. Les éleveurs des groupes 2 et 3 étaient en

Tableau VI

Critères de réforme des reproducteurs porcins au Sud-Bénin

Variables	% général	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Ecart entre groupes (test du χ^2)
		%	IC	%	IC	%	IC	
Critères de réforme des verrats								
Effectif	65	11		27		27		–
Age (devient vieux)	61,5	45,4 ^a	[16–74,8]	74,1 ^a	[57,6–90,6]	55,6 ^a	[36,9–74,3]	NS
Changement de caractère (dévient agressif)	44,6	36,4 ^a	[8–64,8]	51,8 ^a	[33–70,6]	40,7 ^a	[22,2–59,2]	NS
Perte de libido	66,1	45,4 ^a	[16–74,8]	77,8 ^a	[62,1–93,5]	63 ^a	[44,8–81,2]	NS
Critères de réforme des truies								
Effectif	62	13		26		23		–
Rang de portée	79	84,6 ^a	[65,0–104,2]	80,8 ^a	[65,7–95,9]	73,9 ^a	[56,0–91,8]	NS
Baisse de la taille de la portée	53,2	23,1 ^b	[0,2–46,0]	61,5 ^a	[42,8–80,2]	60,9 ^a	[41,0–80,8]	*
Baisse du poids de naissance des porcelets	45,2	23,1 ^a	[0,2–46,0]	46,2 ^a	[27,0–65,4]	56,5 ^a	[36,2–76,8]	NS
Baisse de croissance des porcelets	33,9	15,4 ^a	[-4,2–35,0]	26,9 ^a	[9,9–43,9]	52,2 ^a	[31,8–72,6]	NS
Chaleurs tardives après sevrage	37,1	15,4 ^a	[-4,2–35,0]	46,1 ^a	[26,9–65,3]	39,1 ^a	[19,2–59,0]	NS

* $p < 0,05$; NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance^{a, b} Les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

majorité des personnes scolarisées et de ce fait disposaient d'un meilleur niveau de technicité et de savoir-faire pour conduire l'élevage de ces races que les éleveurs du groupe 1 qui étaient en majorité non scolarisés et qui utilisaient des porcs locaux. Les porcs locaux sont des animaux rustiques qui supportent mieux les conditions d'élevage difficiles. La taille des exploitations montre qu'il n'y avait toujours pas d'éleveurs de porcs professionnels comme l'avait signalé Youssao et al. (2008) dans les exploitations porcines au Sud-Bénin.

Critères de choix des reproducteurs

La majorité des éleveurs utilisait les critères état de santé et croissance des porcelets entre la naissance et le sevrage pour le choix des verrats et des cochettes, en raison de leur préférence pour les animaux à croissance rapide et en bonne santé. Les pathologies les plus rencontrées par les éleveurs du Sud-Bénin sont la peste porcine africaine (PPA) et la gale (Youssao et al., 2018). Un animal malade ou fragile sur le plan sanitaire n'est pas aussi performant pour les accouplements, d'où les pertes des chaleurs. Le choix des animaux en bonne santé par les éleveurs permettrait de réduire ces pertes. La majorité des éleveurs du groupe 1 ignorait les critères importants comme l'absence de défauts génétiques et le nombre de tétines pour le choix des verrats et des cochettes. Cette ignorance serait due à leur niveau d'instruction et à la race utilisée pour le nombre de tétines puisque les truies locales utilisées mettaient souvent bas des portées de 7 à 8 porcelets en élevage amélioré (Youssao et al., 2009). Les éleveurs de ce groupe devraient cependant introduire ce critère, puisqu'ils pourraient avoir des portées supérieures, et l'absence de critère pose le problème d'allaitement pour insuffisance de tétines. De plus, très souvent les tétines présentes ne sont pas toutes fonctionnelles et le nombre de tétines est un caractère fortement héritable ($h^2 = 0,30$) chez le porc (Canario, 2006). Outre le nombre de tétines, les éleveurs devraient faire attention à la qualité des tétines

car l'héritabilité des fausses tétines est plus importante que celle des bonnes tétines (0,42 vs 0,39) (Canario, 2006).

Le niveau d'instruction justifiait également l'utilisation en majorité de l'intervalle sevrage-œstrus pour le maintien des cochettes sélectionnées dans les groupes 2 et 3, car il y avait dans ces groupes davantage de personnes instruites que dans le groupe 1. Les éleveurs devraient être sensibilisés sur les effets des défauts génétiques sur la production car ces anomalies provoquent le plus souvent une dépréciation des carcasses à l'abattoir induisant des pertes économiques importantes (Riquet et al., 2011). Les liens de parenté utilisés pour le choix des verrats et des cochettes permettent aux éleveurs de réduire la consanguinité dans les élevages. Ce critère a été moins utilisé dans le groupe 1 à cause du mode d'élevage en plein air pratiqué dans ce groupe qui ne facilite pas le contrôle des liens filiaux. Les verrats agressifs ont été davantage utilisés dans les groupes 2 et 3 car les éleveurs du groupe 1 utilisaient des verrats locaux qui sont déjà plus agressifs que les verrats améliorés des autres groupes. Les éleveurs choisissent les verrats ayant des testicules bien développés puisque le volume de sperme produit par le verrot est proportionnel à la taille des testicules (Feller et al., 2004). Cependant, des études sur la qualité de la semence de ces verrats sont indispensables puisque la fertilité des verrats dépend surtout de la qualité du sperme et non du volume. Les critères taille de la portée de naissance et nombre de nés vivants utilisés lors du choix des cochettes permettaient aux éleveurs de disposer de femelles prolifiques. La majorité des éleveurs et surtout ceux du groupe 1 ignoraient les critères comme l'intervalle sevrage-œstrus et l'âge à la puberté pour le choix des cochettes, ce qui serait dû au manque de suivi dans les élevages. L'intervalle sevrage-saillie était trop long dans les trois groupes et les éleveurs gagneraient en l'améliorant puisque l'impact économique est important compte tenu de l'augmentation du temps improductif. Cette situation pourrait s'expliquer par le manque de professionnalisme des éleveurs puisque, en général, les animaux devraient être sevrés plus tôt pour permettre

le retour plus rapide des chaleurs. Ainsi, l'intervalle sevrage-saillie rapporté en zone tropicale est de 4,9 jours (Renaudeau et al., 2001). Lorsque les porcelets sont sevrés tôt (à moins de 35 jours d'âge), cela permet d'éviter des chaleurs de lactation qui sont responsables de décalage du moment de retour des chaleurs. Le rallongement de la durée de retour des chaleurs après le sevrage peut être dû à une mauvaise alimentation de la truie allaitante. Cette mauvaise alimentation oblige la truie à mobiliser les réserves de son organisme pour la production de lait pour les porcelets, ce qui entraîne une perte de son état qu'elle doit récupérer après le sevrage (IFIP, 2013).

Critères de réforme des reproducteurs

Les critères de réforme âge et perte de libido des mâles reproducteurs dans les trois groupes ont aussi été rapportés par Knecht et al. (2017) dans les centres d'insémination artificielle. D'autres critères comme la qualité médiocre de la semence, l'infertilité, les problèmes de locomotion, la faible valeur génétique et les maladies sont aussi utilisés pour la réforme des verrats en production porcine (Acosta et Rueda, 2009 ; Knox, 2016 ; Knecht et al., 2017). Le mode de saillie naturelle et le faible nombre de truies par exploitation limiteraient les problèmes de locomotion. Le troisième critère de réforme des verrats de cette étude (changement de caractère) serait dû au manque de dispositifs de sécurité pour l'éleveur lors de la réalisation des activités quotidiennes (entretien, distribution d'aliments, soins aux animaux). Les critères de réforme des verrats recensés ont été moins utilisés dans le groupe 1, même si la différence avec les autres groupes n'était pas significative. Ce constat montre que la plupart des éleveurs de ce groupe ne disposaient pas de critères de réforme des verrats. L'âge moyen à la réforme de 2,2 ans signalé par les éleveurs était précoce et ne permettait pas aux verrats d'exprimer toute leur potentialité. Plusieurs causes dont les maladies justifieraient la réforme des animaux à cet âge. Ce même âge est rapporté pour la réforme des verrats au Tchad (Logtene et Kabore-Zoungrana, 2010). Le critère perte de libido est lié à l'âge de l'animal car un animal vieux perd facilement la libido. Cependant, la monte constitue l'un des problèmes de réforme de jeunes verrats (Knox, 2016).

Les critères de réforme des truies les plus cités par les éleveurs, comme le rang de portée et la baisse de performance (baisse de la portée et du poids à la naissance), ont également été rapportés par Engblom et al. (2007) dans les exploitations porcines, mais les principales causes de réforme des truies sont la vieillesse et les troubles de la reproduction (Engblom et al., 2007 ; Mote et al., 2009 ; de Jong et al., 2014). La baisse du poids à la naissance des porcelets, utilisée surtout dans les groupes 2 et 3 comme critère de réforme, doit être couplée à la taille de la portée pour éviter de réformer les truies prolifiques ou de sélectionner des cochettes issues de petites portées. L'augmentation de la prolificité s'accompagne au fil du temps d'une diminution du poids moyen des porcelets et d'une augmentation de l'hétérogénéité entre les porcelets de la portée (Tribout et al., 2003 ; Quiniou, 2010). L'usage de ce critère doit être aussi amélioré puisque les éleveurs ne disposaient pas de poids de porcelet en dessous duquel la mère peut être réformée. Le critère poids de naissance devrait faire partir des critères de sélection parce qu'il permettrait d'avoir des sujets beaucoup plus homogènes à la naissance.

Les truies sont aussi réformées quand elles donnent des porcelets à croissance lente entre la naissance et le sevrage. Ce critère doit être utilisé avec beaucoup de prudence car il est influencé par plusieurs facteurs dont la température et l'alimentation de la mère (Renaudeau et al., 2001 ; Renaudeau et al., 2007). L'exposition à une forte température s'accompagne d'une diminution de la consommation d'aliment, d'une diminution de la vitesse de croissance des porcelets et augmente la perte de poids vif de la truie en lactation (Renaudeau et al., 2001 ; Renaudeau et al., 2007). Les rangs de portées signalés par les éleveurs des groupes 2 et 3 étaient similaires à celui de 4,4

rapporté par Engblom et al. (2007), et le rang de portée notifié dans le groupe 1 était similaire au rang de 4,9 rapporté par Zhao et al. (2015). Ce critère utilisé dans la majorité des élevages n'était pas un bon motif de réforme des truies, d'autant que les femelles étaient réformées à 2,2 ans. Par ailleurs, le nombre de truies réformées diminue lorsque le rang de portée augmente jusqu'au sixième rang de portée, et l'augmentation du rang de portée améliore la taille de la portée et réduit le temps improductif dans l'élevage (Engblom et al., 2007). Les raisons de la réforme précoce des cochettes sont les troubles de reproduction et de locomotion (Engblom et al., 2007 ; de Hollander et al., 2015 ; Zhao et al., 2015). Les troubles de reproduction qui entraînent la réforme des cochettes sont l'ancestrus, les écoulements vulvaires, les avortements, les échecs de saillies, les dystocies, les momifications et les mort-nés (Tummaruk et al., 2009 ; de Jong et al., 2014 ; de Hollander et al., 2015 ; Zhao et al., 2015). La réforme précoce à l'âge de deux ans ou après la troisième mise bas peut entraîner des pertes à l'éleveur parce que les truies n'expriment pas tout leur potentiel avant cette période, la taille de la portée s'améliorant quand le rang de mise bas augmente (Logtene et Kabore-Zoungrana, 2010). Selon Buldgen et al. (1994), la réforme des reproductrices dans les élevages traditionnels telle qu'elle était pratiquée dans le groupe 1 est rarement basée sur des critères objectifs comme l'hypoprolificité, le cannibalisme ou l'agalactie. Le taux d'avortements a été signalé comme critère de réforme des truies au Tchad (Logtene et Kabore-Zoungrana, 2009) alors qu'aucun éleveur ne l'a signalé dans cette étude. Cela pourrait s'expliquer par la rareté des maladies abortives dans la zone et le manque d'enregistrement des performances dans les élevages.

CONCLUSION

L'étude sur les critères de choix et de réforme des reproducteurs a permis de décrire trois groupes d'éleveurs pour les verrats, et trois groupes pour les cochettes et les truies. Le groupe 1 était composé des personnes non scolarisées élevant des porcs locaux en liberté. Le groupe 2 comportait davantage d'éleveurs scolarisés qui élevaient des porcs améliorés et des porcs croisés en claustration. Le groupe 3 comprenait principalement des personnes non scolarisées ou ayant le niveau du secondaire utilisant des porcs améliorés et croisés en claustration. Les éleveurs des groupes 2 et 3 utilisaient des critères pertinents pour le choix des reproducteurs. Il faudrait améliorer les pratiques dans les élevages traditionnels où les éleveurs ignorent des critères importants comme les défauts génétiques, le nombre de tétines et la taille des portées sevrées. Il en est de même pour les critères de réforme car très peu d'éleveurs disposaient de critères de réforme des verrats.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Académie de recherche et d'enseignement supérieur (ARES) de la Commission de la coopération au développement (CCD) de la Belgique pour son appui à la réalisation de ces travaux à travers le projet de recherche-développement intitulé « Professionnalisation et renforcement de la compétitivité de la filière porc par la recherche-action en partenariat dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au sud-est du Bénin ».

REFERENCES

- Accodji J., Fiogbe E., Gangbazo K., 2009. Essai de valorisation d'*Azolla microphylla* Kaulf) dans la production porcine en zone humide. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3** (5): 890-898, doi : 10.4314/ijbcs.v3i5.51054.
- Acosta M.J., Rueda M., 2009. A note on causes of boar removal in Cuban pig farms. *Livest. Res. Rural Dev.*, **21** (4), www.lrrd.org/lrrd21/4/acos21052.htm
- Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Youssao A., Mensah G.A., Koutinhoun B., Hornick J.-L., 2016a. Ethnologie et potentialités du porc local d'Afrique. *J. Anim. Plant Sci.*, **29** (3): 4665-4677

- Agbokounou M.A., Ahounou G.S., Youssao A.I.K., Mensah G.A., Koutinhoun B., Hornick J-L., 2016b. Caractéristiques de l'élevage du porc local d'Afrique. *J. Anim. Plant Sci.*, **30** (1): 4701-4713
- Buldgen A., Piraux M., Dieng A., Schmit G., Compère R., 1994. Les élevages de porcs traditionnels du bassin arachidier sénégalais. www.fao.org/ag/AGa/agap/FRG/FEEDback/War/t4650b/t4650b0s.htm (consulté 25 avr. 2017)
- Canario L., 2006. Aspects génétiques de la mortalité des porcelets à la naissance et en allaitement précoce : relations avec les aptitudes maternelles des truies et la vitalité des porcelets. Thèse Doct. Génétique animale et comportement, Institut national agronomique Paris-Grignon (INAPG), France, 328 p.
- Countrystat, 2017. Base de données statistiques. <http://countrystat.org/home.aspx?c=BEN&ta=053CPD050&tr=7> (consulté 12 mai 2017)
- De Hollander C.A., Knol E.F., Heuven H.C.M., Van Grevenhof E.M., 2015. Interval from last insemination to culling. II. Culling reasons from practice and the correlation with longevity. *Livest. Sci.*, **181**: 25-30, doi: 10.1016/j.livsci.2015.09.018
- De Jong E., Appeltant R., Cools A., Beek J., Boyend F., Chiers K., Maes D., 2014. Slaughterhouse examination of culled sows in commercial pig herds. *Livest. Sci.*, **167**: 362-369, doi: 10.1016/j.livsci.2014.07.001
- Djimènou D., Adoukonou-Sagbadja H., Koudande O.D., Chrysostome C.A.A.M., Hounzangbe-Adote S.M., Agbangla C., 2017. Caractéristiques sociodémographiques des éleveurs de porcs (*Sus scrofa domesticus*) et structure du cheptel porcin au sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **11** (5): 2177-2193, doi : 10.4314/ijbcs.v11i5.19
- Engblom L., Lundeheim N., Dalin A-M., Andersson K., 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. *Livest. Sci.* **106** (1): 76-86, doi: 10.1016/j.livsci.2006.07.002
- FAO, 2012. Secteur porcin Burkina Faso. FAO, Rome, Italie (Revue nationale de l'élevage de la division de la production et de la santé animales de la FAO ; 1)
- Feller D., Thilmant P., Wavreille J., Boudry C., 2004. Le verrat, la truie : Aspects techniques de la reproduction. Filière porcine wallonne, Gembloux, Belgique, 48 p.
- Hedji C.C., Houinato M., Houndonougbo F., Fiogbe E., 2015. Assainissement de l'environnement par la valorisation des ressources non conventionnelles en alimentation de porcs en croissance. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9** (4) : 1929-1936
- IFIP, 2013. Mémento de l'éleveur du porc, 7^e éd. IFIP, Paris, France, 364 p.
- INSAE, 2015. Que retenir des effectifs de population en 2013 ? INSAE, Cotonou, Bénin, 33 p.
- Knecht D., Jankowska-Makosa A., Duzinski K., 2017. Boar genotype as a factor shaping age-related changes in semen parameters and reproduction longevity simulations. *Theriogenology* **98**: 50-56, doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.04.050
- Knox R.V., 2016. Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*, **85**: 83-93
- Logtene Y.M., Kabore-Zoungrana C.Y., 2010. Dynamique des élevages et caractéristiques des producteurs de porcs de la ville de N'Djaména. In : Savanes africaines en développement : innover pour durer (éds Seiny-Boukar L., Boumard P.), 20-23 avr. 2009, Garoua, Cameroun, 1-9
- Mote B.E., Mabry J.W., Stalder K.J., Rothschild M.F., 2009. Evaluation of current reasons for removal of sows from commercial farms. *Prof. Anim. Sci.*, **25** (1): 1-7, doi: 10.15232/S1080-7446(15)30672-0
- Quiniou N., 2010. Hétérogénéité des porcelets issus de l'hyperprolificité. *TechniPorc*, **33** (2) : 19-26
- Renaudeau D., Gourdine J.L., Anais C., 2007. Effet du niveau de température sur l'acclimatation à court et moyen terme du porc en croissance. *Journ. Rech. Porcine*, **39** : 69-76
- Renaudeau D., Noblet J., Quiniou N., Dubois S., 2001. Influence de l'exposition au chaud et de la réduction du taux de protéines dans l'aliment sur les performances des truies multipares en lactation. *Journ. Rech. Porcine*, **33** : 181-187
- Riquet J., Mercat M.J., Iannuccelli N., Servin B., Pailhoux E., Larzul C., 2011. Recherche de causes génétiques des anomalies congénitales majeures chez le porc. In : 43^{es} Journ. recherche porcine, IFIP / INRA, Paris, France, 15-16 fév. 2011, 7-12
- SAS, 2013. Base SAS 9.4 Procedures guide, statistical procedures, 2nd Edn. SAS Institute, Cary, NC, USA, 550 p.
- Tribout T., Caritez J.-C., Gogué J., Gruant J., Billon Y., Bouffaud M., Lagant H., et al., 2003. Estimation, par utilisation de semence congelée, du progrès génétique réalisé en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White : résultats pour quelques caractères de reproduction femelle. *Journ. Rech. Porcine*, **35** : 285-292
- Tummaruk P., Kesdangsakonwut S., Kunavongkrit A., 2009. Relationships among specific reasons for culling, reproductive data, and gross morphology of the genital tracts in gilts culled due to reproductive failure in Thailand. *Theriogenology*, **71**: 369-375, doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.08.003
- Youssao A.K.I., Dotché O.I., Seibou Toleba S., Kassa K.S., Assogba C., Ahounou S.G., Salifou C., Dahouda M., et al., 2018. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques porcines des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin. In : Journées scientifiques Quarantenaire de l'Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, 5-7 fév. 2018. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 77 p.
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R., 2008. Pig production and indigenous genetic resources in suburban areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 235-243, doi: 10.19182/remvt.9995
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Ahounou G.S., Mourot J., 2009. Performances zootechniques et aptitudes bouchères des porcs locaux au Sud du Bénin. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **57** (1) : 73-87
- Zhao Y., Liu X., Mo D., Chen Q., Chen Y., 2015. Analysis of reasons for sow culling and seasonal effects on reproductive disorders in Southern China. *Anim. Reprod. Sci.*, **159**: 191-197, doi : 10.1016/j.anireprosci.2015.06.018

Summary

Dotché I.O., Ahounou S.G., Salifou C.F.A., Biobou R., Kiki P.S., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A., Farougou S., Thilmant P., Youssao Abdou Karim I., Koutinhouin B. Selection and culling criteria for breeding boars and sows in pig farms from Oueme and Plateau departments in Benin

The aim of this study was to describe the selection and culling criteria for breeding pigs in Benin. A survey was carried out among 65 pig farms. The correspondence factor analysis was used to identify farmers' groups based on their practices at animal sex level. Group 1 consisted mostly of unschooled farmers mainly rearing free-range local-breed pigs. Group 2 farmers had primary or secondary education. Group 3 was composed of unschooled farmers or farmers with secondary education. The pig farmers of groups 2 and 3 used improved breeds and crossbreeds in confinement. The main criteria for male selection in farms were health status, conformation and highly developed testes, number of teats, absence of genetic defects and growth. The absence of genetic defects was more used in groups 2 and 3, and developed testes in group 1. The main criteria for sow selection in the three groups were health status, litter size, kinship and growth. Most of these criteria were less used in group 1. The most used criteria for boar culling were age and loss of libido. The main culling criteria for older sows in all groups were parity and decrease in litter size. The latter was more used in groups 2 and 3. To conclude, breeders had good criteria for breeding selection and reform that should be improved in order to increase productivity.

Keywords: swine, livestock management, boar, sow, reproductive performance, culling, Benin

Resumen

Dotché I.O., Ahounou S.G., Salifou C.F.A., Biobou R., Kiki P.S., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A., Farougou S., Thilmant P., Youssao Abdou Karim I., Koutinhouin B. Criterios de selección y sacrificio para verracos y cerdas reproductores en granjas porcinas de los departamentos de Oueme y Plateau en Benin

El objetivo de este estudio fue describir los criterios de selección y sacrificio para cerdos reproductores en Benin. Se realizó una encuesta entre 65 granjas porcinas. Se utilizó el análisis de los factores de correspondencia para identificar a los grupos de agricultores en base a sus prácticas a nivel de sexo animal. El grupo 1 consistió mayoritariamente de agricultores no escolarizados, criando principalmente cerdos de raza local de forma libre. Los agricultores del grupo 2 tenían educación primaria o secundaria. El grupo 3 estaba compuesto por agricultores sin educación o agricultores con educación secundaria. Los criadores de cerdos de los grupos 2 y 3 utilizaron cruces y razas mejoradas en estabulación. Los principales criterios para la selección de machos en las fincas fueron el estado de salud, la conformación y desarrollados importante de los testículos, el número de pezones, la ausencia de defectos genéticos y el crecimiento. La ausencia de defectos genéticos fue más utilizada en los grupos 2 y 3, luego desarrollo testicular en el grupo 1. Los principales criterios para la selección de hembras en los tres grupos fueron el estado de salud, el tamaño de la camada, el parentesco y el crecimiento de lechones. La mayoría de estos criterios fueron menos utilizados en el grupo 1. Los criterios más utilizados para el sacrificio de verracos fueron la edad y la pérdida de la libido. Los principales criterios de sacrificio para las cerdas mayores en todos los grupos fueron la paridad y la disminución en el tamaño de la camada. Este último fue más utilizado en los grupos 2 y 3. Para concluir, los criadores tenían buenos criterios para la selección y la modificación de reproducción que deberían mejorarse para aumentar la productividad.

Palabras clave: cerdo, manejo del ganado, verraco, cerda, reproductividad, eliminación, Benin

Caractérisation phénotypique des ressources génétiques porcines des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin

Issaka Youssao Abdou Karim^{1*} Ignace Ogoudanan Dotché¹
Soumanou Seibou Toleba² Kevin Sagui Kassa¹
Serge Gbênagnon Ahounou¹ Chakirath Salifou¹
Mahamadou Dahouda² Nicolas Antoine-Moussiaux³
Jean-Paul Dehoux⁴ Guy Apollinaire Mensah⁵

Mots-clés

Porcin, phénotype, race indigène, croisement, mensuration corporelle, Bénin

Submitted: 12 July 2017

Accepted: 2 May 2018

Published: 9 July 2018

DOI: 10.19182/remvt.31219

Résumé

L'élevage porcin est très pratiqué au Sud-Bénin et implique une diversité de races ou de populations. L'objectif de l'étude était de caractériser les différents porcs sur le plan morphométrique et phénotypique. Ainsi, les données phénotypiques ont été collectées sur 149 porcs, dont 14 améliorés, 91 croisés et 44 locaux. Les porcs de type génétique local ont présenté des mesures morphologiques significativement inférieures ($p < 0,05$) à celles des porcs améliorés et des animaux issus des croisements entre les porcs améliorés et les porcs locaux. Les poils des porcs locaux étaient significativement plus courts ($p < 0,05$) que ceux des porcs améliorés et des croisés. La couleur de la robe a varié d'un type génétique à l'autre. La couleur la plus rencontrée a été le blanc uniforme, suivi du noir uniforme chez tous les types génétiques. Le profil de la tête était plus rectiligne chez les porcs locaux, et plus concave chez les porcs améliorés et chez les croisés. Les oreilles dressées étaient moins observées chez les croisés. Elles étaient orientées vers l'avant chez les porcs améliorés et chez les croisés alors qu'elles étaient dressées et orientées vers l'arrière chez les porcs locaux. La queue en tire-bouchon a été significativement ($p < 0,05$) plus présente chez les porcs améliorés que chez les porcs croisés, et elle a été plus présente chez ces derniers que chez les porcs locaux. La ligne dorsale droite a été davantage observée chez les porcs locaux et chez les croisés que chez les porcs améliorés chez lesquels la ligne était plus creuse. Les porcs croisés ont présenté une grande similarité avec les porcs améliorés.

■ Comment citer cet article : Youssao Abdou Karim I., Dotché I.O., Seibou Toleba S., Kassa K.S., Ahounou S.G., Salifou C., Dahouda M., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A., 2018. Phenotypic characterization of pig genetic resources in the departments of Oueme and Plateau in Benin. *Rev. Elev. Méd. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 59-65, doi: 10.19182/remvt.31219

1. Département de production et santé animales, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

2. Département de production animale, Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin.

3. Département de production animale, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, B-4000 Liège, Belgique.

4. Université catholique de Louvain (UCL), 1200 Bruxelles, Belgique.

5. Institut national de recherches agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou 01, Bénin.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 95 28 59 88 ; email : iyoussao@yahoo.fr



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

■ INTRODUCTION

Le cheptel porcin était estimé à 414 000 têtes en 2013 au Bénin, apportant une part non négligeable pour la couverture de la sécurité alimentaire, surtout des populations du sud du pays (Direction de l'élevage, 2015). Il apporte 4968 tonnes de viande par an au pays (Countrystat, 2017). Cette production nationale en viande porcine n'arrive pas à couvrir les besoins des consommateurs et le déficit est importé des pays limitrophes. La conséquence directe de ces importations est l'introduction de nouvelles pathologies dont la plus importante est la peste porcine africaine au Bénin (Direction de l'élevage, 2015). Pour

limiter ces conséquences, la production nationale doit être améliorée sur la base des caractéristiques et des aptitudes de chacune des races ou des populations. Pour ce faire, la caractérisation phénotypique et génétique est une nécessité pour une meilleure connaissance des ressources zoogénétiques, de leurs utilisations actuelles et éventuellement futures pour l'alimentation (FAO, 2012). Cette caractérisation permettra de faire des prédictions objectives et fiables sur les performances des animaux en fonction des systèmes de production. Ces systèmes ont été décrits dans de nombreux travaux (Houndonougbo et al., 2012 ; Oluwole et al., 2014 ; Alenyorege et al., 2015). En revanche, sur le plan morphométrique, aucun travail n'a été réalisé pour caractériser les porcs au Bénin en dehors des mensurations sur la hauteur au garrot, le périmètre thoracique et la longueur scapulo-ischiale de la race porcine locale (Youssao et al., 2008). Sur le plan génétique, les travaux ont porté sur la caractérisation moléculaire et sur l'amélioration des performances zootechniques par croisements entre la race locale et les races exotiques (Ramirez et al., 2009 ; Youssao et al., 2009 ; Amills et al., 2013). Dans les exploitations porcines du Sud-Bénin, les croisements effectués aujourd'hui par les éleveurs ont engendré une diversité de types génétiques dont les caractéristiques sont peu connues. L'objectif de l'étude a été de caractériser les porcs élevés au Bénin sur la base des mesures morphométriques et des caractères phénotypiques afin de favoriser la prise de décision sur les priorités à mettre en œuvre pour la mise en valeur des ressources génétiques porcines béninoises.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre de l'étude

L'étude a été réalisée dans les départements de l'Ouémé et du Plateau situés au Sud-Bénin (figure 1). Le département de l'Ouémé est situé entre 6° 40' N et 2° 30' E et couvre une superficie de 1281 kilomètres carrés avec une population de 1 100 404 habitants en 2013 (INSAE, 2015). Les religions pratiquées dans ce département sont le christianisme (75,8 %), l'islam (12,1 %) et le vodoun (0,6 %) (INSAE, 2015). Le département du Plateau est compris entre 7° 10' N et 2° 34' E et couvre une superficie de 3264 kilomètres carrés, soit environ 3 % du territoire national pour une population totale de 622 372 habitants (INSAE, 2015). Les religions pratiquées dans ce département sont le christianisme (59,8 %), l'islam (18,6 %) et le vodoun (3,3 %) (INSAE, 2015).

Animaux et mode d'élevage

Les animaux étudiés étaient des porcs issus de races porcines élevées dans les départements de l'Ouémé et du Plateau. Les données ont été relevées sur 149 porcs, dont 14 porcs améliorés (12 femelles et 2 mâles), 91 porcs croisés (12 mâles et 79 femelles) et 44 porcs locaux (5 mâles et 39 femelles) dans les deux départements. Les porcs améliorés regroupaient des animaux de races exotiques et des croisés entre les races exotiques, alors que les animaux qualifiés de croisés étaient les produits issus de croisements entre les porcs améliorés et les porcs locaux. Les probables races exotiques impliquées dans les croisements étaient les porcs Large White, Landrace et Duroc importés le plus souvent du Nigeria par les éleveurs. De plus, certains éleveurs se sont procuré par le passé des animaux Large White et Landrace à la ferme d'élevage de Kpinnou (ferme d'Etat où les porcs Large White, Landrace et Meishan avaient été importés et diffusés dans les élevages).

Les animaux étaient issus de 50 élevages en claustration permanente, situés dans diverses communes : dans le département de l'Ouémé, 16 à Porto-Novo, 10 à Sème-Podji, 5 à Adjarra, 4 à Akpro-Misérété et 1 à Avrankou ; et dans le département du Plateau, 9 à Pobè, 2 à Adja-Ouèrè, 2 à Ifangni et 1 à Sakété (figure 1). L'aliment et l'eau étaient servis une ou deux fois par jour selon la disponibilité de l'éleveur. Il s'agissait en général de drêches de brasserie, de sons de céréales et d'oléagineux (maïs, soja, etc.), de tourteau de palmiste, de résidus de récolte (épluchures de

manioc, noix de palme, etc.), de verdure (feuille de bananier, feuille de manioc, feuille de papayer, etc.), de restes de cuisine issus des ménages et quelquefois de compléments en vitamines et minéraux.

Sur le plan sanitaire, la prophylaxie était basée sur l'entretien des loges, le déparasitage interne et la lutte contre les ectoparasites. En ce qui concerne le volet reproduction, les géniteurs ont été choisis par les éleveurs en fonction des critères de sélection qui leur ont semblé importants. Certains les choisissaient dans d'autres élevages sans tenir compte de critères de sélection. Les critères de sélection souvent utilisés étaient le nombre de tétines, la taille de la portée, le nombre de nés vivants, l'absence de défauts génétiques pour les femelles et la conformation et le développement testiculaire pour les mâles. Etant au contact des animaux, les éleveurs reconnaissaient aisément les œstrus et le verrat était alors présenté à la truie pour la saillie. Pour tous les éleveurs rencontrés, le diagnostic de gestation était essentiellement basé sur le non-retour des chaleurs trois semaines après la saillie.

Phénotypage

La méthodologie utilisée pour la collecte des données a été celle de l'enquête rétrospective par entretien avec l'éleveur, suivie des mesures corporelles sur les animaux des types génétiques identifiés. Les éleveurs ont été choisis suivant les critères d'accessibilité et de leur disponibilité à fournir les informations. Les types génétiques élevés ont ainsi été repérés et décrits. L'enquête a permis d'identifier les types génétiques utilisés par les éleveurs (selon leurs dires, l'utilisation et l'origine des animaux), de déterminer le statut (gestante / non gestante) et le rang de mise bas des femelles. Pour la description, deux fiches de renseignements ont été utilisées. La première renseignait sur les caractères phénotypiques qualitatifs (motif et couleur de la robe, forme du

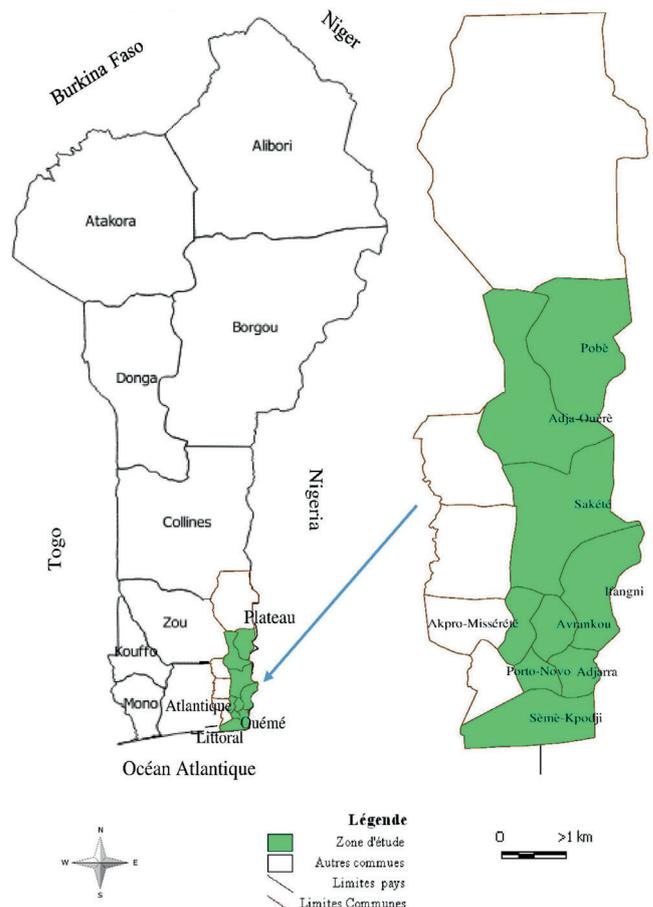


Figure 1 : zone d'étude sur la caractérisation des porcs au Sud-Bénin.

museau, forme des poils, etc.) et la seconde était utilisée pour collecter les différentes mesures corporelles (nombre de trayons, longueur des oreilles, longueur de la tête, longueur du museau, périmètre thoracique, etc.). La collecte des données a concerné uniquement les truies vides ayant mis bas au moins deux fois et les verrats reproducteurs.

Les porcs ont été décrits phénotypiquement et les mesures corporelles suivantes ont été relevées à l'aide d'un mètre métrique : longueur de la tête (distance entre la nuque et le bout du museau) ; longueur des oreilles (de la base à l'extrémité inférieure) ; longueur du bassin (distance entre pointe des hanches et pointe des fesses) ; largeur aux hanches (distance entre les deux pointes des hanches) ; périmètre thoracique (en passant verticalement en arrière du garrot et au niveau du passage de sangle) ; hauteur au garrot (distance du sommet du garrot au sol) ; longueur de la queue (distance entre le point d'attachement de la queue jusqu'à l'extrémité) ; dessus de l'épaule (distance entre les deux omoplates) ; circonférence du jarret (pourtour du jarret).

Analyses statistiques

Après l'encodage, les données ont été analysées avec le logiciel SAS (Cary, NC, USA, 2006). Pour les variables quantitatives (longueur scapulo-ischiale, périmètre thoracique, circonférence du cou, hauteur au garrot, dessus de l'épaule, largeur à la hanche, etc.), la procédure *Proc univariate* a d'abord été utilisée pour vérifier que les variables suivaient une distribution normale. Un modèle linéaire à effet fixe a ensuite été utilisé pour l'analyse de variance de ces variables quantitatives. Les effets fixes de ce modèle ont été le type génétique et le sexe. L'effet sexe et l'interaction entre le type génétique et le sexe n'ont pas été significatifs et ont été enlevés du modèle d'analyse de variance. L'expression mathématique du modèle final retenu se présente de la manière suivante :

$$Y_{ij} = \mu + TG_i + e_{ij}$$

où Y_{ij} est une mesure corporelle de l'animal j , de type génétique i , μ la moyenne générale, TG_i l'effet fixe du type génétique i (local, amélioré ou croisé), et e_{ij} l'erreur résiduelle aléatoire.

La procédure *Proc GLM* a été utilisée pour l'analyse de variance et le test de Fisher a été utilisé pour déterminer la significativité de l'effet

type génétique sur les variables considérées. Les comparaisons entre les moyennes ont été faites deux à deux par le test t de Student. La procédure *Proc princomp* a été ensuite utilisée pour l'analyse en composante principale (ACP) des mesures corporelles et des trois types génétiques.

Pour les variables qualitatives, la procédure *Proc corresp* a été utilisée pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Les variables prises en compte ont été la race utilisée et les caractères qualitatifs. Une classification ascendante hiérarchique sur la base des coordonnées des 149 porcs sur les composantes de l'AFC les plus significatives a ensuite été réalisée.

Les fréquences ont été calculées pour les variables qualitatives (motif de la robe, couleur de la robe, type d'oreille, forme du museau, etc.) par la procédure *Proc freq* du logiciel SAS (2006) et les comparaisons ont été faites par le test bilatéral de Z . Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été calculé suivant la formule :

$$IC = 1,96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

où P est la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

■ RESULTATS

Cette étude a permis de caractériser les trois types génétiques porcins élevés dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin.

Type génétique amélioré

Le type génétique amélioré est issu de divers croisements entre les races exotiques pures. En moyenne cet animal était long de 79,1 cm avec un bassin long de 23,1 cm et une tête longue de 31,4 cm. La figure 2A présente un verrat amélioré. Les poils (soies) étaient en majorité longs et la robe était en majorité de couleur blanche avec des motifs variés. Les motifs rencontrés étaient unis (42,9 %), tachetés ou pie. La tête présentait un profil généralement concave et se terminait par un museau court et cylindrique de circonférence moyenne de 37,4 cm (tableaux I et II). En moyenne le cou mesurait 74,5 cm de circonférence et la longueur des oreilles était de 19,3 cm. Ces dernières étaient en majorité dressées et orientées vers l'avant. L'animal

Tableau I

Effet du type génétique sur les caractères morphologiques de trois types de porcins dans le Sud-Bénin

Variable	Porc amélioré (n = 14)		Porc croisé (n = 91)		Porc local (n = 44)		Analyse de variance
	Moyenne	DS	Moyenne	DS	Moyenne	DS	
Longueur scapulo-ischiale (cm)	79,1 ^a	11,7	74,8 ^a	11,3	52,2 ^b	10,2	***
Périmètre thoracique (cm)	117,2 ^a	29,8	110,3 ^a	26,4	78,8 ^b	16,4	***
Circonférence du cou (cm)	74,5 ^a	12,9	72,2 ^a	12,9	52,6 ^b	11,2	***
Hauteur au garrot (cm)	75,1 ^a	11,4	72,6 ^a	10,8	47,3 ^b	8,1	***
Dessus de l'épaule (cm)	26,1 ^a	5,5	26,2 ^a	6,1	17,4 ^b	3,1	***
Largeur à la hanche (cm)	19,3 ^a	3,7	18,1 ^a	3,1	12,4 ^b	2,1	***
Longueur du bassin (cm)	23,1 ^a	4,7	22 ^a	3,1	16,3 ^b	3,2	***
Circonférence du jarret (cm)	25,1 ^a	5	22,3 ^a	6,8	15,3 ^b	4,8	***
Longueur de la tête (cm)	31,4 ^a	3,2	30,4 ^a	3,5	25,3 ^b	3,6	***
Longueur de l'oreille (cm)	19,3 ^a	3,3	19,2 ^a	3,5	10,8 ^b	2	***
Circonférence du museau (cm)	37,4 ^a	5,3	36,1 ^a	6,5	29,2 ^b	6,7	***
Longueur de la queue (cm)	34,1 ^a	7,4	33,5 ^a	10,8	21,9 ^b	5,1	***
Nb. de trayons chez les cochettes	12,9 ^a	1,3	12,4 ^a	1,4	9,1 ^b	1,4	***

DS : déviation standard

^{a, b} Les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % ; *** $p < 0,001$.

présentait une peau à l'aspect majoritairement lisse et une ligne dorsale ensellée. La hauteur au garrot du porc amélioré était de 75,1 cm et le périmètre thoracique de 117,2 cm. La largeur à la hanche était de 19,3 cm et le dessus de l'épaule de 26,1 cm. Les pieds étaient solides et la circonférence du jarret était de 25,1 cm. La queue était en tire-bouchon et mesurait 34,1 cm de long. Le nombre de tétines était de 13.

Type génétique croisé

Le porc croisé est un animal issu du croisement entre les porcs exotiques améliorés et les porcs locaux. Il était de grand format et haut

de 72,6 cm en moyenne avec un périmètre thoracique de 110,3 cm environ (figure 2B). La longueur du corps était de 74,8 cm et celle du bassin de 22,0 cm en moyenne. Les poils étaient en majorité longs. Les poils bouclés, raides et clairsemés étaient également rencontrés. La couleur de la robe était en majorité blanche avec un motif uniforme. La longueur de la tête était de 30,4 cm en moyenne. Le profil facial était droit ou concave et les oreilles étaient en majorité dressées. Ces dernières étaient majoritairement orientées vers l'avant et mesuraient en moyenne 19,2 cm de long. La peau présentait un aspect en majorité lisse et la ligne dorsale était rectiligne (tableau II). Le museau était court et cylindrique chez la majorité des porcs décrits

Tableau II

Effet du type génétique sur les caractères phénotypiques de trois types de porcins dans le Sud-Bénin

Variable		Porc amélioré (n = 14)		Porc croisé (n = 91)		Porc local (n = 44)	
		%	IC	%	IC	%	IC
Poils	Bouclés	0 ^a	0	02,2 ^a	03	0 ^a	0
	Raides	07,1 ^a	13,5	02,2 ^a	03	0 ^a	0
	Courts	14,3 ^b	18,3	29,7 ^b	09,4	61,4 ^a	14,4
	Longs	71,4 ^a	23,7	65,9 ^a	09,7	36,4 ^b	14,2
	Denses	42,9 ^a	25,9	28,6 ^a	09,3	27,3 ^a	13,2
	Clairsemés	0,0 ^a	0	02,2 ^a	03	04,5 ^a	06,2
Museau	Long et mince	35,7 ^a	25,1	35,2 ^a	09,8	50 ^a	14,8
	Court et cylindrique	64,3 ^a	25,1	64,8 ^a	09,8	50 ^a	14,8
Motif de la robe	Uni	42,9 ^a	25,9	53,8 ^a	10,2	61,4 ^a	14,4
	Pie	21,4 ^a	21,5	24,2 ^a	08,8	36,4 ^a	14,2
	Tacheté	35,7 ^a	25,1	23,1 ^a	08,7	02,3 ^b	04,4
Couleur de la robe	Blanche	78,6 ^a	21,5	80,2 ^a	08,2	75 ^a	12,8
	Noire	42,9 ^a	25,9	45 ^a	10,2	54,5 ^a	14,7
	Rouge foncé	07,1 ^a	13,5	01,1 ^a	02,1	0,0 ^a	0,0
	Rouge clair	07,1 ^a	13,5	0,0 ^a	0,0	0,0 ^a	0,0
	Fauve	21,4 ^a	21,5	08,8 ^a	05,8	04,5 ^b	06,2
	Grise	0,0 ^a	0,0	06,6 ^a	05,1	0,0 ^a	0,0
Profil de la tête	Convexe	0,0 ^a	0,0	0,0 ^a	0,0	02,3 ^a	04,4
	Droit	36,3 ^b	9,9	50 ^b	26,2	72,7 ^a	13,2
	Concave	63,7 ^a	9,9	50 ^{a,b}	26,2	25 ^b	12,8
Type d'oreille	Pendante	03,3 ^a	03,7	0 ^a	0	02,3 ^a	04,4
	Semi-tombante	02,2 ^a	03	07,1 ^a	13,5	02,3 ^a	04,4
	Tombante	29,7 ^a	09,4	0 ^b	0	11,4 ^a	09,4
	Dressée	67 ^b	09,7	85,7 ^{a,b}	18,3	86,4 ^a	10,1
Orientation de l'oreille	Vers l'avant	78,6 ^a	21,5	69,2 ^a	09,5	15,9 ^b	10,8
	Vers l'arrière	07,1 ^{a,b}	13,5	06,6 ^b	05,1	27,3 ^a	13,2
	Vers le haut	14,3 ^b	18,3	25,3 ^b	08,9	56,8 ^a	14,6
Peau	Lisse	57,1 ^a	25,9	57,1 ^a	10,2	43,2 ^a	14,6
	Ridée	42,9 ^a	25,9	42,9 ^a	10,2	54,5 ^a	14,7
Type de queue	Droite	07,1 ^c	13,5	38,5 ^b	10	68,2 ^a	13,8
	En tire-bouchon	92,9 ^a	13,5	60,4 ^b	10	31,8 ^c	13,8
Ligne du dos	Droite	21,4 ^b	21,5	52,7 ^a	10,3	68,2 ^a	13,8
	Ensellée	78,6 ^a	21,5	47,2 ^b	10,3	31,8 ^b	13,8

IC : intervalle de confiance

^{a, b, c} Les pourcentages sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

et sa circonférence était en moyenne de 36,1 cm. La circonférence du cou était de 72,2 cm en moyenne et celle du jarret de 22,3 cm. La largeur aux hanches était de 18,1 cm et le dessus de l'épaule de 26,2 cm. L'animal présentait 12 tétines. La queue était en majorité en tire-bouchon et mesurait en moyenne 33,5 cm de long. Les mesures corporelles des porcs croisés étaient similaires à celles des porcs améliorés ($p > 0,05$), et supérieures à celles des porcs locaux ($p < 0,001$).

Type génétique local

Les porcs locaux étaient des animaux de petit format (figure 2C). En moyenne la longueur du corps était de 52,2 cm et celle du bassin de 15,3 cm. La ligne du dos était en majorité rectiligne. La largeur aux hanches était en moyenne de 12,4 cm et le dessus de l'épaule de 17,4 cm. Il était haut de 47,3 cm et avait un périmètre thoracique de 78,8 cm. Les poils étaient en majorité courts et la robe était de couleur blanche ou noire avec des motifs uniformes (tableau II). L'aspect de la peau était en majorité ridé. La tête était longue de 25,3 cm en moyenne avec un profil facial majoritairement rectiligne. La circonférence du cou était de 52,6 cm en moyenne. Les oreilles étaient en majorité dressées. Ces dernières mesuraient 10,8 cm et étaient majoritairement

orientées vers le haut. Le museau de l'animal était long et mince ou court et cylindrique avec une circonférence de 29,2 cm. La queue était majoritairement droite et mesurait 21,9 cm. Les porcs locaux présentaient neuf tétines en moyenne.

Comparaison des mesures morphologiques et des caractères phénotypiques entre types génétiques

Deux axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances ($\chi^2 = 431,1$; $p < 0,001$). La contribution à l'inertie totale des deux axes factoriels a été de 100 % (78,9 % sur l'axe 1 et 20,1 % sur l'axe 2). L'AFC a montré que les caractères comme le profil droit (rectiligne), la robe pie, le museau long et mince, les poils courts, les oreilles dressées orientées vers l'arrière ou le haut caractérisaient les porcs locaux (figure 3). Les porcs améliorés se caractérisaient par une robe blanche tachetée de noir, des poils denses, une queue en tire-bouchon et des oreilles semi-tombantes (figure 3). Les croisés se distinguaient par un museau court et cylindrique, des poils longs, une peau lisse, des oreilles orientées vers l'avant et une robe grise (figure 3).

L'analyse en composantes principales des mesures morphométriques a permis également de discriminer les trois types génétiques (figure 4). La quasi-totalité des variables était représentée dans l'axe 1 qui expliquait 97,5 % de la variation et l'axe 2 ne représentait que 1,5 % des variations. Les porcs améliorés étaient proches des croisés et représentés dans l'axe 1, alors que les porcs locaux étaient représentés dans

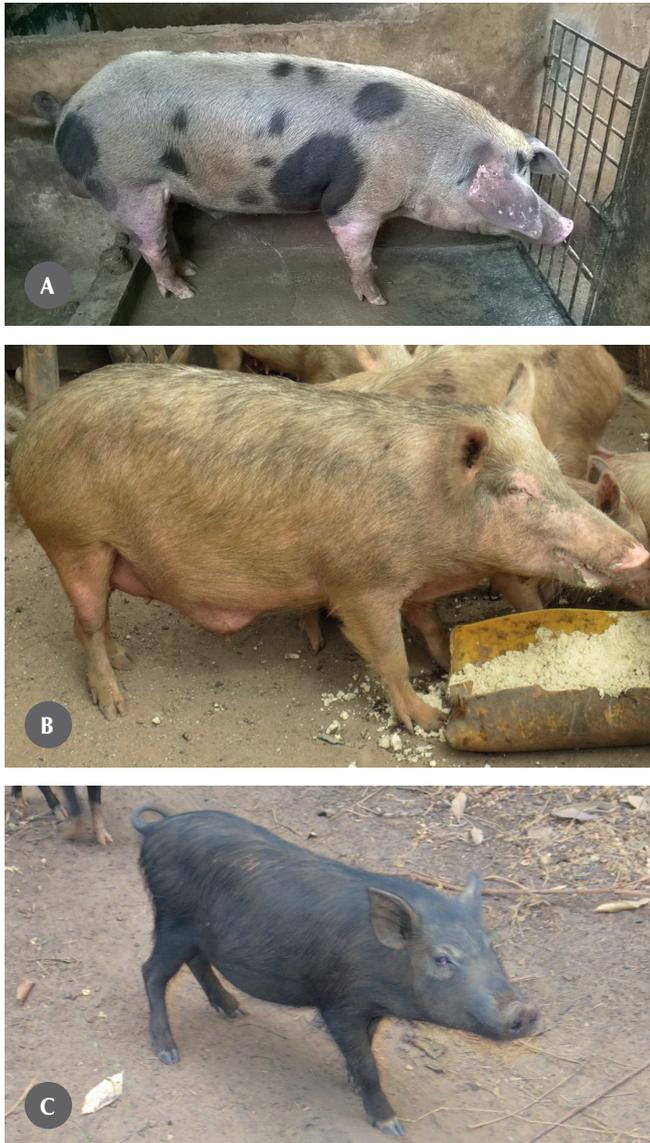


Figure 2 : différents types génétiques de porcs caractérisés au Sud-Bénin. A : verrat amélioré ; B : truie croisée ; C : truie locale.

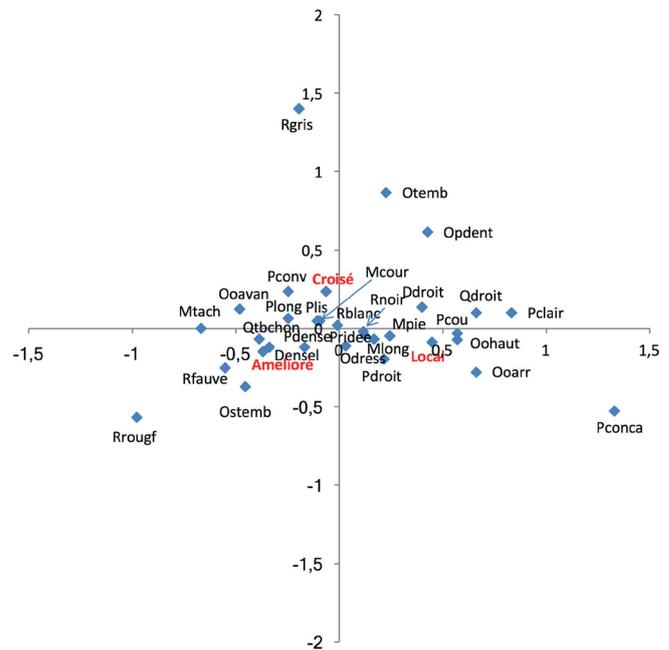


Figure 3 : caractères qualitatifs des porcs élevés dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Bénin. Ddroi : dos droit ; Densel : dos enselé ; Mcour : museau court et cylindrique ; Mlong : museau long et mince ; Mpie : motifs de la robe pie ; Mtach : motifs de la robe tachetée ; Odress : oreille dressée ; Ooarr : orientation de l'oreille vers l'arrière ; Ooavan : orientation de l'oreille vers l'avant ; Oohaut : orientation de l'oreille vers le haut ; Opdent : oreilles pendantes ; Ostemb : oreilles semi-tombantes ; Otemb : oreilles tombantes ; Pclair : poils clairsemés ; Pconca : profil concave ; Pconv : profil convexe ; Pcou : poils courts ; Pdense : poils denses ; Pdroit : profil droit ; Plis : peau lisse ; Plong : poils longs ; Pridée : peau ridée ; Qdroit : queue droite ; Qdbchon : queue en tire-bouchon ; Rblanc : robe blanche ; Rfauve : robe fauve ; Rgris : robe grise ; Rnoi : robe noire ; Rrougf : robe rouge foncé

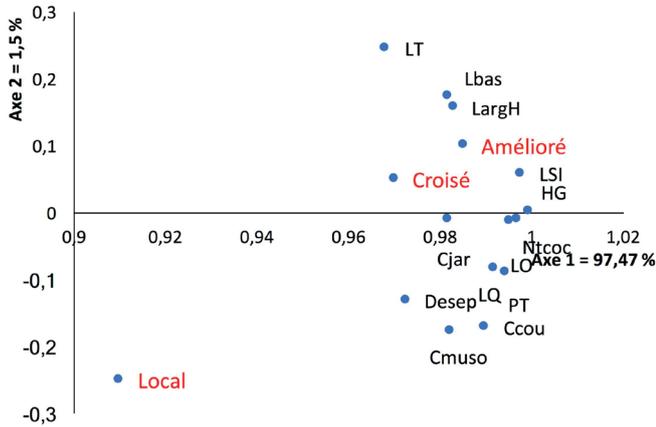


Figure 4 : distribution spatiale des mesures morphométriques des races porcines locale, améliorée et croisée au Sud-Bénin. Ntcoc : nombre de trayons chez les cochettes ; LSI : longueur scapulo-ischiale, LO : longueur des oreilles ; LT : longueur de la tête ; PT : périmètre thoracique ; Ccou : circonférence du cou ; Cmuso : circonférence du museau ; Local : race locale ; Amelio : race améliorée ; Croisé : amélioré x local ; HG : hauteur au garrot ; LQ : longueur de la queue ; Desepl : dessus de l'épaule ; LargH : largeur à la hanche ; LBas : longueur du bassin ; Cjar : circonférence du jarret.

l'axe 2. Le type génétique local a présenté des mesures morphologiques inférieures ($p < 0,001$) à celles du type génétique amélioré et des produits issus des croisements entre les types génétiques améliorés et les porcs locaux (tableau II).

Les poids des porcs locaux ont été plus courts ($p < 0,05$) que ceux des types améliorés et des croisés (tableau II). Les poils clairsemés ont été observés seulement chez les porcs locaux et les croisés, alors que les poils raides ont été décrits chez les porcs améliorés et les croisés. La couleur de la robe a peu varié d'un type à l'autre, excepté la couleur fauve qui a été davantage rencontrée chez les porcs améliorés et les croisés. La robe grise n'a été présente que chez les croisés alors que la couleur rouge clair a été décrite uniquement chez les porcs améliorés. Le motif de la robe n'a pas varié d'un type génétique à l'autre pour les robes pie et uniformes. En revanche, la robe tachetée a été davantage rencontrée chez les porcs améliorés et les croisés que chez les porcs locaux. La forme du museau n'a pas varié selon le type génétique, la majorité des porcs avaient un museau court et cylindrique. La seconde forme décrite était le museau long et mince et la moitié des porcs locaux présentaient cette forme de museau. Le profil de la tête des porcs locaux a été plus rectiligne ($p < 0,05$) que ceux des porcs améliorés et des croisés plus concaves. Les oreilles dressées étaient moins observées chez les porcs améliorés. Les oreilles étaient orientées vers l'avant chez les porcs améliorés et les croisés alors qu'elles étaient orientées vers le haut chez les porcs locaux (tableau II). Le type de queue a varié d'un type à l'autre. La proportion de porcs améliorés présentant des queues en tire-bouchon a été supérieure ($p < 0,05$) à celle des porcs croisés, qui a été elle-même supérieure à celle des porcs locaux. La ligne dorsale droite a été davantage observée chez les porcs locaux et croisés que chez les porcs améliorés chez lesquels la ligne était plus creusée. Les croisés ont présenté une grande similarité avec la race améliorée.

■ DISCUSSION

La présence de porcs locaux, améliorés ou croisés au Sud-Bénin a déjà été signalée (Youssao et al., 2008 ; Houndonougbo et al., 2012). Le type génétique local a présenté des caractéristiques similaires à celles décrites pour les porcs locaux africains (Meyer, 2016) sauf les poils qui étaient courts alors qu'ils ont été décrits comme étant longs

chez les porcs locaux africains (Meyer, 2016). Les poils denses, clairsemés et longs observés chez certains porcs locaux ont déjà été décrits au Ghana chez le porc local Ashanti, mais sur différentes parties du corps de l'animal (Alenyorege et al., 2015). Ainsi, les poils denses ont été décrits sur le dos de l'animal et les poils clairsemés sur les côtés (Alenyorege et al., 2015). Les porcs locaux ont présenté des mesures morphologiques plus faibles. Des résultats similaires ont été rapportés au Nigeria où le porc indigène présente des mesures morphologiques plus faibles que les croisés (Adeola et al., 2013). De plus, les porcs ont présenté des mesures supérieures à celles des porcs rapportés par Adeola et al. (2013). Par ailleurs, les mâles des porcs croisés (local et Large White) du Nigeria ont présenté de la naissance au sevrage une longueur du corps, un périmètre thoracique et une circonférence de la croupe plus élevés que ceux des femelles, alors que les femelles ont présenté des mesures, comme la longueur de l'oreille et la hauteur au garrot, plus élevées que les mâles (Oluwole et al., 2014). Cet effet sexe n'a pas été mis en évidence dans la présente étude compte tenu de la rareté des mâles puisqu'elle portait sur les adultes, alors que ces auteurs ont travaillé sur les jeunes. Selon les mêmes auteurs, la corrélation entre le poids et les mesures corporelles montre que ces dernières peuvent servir à sélectionner les animaux selon le poids. Les porcs croisés ont présenté une grande similarité avec la race améliorée du point de vue phénotypique. Le croisement entre les porcs de type génétique amélioré et local devrait donner des sujets intermédiaires.

Dans cette logique classique, Youssao et al. (2009) obtiennent dans une étude réalisée au sud du Bénin les résultats suivants : le poids des porcelets Large White est le triple de celui des porcelets locaux et les croisés ont un poids intermédiaire et significativement différent de ceux des parentaux ($p < 0,001$) ; l'effet hétérosis est en moyenne de 27 % chez les mâles et de 17 % chez les femelles issues du croisement entre mâle Large White et femelle locale. Dans le cas du croisement mâle local et femelle Large White, l'effet hétérosis moyen du poids est de 18,3 % chez les mâles et de 5,3 % chez les femelles.

L'absence de différence significative entre les croisés et les améliorés pourrait s'expliquer par deux hypothèses : a) les croisés ont bénéficié d'une double hétérosis, individuelle parce qu'ils proviennent d'un croisement entre deux races différentes, et paternelle parce que le père est issu d'un produit de croisement ; b) les résultats de la présente étude ont été obtenus sur des animaux adultes qui ont fini leur croissance, alors que Youssao et al. (2009) ont travaillé sur des porcelets. Une différence entre les croisés et les améliorés aurait pu être observée si les travaux avaient été réalisés sur des porcs en croissance dans la présente étude. Enfin, l'absence de différence entre les croisés et les améliorés pourrait être liée à l'origine des types génétiques améliorés, à la diversité des races impliquées dans les différents croisements et à l'adaptation des porcs améliorés aux facteurs d'environnement.

■ CONCLUSION

L'étude a permis de décrire phénotypiquement trois types génétiques porcins (améliorés, croisés et locaux) élevés dans les départements de l'Ouémé et du Plateau. Les porcs locaux ont montré de plus faibles mesures morphologiques. Les porcs améliorés et les croisés avaient des caractéristiques similaires. Certains porcs croisés ont présenté des poils bouclés et clairsemés, ainsi que des oreilles tombantes et pendantes, contrairement aux porcs améliorés. L'étude de la structure génétique de ces populations permettrait de les comparer à un panel de populations porcines déjà génotypées et représentatives de la diversité génétique mondiale.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Académie de recherche et d'enseignement supérieur (ARES) de la Commission de la coopération au

développement (CCD) de la Belgique pour son appui à la réalisation de ces travaux à travers le projet de recherche-développement intitulé « Professionnalisation et renforcement de la compétitivité de la filière porc par la recherche-action en partenariat dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au sud-est du Bénin ».

REFERENCES

- Adeola A.C., Oseni S.O., Omitogun O.G., 2013. Morphological characterization of indigenous and crossbred pigs in rural and peri-urban areas of Southwestern Nigeria. *Open J. Anim. Sci.*, **3** (3): 230-235, doi: 10.4236/ojas.2013.33034
- Alenyorege B., Kodjo A.K., Addah W.A., 2015. Phenotypic characteristics of the Ashanti Black pig under intensive rearing. *Vet. Sci.*, **5** (11): 22-27
- Amills M., Ramirez O., Galman-Omitogun O., Clop A., 2013. Domestic pigs in Africa. *Afr. Archaeol. Rev.*, **30** (1): 73-82, doi: 10.1007/s10437-012-9111-2
- Countrystat, 2017. Base de données statistiques. <http://countrystat.org/home.aspx?c=BEN&ta=053CPD050&tr=7> (consulté 12 mai 2017)
- Direction de l'élevage, 2015. Rapport annuel d'activité. Cotonou, Bénin 80 p.
- FAO, 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources. Rome, Italy, 142 p.
- Houndonougbo M.F., Adjolahoun S., Aboh B.A., Singbo A., Chrysostome C.A.A., 2012. Caractéristiques du système d'élevage porcin au sud-est du Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **NS 2012** : 15-21
- INSAE, 2015. Que retenir des effectifs de population en 2013 ? Cotonou, Bénin, 33 p.
- Meyer C., 2016. Dictionnaire des sciences animales. Montpellier, France, Cirad, <http://dico-sciences-animales.cirad.fr> (consulté le 25 juin 2016)
- Oluwole O.O., Tiamiyu A.K., Olorunbounmi T.O., Oladele-Bukola M.O., Akintoye N.A., 2014. Pre-weaning growth traits in Nigerian indigenous pig crossbreds. *Agric. Sci.*, **5**: 891-896, doi: 10.4236/as.2014.510096
- Ramirez O., Ojeda A., Tomas A., Gallardo D., Huang L.S., Folch J.M., Clop A. et al., 2009. Integrating Y-chromosome, mitochondrial, and autosomal data to analyze the origin of pig breeds. *Mol. Biol. Evol.*, **26** (9): 2061-2072, doi: 10.1093/molbev/msp118
- Youssao A.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R., 2008. Pig production and indigenous genetic resources in suburban areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 235-243, doi: 10.19182/remvt.9995
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Yacoubou A., Bonou A.G., Adjakpa A., Ahounou S., Taiwo R., 2009. Amélioration génétique des performances zootechniques du porc local du Bénin par croisement avec le Large White. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3** (4) : 653-662, doi : 10.4314/ijbcs.v3i4.47158

Summary

Youssao Abdou Karim I., Dotché I.O., Seibou Toleba S., Kassa K.S., Ahounou S.G., Salifou C., Dahouda M., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A. Phenotypic characterization of pig genetic resources in the departments of Oueme and Plateau in Benin

Pig farming is very common in Southern Benin and involves a diversity of breeds or populations. The aim of the study was to characterize the different pigs morphometrically and phenotypically. Thus, phenotypic data were collected from 149 pigs including 14 improved, 91 crossbred and 44 local pigs. Local pigs showed significantly lower morphological measurements ($p < 0.05$) than improved pigs and than pigs from crosses between improved and local pigs. Bristles of local pigs were significantly shorter ($p < 0.05$) than those of improved and crossbred pigs. The coat color varied from one genetic type to another. The most common color was uniform white, followed by uniform black in all genetic types. The head profile was straighter in local pigs, and more curved in improved and crossed pigs. Erect ears were less observed among crossbred pigs. Ears were front-facing in improved and crossbred pigs, whereas they were erect and rear-facing in local pigs. The presence of a corkscrew tail was significantly higher ($p < 0.05$) in improved pigs than in crossbred pigs, and it was higher in the latter one than in local pigs. A straight dorsal line was more often observed in local and crossbred pigs than in improved pigs where the line was more hollow. The crossbred pigs were very similar to the improved pigs.

Keywords: swine, phenotype, land race, crossbreeding, body measurement, Benin

Resumen

Youssao Abdou Karim I., Dotché I.O., Seibou Toleba S., Kassa K.S., Ahounou S.G., Salifou C., Dahouda M., Antoine-Moussiaux N., Dehoux J.-P., Mensah G.A. Caracterización fenotípica de los recursos genéticos porcinos en los departamentos de Ouémé y Plateau en Benin

La cría de cerdos es muy común en el sur de Benin e involucra una variedad de razas o poblaciones. El objetivo del estudio fue caracterizar los diferentes cerdos a los niveles morfológico y fenotípico. Los datos fenotípicos se obtuvieron de 149 cerdos, incluyendo 14 cerdos mejorados, 91 cerdos cruzados y 44 cerdos locales. Los cerdos de tipo genético local mostraron medidas morfológicas significativamente menores ($p < 0,05$) que los cerdos mejorados y los animales cruzados entre cerdos mejorados y locales. Los pelos de cerdo local fueron significativamente más cortos ($p < 0,05$) que los de los cerdos mejorados y cruzados. El color de la piel varió de un tipo genético a otro. El color de la piel más común era el blanco uniforme, seguido del negro uniforme en todos tipos genéticos. El perfil de la cabeza era más sencillo en cerdos locales y más cóncavo en cerdos mejorados y cruzados. Las orejas erectas fueron menos observadas en los cruzados. Estas orejas estaban orientadas hacia adelante en cerdos mejorados y cruzados ya que estaban orientadas hacia atrás en cerdos locales. La proporción de cerdos mejorados con colas en forma de tirabuzón fue significativamente ($p < 0,05$) mayor que la en los cerdos cruzados, que sí mismo fue más alta que la en los cerdos locales. La línea dorsal recta fue más observada en los cerdos y cruces locales que en los cerdos mejorados en los que la línea era más curva. Los cerdos cruzados mostraron una gran similitud con los cerdos mejorados.

Palabras clave: cerdo, fenotipo, raza indígena, cruzamiento, medición del cuerpo, Benin

Gestion de l'alimentation des porcs et contraintes de l'élevage porcin au Sud-Bénin

Pascal Sègbégnon Kiki¹ Mahamadou Dahouda^{2*}
Soumanou Seibou Toleba² Serge Gbênagnon Ahounou¹
Ignace Ogoudanan Dotché¹ Benoît Govoeyi^{1,3}
Nicolas Antoine-Moussiaux³ Guy Apollinaire Mensah⁴
Souaïbou Farougou¹ Issaka Youssao Abdou Karim¹
Jean-Paul Dehoux⁵

Mots-clés

Porcin, système d'élevage, aliment pour animaux, alimentation, Bénin

Submitted: 13 July 2017

Accepted: 10 January 2018

Published: 9 July 2018

DOI : 10.19182/remvt.31223

Résumé

Dans le but de caractériser les pratiques d'alimentation des porcs dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Bénin, une enquête a été réalisée auprès de 151 éleveurs de porcs. Cette étude a permis d'identifier trois groupes d'éleveurs. Le groupe 1 (32,5 % des personnes enquêtées) était composé en majorité d'éleveurs sans instruction scolaire qui élevaient beaucoup plus la race locale. Dans le groupe 2 (49,6 % des enquêtés), les éleveurs avaient en majorité le niveau d'étude primaire ou secondaire. La quasi-totalité des éleveurs de ce groupe élevait des porcs de race améliorée. Le groupe 3 (17,9 % des enquêtés) était constitué majoritairement d'éleveurs sans instruction scolaire ou d'éleveurs ayant le niveau primaire. Ces éleveurs ont opté généralement pour l'élevage des races améliorées. Les éleveurs du groupe 2 élevaient majoritairement leurs animaux dans des enclos construits en dur (61,3 %) et en semi-dur (38,6 %). Ils les nourrissaient avec une ration formulée par eux-mêmes (86,7 %). Les restes de cuisine et les résidus agricoles, de même que les fourrages étaient davantage valorisés dans les groupes 1 (57,1 %) et 3 (55,6 %), où les éleveurs de porcs étaient principalement des agriculteurs. Cependant, l'utilisation d'aliments complets commerciaux était plus fréquente dans le groupe 3 (37,0 %) que dans le groupe 1. Les contraintes les plus fréquentes pour les trois groupes étaient le manque de disponibilité des aliments, l'augmentation du coût de ces aliments, et le manque de ressources financières. L'alimentation demeure une contrainte importante pour la productivité porcine au Bénin qui mérite d'être améliorée par la mise au point de formules alimentaires équilibrées selon chaque stade physiologique, et élaborée à partir des ressources alimentaires locales et bon marché.

■ Comment citer cet article : Kiki P.S., Dahouda M., Seibou Toleba S., Ahounou S.G., Dotché I.O., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Mensah G.A., Farougou S., Youssao Abdou Karim I., Dehoux J.-P., 2018. Pig feeding management and pig farming constraints in Southern Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 67-74, doi: 10.19182/remvt.31223

1. Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de production et santé animales, Cotonou, Bénin.

2. Université d'Abomey-Calavi, Faculté des sciences agronomiques, Ecole des sciences et techniques de production animale, 01 BP 526, Cotonou, Bénin.

3. Resources / Faculty of Veterinary Medicine / University of Liège, 4000 Liège, Belgium.

4. Institut national des recherches agricoles du Bénin, Centre de recherche d'Agonkanmey (CRA/INRAB), Abomey-Calavi, République du Bénin.

5. Unité de chirurgie expérimentale, Faculté de médecine, Université catholique de Louvain, 1200 Bruxelles, Belgique.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 95 45 54 80 ; 97 22 80 11

Email : mahamadou.dahouda@fsa.uac.bj ; dahouda2605@hotmail.com



■ INTRODUCTION

Plusieurs pays dont ceux en développement sont encore confrontés à d'énormes problèmes d'insécurité alimentaire malgré la croissance que connaissent les productions animales mondiales. C'est le cas des pays de la sous-région ouest-africaine en général et du Bénin en particulier où la production totale de viande ne satisfait pas la demande des consommateurs (Youssao et al., 2008). Cette situation augmente la dépendance de ces pays vis-à-vis d'autres pays qui se traduit par une augmentation des importations de viande. En effet, en 2003 la quantité de viande importée au Bénin s'élevait à 88 283 tonnes, alors qu'elle a atteint 188 940 tonnes en 2013 (FAO, 2017). Ce déficit est notamment lié à la faible productivité des races

locales, dont les races de ruminants élevées au Bénin (Attakpa et al., 2014), à l'insuffisance de la maîtrise des techniques de production des denrées alimentaires d'origine animale (Youssao et al., 2008), et à l'augmentation de la démographie dans la plupart des pays en développement. Afin de réduire ce déficit, les programmes de développement de l'élevage s'orientent vers la promotion des espèces à cycle court comme la volaille, le porc, le lapin et les animaux non conventionnels.

Dans ce contexte, l'élevage de porcs présente de multiples avantages pour lutter efficacement contre la pauvreté et la faim en Afrique subsaharienne (Mopaté et Kaboré-Zoungana, 2009). Malgré les interdits religieux, la consommation de viande de porc a connu un regain d'intérêt ces dernières années. En effet, la quantité de viande de porc produite au Bénin est passée de 3444 tonnes en 2003 à 4968 tonnes en 2013. Néanmoins, malgré cette augmentation, elle ne représentait que 8 % environ de la quantité totale de viande produite au Bénin en 2013 (Countrysat, 2017). Ce faible pourcentage peut être lié aux diverses contraintes sanitaires et alimentaires qui constituent les principales limites à la production porcine au Bénin. Il s'agit principalement de la peste porcine africaine qui occasionne de lourdes pertes économiques et une baisse de la productivité du porc au Bénin. En ce qui concerne les contraintes d'ordre alimentaire, les éleveurs sont confrontés à la rareté et au coût élevé des matières premières et à une alimentation peu équilibrée. En dehors de ces contraintes, le faible niveau de technicité des éleveurs constitue aussi une limite à l'essor de la porciculture au Bénin (Houndonougbo et al., 2012). Cette étude a eu pour but de faire un état des lieux des ressources alimentaires utilisées pour l'alimentation des porcs ainsi que d'identifier les contraintes majeures qui limitent l'élevage des porcins dans le Sud-Bénin.

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Cette étude a été réalisée au Bénin dans les départements de l'Ouémé et du Plateau (figure 1). Le département de l'Ouémé est situé au sud-est du pays. Avec une superficie de 1281 kilomètres carrés, il est constitué de neuf communes. Le climat est de type subéquatorial avec quatre saisons, deux pluvieuses (une grande d'avril à juillet et une petite d'octobre à novembre) et deux sèches (une grande de décembre à mars et une petite d'août à septembre). Il bénéficie d'une pluviométrie comprise entre 900 mm et 1500 mm avec une température variant de 25 à 30 °C. La végétation est aussi caractérisée par une savane herbeuse, des prairies, des formations marécageuses à raphia et quelques mangroves. Les principales cultures sont le maïs, l'arachide, le palmier à huile, les cultures maraîchères et le niébé. L'élevage comprend principalement de la pisciculture, du petit élevage et de l'élevage de porcs (INSAE, 2015).

« Le département du Plateau, situé dans la partie méridionale du Bénin, est caractérisé par un climat de type soudano-guinéen à deux saisons sèches et deux saisons des pluies avec une hauteur annuelle comprise entre 800 mm et 1200 mm dans sa partie ouest, et entre 1000 mm et 1400 mm dans sa partie est. Les formations végétales sont la savane arborée/arbustive dans la partie septentrionale du département alors qu'au centre on retrouve la forêt dense semi-décidue », caractérisée par une chute partielle des feuilles en saison sèche (INSAE, 2015). « La zone méridionale du département est constituée par un fourré arbustif où dominent palmiers à huile et graminées. » La principale activité économique de ce département est l'agriculture. L'élevage de bovin et le petit élevage (embouche ovine/caprine, aviculture améliorée et traditionnelle) sont aussi pratiqués dans ce département (INSAE, 2015).

Matériel

Un questionnaire adressé aux éleveurs a permis de collecter les informations relatives à la taille et à la structure du troupeau, aux races élevées, au mode de conduite des animaux, au type d'habitat, au mode de préparation des aliments, aux différentes matières premières utilisées dans l'alimentation des porcs, à la fréquence d'alimentation et aux contraintes liées à l'alimentation des porcins.

Méthodes de collecte des données

Enquêtes

Une enquête préliminaire a été réalisée à partir d'un questionnaire structuré et a servi de base aux discussions avec les éleveurs. Pendant la phase d'enquête proprement dite, les éleveurs ont été choisis suivant les critères d'accessibilité à la porcherie et leur disponibilité. L'enquête auprès des éleveurs de porcs a pris en compte aussi bien les élevages ruraux que les élevages urbains et périurbains.

Analyses statistiques

Les données collectées ont été enregistrées dans une base de données conçue sous Excel. Le logiciel SAS (SAS, Cary, NC, 2006) a été utilisé pour les analyses statistiques. La procédure *Proc corresp* a été utilisée pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Les variables suivantes ont été prises en compte : le niveau d'étude, les races élevées, le type d'habitat, le type de ration servie aux animaux, la fréquence de nourrissage par jour, les matières premières utilisées et les contraintes rencontrées par les éleveurs. Une classification ascendante hiérarchique sur la base des caractéristiques des élevages sur les composantes de l'AFC les plus significatives a été

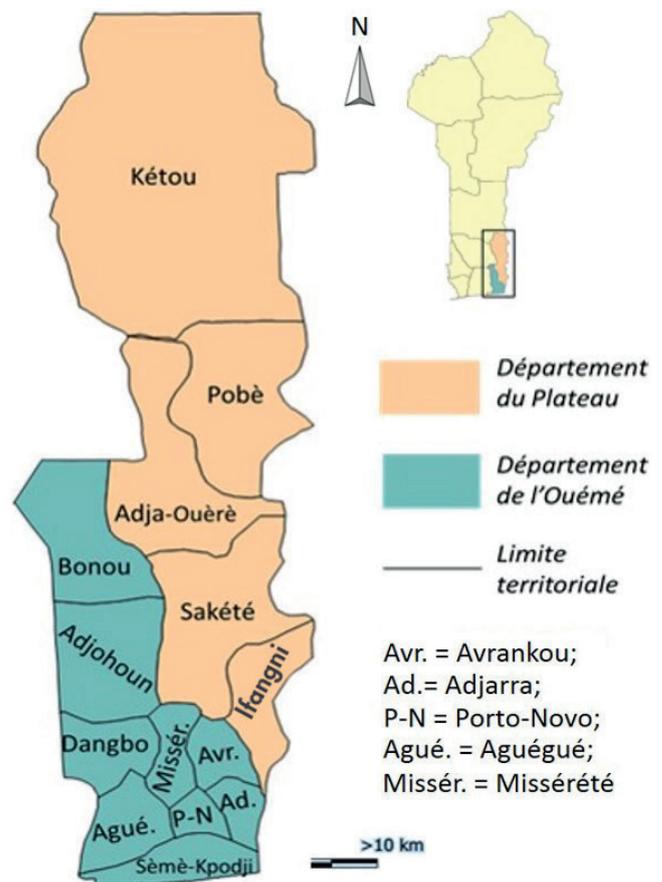


Figure 1 : carte du Bénin montrant les départements de l'Ouémé et du Plateau.

ensuite réalisée. La procédure *Proc mean* a été utilisée pour la statistique descriptive. Les fréquences ont été calculées par la procédure *Proc freq* et les comparaisons entre les fréquences relatives ont été réalisées par le test bilatéral de Z. Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été calculé selon la formule :

$$IC = 1,96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

où P est la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

■ RESULTATS

Caractéristiques socioprofessionnelles des différents groupes d'éleveurs

Les trois premiers axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances ($\chi^2 = 949,33$). Chaque axe correspondait à un groupe d'éleveurs. La contribution à l'inertie totale des trois axes factoriels a été de 44,88 % (23,21 % pour le premier axe, 12,12 % pour le second et 9,54 % pour le troisième). Les résultats de l'analyse factorielle sont présentés sur la figure 2.

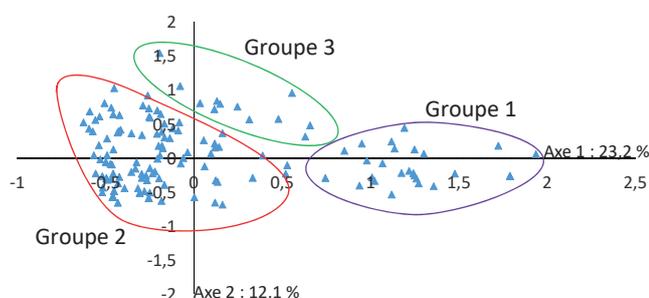


Figure 2 : répartition sur les axes factoriels des groupes d'éleveurs de porcs au Sud-Bénin.

La quasi-totalité des éleveurs enquêtés était des hommes dans les trois groupes (tableau I). Le groupe 1 était caractérisé par un taux de non-scolarisation élevé (46,9 %) et l'activité la plus pratiquée était l'agriculture (42,8 %). Dans le groupe 2, les éleveurs ayant les niveaux primaire ou secondaire étaient majoritaires, et l'activité la plus pratiquée était l'artisanat (29,3 %), suivi des activités agricoles (20 %). Quant au groupe 3, la majorité des enquêtés avait le niveau primaire (44,4 %) ou était non scolarisée (33,3 %), et l'activité la plus pratiquée était l'agriculture (40,7 %), suivie de l'artisanat (25,9 %). Les commerçants ont été présents seulement dans les groupes 2 et 3. Le pourcentage des enquêtés qui pratiquaient l'élevage comme activité principale a été très faible dans les trois groupes.

Pratiques d'élevage et infrastructures

Les éleveurs du groupe 1 élevaient beaucoup plus les porcs locaux que ceux des groupes 2 et 3 où la grande majorité élevait les races améliorées (tableau II). Ces dernières sont issues des croisements entre races locales et races importées (Landrace et Large White), et entre produits issus de ces croisements. Comparativement aux groupes 2 et 3 où presque la totalité des éleveurs de porcs pratiquait la castration permanente, les éleveurs du groupe 1 élevaient leurs animaux le plus souvent en castration temporaire (38,7 %) ou permanente (48,9 %). Toutefois, dans ce groupe 12,2 % des éleveurs pratiquaient l'élevage en divagation permanente, cette proportion était plus faible dans les deux autres groupes. Plus de la moitié des éleveurs du groupe 2 (61,3 %) et du groupe 3 (70,3 %) ont opté pour des habitats en dur. Le groupe 2 s'est différencié des autres groupes par l'absence d'habitat en bois. Les habitats en terre battue ont été présents seulement dans le groupe 1. Les habitats en bois et en dur ont été prédominants dans le groupe 1 qui s'est différencié des autres groupes par la présence d'éleveurs ne disposant pas d'habitats pour leurs animaux (14,2 %).

La taille moyenne du cheptel n'a pas varié d'un groupe à un autre ($16,8 \pm 20,6$; $16,1 \pm 23,7$; $12,6 \pm 8,1$; respectivement pour les groupes 1, 2 et 3) ($p > 0,05$). L'âge au sevrage a été plus élevé dans le groupe 1 ($71,7 \pm 23,9$ jours) ($p < 0,05$) et était similaire dans les groupes 2

Tableau I

Typologie des éleveurs de porcs dans le Sud-Bénin

Variable		Groupe 1 (n = 49) % ± IC	Groupe 2 (n = 75) % ± IC	Groupe 3 (n = 27) % ± IC
Sexe	Masculin	81,6 ± 10,8 ^a	89,3 ± 7,0 ^a	88,8 ± 11,9 ^a
	Féminin	18,3 ± 10,8 ^a	10,6 ± 7,0 ^a	11,11 ± 11,9 ^a
Niveau d'étude	Primaire	20,4 ± 11,3 ^b	36,0 ± 10,9 ^{a, b}	44,4 ± 18,7 ^a
	Secondaire	26,5 ± 12,4 ^a	37,3 ± 10,9 ^a	18,5 ± 14,7 ^a
	Supérieur	6,1 ± 6,7 ^a	2,7 ± 3,6 ^a	3,7 ± 7,1 ^a
	Non instruit	46,9 ± 14,0 ^a	24,0 ± 9,7 ^b	33,3 ± 17,8 ^{a, b}
Activité principale	Agriculture	42,8 ± 13,9 ^a	20,0 ± 9,1 ^b	40,7 ± 18,5 ^a
	Artisanat	16,3 ± 10,3 ^a	29,3 ± 10,3 ^a	25,9 ± 16,5 ^a
	Elevage	4,1 ± 5,5 ^a	12,0 ± 7,4 ^a	3,7 ± 7,1 ^a
	Transport	16,3 ± 10,3 ^a	8,0 ± 6,1 ^a	3,7 ± 7,1 ^a
	Commerce	0,0 ± 0,0 ^b	12,0 ± 7,4 ^a	14,8 ± 13,4 ^a
	Fonctionnaire	4,1 ± 5,5 ^a	5,3 ± 5,1 ^a	3,7 ± 7,1 ^a
	Retraité	2,0 ± 4,0 ^a	8,0 ± 6,1 ^a	3,7 ± 7,1 ^a
	Autres activités	14,3 ± 9,8 ^a	5,3 ± 5,1 ^a	3,7 ± 7,1 ^a

IC : intervalle de confiance à 95 %

^{a, b} Les fréquences relatives sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

et 3 (respectivement $60,2 \pm 17,3$ jours et $57,5 \pm 12,4$ jours). La durée d'engraissement a été similaire pour les trois groupes ($4,6 \pm 3,2$ mois pour le groupe 1 ; $5,2 \pm 4,5$ mois pour le groupe 2 ; $5,9 \pm 5,4$ mois pour le groupe 3) ($p > 0,05$).

Pratiques d'alimentation des porcs

Les pratiques alimentaires adoptées par les enquêtés sont présentées dans le tableau III. La majorité des enquêtés des trois groupes nourrissait les porcs avec une ration constituée d'un mélange d'au moins deux matières premières (mélanges de céréales ou sous-produits de céréales avec des tourteaux d'oléagineux). Toutefois, le pourcentage des enquêtés qui utilisaient ce type de ration a été significativement plus élevé dans les groupes 2 et 3. Les rations constituées des restes de cuisine, des résidus agricoles et des fourrages étaient plus utilisées dans les groupes 1 et 3. Très peu d'éleveurs utilisaient un aliment complet commercial dans le groupe 1 (12,4 %) comparativement aux autres groupes. La plupart des enquêtés nourrissaient leurs animaux deux fois par jour dans les trois groupes.

Les matières premières les plus utilisées pour la composition de la ration dans ces deux groupes étaient : les drêches de brasserie, les sons de céréales (blé, maïs et riz) et les tourteaux d'oléagineux. Toutefois, une grande proportion des éleveurs du groupe 3 utilisait du son de soja en plus de ces matières premières (figure 3). Les sources de minéraux tels que les coquilles d'huître et les complexes minéraux vitaminés étaient très peu utilisées dans les trois groupes. Cependant, le sel de cuisine (NaCl) était beaucoup plus utilisé dans la formulation de la ration des porcs par les éleveurs des groupes 2 et 3.

Contraintes rencontrées par les éleveurs de porcs

Les contraintes auxquelles étaient confrontés les éleveurs de porcs sont présentées dans le tableau IV. Les difficultés d'ordre alimentaire les plus récurrentes dans les trois groupes étaient le manque de moyens financiers et la cherté des matières premières. En ce qui concerne les contraintes sanitaires, la majorité des éleveurs ont évoqué des cas de suspicion de peste porcine africaine (PPA). Les fréquences de cette maladie n'ont pas varié significativement d'un groupe à un autre. Toutefois, dans le groupe 1, la fréquence des éleveurs ayant soupçonné

Tableau II

Modes de gestion et infrastructures de porciculture selon le groupe d'éleveurs au Sud-Bénin

Variable		Groupe 1 (n = 49) % ± IC	Groupe 2 (n = 75) % ± IC	Groupe 3 (n = 27) % ± IC
Race élevée	Améliorée	53,0 ± 14,0 ^c	93,3 ± 5,6 ^a	77,8 ± 15,7 ^b
	Locale	53,0 ± 14,0 ^a	12,0 ± 7,4 ^c	28,6 ± 17,1 ^b
Mode d'élevage	Divagation	12,2 ± 9,2 ^a	1,3 ± 2,6 ^b	3,7 ± 7,1 ^{a, b}
	Claustration permanente	48,9 ± 14,0 ^c	97,3 ± 3,6 ^a	85,2 ± 13,4 ^b
	Claustration temporaire	38,7 ± 13,6 ^a	1,3 ± 2,6 ^c	11,1 ± 11,9 ^b
Type d'habitat	Bois	40,8 ± 13,8 ^a	0,0 ± 0,0 ^c	11,1 ± 11,9 ^b
	Semi-dur	10,2 ± 8,5 ^b	38,6 ± 11,0 ^a	7,4 ± 9,9 ^b
	Dur	34,6 ± 13,3 ^b	61,3 ± 11,0 ^a	70,3 ± 17,2 ^a
	Terre battue	0,0 ± 0,0 ^b	0,0 ± 0,0 ^b	11,1 ± 11,9 ^a
	Sans habitat	14,2 ± 9,8 ^a	0,0 ± 0,0 ^b	0,0 ± 0,0 ^c

IC : intervalle de confiance à 95 %

^{a, b, c} Les fréquences relatives sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

Tableau III

Pratiques d'alimentation des porcs selon le groupe d'éleveurs au Sud-Bénin

Variable		Groupe 1 (n = 49) % ± IC	Groupe 2 (n = 75) % ± IC	Groupe 3 (n = 27) % ± IC
Type de ration servie aux animaux	Restes de cuisine, résidus agricoles et feuilles	57,1 ± 13,9 ^a	32,0 ± 10,6 ^b	55,6 ± 18,7 ^a
	Mélange de deux ou plusieurs matières premières	61,2 ± 13,6 ^b	86,7 ± 7,7 ^a	66,6 ± 17,8 ^b
	Aliment complet commercial	12,2 ± 9,2 ^b	29,3 ± 10,3 ^a	37,0 ± 18,2 ^a
Fréquence de nourrissage par jour	1 fois	6,1 ± 6,7 ^a	17,3 ± 8,6 ^a	11,1 ± 11,9 ^a
	2 fois	53,1 ± 14,0 ^b	73,3 ± 10,0 ^a	62,9 ± 18,2 ^{a, b}
	3 fois	40,8 ± 13,8 ^a	9,3 ± 6,6 ^b	25,9 ± 16,5 ^a

IC : intervalle de confiance à 95 %

^{a, b} Les fréquences relatives sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

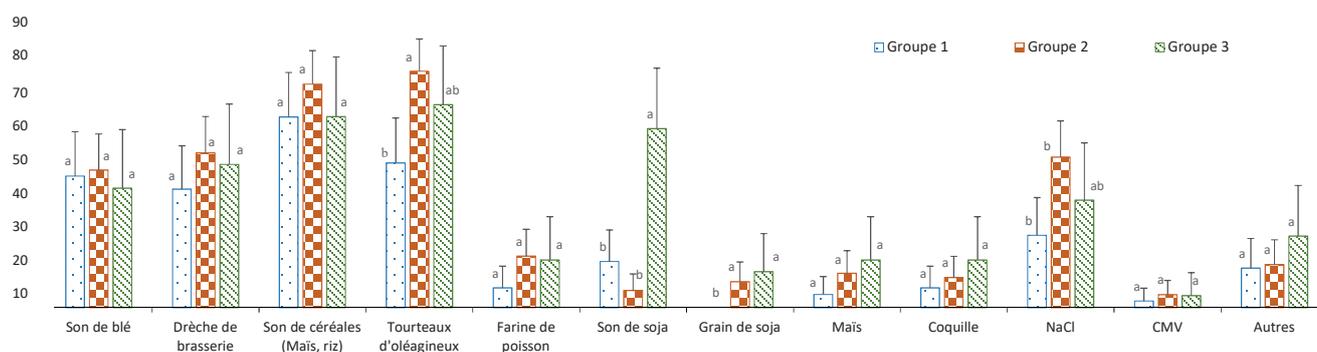


Figure 3 : matières premières utilisées en alimentation porcine selon le groupe d'éleveurs dans le Sud-Bénin (axe des ordonnées en %).

Tableau IV

Contraintes rencontrées par les éleveurs de porcs dans le Sud-Bénin

Variable		Groupe 1 (n = 49) % ± IC	Groupe 2 (n = 75) % ± IC	Groupe 3 (n = 27) % ± IC
Contrainte alimentaire	Disponibilité des matières premières	36,7 ± 13,5 ^a	42,7 ± 11,2 ^a	48,1 ± 18,8 ^a
	Manque de moyens financiers	57,1 ± 13,9 ^a	65,3 ± 10,8 ^a	59,2 ± 18,5 ^a
	Cherté des matières premières	57,1 ± 13,9 ^a	57,3 ± 11,2 ^a	55,5 ± 18,7 ^a
Maladie dominante	Peste porcine africaine	63,2 ± 13,5 ^a	48,0 ± 11,3 ^a	48,1 ± 18,8 ^a
	Gale	4,1 ± 5,5 ^b	29,3 ± 10,3 ^a	25,9 ± 16,5 ^a
	Amaigrissement	4,1 ± 5,5 ^b	21,3 ± 9,3 ^a	14,8 ± 13,4 ^a
	Diarrhées	12,2 ± 9,2 ^a	18,7 ± 8,8 ^a	11,1 ± 11,9 ^a

IC : intervalle de confiance à 95 %

^{a, b} Les fréquences relatives sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

cette maladie a été légèrement supérieure à celles des autres groupes. La présence de gale et l'amaigrissement des porcelets ont été plus remarqués dans les groupes 2 et 3.

DISCUSSION

Les résultats de l'analyse factorielle ont permis de mettre en évidence trois groupes d'éleveurs. Le groupe 2 représentait la plus grande proportion des enquêtés (49,6 %), suivi du groupe 1 (32,4 %). L'élevage tel qu'il est pratiqué dans le groupe 1 se rapproche d'un élevage traditionnel en raison de la forte présence de porcs locaux, de la qualité des infrastructures majoritairement construites en bois, des pratiques d'élevage et d'alimentation. Les caractéristiques de ce groupe seraient en relation avec le statut socioprofessionnel des éleveurs qui le composent. Dans le groupe 2, l'élevage est plus ou moins moderne avec une forte présence d'éleveurs de races améliorées qui élèvent des porcs en claustration permanente dans des habitats durables, construits uniquement en dur ou en semi-dur. Dans ce groupe, les pratiques alimentaires apparaissent beaucoup plus améliorées que celles du groupe 1. Cette différence serait liée à la forte présence d'éleveurs ayant au moins le niveau d'étude primaire mais traduirait aussi une forte présence d'éleveurs ayant des revenus supérieurs à ceux du groupe 1. Le groupe 3 représente la plus faible proportion des éleveurs enquêtés (17,9 %). Il regroupe des éleveurs pratiquant un élevage plus ou moins proche d'un système semi-moderne.

Dans les trois groupes, l'élevage de porcs était une activité majoritairement masculine. Cette observation a déjà été rapportée

par Youssao et al. (2008) et Houndonoubo et al. (2012) au sud du Bénin, par Mopaté (2008) à N'Djaména au Tchad, et par Ognika et al. (2016) au Congo. Selon Houndonoubo et al. (2012), le faible taux de femmes dans l'élevage de porcs serait dû aux contraintes liées à cette activité, notamment les contraintes d'ordre alimentaire et l'importance des investissements. Cette étude a montré qu'il n'existait pratiquement pas d'éleveur professionnel de porcs dans les départements de l'Ouémé et du Plateau en raison des faibles pourcentages des enquêtés pratiquant l'élevage comme activité principale dans les trois groupes. Ceci pourrait témoigner de l'adoption de cette activité d'élevage de porcs comme source alternative de revenus. D'autres auteurs font le même constat en milieu tropical (Mopaté et al., 2011a ; Ognika et al., 2016). Selon ces auteurs, l'élevage de porcs est, le plus souvent, une activité secondaire pratiquée par divers groupes socioprofessionnels et considérée comme ressource d'appoint pour ces éleveurs.

Les groupes 1 et 3 étaient caractérisés par des pourcentages élevés d'éleveurs non scolarisés. Selon Kimbi et al. (2015), le niveau d'éducation de l'éleveur est un facteur important pouvant influencer son système de gestion de l'élevage et son évolution vers le professionnalisme. Ceci semble être vérifié dans cette étude, aussi bien pour le mode de conduite de l'élevage que pour les pratiques alimentaires. En effet, dans les groupes 1 et 3, les pourcentages d'éleveurs pratiquant l'élevage en claustration temporaire et en divagation étaient plus importants que dans le groupe 2 qui présentait un taux de non-scolarisation relativement plus bas et où la quasi-totalité des éleveurs enquêtés faisait l'élevage en claustration permanente.

De plus, les agriculteurs étaient majoritaires dans les groupes 1 et 3. Ceci pourrait expliquer la forte valorisation des restes de cuisine et des résidus de récolte dans l'alimentation des porcs observée dans ces deux groupes. En effet, ces agriculteurs éleveurs de porcs pourraient bénéficier des résidus de récolte et des sous-produits de transformation agroalimentaire en période post-récolte pour nourrir les porcins. Par ailleurs, les porcs locaux sont reconnus pour leur aptitude à tolérer ces types d'aliments ce qui pourrait expliquer les pourcentages d'éleveurs de porcs locaux plus importants dans ces groupes que dans le groupe 2. Ces races locales exigent peu d'investissement et sont très rustiques. Elles peuvent être facilement élevées par des éleveurs ayant de faibles revenus. Ce serait le cas du groupe 1 en raison des caractéristiques socioprofessionnelles des enquêtés de ce groupe.

Malgré la forte valorisation des restes de cuisine et autres sous-produits agricoles, la majorité des enquêtés essayait de formuler un complément alimentaire en mélangeant deux ou plusieurs matières premières (le plus souvent son de céréale et tourteau). Cette pratique était plus importante dans le groupe 2. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la quasi-totalité des éleveurs de ce groupe a opté pour l'élevage de races améliorées moins tolérantes aux aliments pauvres que les porcs locaux. Cependant, la formulation de ce complément ne tient pas compte des besoins nutritifs des animaux, elle se fait au hasard, selon la disponibilité et l'accessibilité des matières premières. Il est donc très peu probable que la ration servie aux porcs dans les différents groupes corresponde à leurs besoins nutritionnels. Ceci pourrait se traduire par les problèmes d'amaigrissement plus récurrents dans les groupes 2 et 3. Toutefois, des études sur la valeur nutritive des rations ainsi formulées sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse. De plus, les besoins nutritifs de ces porcs élevés (race locale et améliorée) doivent être connus afin de formuler des rations mieux adaptées à leurs besoins. La faible utilisation de l'aliment complet commercial dans le groupe 1 serait liée au faible pouvoir d'achat des éleveurs de ce groupe.

Les contraintes d'ordre alimentaire rencontrées par les éleveurs étaient communes à tous les groupes. Ces difficultés étaient principalement la disponibilité des matières premières (surtout les sources de protéines qui sont les plus chères), le manque de moyens financiers et le coût élevé des matières premières. Ces mêmes difficultés ont été rapportées par Petrus et al. (2011) en Namibie et Mbuthia et al. (2015) au Kenya. Les difficultés financières des éleveurs associées à la cherté des matières premières constituent un obstacle majeur pour la production porcine au Bénin. Les programmes de recherche visant à promouvoir l'intensification de la production porcine par l'amélioration de l'alimentation permettraient de lever ces obstacles et d'accroître le rendement de la production porcine au Bénin. A cet effet, un intérêt doit être accordé aux ressources alimentaires non conventionnelles, bon marché et disponibles. Dans la zone de N'Djaména au Tchad, les sons de céréales (maïs, riz, sorgho) et les drêches artisanales issues de la transformation de ces céréales en bière et alcool traditionnel sont mobilisés dans l'alimentation des porcs (Mopaté et al., 2011b ; 2011c). Par ailleurs, au Burkina Faso, deux procédés de fabrication d'aliment non conventionnel pour porc ayant des valeurs énergétiques acceptables ont été mis au point par Timbilfou et al. (2013), l'un à partir de la peau de mangue et de son de maïs, l'autre à partir de la mangue entière avariée sans la graine mélangée au son de maïs. Les fourrages peuvent aussi être bien valorisés en production porcine.

Les essais de digestibilité réalisés *in vivo* par Kambashi et al. (2014) ont révélé que les feuilles de *Moringa oleifera*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Gliricidia sepium*, *Manihot esculenta*, *Ipomea batatas*, *Mucuna pruriens*, *Vigna unguiculata*, *Psophocarpus scandens* et *Amaranthus hybridus* peuvent être utilisées comme source de protéines digestibles, mais aussi de minéraux dans l'alimentation des porcs. Ces exemples pourraient orienter d'autres recherches en Afrique

de l'Ouest et plus précisément au Bénin. Cependant, avant leur utilisation en alimentation porcine, les matières premières alternatives doivent être bien caractérisées en termes de composition en protéines, acides aminés, amidon, matières grasses et minéraux, ainsi que leur teneur en facteurs antinutritionnels. Les limites d'utilisation de ces matières premières doivent être également connues.

Toutefois, certaines contraintes alimentaires pourraient être maîtrisées par une meilleure organisation des éleveurs qui s'approvisionneraient de manière groupée en de grandes quantités de matières premières, notamment en maïs et soja, pendant les périodes d'abondance où elles sont moins coûteuses. Cette meilleure organisation pourrait aussi faciliter une bonne mobilisation des sous-produits de transformation artisanale agroalimentaire comme les sons humides de maïs et de soja qui peuvent être séchés et stockés pour nourrir les porcins.

La fréquence de suspicion de la peste porcine africaine était légèrement plus importante dans le groupe 1. Ceci pourrait se justifier, d'une part, par le mode d'élevage (divagation ou claustration temporaire) et, d'autre part, par les pratiques alimentaires adoptées par les éleveurs de ce groupe, qui consistaient à nourrir les porcs avec des fourrages, des résidus agricoles et des restes de cuisine. En effet, au cours de cette enquête, plusieurs éleveurs ont déclaré qu'ils allaient récolter du fourrage dans des marécages et qu'ils le distribuaient aux porcs sans aucune précaution, ce qui constitue un facteur de risque très important. En effet, dans certaines zones lacustres, les éleveurs de porcs jettent les animaux morts de la PPA dans les cours d'eau. Cette pratique joue un rôle non négligeable dans la dissémination de cette maladie. La PPA reste une grande menace pour la survie de l'élevage porcin au Sud-Bénin. Les pratiques d'élevage y jouent aussi un grand rôle. Au cours des échanges avec les éleveurs, certains ont déclaré qu'ils gardaient sur leur ferme des animaux ayant survécu à des épisodes de la PPA. Cette situation constitue un obstacle majeur aux programmes d'éradication de la PPA au Bénin. Face à cela, les services vétérinaires devraient être beaucoup plus efficaces en mettant sur pied des programmes de sensibilisation sur cette zoonose.

■ CONCLUSION

La présente étude sur la gestion de l'alimentation et les contraintes rencontrées par les éleveurs de porcs a révélé l'existence de trois groupes d'éleveurs dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Bénin. Les résultats montrent que les contraintes d'ordre alimentaire étaient les mêmes dans les trois groupes. L'amélioration du rendement de la production porcine par l'amélioration des systèmes d'alimentation devrait tenir compte de leurs difficultés. Une formation des éleveurs sur la formulation des aliments avec des matières premières disponibles et à moindre coût paraît donc nécessaire. A cet effet, des études sur la valorisation des ressources alimentaires locales sont souhaitables. Par ailleurs, la vulgarisation des normes de biosécurité en production porcine en ciblant en particulier l'hygiène alimentaire est nécessaire pour la réduction de l'incidence de certaines pathologies, notamment la peste porcine africaine. A ces fins, l'Etat doit jouer un rôle important à travers l'organisation des formations pour les éleveurs et par une redynamisation des services vétérinaires.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Académie de recherche et d'enseignement supérieur (ARES) de la Commission de la coopération au développement (CCD) de la Belgique pour son appui dans la réalisation de cette étude à travers le projet de recherche pour le développement intitulé « Professionnalisation et renforcement de la compétitivité de la filière porc par la recherche-action en partenariat dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au sud-est du Bénin ».

REFERENCES

- Attakpa E., Akpo Y., Amadou N., Awohouedji D.Y.G., Djegui F., Youssao A.K., 2014. Pig farms' typology and African swine fever's epidemiology in Parakou's district in North of Benin. *Sci. J. Anim. Sci.*, **3** (11): 268-274
- Countrysat, 2017. Répartition de la production de viande au Bénin. <http://countrysat.org/home.aspx?c=BEN&ta=053CPD050&tr=7> (consulté le 2 juin 2017)
- FAO, 2017. FAOSTAT : Equilibres des produits - Elevage et pêche - Equivalent primaire. www.fao.org/faostat/fr/#data/BL/visualize (consulté le 8 mai 2017)
- Houndonougbo M.F., Adjolohoun S., Aboh B.A., Singbo A., Chrysostome C.A.A.M., 2012. Caractéristiques du système d'élevage porcin au sud-est du Bénin. *Bull. Rech. Agron. Benin*, NS Juillet, 15-21
- INSAE, 2015. Que retenir des effectifs de population en 2013. INSAE, ministère du Développement, de l'Analyse, économique et de la Prospective, Bénin, 33 p.
- Kambashi B., Picron P., Boudry C., Thewis A., Kiatoko H., Bindelle J., 2014. Nutritive value of tropical forage plants fed to pigs in the Western provinces of the Democratic Republic of the Congo. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **191**: 47-56, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.01.012
- Kiendrebeogot T., Mopate L.Y., Ido G., Kaboré-Zoungana C.Y., 2013. Procédés de production d'aliments non conventionnels pour porcs à base de déchets de mangues et détermination de leurs valeurs alimentaires au Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.*, **67** : 5261-5270, doi : 10.4314/jab.v67i0.95047
- Kimbi E., Lekule F., Mlangwa J., Mejer H., Thamsborg S., 2015. Smallholder pigs production systems in Tanzania. *J. Agri. Sci. Technol.*, **A5**: 47-60
- Mbuthia J.M., Rewe T.O., Kahi A.K., 2015. Evaluation of pig production practices, constraints and opportunities for improvement in smallholder production systems in Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **47** (2): 369-376, doi: 10.1007/s11250-014-0730-2
- Mopaté L.Y., 2008. Dynamique des élevages porcins et amélioration de la production en zones urbaine et périurbaine de N'Djaména (Tchad). Thèse Doct., Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 246 p.
- Mopaté L.Y., Kaboré-Zoungana C., 2009. Dynamique des élevages et caractéristiques des producteurs de porcs de la ville de N'Djaména, Tchad. In: Actes Colloque Savanes africaines en développement : innover pour durer (éds Seiny-Boukar L., Boumard P.). Garoua, Cameroun, 20-23 avr. 2009. Prasac, N'Djaména, Tchad / Cirad, Montpellier, France, 9 p.
- Mopaté L.Y., Kaboré-Zoungana C., Facho B., 2011a. Structure des troupeaux et performances des élevages porcins de la zone de N'Djaména au Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5** (1) : 321-330, doi : 10.4314/ijbcs.v5i1.68108
- Mopaté L.Y., Kaboré-Zoungana C.Y., Facho B., 2011b. Disponibilité et valeurs alimentaires des sons de riz, maïs et sorgho mobilisables dans l'alimentation des porcs à N'Djaména (Tchad). *J. Appl. Biosci.*, **41** : 2757-2764
- Mopaté L.Y., Kaboré-Zoungana C.Y., Facho B., 2011c. Disponibilités et valeurs alimentaires des drèches artisanales et résidus d'alcool traditionnel mobilisables dans l'alimentation des porcs dans la zone de N'Djaména (Tchad). *J. Appl. Biosci.*, **42** : 2859-2866
- Ognika A., Missoko R., Mopoundza P., Akouango P., 2016. Dynamique des élevages et caractéristiques des producteurs de porcs de Brazzaville et ses environs (République du Congo). *J. Anim. Plant Sci.*, **29** (1) : 4426-4536
- Petrus N., Mpofo I., Schneider M., Nepembe M., 2011. The constraints and potentials of pig production among communal farmers in Erayi Constituency of Namibia. *Livest. Res. Rural Dev.*, **23** (7), www.lrrd.org/lrrd23/7/petr23159.htm (consulté le 20 mai 2017)
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R., 2008. Pig production and indigenous genetic resources in suburban areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. *Res. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 235-243, doi: 10.19182/remvt.9995

Summary

Kiki P.S., Dahouda M., Seibou Toleba S., Ahounou S.G., Dotché I.O., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Mensah G.A., Farougou S., Youssao Abdou Karim I., Dehoux J.-P. Pig feeding management and pig farming constraints in Southern Benin

In order to characterize pig feeding practices in Oueme and Plateau departments in Southern Benin, a survey was carried out among 151 pig farmers. This study identified three groups. Group 1 (32.5% of survey participants) consisted mainly of farmers with no school education who preferably reared the local breed. In Group 2 (49.6% of the surveyed farmers), the majority had primary or secondary education. Almost all pig farmers in this group reared an improved breed. Group 3 (17.9% of the respondents) consisted mainly of farmers with no school education or farmers with primary education. These farmers had mainly chosen to rear the improved breeds. Group 2 farmers mainly kept their animals in concrete pens (61.3%) and in semipermanent pens (38.6%). These farmers fed their animals with a self-formulated diet (86.7%). Kitchen scraps and agricultural residues as well as forages were mostly used in groups 1 (57.1%) and 3 (55.6%), where pig breeders were mostly crop farmers. However, the use of commercial complete feeds was more frequent in Group 3 (37.0%) than in Group 1. The most common constraints for the three groups were the lack of feed availability, the increasing cost of feed ingredients, and the lack of financial resources. Feed remains

Resumen

Kiki P.S., Dahouda M., Seibou Toleba S., Ahounou S.G., Dotché I.O., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., Mensah G.A., Farougou S., Youssao Abdou Karim I., Dehoux J.-P. Manejo alimenticio del cerdo y obstáculos de la cría de cerdos en Benín del Sur

Con el fin de caracterizar las prácticas de alimentación porcina en los departamentos de Oueme y Plateau en el Sur de Benin, se llevó a cabo una encuesta entre 151 productores porcinos. Este estudio identificó tres grupos. El grupo 1 (32,5% de los participantes en la encuesta) consistió principalmente en agricultores sin educación escolar que preferiblemente criaban la raza local. En el grupo 2 (49,6% de los agricultores encuestados), la mayoría tenía educación primaria o secundaria. Casi todos los productores porcinos en este grupo criaron una raza mejorada. El grupo 3 (17,9% de los encuestados) consistió principalmente en agricultores sin educación escolar o agricultores con educación primaria. Estos productores de cerdos habían elegido principalmente criar las razas mejoradas. Los criadores de cerdos del grupo 2 mantuvieron principalmente a sus animales en corrales de concreto (61,3%) y en corrales semipermanentes (38,6%). Estos agricultores alimentaron a sus animales con una dieta auto-formulada (86,7%). Los sobros de cocina y los residuos agrícolas, así como los forrajes se utilizaron principalmente en los grupos 1 (57,1%) y 3 (55,6%), en los que los criadores de cerdos fueron en su mayoría cultivadores. Sin embargo, el uso

an important constraint for pig productivity in Benin. It should be improved by the development of balanced feed formulas, which meet animal requirements according to the physiological stage, and are based on local and cheaper feed ingredients.

Keywords: swine, rearing system, feeds, feeding, Benin

de alimentos comerciales completos fue más frecuente en el grupo 3 (37,0%) que en el grupo 1. Las limitaciones más comunes en los tres grupos fueron la falta de disponibilidad de alimento, el costo creciente de los ingredientes del alimento y la falta de recursos. La alimentación sigue siendo una limitación importante para la productividad porcina en Benín. Debería mejorarse mediante el desarrollo de fórmulas de alimentos balanceados, que cumplan con los requisitos de los animales según la etapa fisiológica, y basados en ingredientes de alimentos locales y más baratos.

Palabras clave: cerdo, sistema de cría, pienso, alimentación, Benin

Effets de l'alimentation complémentaire sur les performances de croissance des porcelets en sevrage tardif en zone tropicale

Josmi Brunel Bakala Mirama¹

Henri Banga-Mboko^{1,2*} Prudence Pitchou Adzona¹

Balthazar Bienvenu Mabanza Mbanza² Jean-Luc Hornick³

Mots-clés

Porcin, porcelet, alimentation des animaux, sevrage, croissance, Congo

Submitted: 17 August 2017

Accepted: 30 April 2018

Published: 9 July 2018

DOI: 10.19182/remvt.31339

Résumé

L'alimentation complémentaire des porcelets à la maternité est indispensable pour un sevrage tardif à 45 jours. L'objectif de cette étude a été de vérifier l'hypothèse selon laquelle une alimentation solide peut améliorer les performances zootechniques des porcelets au sevrage. Un échantillon de 36 porcelets a été réparti entre trois truies : les porcelets nourris uniquement au lait maternel par la truie A (lot 1, témoin), les porcelets sous la truie B et ayant consommé de l'aliment 2^e âge à partir de 30 jours (lot 2), les porcelets sous la truie C, recevant les deux types d'aliments (1^{er} et 2^e âge) de 15 à 45 jours (lot 3). Des pesées individuelles ont été effectuées dès l'entrée à l'aliment 1^{er} âge, à 15 jours puis à 30 jours et enfin à 45 jours. Au sevrage, les porcelets recevant les deux types d'aliments ont donné de meilleures performances ($p < 0,05$) sur le poids vif à 45 jours d'âge ($11,2 \pm 2,5$ kg contre $8,0 \pm 1,7$ kg), la consommation d'aliment (292 ± 45 g/j contre 134 ± 45 g/j) et le gain de poids moyen quotidien (206 ± 49 g/j contre 101 ± 30 g/j). En conclusion, la distribution des aliments solides améliore significativement ($p < 0,05$) la prise alimentaire et la vitesse de croissance des porcelets au 45^e jour. Cette étude a permis de montrer la nécessité de distribuer des aliments 1^{er} et 2^e âge dans les élevages pratiquant un sevrage tardif. Cette pratique ouvre des perspectives d'amélioration des performances zootechniques en élevage porcin en zone tropicale.

■ Comment citer cet article : Bakala Mirama J.B., Banga-Mboko H., Adzona P.P., Mabanza Mbanza B.B., Hornick J.-L., 2018. Effects of supplementary feeding on the growth performance of late-weaning piglets in tropical areas. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **71** (1-2): 75-80, doi: 10.19182/remvt.31339

■ INTRODUCTION

Selon Gendron et Gillot (2003) « L'élevage porcin a évolué au fil du temps pour passer du type familial à celui d'industriel. Cette évolution a été permise par une certaine rationalisation des différentes phases de la production. L'alimentation n'échappe pas à cette règle. En effet, par le biais de la conduite en bande, on peut constituer des lots d'animaux présentant, à un instant donné, un même état physiologique et les mêmes besoins alimentaires. On peut alors distinguer quatre groupes : les reproducteurs, les porcelets avant le sevrage, les porcelets en postsevrage et les porcs à l'engraissement ». L'alimentation consiste à combiner judicieusement les différents ingrédients en une ration équilibrée répondant aux besoins de l'animal. L'aliment représente les deux tiers du coût de production des produits animaux. Aussi, « l'éleveur doit-il assurer une gestion rationnelle de toutes

1. Université Marien Ngouabi, BP 69, Brazzaville, Congo-Brazzaville.

2. Institut national de recherche agronomique (IRA), avenue des premiers jeux africains, face stade Alphonse Massamba-Débat, Brazzaville, Congo.

3. Institut vétérinaire tropical, Service de nutrition animale, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +242 05 577 80 25 ; +242 06 685 14 76

Email : hbangamboko@gmail.com



les activités liées à l'alimentation de son cheptel autour d'un mailon central : l'animal, dont l'efficacité biologique de transformation détermine largement la rentabilité de l'élevage » (Sauvant, 2003).

Il a été prouvé que chez la truie allaitante, malgré l'augmentation progressive de la quantité d'aliments, les réserves nutritives s'épuisent entre deux et trois semaines (INRA 1989). Les conséquences sont plus ressenties dans les élevages pratiquant un sevrage tardif à 45 jours comme cela est le cas dans les pays en développement. Sauvant (2003) rapporte que « d'autres éléments nutritifs ne sont pour ainsi dire que peu ou pas stockables sous leur forme active (exemple des acides aminés indispensables). De ce fait, en cas de déficit d'apport en ce nutriment, les performances sont rapidement affaiblies et fréquemment associées à une fragilité ou à des troubles métaboliques. En revanche, pour ces apports d'acides aminés, il est connu que les excès alimentaires ne peuvent être stockés et sont efficacement détruits au niveau hépatique, ce qui induit une production et un rejet d'azote sous forme d'urée. Dans cette situation, il convient d'éviter au maximum les déficits et les excès d'apport, même à court terme, les recommandations sont donc très proches des besoins » de la truie. Cependant, à l'âge de trois ou quatre semaines, les porcelets sous leur mère passent par une période difficile, leurs besoins en lait dépassent ce que la truie peut fournir et le stock des minéraux dont ils disposaient à leur naissance s'épuise. Il est donc nécessaire de leur fournir quelques aliments solides, faciles à digérer et un complément en minéraux.

Au cours du temps, le porcelet au sevrage rencontre un certain nombre de problèmes digestifs notamment en raison de son équipement enzymatique inadapté ; il connaît une période de jeûne plus ou moins longue. La surface d'absorption des nutriments ainsi diminue. C'est pourquoi il importe qu'avant le sevrage le porcelet soit habitué à consommer de l'aliment solide. Cette accoutumance est aussi importante sur le plan digestif que sur le plan comportemental (Wipf, 2010). Ainsi, vouloir favoriser la consommation précoce des aliments solides en maternité est essentiel pour optimiser les performances, la santé et le bien-être des porcelets (Laitat et al., 2003). L'alimentation solide des porcelets présevrage a fait l'objet de plusieurs études (Aumaitre et al., 1961 ; Quiniou et al., 2001 ; Cariolet et al., 2004 ; Van Milgen et al., 2013). Ces auteurs sont unanimes sur l'effet des aliments solides sur l'amélioration des performances zootechniques des porcelets au sevrage. En revanche, la littérature demeure contrastée sur certaines pratiques comme l'âge d'utilisation des aliments solides, et l'effet génétique des parents et des facteurs non génétiques.

Au Congo, les données recueillies à l'issue des enquêtes menées au sein des minoteries (Nzaba, 2014) et des élevages porcins (Ognika et al., 2016) concluent que ces deux aliments sont complètement méconnus des éleveurs naisseurs. Pour remédier à cette insuffisance, il s'est avéré nécessaire de réaliser une expérimentation sur les aliments 1^{er} et 2^e âge pour mettre à la disposition des fabricants d'aliments de bétail et des fermes les informations importantes sur ces deux types d'aliments, et permettre de rentabiliser les exploitations.

L'hypothèse émise dans cette étude était que les aliments 1^{er} et 2^e âge permettent de sevrer à 45 jours d'âge des porcelets vigoureux et d'obtenir de meilleures performances au sevrage. L'objectif de ce travail a ainsi été d'étudier les effets des aliments 1^{er} et 2^e âge sur les performances des porcelets à 45 jours d'âge en prenant en compte les paramètres de croissance.

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux et conditions expérimentales

L'étude a été réalisée à la ferme privée Colette, à Kintélé dans le district d'Ignié, dans la banlieue de Brazzaville au Congo. Elle a été menée pendant la saison sèche caractérisée par des températures

allant de 18 à 21 °C. Elle a porté sur un effectif de trente-six porcelets issus de l'accouplement d'un verrat et de trois truies de race Large White importées de France dont les mises bas ont eu lieu le même jour. Les porcelets ont été répartis à poids égal entre les trois mères. L'expérimentation a été réalisée sur une durée de 45 jours, partant de la naissance des porcelets jusqu'au sevrage à 45 jours, qui correspondait aux pratiques de la ferme.

Préparation des box d'expérimentation

Trois box ont été aménagés dans l'enceinte du bâtiment de la maternité qui comportait 22 box de forme rectangulaire de 5,0 m de longueur, 2,5 m de largeur et 1,5 m de hauteur. Chaque box a été subdivisé en deux pour obtenir deux compartiments de même superficie. Chaque compartiment a été muni d'une mangeoire et d'un abreuvoir fixés au sol, du côté de la mère comme du côté des porcelets. La mère et les porcelets étaient séparés par une cloison en bois limitant l'accès des porcelets à l'aliment de la mère, d'une part, et l'accès de la mère à l'alimentation des porcelets, d'autre part.

Répartition des porcelets

Les porcelets qui ont fait partie de cette étude étaient issus des portées de 14, 10 et 12 sujets. Lors de la pesée, les porcelets ont été identifiés individuellement par une boucle numérotée. Les soins périnataux ont été appliqués (coupe du cordon ombilical, section des canines, administration du colostrum) à tous les animaux. Douze heures après la naissance, tous les porcelets ont été pesés individuellement. Les portées ont été égalisées dans les 48 heures pour constituer des lots comprenant chacun une truie et 12 porcelets. Les porcelets ont été répartis en trois lots, selon la nature de l'aliment (tableau I). Dans ce dispositif, le lot a été considéré comme facteur fixe et le régime alimentaire comme variable aléatoire.

Régimes alimentaires

Les aliments expérimentaux ont été préparés à la fabrique d'aliments de la ferme Colette qui dispose d'un broyeur-mélangeur. Des aliments distincts ont été élaborés pour le 1^{er} âge, le 2^e âge et les truies allaitantes. Le tableau II montre la composition centésimale et la composition chimique calculée des trois régimes.

Paramètres zootechniques mesurés

Poids vif

Les pesées individuelles ont été effectuées à la naissance et dès l'introduction de l'aliment 1^{er} âge au 15^e jour, puis à 30 jours et au sevrage à 45 jours. Pour ce faire, les porcelets ont été mis à jeun la veille. Une balance Roberval de portée de vingt kilogrammes, munie d'un plateau Lyonnais, à lecture directe a été utilisée.

Tableau I

Dispositif expérimental dans une ferme privée, banlieue de Brazzaville, Congo

Age des porcelets	Lot 1	Lot 2	Lot 3
15 à 30 jours	Lait maternel	Lait maternel	Lait maternel + aliment 1 ^{er} âge
30 à 45 jours	Lait maternel	Lait maternel + aliment 2 ^e âge	Lait maternel + aliment 2 ^e âge

Tableau II

Régimes alimentaires complémentés des porcelets et des truies allaitantes dans une ferme privée, banlieue de Brazzaville, Congo

Ingrédients (%)	Aliments		
	1 ^{er} âge	2 ^e âge	Truie allaitante
Maïs	33,75	35,50	40
Farine de manioc	16	15,70	17
Drêche séchée de brasserie	0	6,50	8
Son de blé	14	13	20
Huile de palme	3	0,50	0
Farine de poisson	17,50	5,90	5,50
Tourteau de soja 48	14,50	18,80	7,50
Tourteau palmiste	0	2	0
Calcaire	0,50	1,50	1,50
Sel de cuisine	0,65	0,50	0,40
Complexe vitaminé ¹	0,10	0,10	0,10
Valeur nutritive calculée²			
EN (kcal/kg)	2505	2350	2367
MAT (%)	21,10	18,1	14,2
MG (%)	3,70	4,5	5,0
CB (%)	3,5	5,0	4,9
Ca (%)	1,30	1,05	0,87
P (%)	0,84	0,44	0,49
Lysine (%)	0,96	0,94	0,70
Ratio EN/MAT	119	131	167

¹ Le régime contient, d'une part, des vitamines : A (10 M UI), D3 (3 M UI), E (2500 mg), K3 (4000 mg), B1 (5000 mg), B2 (500 mg), B6 (2500 mg), B12 (5 mg), C (10 000 mg), PP (2000 mg), pantothénate de calcium (5000 mg), biotine (5 mg), acide folique (250 mg); d'autre part, des oligoéléments : fer, cuivre, zinc, manganèse, cobalt, magnésium, iode de sodium (70 mg), chlorure de potassium (15 mg)

² Laboratoire Techna, France

EN : énergie nette ; MAT : matière azotée totale ; MG : matières grasses ; CB : cellulose brute ; Ca : calcium ; P : phosphate

Consommation d'aliment

Les quantités d'aliments distribuées et non consommées ont été pesées tous les jours dans les deux lots expérimentaux (lots 1 et 2). L'eau et l'aliment ont été distribués à volonté. Les truies ont reçu au cours de l'expérimentation six kilogrammes d'aliments par jour.

Paramètres zootechniques calculés

Les données obtenues sur les pesées des porcelets et des aliments ont servi à calculer la consommation volontaire d'aliment (CVA), le gain de poids moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC).

Analyse statistique

Les données obtenues sur les paramètres de croissance pondérale et l'efficacité alimentaire ont été saisies sur un fichier Excel puis transférées dans le logiciel Statview 5.0 (Cary, NC, USA, SAS Institute), pour une Anova (une seule voie). Les données sur la production laitière des truies et la consommation du lait maternel par les porcelets n'ont pas été prises en compte. Par ailleurs, les moyennes des poids vifs des porcelets ainsi que la consommation volontaire d'aliment, le GMQ, et l'IC (témoin vs lot 1 et lot 2) ont été comparés en utilisant le test de Student-Newman-Keuls.

RESULTATS

Les résultats sont consignés au tableau III.

Effets des aliments 1^{er} et 2^e âge sur l'évolution du poids vif en fonction de l'âge

Les résultats ont montré que le poids vif des porcelets a évolué avec l'âge dans tous les lots. Ainsi à la fin de la distribution de l'aliment 2^e âge, les effets des aliments sur la croissance des porcelets ont été significatifs ($p < 0,05$) au 45^e jour (j45). En effet, à j30, l'alimentation 1^{er} âge a amélioré significativement le poids vif (+ 19 %). A j45, le poids vif a été amélioré de 71 % contre 22 % seulement dans le lot 2.

Effets des aliments 1^{er} et 2^e âge sur la consommation volontaire alimentaire journalière

Le passage de l'aliment 1^{er} âge à l'aliment 2^e âge a amélioré la prise d'aliment de 60 %. En revanche, lorsque l'aliment a été distribué tardivement à j30, la prise alimentaire a été significativement ou fortement diminuée.

Effets des aliments 1^{er} et 2^e âge sur le gain de poids moyen quotidien

Le GMQ a augmenté avec l'âge de j15 à j45 ($p < 0,05$) chez les porcelets ayant consommé l'aliment solide dès j15. En revanche, une diminution progressive du GMQ a été observée chez les sujets n'ayant consommé que du lait maternel de j0 à j45 et dans le lot des porcelets ayant consommé l'aliment 2^e âge à j30.

Effets des aliments 1^{er} et 2^e âge sur l'indice de consommation

Les résultats montrent que les indices de consommation étaient comparables entre les lots 1 et 2.

Tableau III

Effet des aliments complémentaires sur quelques performances zootechniques des porcelets sevrés à 45 jours dans une ferme privée, banlieue de Brazzaville, Congo

	Lot 1 (témoin)	Lot 2 (traité 1)	Lot 2 (traité 2)
Poids naissance (kg)	1,94 ± 0,34	2,01 ± 0,21	1,82 ± 0,43
Poids à 15 jours (kg)	3,93 ± 1,36 ^a	4,29 ± 1,07 ^b	3,75 ± 1,13 ^a
Poids à 30 jours (kg)	5,85 ± 1,79 ^a	5,55 ± 1,50 ^a	6,94 ± 2,01 ^b
Poids à 45 jours (kg)	6,55 ± 1,59 ^a	7,96 ± 1,66 ^b	11,23 ± 2,48 ^c
GMQ 0–15 j (g/j)	132 ± 71 ^a	151 ± 61 ^b	129 ± 47 ^a
GMQ 15–30 j (g/j)	128 ± 52 ^a	118 ± 46 ^b	166 ± 68 ^c
GMQ 30–45 j (g/j)	100 ± 30 ^a	132 ± 32 ^b	206 ± 48 ^c
CVA 15–30 j (g/j)	–	–	28
CVA 30–45 j (g/j)	–	134 ± 44 ^a	292 ± 45 ^b
IC à 30 j	–	–	1,10
IC à 45 j	–	1,01 ^a	1,40 ^b

^{a,b,c} Sur une même ligne deux moyennes qui ne sont pas suivies par une même lettre sont significativement différentes ($p < 0,05$).

CVA : consommation volontaire d'aliment ; GMQ : gain de poids moyen quotidien ; IC : indice de consommation

■ DISCUSSION

Limite de l'étude

L'objectif de ce travail a été d'évaluer l'effet d'une alimentation complémentaire sur les performances de croissance des porcelets maintenus sous la mère jusqu'à l'âge de 45 jours. Les résultats ont été obtenus à partir de porcelets nourris dès l'âge de 15 jours mais leur consommation laitière n'a pas été prise en compte dans l'évaluation des performances de croissance, ceci pour des raisons pratiques de terrain. En conséquence, un biais peut exister du fait que les trois truies n'avaient pas la même production laitière. En effet, Aumaitre et al. (1961) ont montré que chez les porcelets recevant un aliment sec avant le sevrage celui-ci était responsable de la variation de poids pour 57 % et que le lait maternel y contribuait à hauteur de 38 %.

L'alimentation des porcelets est ainsi controversée. Si certains auteurs proposent la distribution dès l'âge de deux à trois semaines, tenant compte de la mise en place d'un équipement enzymatique à cet âge (INRA 1989), d'autres en revanche suggèrent de proposer l'aliment solide à partir de 12 kilogrammes de poids vif (Gaudré et Albar, 2001). Cette expérimentation a ainsi été à l'interface des deux approches. En outre, le sevrage tardif à j45 étant l'apanage des éleveurs dans les pays en développement, nous avons jugé utile de mener ladite expérimentation en nous plaçant dans le contexte de leur pratique. Les résultats obtenus sur les paramètres de croissance sont ainsi discutés.

Effets de l'alimentation solide sur le poids vif

Les porcelets qui ont consommé les aliments 1^{er} et 2^e âge ont atteint un poids moyen au sevrage à 45 jours respectivement de 11,2 et 8,0 kg. Le fait que la croissance des porcelets sous la mère est limitée par la production de lait de la mère et que le lait est déficient en protéines (relativement aux besoins des porcelets) peut expliquer ces résultats. La supplémentation avec un aliment solide riche en protéines permet de pallier cette carence et d'augmenter significativement la croissance des porcelets tout en les habituant à un aliment solide ce qui facilite le sevrage.

La différence de trois kilogrammes entre les deux groupes expérimentaux se rapproche de la valeur obtenue par Solignac et al. (1989) pour un sevrage à 40 jours. Cependant, ces résultats sont faibles comparativement à ceux rapportés par Gaudré et Granier (2004) qui sont de l'ordre de 7,9 kilogrammes pour un sevrage à 28 jours. Cette différence s'explique par l'utilisation de la poudre de lactosérum, riche en matière azotée totale, et de maïs extrudé. Dans une autre étude sur la supplémentation en méthionine, Van Milgen et al. (2013) obtiennent un poids moyen de 12,7 kilogrammes pour un sevrage à trois semaines. Huard (2010) affirme que « l'une des façons de favoriser le maintien de la croissance des porcelets est de procurer un aliment d'appoint aux porcelets, tel que » le lacto-remplaceur « ou aliment à la dérobée et réduire la température ressentie par la truie. Cet aliment peut également permettre une meilleure transition au sevrage et un meilleur départ en pouponnière ». Quiniou et al. (2001) rapportent que « plus les porcelets sont lourds à la naissance, plus leur vitesse de croissance en maternité » et en postsevrage est élevée. Cette observation n'a pas été vérifiée lorsque les porcelets moins lourds à la naissance avaient reçu des aliments solides.

Effets de l'alimentation solide sur la consommation moyenne journalière

Les résultats de cette étude ont montré un effet significatif des aliments porcelets en maternité. Ils sont en accord avec les travaux de Bruininx et al. (2002) qui affirment que les porcelets ayant consommé l'aliment solide très tôt en maternité ont une meilleure prise alimentaire dans les 24 heures suivant le premier repas en période 2^e âge :

les porcelets consacrent beaucoup de temps à des comportements d'exploration dirigés vers le nourrisseur et l'aliment. Il ressort de cette expérience qu'à partir de deux semaines le porcelet a la possibilité de réguler lui-même son niveau d'ingestion d'aliment en fonction de l'intensité de ses besoins (Cariolet et al., 2004).

Effets de l'alimentation solide sur le gain moyen quotidien

Le GMQ a été significativement plus élevé chez les porcelets dont la consommation d'aliments solides a débuté dès j15. Ces résultats se rapprochent de ceux de Cariolet et al. (2004) et de Solignac et al. (1989) sur un sevrage à 40 jours. Dans une expérience sur la supplémentation, Van Milgen et al. (2013) ont obtenu un GMQ élevé de 450 chez les porcelets âgés de plus de quatre semaines, celui-ci étant influencé par l'apport de la méthionine. En revanche, les performances des porcelets témoins corroborent les travaux de Huard (2010) qui rapporte des valeurs proches de 100 grammes par jour durant la dernière semaine de lactation. Ce dernier affirme qu'« à l'âge de quatre semaines, les porcelets sous la mère couvrent plus de 80 % de leurs besoins en énergie et en nutriment par l'ingestion de lait maternel. Le sevrage à l'âge de quatre semaines représente donc un changement brusque du régime alimentaire ». Ces arguments justifient la nécessité d'une alimentation solide (1^{er} et 2^e âge) en maternité. Toutefois, il importe de signaler que le sevrage tardif épuise la truie dont la production laitière diminue en quantité et en qualité. De plus, la truie étant une femelle à anœstrus de lactation, le retour des chaleurs est conditionné par le sevrage. Un sevrage tardif affecte ainsi les performances de reproduction en allongeant l'intervalle moyen entre sevrage et fécondation, diminuant le nombre de mises bas, avec pour conséquence économique une diminution de la productivité annuelle de la truie.

Effets de l'alimentation solide sur l'indice de consommation

Pendant la période de distribution de l'aliment 2^e âge, les porcelets qui ont consommé l'aliment solide sous la mère très tôt (à 15 jours) ont à 45 jours un IC légèrement élevé en valeur absolue, comparé à celui des porcelets qui ont consommé l'aliment solide à partir de 30 jours. Ces résultats diffèrent de l'étude de Bruininx et al. (2002) qui ont montré que les « bons consommateurs » d'aliment solide en maternité commencent à manger plus tôt cet aliment en phase 2^e âge et que leur comportement alimentaire s'avère plus efficace ». En conséquence, ces porcelets présentent un indice de consommation de 1,42 contre 1,54 pour les porcelets qui n'ont rien consommé sous la mère. Toutefois ces valeurs devraient être relativisées car ces indices de consommation ne tiennent pas compte de la consommation du lait maternel. De fait, les porcelets qui ont consommé l'aliment solide à partir de 30 jours ont eu un GMQ qui a évolué indépendamment de la quantité d'aliments consommée. Ainsi, Ollivier et Henry (1978) affirment que l'IC du porc est un caractère déterminé par un grand nombre de gènes dont les effets individuels sont faibles relativement à la variabilité du caractère ».

■ CONCLUSION

La distribution des aliments 1^{er} et 2^e âge aux porcelets pour une durée de 45 jours partant du 15^e jour de vie s'avère d'une grande importance puisqu'elle améliore la prise alimentaire et la vitesse de croissance des porcelets au sevrage. Ainsi, l'aliment 1^{er} âge distribué très tôt (à 15 jours) permet aux porcelets de se familiariser avec l'aliment solide, de préparer le dispositif digestif et d'éviter une longue période de jeûne pendant la phase de distribution de l'aliment 2^e âge. En revanche l'aliment 2^e âge distribué à partir du 30^e jour améliore

davantage les performances des porcelets au sevrage (à 45 jours) et offre ensuite une bonne période d'accoutumance au postsevrage.

L'hypothèse de départ a été vérifiée puisque les résultats ont montré que les porcelets des lots traités sont plus lourds au sevrage (à 45 jours) et les effets d'aliments sur les performances des porcelets étaient très significatifs ($p < 0,05$). Cette étude effectuée en milieu réel présente des avantages sur le plan technique et permettra de rentabiliser les exploitations porcines orientées vers la production des porcelets sevrés dont la vente s'effectue au kilogramme de poids vif. Toutefois, étant donné la physiologie particulière de la truie (espèce à anœstrus de lactation), l'étude suggère que le sevrage soit pratiqué à quatre semaines afin d'augmenter le nombre de mises bas par an et la taille des portées à la naissance, et ainsi d'obtenir une meilleure rentabilité économique.

Remerciements

Les auteurs remercient M. E. Yoka d'avoir accepté de mener cette expérimentation dans sa ferme privée Colette, l'Institut vétérinaire tropical de Liège (Belgique), et les deux relecteurs pour les annotations, remarques et critiques constructives.

REFERENCES

- Aumaitre A., Salmon-Legagneur E., Rettagliati J., 1961. Influence de l'alimentation complémentaire sur la croissance du porcelet avant le sevrage. *Ann. Zootech.*, **10** (2) : 127-140, doi : 10.1051/animres:19610206
- Bruininx E.M.A.M., Binnendijk G.P., Van Der Peet-Schwering C.M.C., Schrama J.W., Den Hartog L.A., Everts H., Beyen A.C., 2002. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group housed weaning pigs. *J. Anim. Sci.*, **80**: 1413-1418, doi: 10.2527/2002.8061413x
- Cariolet R., Le Diguerher G., Julou P., Rose N., Ecobichon P., Bougeard S., Madec F., 2004. Survie et croissance des porcelets au stade maternité dans l'unité EOPS de l'AFSSA Ploufragan. *Journ. Rech. Porcine*, **36** : 435-442
- Gaudré D., Albar J., 2001. Effet de la consommation d'aliment 1^{er} âge sur les performances du porcelet en postsevrage. *Techn. Porc*, **24** (1) : 25-29

- Gaudré D., Granier R., 2004. Comparaison de quatre rations alimentaires pour porcelets sevrés à 28 jours : Intérêt de l'utilisation de poudre de lactosérum et de maïs extrudé. *Journ. Rech. Porcine*, **36** : 223-228
- Gendron E., Gillot S.A., 2003. Fabrication de l'aliment à la ferme en élevage porcin : contribution à la recherche de traceurs de l'homogénéité du mélange. Thèse d'exercice, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, France, 134 p.
- Huard S., 2010. L'alimentation de la truie en lactation pour des porcelets de qualité. In : Expo-congrès du porc du Québec, 14-15 avr. 2010, 31-36
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : Porc, lapin et volaille. INRA, Paris, France, 250 p.
- Laitat M., De Jaeger F., Vendenheede M., Nicks B., 2003. Facteurs influençant la consommation alimentaire et les performances zootechniques du porc sevré : Perception et caractéristiques de l'aliment. *Ann. Med. Vét.*, **148** : 15-29
- Nzaba D., 2014. Typologie et analyse technique des minoteries d'aliments de bétail de Brazzaville. Mém. Licence, Ecole nationale supérieure d'agronomie et de foresterie, Université Marien Nguabi, Brazzaville, Congo, 68 p.
- Ognika A., Missoko R., Mopoundza P., Akouango P., 2016. Dynamique des élevages et caractéristiques des producteurs de porcs de Brazzaville et ses environs (République du Congo). *J. Anim. Plant Sci.*, **29** (1) : 4426-4536
- Ollivier L., Henry Y., 1978. Variation génétiques de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance : interactions avec les conditions nutritionnelles. *Ann. Genet. Sélect. Anim.*, **10** : 99-124, doi : 10.1186/1297-9686-10-1-99
- Quiniou N., Dagorn J., Gaudré D., 2001. Variations du poids des porcelets à la naissance et incidence sur les performances zootechniques ultérieures. *Tech. Porc*, **24** (2) : 11-17
- Sauvant D., 2003. Principes généraux de l'alimentation animale. INRA, Paris, France, 38 p.
- Solignac T., Castaing J., Le Foll P., 1989. Etude de la croissance du porcelet : influence de la pathologie digestive et de quelques paramètres zootechniques et comportementaux. *Journ. Rech. Porcine*, **21** : 161-166
- Van Milgen J., Noblet J., Looten P., Fuertes P., Delporte C., 2013. Efficacités comparées de la L-méthionine chez le porcelet. *Journ. Rech. Porcine*, **45** : 165-166
- Wipf A., 2010. L'alimentation des porcelets sous la mère : chassons quelques idées reçues. *L'abrevoir*, **218** (2) : 1-10

Summary

Bakala Mirama J.B., Banga-Mboko H., Adzona P.P., Mabanza Mbanza B.B., Hornick J.-L. Effects of supplementary feeding on the growth performance of late-weaning piglets in tropical areas

Supplementary feeding of piglets in the maternity ward is essential for late weaning at 45 days. The objective of this study was to test the hypothesis that a solid diet could improve the zootechnical performance of piglets at weaning. Thirty-six piglets were divided between three sows: suckling piglets only fed milk by sow A (group 1, control); suckling piglets fed by sow B and receiving the starter feed between days 30–45 (group 2); suckling piglets fed by sow C and receiving both types of feed, prestarter at day 15 and starter at day 30 until day 45 (group 3). Individual weighing was carried out as soon as the prestarter feed was introduced on day 15, then on day 30, finally on day 45. At weaning, piglets fed both types of feed had higher ($p < 0.05$) live weights at 45 days of age (11.2 ± 2.5 kg vs 8.0 ± 1.7 kg), feed intakes (292 ± 45 g/d vs 134 ± 45 g/d) and average daily weight gains (206 ± 49 g/d vs 101

Resumen

Bakala Mirama J.B., Banga-Mboko H., Adzona P.P., Mabanza Mbanza B.B., Hornick J.-L. Efectos de la alimentación complementaria en el rendimiento de crecimiento de lechones de destete tardío en áreas tropicales

La alimentación suplementaria de lechones en maternidad es esencial para el destete tardío a los 45 días. El objetivo de este estudio fue probar la hipótesis de que una dieta sólida puede mejorar el rendimiento zootécnico de los lechones al destete. Se distribuyó un total de 36 lechones entre tres cerdas: lechones alimentados exclusivamente con leche materna por la cerda A (lote 1, control), lechones amamantados por la cerda B y comiendo alimentos de segunda edad a partir de los 30 días (lote 2), lechones amamantados por la cerda C, que reciben ambos tipos de alimentos (primera y segunda edad) de 15 a 45 días (lote 3). Pesajes individuales se llevaron a la introducción del alimento primera edad, a los 15 días, luego a los 30 días y finalmente a los 45 días. Al destete, los lechones que recibieron ambos tipos de alimentos dieron un mejor rendimiento ($p < 0,05$) en el peso corporal a los 45 días de edad

± 30 g/d). In conclusion, solid feed significantly improved ($p < 0.05$) the feed intakes and growth rates of piglets by day 45. This study showed the need to distribute prestarter and starter feeds in farms enhancing late weaning. This practice opens up prospects for improving animal production performance in pig farming in tropical areas.

Keywords: swine, piglet, animal feeding, weaning, growth, Congo

($11,2 \pm 2,5$ kg en comparación con $8,0 \pm 1,7$ kg), el consumo de alimento (292 ± 45 g/d contra 134 ± 45 g/d) y la ganancia diaria promedio (206 ± 49 g/d contra 101 ± 30 g/d). En conclusión, la distribución de alimentos sólidos mejoró significativamente ($p < 0,05$) la ingestión de alimentos y la tasa de crecimiento de los lechones a los 45 días. Este estudio mostró la necesidad de distribuir alimentos de primera y segunda edad en granjas con destete tardío. Esta práctica abre perspectivas para mejorar el rendimiento zootécnico en la cría de cerdos en los trópicos.

Palabras clave: cerdo, lechón, alimentación de los animales, destete, crecimiento, Congo

Valorisation des tourteaux d'amandes d'hévéa et d'anacarde chez le porc en postsevrage et en croissance

N'Goran David Vincent Kouakou^{1*}
 Cho Euphrasie Monique Angbo-Kouakou^{2,3}
 Gningnini Alain Koné¹ Kouadio Bertin Kouame¹
 François de Paul Yéboué¹ Maryline Kouba⁴

Mots-clés

Porcin, alimentation des animaux, tourteau d'oléagineux, noix de cajou, hévéa, postsevrage, croissance, Côte d'Ivoire

Submitted: 14 July 2017
 Accepted: 20 August 2018
 Published: 12 September 2018
 DOI: 10.19182/remvt.31256

Résumé

La valorisation du tourteau détoxiqué d'amandes d'hévéa (*Hevea brasiliensis*) (TH) et du tourteau d'amandes déclassées de cajou (*Anacardium occidentale*) (TA) dans l'alimentation animale a été étudiée chez les porcs croisés de 28 jours (sevrage) à 180 jours. Ces animaux, répartis au sevrage en cinq lots, ont reçu soit un régime témoin (RT), soit un des quatre régimes expérimentaux contenant 7,5 % ou 15 % de TH (TH7,5 et TH15) ou de TA (TA7,5 et TA15). Les croissances journalières ont été de 246 ± 26 , 198 ± 41 , 191 ± 31 , 154 ± 20 et 153 ± 31 g.j⁻¹ de 29 à 89 jours d'âge, et de 511 ± 84 , 456 ± 74 , 463 ± 140 , 460 ± 53 et 504 ± 48 g.j⁻¹ de 90 à 180 jours d'âge, respectivement pour les régimes TH7,5, TH15, TA7,5, TA15 et RT. Les poids vifs à 180 jours ont été de 74 ± 6 , 71 ± 10 , 65 ± 12 , 61 ± 5 et 65 ± 5 kg respectivement pour les mêmes régimes. Les résultats suggèrent que le TH et le TA peuvent être incorporés à 15 % sans effet néfaste dans la ration alimentaire des porcs locaux en postsevrage et en croissance en milieu tropical. Aussi, l'utilisation de ces tourteaux dans l'alimentation des porcs permettrait à la Côte d'Ivoire de réduire sa dépendance vis-à-vis de certaines matières premières importées comme le tourteau de soja.

■ Pour citer cet article : Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F. de P., Kouba M., 2018. Enhancement of rubber kernel and cashew nut cakes in the diet of postweaning and growing pigs. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 81-85, doi: 10.19182/remvt.31256

■ INTRODUCTION

La culture de l'anacarde (*Anacardium occidentale*) constitue aujourd'hui un secteur dynamique en pleine expansion dans les régions nord et centre de la Côte d'Ivoire, premier producteur mondial. En effet, avec une production qui est passée de 160 000 tonnes en 2005 à 673 236 tonnes en 2017 (CCA, 2017), les noix de cajou

occupent le deuxième rang des produits d'exportation agricole après le cacao dont la Côte d'Ivoire est également le premier pays producteur mondial (MAAF, 2015). La culture de l'anacarde est suivie par celle de l'hévéa (*Hevea brasiliensis*) dont la production a évolué de 172 000 tonnes de caoutchouc en 2006 à 480 000 tonnes en 2016. Culture également en pleine expansion dans les régions sud et centre de la Côte d'Ivoire, l'hévéa figure au troisième rang des produits d'exportation agricole ivoirienne.

Ces deux spéculations produisent des quantités importantes de sous-produits, notamment les graines d'hévéa et les amandes déclassées de noix de cajou. En effet, avec une production annuelle au moins de 500 kilogrammes de graines d'hévéa à l'hectare et une utilisation à peine de 10 % de graines pour les pépinières, environ 75 000 à 100 000 tonnes de graines d'hévéa ne sont pas valorisées en hévéaculture (Eka et al., 2010). Quant aux amandes d'anacarde déclassées, elles sont constituées des résidus de concassage et de décorticage des noix de cajou (graines mal formées et brisures) et estimées entre 5 % et 10 % des amandes décortiquées (Dogo et al., 1999). Aussi, en raison des quantités importantes disponibles en Côte d'Ivoire et de

1. Laboratoire de zootechnie et de productions animales, Département agriculture et ressources animales, Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.
2. CIRAD, UMR INNOVATION, F-34398 Montpellier, France.
3. INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.
4. INRA, UMR Pegase, 35590 Saint-Gilles, Rennes, France.

* Auteur pour la correspondance
 Tél. : +225 08 39 33 63 ; fax : +225 30 64 04 06
 Email : kwayki@yahoo.fr



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

la non-concurrence avec l'alimentation humaine, ces sous-produits pourraient constituer des matières premières non-conventionnelles d'origine végétale valorisables dans l'élevage des porcs dont le coût élevé de l'alimentation représente entre 60 % et 65 % des coûts de production (Geoffroy et al., 1991 ; Chevalier et Halewyn, 2007).

Les raisons principales du prix élevé des aliments des porcs sont notamment liées à : a) l'augmentation régulière des prix de certains intrants (soja, minéraux et vitamines, additifs, concentré pour porc) qui sont importés, b) la concurrence entre les filières agroalimentaires animales (Quiniou et al., 2011) notamment la filière avicole, et c) la sous-exploitation des sous-produits des matières premières agricoles produites en Côte d'Ivoire (tourteau de cacao, pulpe de mangues déclassées, entre autres).

Afin de réduire les coûts de production liés à l'alimentation animale, la mise au point de formules alimentaires économiques intégrant les tourteaux artisanaux d'amandes de graines d'hévéa et d'amandes déclassées de cajou a été envisagée par plusieurs auteurs (Madubuike et al., 2006 ; Atchibri et al., 2008 ; Oddoye et al., 2011). Résidus de l'extraction artisanale de l'huile d'amandes, les tourteaux d'amandes de graines d'hévéa et d'amandes déclassées de cajou ont une teneur en protéines comprise entre 29 % et 34 %, et une teneur en cellulose brute située entre 6 % et 13 % (Buvanendran et Siriwardene, 1970 ; Heuzé et al., 2017). C'est dans ce contexte qu'en 2012, dans le cadre du programme d'amélioration de la productivité agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO-CI), un projet de recherche sur l'alimentation porcine a été réalisé en deux périodes : l'une allant de la gestation au sevrage (Koné, 2015), l'autre du sevrage à 180 jours d'âge. Cet article analyse les résultats obtenus durant la seconde période.

■ MATERIEL ET METHODES

Situation du site expérimental

L'étude a été conduite de juin 2013 à février 2014 à la porcherie de la ferme de production de l'Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire (6,5° N ; 5,2° O). Durant l'essai, la température moyenne et l'humidité relative de la région ont été respectivement de 26 ± 1 °C et 83 %. La pluviométrie moyenne mensuelle était de 1100 millimètres.

Animaux et aliments expérimentaux

Soixante-quinze porcelets mâles castrés et femelles confondus (33 mâles et 42 femelles) sevrés à 28 jours d'âge ont été utilisés. Les animaux issus de croisement (Large White x Landrace) x (Pietrain x Landrace) ont été sélectionnés sur la base des poids les plus élevés parmi les 115 porcelets sevrés produits à la ferme de l'INP-HB de janvier 2013 à juin 2013 (Koné, 2015). Les porcelets sevrés ont été répartis par lots de cinq dans des loges de 16 m² (4 m x 4 m). Durant leur période de postsevrage et de croissance, ils ont été nourris avec un aliment contenant 7,5 % de tourteau de soja (régime témoin, RT), ou 7,5 % et 15 % de tourteau détoxiqué d'amandes d'hévéa (TH7,5 et TH15), ou 7,5 % et 15 % de tourteau d'amandes déclassées d'anacarde (TA7,5 et TA15). Le régime témoin contenait toutes les matières premières utilisées à l'exception des tourteaux d'hévéa et d'anacarde (tableaux I et II).

Ces tourteaux ont été fabriqués à partir d'amandes séchées de graines ou de noix broyées et humidifiées puis traitées selon une méthode d'extraction à froid sans solvant à l'aide d'une presse manuelle à manioc. L'élimination partielle de l'acide cyanhydrique des mottes du tourteau d'hévéa a été faite par chauffage au feu de bois en mélangeant pendant 60 minutes. Les tourteaux détoxiqués ont été séchés à nouveau au soleil pendant une journée (Koné, 2015). Huit régimes expérimentaux ont été formulés avec l'outil Solver du logiciel Excel

de Microsoft Office (2010) en suivant les besoins des porcs aux différents stades proposés par le Cirad-GRET (2002). Tous les régimes ont été fabriqués dans l'atelier de production d'aliments du laboratoire de zootechnie de l'INP-HB.

Conduite de l'essai

L'essai a duré 152 jours répartis en deux périodes : le postsevrage (29–88 jours d'âge) et la croissance (89–180 jours d'âge) (Cirad-GRET, 2002). Au cours de la première période, les aliments distribués aux animaux se présentaient sous forme de bouillie durant les sept premiers jours compte tenu du sevrage précoce réalisé. Par la suite, l'aliment a été distribué sec. La ration journalière était d'environ 4 % du poids vif jusqu'à trois mois d'âge puis de deux kilogrammes jusqu'au terme de l'essai. Les aliments et l'eau de boisson ont été distribués deux fois par jour. Durant l'essai, les animaux à jeun ont été pesés tous les 15 jours. Les analyses bromatologiques ont concerné la matière sèche, la matière minérale, la matière azotée totale et les matières grasses des régimes alimentaires. L'énergie métabolisable (EM) a été calculée à partir des équations de prédiction des teneurs en énergie de Noblet et al. (2003).

Analyses statistiques

A la fin de l'expérience, les valeurs moyennes des paramètres étudiés par régime testé ont été soumises à l'analyse de covariance (Ancova) des poids des porcelets initialement non-homogènes. La comparaison multiple des moyennes a été effectuée au seuil de signification de 5 % par le test de Student-Newman-Keuls lorsque les différences révélées par l'Ancova étaient significatives. Tous ces calculs ont été effectués avec le logiciel Stata (2012).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Analyses bromatologiques des tourteaux et des régimes expérimentaux

Les caractéristiques chimiques des tourteaux fabriqués et distribués durant cet essai sont indiquées dans le tableau I. Le tourteau d'anacarde avait des valeurs calculées en énergie métabolisable, en matières grasses et en matière azotée totale plus élevées que celles du tourteau d'hévéa, avec également une concentration en cellulose brute plus faible. Ces valeurs étaient différentes de celles indiquées

Tableau I

Composition chimique de tourteaux d'amandes d'hévéa détoxiqués et d'amandes déclassées d'anacarde, fabriqués au laboratoire de zootechnie de l'Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire)

Caractéristiques	Tourteau d'anacarde	Tourteau d'hévéa
Matière sèche (% du brut)	90,8	91,3
Matière azotée totale (MAT) (% MS)	29,5	23,5
Matières grasses (MG) (% MS)	21,4	18,7
Cellulose brute (CB) (% MS)	6,3	12,7
Matières minérales (MM) (% MS)	4,1	6,0
Energie brute (EB) * (MJ/kg MS)	23,1	22,4
HCN (mg/100 g)	-	10,4 ± 1,1

* Calculée par la formule :

EB = 4134 + 14,73 MAT + 52,39 MG + 9,25 CB – 44,6 MM (INRA, 2002)

Tableau II

Formulation et composition des régimes des porcelets à la ferme de l'Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire)

Matières premières	Phase de postsevrage					Phase de croissance				
	RT	TA7,5	TA15	TH7,5	TH15	RT	TA7,5	TA15	TH7,5	TH15
Coût (FCFA*/kg)	205,6	197,6	194,9	200,5	202,1	181,8	180,7	172,7	173,0	180,2
Tourteau d'anacarde (%)	0	7,5	15,0	0	0	0	7,5	15,0	0	0
Tourteau d'hévéa (%)	0	0	0	7,5	15,0	0	0	0	7,5	15,0
Maïs (%)	56,5	52,0	51,0	51,0	52,3	52,5	55,7	52,5	57,0	54,49
Farine de poisson (%)	12,5	12,5	10,5	12,9	13,0	9,9	9,1	6,8	8,2	8,6
Son de blé (%)	19,5	19,5	14,2	16,9	12,9	19,8	19,8	17,4	17,0	12,0
Tourteau de soja (%)	4,5	0	0	1,8	0	2,9	0,5	0	1,0	2,0
Hendrix porc croissance/ finition (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,19	1,19	1,19	1,0
Farine basse de riz (%)	5,0	7,0	7,0	8,4	4,5	12,7	5,6	5,6	7,5	5,5
Coquillage (%)	0	0	0,2	0	0,2	0,49	0,1	1,0	0,1	0,9
Prémix porc (%)	0	0	0,10	0	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sel (%)	0,5	0	0,50	0	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MS (%)	90,7	91,4	90,5	89,6	90,4	91,9	92,6	91,7	90,8	91,6
MM (% MS)	7,2	6,5	6,6	5,7	7,5	8,4	8,7	8,8	5,9	8,0
MO (% MS)	92,8	93,6	93,5	94,4	92,6	91,6	91,3	91,2	94,2	92,0
MAT (% MS)	20,1	20,0	19,9	20,2	20,0	15,7	14,9	16,7	15,4	16,2
MG (% MS)	5,3	5,3	5,6	5,3	6,9	9,5	9,0	7,9	8,6	9,4
CB (% MS)	4,4	4,6	4,4	4,9	5,0	4,7	4,1	3,8	4,9	5,2
EM (MJ / kg MS)	13,5	13,5	13,6	13,6	13,7	14,1	14,3	14,3	14,5	14,6
HCN (ppm ou mg/kg)	1,0	5,1	8,9	23,8	55,4	1,6	4,9	8,9	24,1	54,7

RT : régime témoin ; TH7,5 et TH15 : régimes contenant respectivement 7,5 % et 15 % de tourteau détoxiqué d'amandes d'hévéa ; TA7,5 et TA15 : régimes contenant respectivement 7,5 % et 15 % de tourteau d'amandes déclassées d'anacarde

* 1 € = 655,957 FCFA ; MS : matière sèche en % de la matière fraîche ; MM : matières minérales ; MG : matières grasses ; MAT : matières azotées totales, MO : matière organique ; CB : cellulose brute ; EM : énergie métabolisable ; HCN : acide cyanhydrique

par Atchibri et al. (2008), et Heuzé et al. (2017), notamment en raison du traitement technologique mis en œuvre. Les résultats des analyses bromatologiques ont indiqué que les régimes alimentaires formulés et fabriqués étaient isoprotéiques en phases de postsevrage (20 % de protéine brute) et en phase de croissance (16 % de protéine brute) (tableau II). Malheureusement, la détermination de certains rapports nutritionnels dans les matières premières utilisées et dans les régimes fabriqués, comme le calcium sur le phosphore (Ca/P), les acides gras polyinsaturés (AGPI) oméga 6 sur les AGPI oméga 3 (AGPI n-6/AGPI n-3), ou des profils en acides aminés essentiels (Selle et al., 1983 ; Eka et al., 2010 ; Rico et al., 2016 ; Heuzé et Tran, 2017), n'a pu être réalisée au cours de cet essai. Elle aurait permis d'expliquer certaines différences entre les résultats zootechniques obtenus.

Phase de postsevrage

Durant la première phase de croissance (postsevrage 28–88 j), la quantité moyenne journalière d'aliments distribuée par porc était d'un kilogramme. Au terme de la phase de postsevrage, les résultats montrent que le régime expérimental TH7,5 a induit une croissance pondérale (246 g.j⁻¹) significativement supérieure à celles des autres régimes expérimentaux (tableau III). Les régimes TH15 et TA7,5 ne différaient pas significativement entre eux et se classaient après le régime TH7,5. Les croissances pondérales de ces trois régimes étaient significativement supérieures à celles des deux autres régimes expérimentaux (TA15 et RT) (≈ 150 g.j⁻¹) qui ne différaient pas entre elles

($p > 0,05$) (tableau III). Outre l'effet intrinsèque des régimes durant la période de postsevrage, les poids vifs plus élevés au sevrage des animaux des régimes TH7,5, TH15 et TA7,5 pourraient justifier en partie les présents résultats (Koné, 2015).

Les résultats relatifs aux poids vifs des porcs obtenus au cours de cet essai à 12 semaines d'âge (17,4–28,4 kg) ont été largement supérieurs à ceux obtenus par Yao (2015) (16 kg), chez des porcs de même âge avec des régimes contenant différents niveaux d'incorporation (0 %, 2 %, 4 % et 6 %) d'amandes déclassées d'anacarde. Les différences de génétique animale, de type d'alimentation et de conduite d'élevage pourraient justifier ces observations. Toutefois, les poids vifs enregistrés globalement dans cette étude ont été inférieurs à ceux des porcs de races améliorées âgés de 12 semaines (30–36 kg) obtenus sur la ferme d'amélioration génétique porcine d'Azaguié située à 35 kilomètres d'Abidjan (Côte d'Ivoire) (Bitty, 2014). Indépendamment de la race et de la conduite d'élevage, les performances enregistrées en Côte d'Ivoire ont été en deçà de celles obtenues en Bretagne (environ 50 kg à 12 semaines d'âge) en raison notamment de la température plus élevée du milieu d'élevage tropical qui réduit l'ingestion et la croissance journalière (IFIP, 2016).

Phase de croissance

Durant la seconde phase de croissance (89–180 j), la quantité moyenne journalière d'aliments distribuée par porc a été de deux kilogrammes.

Tableau III

Paramètres de croissance des porcelets en fonction du stade physiologique à la ferme de l'Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire)

Phases	Paramètres	Régimes expérimentaux (moyenne ± écart-type)				
		RT	TA7,5	TA15	TH7,5	TH15
Postsevrage (28-88 jours)						
	Poids en début de postsevrage (kg)	5,7 ± 0,4 ^{a,b}	6,3 ± 0,5 ^{a,b}	5,4 ± 0,7 ^a	6,4 ± 0,3 ^b	6,3 ± 0,9 ^b
	Gain moyen quotidien (g.j ⁻¹)	153,2 ± 31,0 ^a	190,6 ± 31,5 ^b	154,1 ± 19,7 ^a	246,0 ± 26,0 ^c	197,9 ± 40,7 ^b
Croissance (89-180 jours)						
	Poids en début de croissance (kg)	19,5 ± 2,5 ^a	23,4 ± 2,7 ^{a,b}	19,2 ± 2,0 ^a	28,5 ± 2,6 ^c	24,2 ± 4,1 ^{b,c}
	Poids en fin de croissance (kg)	64,9 ± 5,4 ^{a,b}	65,1 ± 11,9 ^{a,b}	60,7 ± 4,8 ^a	74,6 ± 6,1 ^b	71,1 ± 10,1 ^{a,b}
	Gain moyen quotidien (g.j ⁻¹)	503,7 ± 48,2 ^a	462,7 ± 140,1 ^a	460,5 ± 53,2 ^a	511,5 ± 83,9 ^a	521,3 ± 83,9 ^a

RT : régime témoin ; TH7,5 et TH15 : régimes contenant respectivement 7,5 % et 15 % de tourteau détoxiqué d'amandes d'hévéa ; TA7,5 et TA15 : régimes contenant respectivement 7,5 % et 15 % de tourteau d'amandes déclassées d'anacarde

^{a, b, c} Les moyennes portant les mêmes lettres sur une même ligne sont statistiquement identiques.

Au terme de la seconde phase de croissance, aucune différence significative n'a été observée entre les croissances journalières des porcs soumis aux différents régimes (tableau III). Cependant, les porcs ayant consommé les régimes TH7,5 et TH15 ont obtenu un poids vif de plus de 70 kilogrammes à six mois d'âge. Les valeurs des poids vifs des porcs âgés de six mois d'âge et soumis au régime témoin (64,9 kg) obtenues au terme de cet essai ont été similaires à celles enregistrées par Yao (2015) (64,3 kg) sur des porcs issus de croisement (Large White x Piétrain) x (Landrace x Duroc) et nourris avec un aliment à base de maïs, de son de blé, de tourteau de coprah, de tourteau de soja et de farine de poisson. Ces auteurs, après la période de postsevrage, ont augmenté les niveaux d'incorporation d'amandes d'anacarde déclassées dans l'alimentation des porcs de 90 à 180 jours d'âge (0 %, 5 %, 7 % et 9 %). Cependant, avec un rendement des amandes d'anacarde en tourteau de 80,5 % (Koné, 2015), le taux d'incorporation de 7,5 % du tourteau d'anacarde équivalait à un niveau d'incorporation d'environ 9 % de farine d'amandes d'anacarde. Aussi, nos résultats sont-ils bien supérieurs et montrent l'intérêt de l'utilisation de ce type de tourteau (65,1 vs 61,5 kg de poids vifs) chez le porc.

Les résultats enregistrés chez les porcs ayant consommé le tourteau d'hévéa ont été également supérieurs à ceux obtenus par Meffeja et al. (2007) qui ont nourri pendant 97 jours des porcs âgés de 2,5 mois et pesant en moyenne 22,3 kilogrammes avec des rations alimentaires dans lesquelles la quantité de protéines fournie par le tourteau de coton (ration contrôle) a été remplacée par 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de celle fournie par le tourteau de palmiste. Nos résultats ont été également supérieurs à ceux de Meffeja et al. (2003) qui ont nourri pendant 128 jours des porcs (Landrace x Berkshire x Duroc x Large White) âgés de huit semaines et pesant initialement 9,6 kilogrammes avec des rations alimentaires dans lesquelles l'aliment complet (ration témoin) a été remplacé progressivement par 10 %, 20 % et 30 % de drêche de brasserie ensilée en postsevrage, 30 %, 40 % et 50 % en phase de croissance, et 50 %, 60 % et 70 % en phase de finition. Cependant, nos résultats ont été inférieurs à ceux d'Aubry et al. (2004) qui ont estimé à 75 kilogrammes le poids du porc en croissance âgé de 16 semaines. Cette différence pourrait être imputable à la vitesse de croissance de la race pure de porc associée à une bonne alimentation (Labroue et al., 2000 ; Huart, 2003).

CONCLUSION

Le tourteau détoxiqué d'amandes de graines d'hévéa et celui d'amandes déclassées de noix de cajou pourraient être incorporés au

taux de 15 % sans effet néfaste sur la croissance des porcs locaux en milieu tropical, caractérisée par un niveau de performance moyen. Toutefois, il importe que d'autres études soient réalisées afin d'améliorer la qualité nutritionnelle de ces tourteaux, de déterminer leurs taux optimaux d'incorporation en fonction des stades physiologiques des porcs, et d'évaluer l'impact socioéconomique de l'adoption de ces innovations technologiques par les porciculteurs. Cependant, compte tenu de l'abondance de ces matières premières et de leurs prix relativement abordables en Côte d'Ivoire, l'utilisation de ces tourteaux dans l'alimentation des porcs devrait induire une réduction de la dépendance du pays vis-à-vis du tourteau de soja et une baisse des charges alimentaires dans le coût de production d'un porc charcutier.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de cette étude, notamment le Fond interprofessionnel pour la recherche et le conseil agricoles (FIRCA) pour son appui financier. Nous sommes également reconnaissants aux étudiants qui ont participé à cette étude durant leur stage de fin d'études.

REFERENCES

- Atchibri L.O., Atcho O., Kouakou B., Keli J., 2008. La graine d'hévéa appauvrie en acide cyanhydrique par la méthode de triple séchage offre un tourteau propre à la consommation de la poule pondeuse. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **6** (3-4) : 195-198
- Aubry A., Quiniou N., Le Cozler Y., Querné M., 2004. Modélisation de la croissance et de la consommation d'aliment des porcs de la naissance à l'abattage : actualisation des coefficients appliqués aux critères standardisés de performances en gestion technico-économique. *J. Rech. Porcine*, **36** : 409-422
- Bitty Z.B.A., 2014. Evaluation de l'efficacité de l'insémination artificielle dans l'amélioration génétique artificielle porcine en Côte d'Ivoire. Mém. Master, Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 43 p.
- Buvanendran V., Siriwardene J.A. de S., 1970. Rubber seed meal in poultry diets. *Ceylon Vet. J.*, **18** : 33-38
- CCA (Conseil Coton Anacarde), 2017. Compte rendu du bilan de la commercialisation des noix brutes de cajou au titre de l'année 2017 en Côte d'Ivoire. <http://infoduzanzan.com/commercialisation-du-cajou-en-cote-divoire-voici-les-chiffres-de-la-campagne-2017/> (consulté 2 janv. 2018)
- Chevalier P., Halewyn M.-A., 2007. Prions et farines carnées destinées à l'alimentation porcine : risques pour la santé humaine. Rapport scientifique. Institut national de santé publique Québec, Canada, 92 p.

- CIRAD-GRET, 2002. Mémento de l'agronome. CIRAD-GRET, Montpellier, France, 1691 p.
- Dogo N.N., N'Guetta M., Neves E., 1999. L'anacardier, valorisation du faux fruit et du fruit. Dossier thématique. ENSIA-SIARC, Montpellier, France
- Eka H.D., Tajul Aris Y., Wan Nadiah W.A., 2010. Potential use of Malaysian rubber (*Hevea brasiliensis*) seed as food, feed and biofuel. *Int. Food Res. J.*, **17**: 527-534
- Geoffroy F., Naves M., Saminadin G., Borel H., Alexandre G., 1991. Use of non conventional feedstuffs by small ruminants. In : Compte rendu premières journées de la recherche ovine et caprine aux Antilles-Guyane, 9-10 oct. 1988, Fort de France, Martinique. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **44** (n° spécial) : 105-112, doi : 10.19182/remvt.9227
- Heuzé V., Tran G., 2017. Rubber (*Hevea brasiliensis*). Feedipedia, a program by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. www.feedipedia.org/node/39 (updated 26 June 2017)
- Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D., Lebas F., 2017. Cashew (*Anacardium occidentale*) nuts and by-products. Feedipedia, a program by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. www.feedipedia.org/node/56 (updated 25 Apr. 2017)
- Huat A., 2003. Les principales races du porc. Eco Congo, agriculture et entrepreneuriat, 12 p. www.ecocongo.cd/fr/system/files/f-ep-a5-p1-12.pdf
- IFIP, 2016. Résultats Porcs Bretagne GTTT-GTE2015. 6p. [www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/27682/\\$File/Resultats-Porcs-Bretagne-GTTT-GTE2015.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/27682/$File/Resultats-Porcs-Bretagne-GTTT-GTE2015.pdf?OpenElement) (consulté 2 janv. 2018)
- INRA, 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons (coord. Sauvart D., Perez J.-M., Tran G.). INRA Editions, Versailles, France, 304 p.
- Koné G.A., 2015. Effets des tourteaux détoxifiés des graines d'hévéa (*Hevea brasiliensis*), des noix de cajou (*Anacardium occidentale*) et des noix de pourceau (*Jatropha curcas*) sur les performances zootechniques des cochettes. Mém. Master II, Agrocampus Ouest, Rennes, France, 52 p.
- Labroue F., Goumy S., Gruand J., Mourot, Neelz V., Legault C., 2000. Comparaison au Large White de quatre races locales porcines françaises pour les performances de croissance, de carcasse et de qualité de la viande. *J. Rech. Porcine*, **32** : 403-411
- MAAF, 2015. Les politiques agricoles à travers le monde – Quelques exemples : cas de la Côte d'Ivoire. <http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/1506-ci-resinter-fi-cote-ivoire.pdf> (consulté 12 juil. 2017)
- Madubuike F.N., Ekenyem B.U., Obih T.K.O., 2006. Performance and cost evaluation of substituting rubber seed cake for groundnut cake in diets of growing pigs. *Pakistan J. Nutr.*, **5**: 59-61
- Meffeja F., Dongmo T., Fotso J.M., Fotsa J.C., Tchakounté J., Ndumbe N., 2003. Effets du taux d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries dans les rations alimentaires sur les performances des porcs en engraissement. *Cah. Agric.*, **12** : 87-91
- Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Tchakounté J., 2007. Influence de la substitution du tourteau de coton par le tourteau de palmiste dans l'alimentation des porcs en croissance finition. *Livest. Res. Rural Dev.*, **19** (2), 18
- Noblet J., Bontems V., Tran G., 2003. Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. *Prod. Anim.*, **16** (3) : 197-210
- Oddoye E.O.K., Agyente-Badu K., Anchirina V., Johnson V., 2011. Effects on performance of growing pigs fed diets containing different levels of cashew nut reject meal. *Bull. Anim. Health Prod. Afric.*, **59** (1): 81-86
- Quiniou N., Primot Y., Peyronnet C., Quinsac A., 2011. Des aliments porcs moins riches en protéines et formulés à base de tourteau de colza et d'acides aminés de synthèse dont la L-valine permettent de réduire le recours au tourteau de soja. *J. Rech. Porcine*, **43** : 135-136
- Rico R., Bulló M., Salas-Salvadó J., 2016. Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origins. *Food Sci. Nut.*, **4** (2): 329-338, doi: 10.1002/fsn3.294
- Selle C.M., González de Mejía E., Elías L.G., Bressani R., 1983. Evaluation of chemical and nutritional characteristics of the seed of the rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Arch. Latinoam Nutr.*, **33** (4): 884-901
- STATA, 2012. Stata/IC 12.0 for Windows. Stata Press, College Station, TX, USA
- Yao K.S.A., 2015. Impact de l'incorporation de l'amande de la noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) dans les rations alimentaires sur les performances de croissance et de reproduction des porcs. Thèse Doct., Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 141 p.

Summary

Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F. de P., Kouba M. Enhancement of rubber kernel and cashew nut cakes in the diet of postweaning and growing pigs

The enhancement of detoxified cakes of rubber (*Hevea brasiliensis*) kernels (HC) and of cakes of downgraded cashew (*Anacardium occidentale*) nuts (AC) in pig feed was studied in crossbred pigs from 28 days (weaning) to 180 days. These animals, divided at weaning into five groups, received either a control diet (CD) or one of four experimental diets containing 7.5% or 15% HC (HC7.5 and HC15) or AC (AC7.5 and AC15). The average daily weight gain was 246 ± 26 , 198 ± 41 , 191 ± 31 , 154 ± 20 and 153 ± 31 g.j⁻¹ from 29 to 89 days old, and 511 ± 84 , 456 ± 74 , 463 ± 140 , 460 ± 53 and 504 ± 48 g.j⁻¹ from 90 to 180 days old, with HC7.5, HC15, AC7.5, AC15 and CD, respectively. Live weights at 180 days were 74 ± 6 , 71 ± 10 , 65 ± 12 , 61 ± 5 and 65 ± 5 kg with the same diets, respectively. The results suggest that HC and AC can be incorporated at 15% in the diet without adverse effect in postweaning and growing local pigs in a tropical environment. In addition, the use of these cakes in the diet of pigs would enable Côte d'Ivoire to reduce its dependence on imported raw materials such as soybean meals.

Keywords: swine, animal feeding, oilseed cake, cashew nut, rubber tree, postweaning period, growth, Cote d'Ivoire

Resumen

Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F. de P., Kouba M. Mejoramiento de tortas de granos de goma y de anacardo en la dieta de cerdos de destete y en crecimiento

Se estudió el mejoramiento de tortas desintoxicadas de granos de goma (*Hevea brasiliensis*) (TH) y de tortas de anacardo degradado (*Anacardium occidentale*) (TA) en alimentos para cerdos, en cerdos de raza mixta desde 28 días (destete) hasta 180 días. Estos animales, divididos al destete en cinco lotes, recibieron una dieta control (DC) o una de cuatro dietas experimentales que contenían 7,5% o 15% de TH (TH7,5 y TH15) o TA (TA7,5 y TA15). El aumento de peso diario promedio fue de 246 ± 26 , 198 ± 41 , 191 ± 31 , 154 ± 20 y 153 ± 31 g.j⁻¹ de 29 a 89 días de edad, y 511 ± 84 , 456 ± 74 , 463 ± 140 , 460 ± 53 y 504 ± 48 g.j⁻¹ de 90 a 180 días de edad, con TH7,5, TH15, TA7,5, TA15 y DC, respectivamente. Los pesos vivos a los 180 días fueron 74 ± 6 , 71 ± 10 , 65 ± 12 , 61 ± 5 y 65 ± 5 kg con las mismas dietas, respectivamente. Los resultados sugieren que TH y TA se pueden incorporar hasta 15% de la dieta sin efectos adversos para los cerdos pos destete y en crecimiento en un medio ambiente tropical. Además, el uso de estas tortas en la dieta de los cerdos permitiría a la Costa de Marfil reducir su dependencia de las materias primas importadas, como las harinas de soja.

Palabras clave: cerdo, alimentación de los animales, torta oleaginosa, anacardo, árbol del caucho, período postdestete, crecimiento, Cote d'Ivoire

Disease burden affecting pig production in Nigeria: Review of current issues and challenges

Ikechukwu O. Igbokwe^{1*} Chima V. Maduka^{1,2}

Keywords

Swine, animal production, virosis, bacterial disease, parasitosis, gastrointestinal disease, morbidity, Nigeria

Submitted: 19 July 2017

Accepted: 11 April 2018

Published: 9 July 2018

DOI : 10.19182/remvt.31290

Summary

The increased interest in pig production as a complementary source of animal protein has led to pig population growth in Nigeria. Disease outbreaks represent the major constraint to profitable pig production in locations where there is absence of religious barriers to pork production and consumption. Important pig diseases reported in the country and the location of the pig population affected are highlighted in this review. African swine fever, foot-and-mouth disease, brucellosis, trypanosomosis, babesiosis, eperythrozoonosis, helminthosis, coccidiosis and other parasitoses impact on the production system by negatively affecting feed conversion efficiency, reproduction and growth rates as well as causing piglet and adult mortalities. The economic losses due to the disease burden and inadequate intervention strategies are current issues facing the pig production industry. The risk of zoonotic spread of influenza, trypanosomiasis, *larva migrans*, teniasis, mange, cryptosporidiosis, balantidiasis, ancylostomiasis, entamoebiasis and jigger fleas from affected pigs is real. Disease control strategies through the provision of veterinary resources and services need attention, and a paradigm shift is required for sustainability and expansion of the pig production capacity in the country.

■ How to quote this article: Igbokwe I.O., Maduka C.V., 2018. Disease burden affecting pig production in Nigeria: Review of current issues and challenges. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **71** (1-2): 87-95, doi: 10.19182/remvt.31290

■ INTRODUCTION

Nigeria is one of the African countries with significant pig population density (Robinson et al., 2014). In the 1990s, the pig population was 3.5 million consisting of native black hairy pigs and exotic breeds. A map of its spatial distribution at that time is presented in Figure 1 (Bourn et al., 1994). The latest population estimate was reported by the National Agricultural Sample Survey in 2011 to have increased to 7.1 million (unfortunately without an updated spatial map), indicating that the population had doubled in about two decades. The pigs are reared in neighborhoods of villages and in semiurban areas as small-scale enterprises having 1–50 pigs, but a few large-scale farms exist (Ajala et al., 2006; Saka et al., 2010; Abiola et al., 2015). Semi-intensive and

extensive pig production systems occur in the Northern, Middle Belt and Niger Delta regions of Nigeria (Bourn et al., 1994). Intensive pig rearing exists mostly in Southern Nigeria (Ajala et al., 2006; Saka et al., 2010; Nwanta et al., 2011) and consists of farms having each 50–200 pigs in concrete pens. Commercial piggeries rear about 3% of the national pig population with usually more than five breeding sows per farm (Bourn et al., 1994). More men than women are involved in these enterprises in Southern Nigeria, whereas the opposite is the case in Northern Nigeria (Bawa et al., 2004; Ajala et al., 2006; Machebe et al., 2009; Nwanta et al., 2011; Abiola et al., 2015). In Southern Nigeria and some parts of Northern Nigeria, the majority of these farmers are educated and they combine pig farming with other business activities (Machebe et al., 2009; Nwanta et al., 2011; Abiola et al., 2015). Pig farming has been reported to yield good income despite the constraints associated with its production systems in various locations of the country (Ajala and Adeshinwa, 2008). Pigs play a vital role in the culture and tradition of people in some parts of Nigeria where they are used for celebrations and festivities such as marriages, burial rites and naming ceremonies (Fasina et al., 2010).

Sustainable growth of the pig production industry in Nigeria is adversely affected by factors such as unstructured pig marketing framework, fluctuations in the prices of pigs and pig products, cultural

1. Strategic Animal Research Group, Faculty of Veterinary Medicine, University of Maiduguri, PO Box 8000 (Private), Maiduguri, Nigeria.

2. Comparative Medicine and Integrative Biology, College of Veterinary Medicine, Michigan State University, East Lansing, USA.

* Corresponding author

Email: ikeigbokwe@gmail.com; ikeigbokwe@unimaid.edu.ng



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

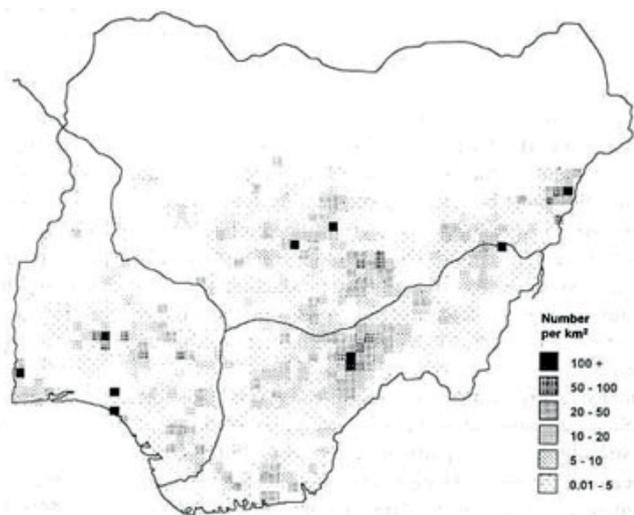


Figure 1: Pig distribution in Nigeria; estimated population of 3.5 million in the 1990s (Bourn et al., 1994).

and religious prohibition of pork consumption, low demand for pork in parts of the country, high feed cost, inadequate extension services, slow integration of cost-effective equipment and genetically enhanced breeds, and disease outbreaks (Ajala and Adesehinwa, 2008; Ironkwe and Amefule, 2008; Fasina et al., 2010; Saka et al., 2010; Anukwu and Ebong, 2011; Abiola et al., 2015). The disease burden limits significant profitable pig farming in Nigeria. Adequate knowledge of prevalent diseases affecting pigs in the country is a prerequisite for the proper planning of effective preventive and control measures to reduce their associated cost burden on the production system and boost the profit margin. Therefore, in this review we have examined all the published researches using the PubMed site and Google search engine, or retrieving it from local institutional libraries and through contacts of authors, to gather information aimed at highlighting diseases that have been reported in pigs reared in Nigeria, with a focus on the current disease-related issues challenging profitable pig production.

■ AFRICAN SWINE FEVER

African swine fever (ASF) is a viral disease of pigs caused by an *Asfivirus* in the family *Asfarviridae* which is highly contagious and often fatal (Ayoade and Adeyemi, 2003). The first isolate of the virus from pigs in Nigeria has been characterized by Odemuyiwa et al. in 2000. The acute disease in pigs causes multifocal skin hemorrhages on the ventral abdomen, interstitial pneumonia, acute orchitis and meningitis, lymphoid necrosis, and focal hemorrhages in nervous tissues (Otesile et al., 2005). Outbreaks of the disease in the country occurred in 1997, 1998, 2001, and the subclinical disease has persisted as an enzootic condition (Otesile et al., 2005; Babalobi et al., 2007; Awosanya et al., 2015). Over 500,000 pigs died from ASF in Nigeria within the first few years of the confirmed outbreaks (Majiyagbe et al., 2004). The confirmed outbreaks of ASF in Nigeria (Figure 2) affected Plateau, Nasarawa, Benue, Oyo, Kaduna, Bauchi, Taraba, Adamawa, Lagos, Enugu, Ogun, Akwa Ibom, Cross Rivers, Rivers, Gombe, Osun, Ondo, Ekiti, Anambra, Edo, and Delta States (Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Mailafia and Iliya, 2009; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010a, 2010b; Abwage et al., 2015; Adenaike et al., 2016; Awosanya et al., 2015; Ayas et al., 2016). Therefore, pigs in 21 (56.8%) out of 36 states and the Federal Capital Territory (FCT) were involved in outbreaks. Most of the Northern States did not report any, probably because of the negligible pig population or a lack of surveillance network in those locations (Table I). The average loss per farm incurred from ASF outbreak was over 3000 US\$ (Babalobi et al., 2007). The epidemiological cycle of ASF in Nigeria is maintained by

domestic pigs without confirmed participation of other hosts or vectors (Fasina et al., 2010). Although ASF virus is virulent, resulting in high morbidity and mortality (Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fadiga et al., 2013), recent findings point to the emergence of a mild strain of the virus which causes persistent infection, thereby maintaining the endemicity of ASF in Nigeria (Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010a). This may account for the steady increase in the seroprevalence of ASF in Nigeria (Fadiga et al., 2013), especially in Northern agroecological areas (Adamawa, Taraba, Gombe, Bauchi), where it had been hitherto absent. The persistence of the virus and spread of infection in the country is through unchecked movement of infected pigs, outbreak survivors and infected pig products because of inadequate surveillance (Babalobi et al., 2007; Olugasa and Ijagbone, 2007; Fasina et al., 2010).

■ FOOT-AND-MOUTH DISEASE

Foot-and-mouth disease (FMD) is a viral disease caused by an *Aphthovirus* in the family *Picornaviridae*. It is a contagious vesicular disease of cloven-footed livestock which has been reported to be endemic in Nigeria (Ularamu et al., 2016), but outbreaks used to be sporadic and associated with imported trade cattle from neighboring countries (Nawathe and Goni, 1976). Seropositivity for FMD virus was reported in Plateau, Enugu, Taraba, Adamawa, Kebbi and Oyo States with seroprevalence rates ranging from 2% to 46% (Fakai et al., 2015; Aiki-Raji et al., 2016). Clinical FMD in pigs causes fever, anorexia and salivation, vesicles, erosions and ulcers on the snout, tongue, hard and soft palates, skin of the interdigital space, coronary bands of the feet, and mortality of piglets (Kitching and Alexandersen, 2002; Alexandersen and Mowat, 2005).

■ BRUCELLOSIS

Brucellosis is a contagious bacterial disease affecting pigs caused by *Brucella abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*. The disease is associated with reproductive disorders which lead to male and female infertility and abortions. Sows in Edo State were reported to have abortions and 39% of the 55 samples collected from 25 farms yielded isolates of *Brucella suis* predominantly, as well as of *B. melitensis* and *B.*



Figure 2: States of Nigeria; http://dailymail.com.ng/wp-content/uploads/2015/01/10360606_10203337420937904_71905998820449261_n.jpg; accessed 16 July 2017.

Table I

Pig diseases reported in the thirty-six States and the Federal Capital Territory (FCT) of Nigeria

States	Diseases					References
	ASF	FMD	BRU	END	ECT	
Abia	--	--	--	--	--	
Adamawa	++	++	--	++	++	Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Karshima et al., 2016
Anambra	++	--	++	++	++	Onah, 1991; Majiyagbe et al., 2004; Nwanta et al., 2011; Onunkwo et al., 2011
Akwa Ibom	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Owolodun et al., 2010b
Bauchi	++	--	--	--	--	Owolodun et al., 2010b
Bayelsa	--	--	--	--	--	
Benue	++	--	++	++	--	Omotainse et al., 2000; Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Ngbede et al., 2013
Borno	--	--	--	--	--	
Cross River	++	--	--	--	--	Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b
Delta	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b
Ebonyi	--	--	++	++	++	Nwanta et al., 2011; Onunkwo et al., 2011
Enugu	++	++	++	++	++	Onah and Chiejina, 1995; Onah and Ebenebe, 2003; Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Owolodun et al., 2010b; Anene et al., 2011; Nwanta et al., 2011; Onunkwo et al., 2011
Edo	++	--	++	--	--	Owolodun et al., 2010b; Bello-Onaghise et al., 2012
Ekiti	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Awosanya et al., 2015
Gombe	++	--	--	--	--	Mailafia and Iliya, 2009; Owolodun et al., 2010b
Imo	--	--	--	--	--	
Jigawa	--	--	--	--	--	
Kaduna	++	--	--	++	++	Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Adenaike et al., 2016
Kano	--	--	--	--	--	
Katsina	--	--	--	--	--	
Kebbi	--	--	--	++	--	Gweba et al., 2010
Kogi	--	--	--	--	--	
Kwara	--	--	--	++	++	Ocholi et al., 1988; Oladele, 2002
Lagos	++	--	--	--	++	Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Ugbomoiko et al., 2008; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Awosanya et al., 2015
Nassarawa	++	--	--	++	--	Ayas et al., 2016
Niger	--	--	--	--	--	
Ogun	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Awosanya et al., 2015
Ondo	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Awosanya et al., 2015
Osun	++	--	--	--	--	Majiyagbe et al., 2004; Awosanya et al., 2015
Oyo	++	++	++	++	--	Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010b; Ademola and Onyiche, 2013; Awosanya et al., 2015; Aiki-Raji et al., 2016
Plateau	++	++	--	++	--	Fabiyi, 1979; Salifu et al., 1990; Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Fasina et al., 2010; Owolodun et al., 2010a; Owolodun et al., 2010b; Gagman et al., 2015
Rivers	++	--	--	++	++	Salifu et al., 1990; Majiyagbe et al., 2004; Babalobi et al., 2007; Ironkwe and Amefule, 2008; Owolodun et al., 2010b
Sokoto	--	--	--	--	--	
Taraba	++	++	--	++	--	Owolodun et al., 2010b; Abwage et al., 2015; Karshima et al., 2016
Yobe	--	--	--	--	--	
Zamfara	--	--	--	--	--	
FCT	--	--	--	--	--	

Diseases reported (++) or not reported (--)

ASF: African swine fever; FMD: foot-and-mouth disease; BRU: brucellosis; END: endoparasitism, consisting of hemoparasites and gastrointestinal parasites; ECT: ectoparasitism

abortus (Bello-Onaghise et al., 2012). Previously, *B. suis* was isolated from piggeries located in Northern Nigeria (Bale and Nuru, 1985). In Oyo State (Ibadan), none of the pigs tested serologically were positive for brucellosis (Cadmus et al., 2006). In Enugu State, the seroprevalence for brucellosis was 0.6% (Onunkwo et al., 2011; Nwanta et al., 2011). In North-Central Nigeria, 31% of 281 pigs were seropositive (Ngbede et al., 2013), but it was contended that the high seroprevalence of brucellosis should be interpreted with caution as porcine serum could produce some false positive results in serological tests (Ducrotoy et al., 2014). The seroprevalence rate for human brucellosis reported in Ibadan, Oyo State (Cadmus et al., 2006), Jos, Plateau State (Gusi et al., 2010), Abuja, and FCT (Aworh et al., 2013), among butchers in abattoirs, was 4%–63%, making brucellosis an important but neglected zoonosis in Nigeria (Ducrotoy et al., 2014).

■ TRYPANOSOMOSIS/TRYPANOSOMIASIS

Porcine trypanosomosis is a parasitic (protozoan) disease caused by *Trypanosoma simiae*, *T. brucei* and *T. congolense*. A *T. simiae* infection is more severe than a *T. brucei* or a *T. congolense* infection (Ilemobade and Balogun, 1981). In Nigeria, infection of pigs with *T. simiae* produces an acute fatal hemorrhagic disease (Isoun, 1968) due to high virulence (Onah, 1991). *Trypanosoma brucei* is more pathogenic than *T. congolense* (Omeke and Ugwu, 1991). However, Agu and Bajeh (1986) reported that the case fatality of *T. brucei* infection in pigs was similar to that of *T. simiae* infection. *Trypanosoma simiae*-infected pigs have clinical signs of fever, lethargy, paralysis of hind legs, abortion, bleeding from the nose, mouth, anus and vulva; mortality reaches 66% (Ocholi et al., 1988). Pig trypanosomosis caused by *T. brucei* is characterized by high parasitemia, fever, hyperemia of the skin, anemia, weakness, anorexia, recumbency, anestrus, abortion in the second trimester, weight loss, ataxia, mucopurulent ocular discharge, neutropenia, lymphocytosis and mortality, increases in serum aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, urea and total bilirubin (Onah, 1991; Otesile et al., 1991b; Allam et al., 2011; Anene et al., 2011). Fatal cases of *T. brucei* infection cause circling and wobbling of the hind legs, and severe meningoencephalitis (Otesile et al., 1991a).

Pig death and live pig weight losses caused by trypanosomosis have cost implications in pig production in Nigeria (Fadiga et al., 2013). There is a high prevalence of pig trypanosomosis in Anambra, Benue, Oyo, Enugu, Taraba, Ebonyi and Adamawa States (Onah, 1991; Omotainse et al., 2000; Onah and Ebenebe, 2003; Anene et al., 2011; Nwanta et al., 2011; Ademola and Onyiche, 2013; Karshima et al., 2016). Pigs are important sources of blood meal for tsetse flies, especially *Glossina palpalis*, with the consequence of high infection rates for porcine trypanosomosis caused by *T. brucei* in Northern Nigeria (Karshima et al., 2016).

Although natural cases of *T. simiae* infection have not been recently reported in pigs in *Glossina*-infested locations of the country, a study revealed the molecular identification of *T. simiae* in tsetse flies in Northern Nigeria (Isaac et al., 2016). More than a decade ago, *T. simiae* infection mixed with *Babesia trautmanni* was reported in Mopa, Kwara State, in a unit of 131 pigs among commercial farms of more than 2000 pigs (Ocholi et al., 1988). The pigs also had coccidium, *Oesophagostomum dentatum* and *Ascaris suum* infections, making the outbreak very complicated and fatal. Outbreak of *T. brucei* infections in Nsukka, Anambra State, was fatal during relapse infection after diminazene aceturate treatment and was characterized by cerebral invasion of trypanosomes (Onah and Uzoukwu, 1991). Infection with *T. brucei* was more severe in pigs with decreasing dietary energy level (Fagbemi et al., 1990). The effect of infection was also more severe in young pigs on a low energy diet than those on a high energy one (Otesile et al., 1991b). Furthermore, the infected pigs on the low energy diet

had delayed recovery after therapy (Otesile et al., 1992), suggesting that inadequate energy and other nutritional factors might be contributing to the pathogenic effects of *T. brucei* (Igbokwe, 1995).

The prevalence of infection was higher with *T. brucei* than with *T. congolense*, but mixed infections of both species were most common (Onah, 1991; Omeke, 1994). In cross-sectional studies, trypanosome infections were more prevalent in the rainy season than in the dry one, and prevalences were 31% of 150 pigs (Onah, 1991) and 27% of 1954 pigs (Omeke, 1994). Sometimes, parasitemic pigs were asymptomatic (Onah, 1991). Omeke (1994) also showed that a number of subpatent cases were confirmed to have trypanosome infections by mice inoculation tests.

The role of pigs as reservoir hosts for trypanosomes infecting humans has received attention. The prevalence of *T. brucei gambiense* among pigs points to their importance as reservoirs of human infective trypanosomes in both Northern and Southern Nigeria (Onah and Ebenebe, 2003).

■ BABESIOSIS AND EPERYTHROZONOSIS

Babesiosis is a hemoprotozoan disease caused by intra-erythrocytic *Babesia* spp. which elicits mainly intravascular hemolysis and anemia. Eperythrozoonosis is caused by another parasite of the blood, *Eperythrozoon* (*Mycoplasma*) spp., which belongs to the order *Mycoplasmatales*. The disease is characterized by hemolytic anemia in stressed pigs. The blood parasites identified in local and exotic pigs in Ibadan, Oyo State, were *B. trautmanni*, *B. perroncitoi*, *E. suis* and *E. parvum*, occurring as single or mixed infections of generally low parasitemia (Dipeolu et al., 1982), with *E. suis* being the most predominant among these blood parasites in the location. A previous survey in Ibadan reported that 9% of 135 pigs had *B. trautmanni* in blood smears (Okon, 1976). The pigs infected with *E. suis* alone, *B. trautmanni* alone or *E. suis* and *B. trautmanni* had fever and anemia (Dipeolu et al., 1983a; 1983b). In Makurdi, Benue State, *Eperythrozoon* spp. (5%) and *Babesia* spp. (2%) were identified in the blood smears of 351 pigs (Ogbaje et al., 2015). Sometimes, porcine babesiosis occurred concurrently with trypanosomosis as reported in Kwara State (Ocholi et al., 1988). Human eperythrozoonosis transmitted from animals has not been reported in Nigeria, but the zoonotic transmission of *Eperythrozoon* spp. from pigs to humans has been reported from Croatia and China according to a systematic review by Huang et al. (2012).

■ GASTROINTESTINAL PARASITISM

The species of gastrointestinal parasites of pigs reported in various States of Nigeria are summarized in Table II. Nematodes, cestodes, trematodes and protozoa are among the common parasites (Ikeme, 1970; Ikeme and Nduaka, 1974). In Plateau State, pigs have been infected by various species of gastrointestinal parasites (Fabiya, 1979; Salifu et al., 1990; Gagman et al., 2015). High parasite burdens from nematodes and protozoa were reported in Rivers State (Salifu et al., 1990). Helminths and coccidia have also been reported to affect pig production in Enugu, Adamawa, Anambra, Kaduna and Ebonyi States (Nwanta et al., 2011). Helminths deprive pigs of nutrients, cause tissue injury and lead to weight loss, thereby increasing the time to attain market size. It is notable that *Ascaris suum* has been shown to cause visceral *larva migrans* in humans and pigs, allergic enteritis and intestinal obstruction in pigs, alongside other complications (Sakakibara et al., 2002; Stewart and Hoyt, 2006; Karanja et al., 2011). Visceral *larva migrans* causes excessive scarring of the lungs and liver, leading to offal condemnation in the abattoir. In addition, *Trichuris suis*, *Strongyloides ransomi* and *Oesophagostomum* spp. have been

Table II

Gastrointestinal parasites of pigs and the States in Nigeria where they were reported

Parasites	States	References	
Nematodes			
<i>Ascaris suum</i>			
<i>Ascaris lumbricoides</i>			
<i>Ascarops strongylina</i>			
<i>Ancylostoma duodenale</i>			
<i>Bourgelatia diducta</i>			
<i>Globocephalus</i> spp.	Nassarawa, Kwara, Plateau, Rivers, Enugu,	Ikeme, 1970; Fabiyi, 1979; Ocholi et al., 1988; Salifu et al., 1990; Nwanta et al., 2011	
<i>Hyostrongylus rubidus</i>	Adamawa, Anambra, Kaduna, Ebonyi		
<i>Metastrongylus</i> spp.			
<i>Necator</i> spp.			
<i>Oesophagostomum</i> spp.			
<i>Physocephalus sexalatus</i>			
<i>Stephanurus dentatus</i>			
<i>Strongyloides</i> spp.			
<i>Trichuris trichiura</i>			
<i>Trichuris suis</i>			
Cestodes			
<i>Cysticercus cellulosae</i>			Ikeme, 1970; Fabiyi, 1979; Onah and Chiejina, 1995; Faleke and Ogundipe, 2003; Gweba et al., 2010; Bui and Ijudai, 2012; Weka et al., 2013
<i>Cysticercus tenuicollis</i>			
<i>Echinococcus granulosus</i>	Adamawa, Plateau, Oyo, Enugu, Kebbi		
<i>Spirometra erinacei</i>			
<i>Taenia</i> spp.			
Trematodes			
<i>Fasciola</i> spp.		Fabiyyi, 1979	
<i>Fasciolopsis buski</i>	Plateau		
<i>Paragonimus westermani</i>			
<i>Schistosoma suis</i>			
Protozoa			
<i>Entamoeba</i> spp.		Ikeme, 1970; Fabiyi, 1979; Ocholi et al., 1988; Salifu et al., 1990; Nwanta et al., 2011; Gagman et al., 2015	
<i>Balantidium</i> spp.	Adamawa, Enugu, Kwara		
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Kebbi, Ebonyi		
<i>Eimeria</i> spp.	Plateau, Rivers		
<i>Giardia lamblia</i>			
<i>Isopora</i> spp.			

associated with circulatory anomalies, villous atrophy, crypt epithelial (lymphoid) hyperplasia, and suppurative, nodular typhlocolitis, with lesions that hinder absorption of nutrients causing unthriftiness, whereas *Ascarops strongylina*, *Hyostrongylus rubidus* and *Physocephalus sexalatus* have been implicated in non-suppurative gastritis in pigs (Stewart and Hoyt, 2006; Karanja et al., 2011) leading to vomiting, anorexia and depression. In Nigeria, pigs have been shown to serve as alternative hosts for *Ancylostoma duodenale*, the hookworm that affects humans (Salifu et al., 1990). *Taenia solium* cysticercosis and risk of human teniasis have been reported in Nsukka area of Enugu State (Onah and Chiejina, 1995), Zuru, Kebbi State (Gweba et al., 2010), Oyo State (Faleke and Ogundipe, 2003), Adamawa State (Bui and Ijudai, 2012), and Jos, Plateau State (Weka et al., 2013). Trematodes of pigs in the country have not been implicated in zoonotic infections, but there are reports of zoonoses involving fascioliasis in several parts of the world (Nyindo and Lukumbagire, 2015).

■ ECTOPARASITISM

Ectoparasites such as lice, fleas and mites have been reported to affect pigs in Oyo, Kwara, Kaduna, Adamawa, Enugu, Anambra, Ebonyi, Plateau and Rivers States (Dipeolu and Sellers, 1970; Olufemi, 1989; Oladele, 2002; Ironkwe and Amefule, 2008; Dogo et al., 2010; Nwanta et al., 2011). Lice and fleas act as vectors of disease organisms and, with mites, often trigger severe itching that makes animals unable to feed and grow well. In rural areas, pigs, particularly those that are extensively managed, are the most important reservoirs of *Tunga penetrans* (jigger flea) that affects humans (Ugbomoiko et al., 2008). In Imo State, 18% of 66 pigs were affected by mange (Opara et al., 2007). The prevalence of mite infestation was 77% in Benue State (Gboko), but 43% had mange lesions (Ior, 2009). *Demodex* mange occurred in 20% of 351 pigs in Enugu State (Nwanta et al., 2011). Mite infections (scabies) of pigs may be transmitted to animal handlers and butchers.

■ DISEASE BURDEN: ISSUES AND CHALLENGES

A pertinent issue confronting pig production and health management in Nigeria is the religious restriction under the Sharia and Judaic norms. In most parts of Northern Nigeria and in some in Southern Nigeria, religious laws forbid contact with pigs and pig products, consumption of pork and promotion of businesses related to the pig production industry. This context excludes large populations of farmers, health givers and policy regulators averse to pig-related issues. In the universities and research institutes located in these areas, almost no attention is given to piggery and the challenges facing the sector are treated with levity. The major pig production arena is, therefore, in Southern Nigeria and, to a lesser extent, in the Middle Belt and savanna areas of Northern Nigeria. Without adequate veterinary resources and health services to pig populations reared in the country, the sustainability and expansion of the industry may not be maintained in the long run. The policy framework for pig farming and their health management system is ill-defined and even experts in the field can barely articulate it for implementation. Thus, diseases of pigs as reported in various parts of Nigeria (Tables I and II) may not be under strict national surveillance and few, if any, abattoirs designated for pig slaughter are under mandatory government supervision through the instrument of meat inspection and veterinary personnel who control and report unwholesome pig products or diseases. On-farm investigation of diseases is often not conducted and farmers engage in self-help in the face of challenging health issues and, in some instances, there are reports that sick animals are sold or slaughtered for consumption with the risk of spreading infections from animals to human populations (Fasina et al., 2010).

Inadequate laboratory services for disease investigations also militate against the efforts toward disease diagnosis and surveillance (Igbokwe, 2011) and most important disease investigations need to be conducted in foreign laboratories with the aid of international agencies (Odemuyiwa et al., 2000). Several diseases were rarely reported and were discounted in this review because their identifications through syndromic or laboratory methods by veterinary personnel were not validly verifiable. They include swine flu, swine erysipelas, salmonellosis, pasteurellosis, tuberculosis, leptospirosis, swine pox, rabies and anthrax. Poor quality diagnostic output and, perhaps inaccurate laboratory diagnosis may be in contention; but adequate training and retraining, and quality control measures are issues that also need to be addressed to ensure that the disease surveillance system is robust and can face the demands of shielding the population from risks of epidemic diseases.

Piglet mortality rates of 15.0% were reported in the Southeast (Nwanta et al., 2011), 18.6% in the North-Central (Rekwot et al., 2003); they were 29.3% and 44.8% for exotic and indigenous breeds, respectively (Uko et al., 1994). The causes of piglet deaths were not fully investigated but were largely attributed to low birth weights (Uko et al., 1994). Neonatal health and prevention of infertility and abortions in herds are paramount and appropriate initiative for growth of the pig population in the country.

This review identified reports involving diseases that undermine reproductive health, feed conversion efficiency and growth. African swine fever and trypanosomosis are particularly fatal to pigs and need to be controlled. It is costly to the production system when there is failure to control African swine fever and trypanosomosis (Fadiga et al., 2013). As there are no effective vaccines against these diseases (Fadiga et al., 2013), regular testing and sustained surveillance for disease outbreaks will help in disease control. Vector control using screens, insecticides and bush clearing are part of a trypanosomosis control program (Fadiga et al., 2013). Multidrug resistance in the chemotherapy of trypanosomosis, which leads to treatment failures and relapse of infections, is an intractable challenge (Onah and Uzoukwu, 1991). In addition, the

adverse effects of gastrointestinal parasites can be avoided with an effective strategic therapeutic program (Salifu et al., 1990).

There is inadequate application of on-farm biosecurity in piggeries in Nigeria, even though the implementation of on-farm biosecurity is cheaper and more effective than treatment or inaction in the control of diseases (Fasina et al., 2012; Fadiga et al., 2013) and has a significant impact on reducing the incidence of outbreaks on farms (Saka et al., 2010; Maduka et al., 2016). Poor biosecurity practices increase the risk of African swine fever outbreaks (Fasina et al., 2010), but cleaning piggeries without applying other biosecurity protocols is not sufficient to exclude pig parasitic diseases because of outdoor scavenging (Salifu et al., 1990). Raising pigs alongside other animal species such as domestic fowls, poultry, goats and sheep is a common practice in Kaduna, Enugu, Anambra and Ebonyi States (Nwanta et al., 2011) and these other species might be sources of infections. Since there have been outbreaks of avian influenza in Nigeria, there is the potential danger of influenza virus undergoing mutation in pigs as 'mixing vessel'. In fact, there are confirmed reports of isolation of variant strains of influenza virus from pigs in Nigeria (Adeola et al., 2009; Meseko et al., 2014; 2018). This scenario poses a danger for zoonotic outbreak of influenza. In addition, there are risks of zoonoses from the spread of trypanosomiasis, brucellosis, eperythrozoonosis, *larva migrans*, cryptosporidiosis, balantidiasis, ancylostomosis, entamoebosis, teniasis, fascioliasis, jigger fleas and mange to human populations, but the medical epidemiology of most of these zoonoses in Nigeria has been rarely investigated and is not reported (Coker et al., 2000).

In intensive pig farming, adequate nutrition may support immunity and improve resistance to diseases or increase the performance of pigs even with disease burden. The nutritional challenges emerge when feed costs are high and capital outlay cannot accommodate a balanced nutrition. Farmers may make ad hoc feeds that are not sustainable for the production system and, sometimes, may encounter feed-related poisoning (Daniel-Igwe, 2014), and undernutrition or nutritional imbalance. Diagnosis of nutritional diseases is difficult and losses from nutritional inadequacies may be imperceptible until it is catastrophic. Recent outcries of farmers concerning the increasing feed cost and disease burden call for urgent efforts to rescue the pig production industry through systematic government intervention, so as to enable farmers to meet increasing demands for pig and pork products across West Africa (Akinfenwa, 2017). The control of diseases, especially transboundary diseases, is geared toward encouraging international trade to boost market for the national pig industry.

■ CONCLUSION

Although the pig population in Nigeria has been growing in the previous two decades, the growth would have been much more improved without the challenges of disease burdens such as African swine fever, foot-and-mouth disease, brucellosis, endoparasitisms involving hemoparasites and gastrointestinal parasites, and ectoparasitisms as concisely reviewed. The technical surveillance of diseases and reporting systems to health authorities (in charge of disease control) ought to be strengthened. Health extension workers need to work with the farmers in the areas of biosecurity and strategic health planning. Government policies in the pig sector could be re-examined for suitability, effectiveness and sustainability in meeting the demands of the current challenges. Veterinary training on pig health in the country should be re-emphasized, and researches into diseases of pigs that adversely affect pig production need to be funded by appropriate government agencies. The zoonotic risk assessment of pig production systems to the health of human populations, in contact with services and products of the industry, requires adequate attention. This review has identified the following infections/infestations of pigs in

parts of Nigeria which could be transmitted to humans: influenza, trypanosomiasis, brucellosis, eperythrozoonosis, *larva migrans*, cryptosporidiosis, balantidiasis, ancylostomiasis, entamoebiasis, teniasis, jigger fleas and mange. The health system for pig production deserves professional input from experts, mobilizing one-health outlook that involves synergy of veterinary and human health policy formulation and application (Halliday et al., 2015; Okello et al., 2015). Ultimately, the national priority in surveillance and control of diseases, aimed at supporting pig production, requires improved diagnostic capacities, tight monitoring of disease burden and supervised control measures.

Acknowledgments

Authors are working under the self-funded initiatives of the Strategic Animal Research Group of the University of Maiduguri.

REFERENCES

- Abiola J.O., Omotosho O.O., Adeniyi O.M., Ayoade G.O., 2015. Sociodemographic characteristics of swine producers and swine management practices in Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Alex. J. Vet. Sci.*, **47** (1): 18-23, doi: 10.5455/ajvs.188832
- Abwage S.A., Umaru G.A., Musa Y.B., Adamu Z., Akensire U.A., Njobdi A.B., Bello O.A., 2015. Detection of African swine fever virus (ASFV) antibodies in pigs in Taraba State, Northeast Nigeria. *Sokoto J. Vet. Sci.*, **13** (2): 20-25, doi: 10.4314/sokjvs.v13i2.4
- Ademola I.O., Onyiche T.E., 2013. Haemoparasites and haematological parameters of slaughtered ruminants and pigs at Bodija abattoir, Ibadan, Nigeria. *Afr. J. Biomed. Res.*, **16** (2): 101-105
- Adenaike E.A., Tekdek L.B., Kazeem H.M., Umoh J.U., Simon A.Y., 2016. African swine fever antibody detection and status pigs in Sabon Gari Local Government area of Kaduna State, Nigeria. *J. Anim. Prod. Res.*, **28** (2): 126-134
- Adeola O.A., Adeniji J.A., Olugasa B.O., 2009. Isolation of Influenza A viruses from pigs in Ibadan, Nigeria. *Vet. Ital.*, **45** (3): 383-390
- Agu W.E., Bajeh Z.T., 1986. An outbreak of fatal *Trypanosoma brucei brucei* infection in Benue State of Nigeria. *Trop. Vet.*, **4**: 25-28
- Aiki-Raji C.O., Oluwayelu D.O., Adeyemo I.A., Adebisi A.I., 2016. Seroprevalence of foot-and-mouth disease in slaughtered pigs in Ibadan, Southwest Nigeria. *Alex. J. Vet. Sci.*, **48** (2): 18-22, doi: 10.5455/ajvs.199130
- Ajala M.K., Adesehinwa A.O.K., 2008. Analysis of pig marketing in Zango Kataf local government area of Kaduna State, Nigeria. *Tropicicultura*, **26** (4): 229-239
- Ajala M.K., Adesehinwa A.O.K., Bawa G.S., 2006. Socio-economic factors influencing swine management practices among women in Jama'a local government area of Kaduna State, Nigeria. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, **6** (2): 43-48
- Akinfenwa G., 2017. Pig farmers cry out over diseases, high cost. <https://t.guardian.ng/features/pig-farmers-cry-out-over-diseases-high-cost/#top> (accessed 28 May 2017)
- Alexandersen S., Mowat N., 2005. Foot-and-mouth disease: host range and pathogenesis. In: Foot-and-mouth disease virus (Ed: Mahy B.W.J.). *Curr. Top. Microbiol. Immunol.*, **288**: 9-42, doi: 10.1007/3-540-27109-0_2
- Allam L., Ogwu D., Agbede R.I.S., Sackey A.K.B., 2011. Hematological and serum biochemical changes in gilts experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. *Vet. Arhiv.*, **81** (5): 597-609
- Anene B.M., Ifebigh A.O., Igwilo I.A., Umeakuana P.U., 2011. Prevalence and haemato-biochemical parameters of trypanosome-infected pigs at Nsukka, Nigeria. *Comp. Clin. Pathol.*, **20** (1): 15-18, doi: 10.1007/s00580-009-0944-2
- Anukwu M.I., Ebong V.O., 2011. Analysis of the performance of piggery loan beneficiaries in the integrated farmers scheme of Akwa Ibom State: a case of Uyo agricultural zone. *Niger. J. Agric. Food Environ.*, **7** (3): 73-79
- Aworh M.K., Okolocha E., Kwaga J., Fasina F., Lazarus D., Suleman I., Poggensee G., et al., 2013. Human brucellosis: seroprevalence and associated exposure factors among abattoir workers in Abuja, Nigeria-2011. *Pan. Afr. Med. J.*, **16**, 103, doi: 10.11604/pamj.2013.16.103.2143
- Awosanya E.J., Olugasa B., Ogundipe G., Grohn Y.T., 2015. Seroprevalence and risk factors associated with African swine fever on pig farms in Southwest Nigeria. *BMC Vet. Res.*, **11**, 133, doi: 10.1186/s12917-015-0444-3
- Ayas S.A., Bot C.J., Jambol A.R., Luka P.D., 2016. Molecular detection of African swine fever virus in apparently healthy domestic pigs in Nasarawa State, Nigeria. *Sokoto J. Vet. Sci.*, **14** (3): 26-31, doi: 10.4314/sokjvs.v14i3.4
- Ayoade G.O., Adeyemi I.G., 2003. African swine fever: an overview. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **56** (3-4): 129-135, doi: 10.19182/remvt.9853
- Babalobi O.O., Olugasa B.O., Oluwayelu D.O., Ijagbone I.F., Ayoade G.O., Agbede S.A., 2007. Analysis and evaluation of mortality losses of the 2001 African swine fever outbreak, Ibadan, Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **39** (7): 533-542, doi: 10.1007/s11250-007-9038-9
- Bale O.O.J., Nuru S., 1985. Swine brucellosis: bacteriological and serological investigation of naturally infected pigs from six piggeries in Northern Nigeria. *J. Anim. Prod. Res.*, **5**: 193-199
- Bawa G.S., Balogun T.F., Ega L., Omage J.J., 2004. Urban backyard swine production: a case study of Kaduna, a Nigerian metropolitan city. *Niger. J. Anim. Prod.*, **31**: 237-244
- Bello-Onaghise G., Vaikosen S.E., Evivie S.E., 2012. Abortion cases in pig farms in Benin City and some surrounding communities in Edo State, Nigeria. *Niger. J. Agric. Food Environ.*, **8** (4): 37-42
- Biu A.A., Ijudai J., 2012. Prevalence and morphometric studies on porcine cystercercosis in Adamawa State, Nigeria. *Sokoto J. Vet. Sci.*, **10** (1): 28-31, doi: 10.4314/sokjvs.v10i1.6
- Bourn D., Wint W., Blench R., Woolley E., 1994. Nigerian livestock resources survey. (FAO) *World Anim. Rev.*, **78** (1): 49-58
- Cadmus S.I.B., Ijagbone I.F., Oputa H.E., Adesokan H.K., Stack J.A., 2006. Serological survey of brucellosis in livestock animals and workers in Ibadan, Nigeria. *Afr. J. Biomed. Res.*, **9** (3): 163-168, doi: 10.4314/ajbr.v9i3.48900
- Coker A.O., Isokpehi R.D., Thomas B.N., Fagbenro-Beyioku A.F., Omilabu S.A., 2000. Zoonotic infections in Nigeria: overview from a medical perspective. *Acta Trop.*, **76** (1): 59-63, doi: 10.1016/S0001-706X(00)00091-7
- Daniel-Igwe G., 2014. Hepatic necrosis and degenerative myopathy associated with cassava feeding in pigs. *J. Vet. Med.*, **2014**, 584945, doi: 10.1155/2014/584945
- Dipeolu O.O., Majaro O.M., Akinboade O.A., Nwufor K.J., 1982. Studies on the blood parasites of pigs in Ibadan, Nigeria. *Vet. Parasitol.*, **10** (1): 87-90, doi: 10.1016/0304-4017(82)90011-5
- Dipeolu O.O., Otesile E.B., Adetunji A., Fagbemi B.O., 1983a. Studies on blood parasites of pigs in Nigeria: pathogenicity of *Babesia trautmanni* in experimentally infected pigs. *Zoonoses Public Health*, **30** (1-10): 97-102, doi: 10.1111/j.1439-0450.1983.tb01817.x
- Dipeolu O.O., Otesile E.B., Fagbemi B.O., Adetunji A., 1983b. Pathogenicity of *Eperythrozoonis* alone and when mixed with *Babesia trautmanni* in experimentally-infected pigs. *Vet. Parasitol.*, **13** (2): 127-134, doi: 10.1016/0304-4017(83)90072-9
- Dipeolu O.O., Sellers K.C., 1970. Investigation of the ectoparasites of indigenous pigs in a rural area of Southwest Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **25**: 142-148
- Dogo G.I., Ogunsan E.A., Tanko T.J., Kamani J., Tafarki A.E., Nnabuife H.E., Peters J., 2010. Further evaluation of field efficacy of Scabicur lotion in the control of mange and ectoparasites in domestic animals in Nigeria. *Vom J. Vet. Sci.*, **7**: 23-25
- Ducrotot M.J., Bertu W.J., Ocholi R.A., Gusi A.M., Bryssinckx W., Welburn S., Moriyon I., 2014. Brucellosis as an emerging threat in developing economies: lessons from Nigeria. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **8** (7): e3008, doi: 10.1371/journal.pntd.0003008
- Fabiya J.P., 1979. Helminths of the pig on the Jos Plateau, Nigeria: relative prevalence, abundance and economic significance. *J. Helminthol.*, **53** (1): 65-71, doi: 10.1017/S0022149X00005757
- Fadiga M., Jost C., Ihedioha J., 2013. Financial costs of disease burden, morbidity and mortality from priority livestock diseases in Nigeria. Disease burden and cost-benefit analysis of targeted interventions. ILRI Research Report 33. ILRI, Nairobi, Kenya. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/33418/ResearchReport_33.pdf?sequence=2 (accessed 18 May 2017)
- Fagbemi B.O., Otesile E.B., Makinde M.O., Akinboade O.A., 1990. The relationship between dietary energy levels and the severity of *Trypanosoma brucei* infection in growing pigs. *Vet. Parasitol.*, **35** (1-2): 29-42, doi: 10.1016/0304-4017(90)90114-Q
- Fakai L.U., Faleke O.O., Magaji A.A., Ibitoye E.B., Alkali B.R., 2015. Seroprevalence of foot-and-mouth disease virus infection in pigs from Zuru, Nigeria. *Vet. World*, **8** (7): 865-869, doi: 10.14202/vetworld.2015.865-869
- Faleke O.O., Ogundipe G.A.T., 2003. *Taenia solium* cysticercosis and human taeniasis in Oyo State, Nigeria. *Niger. Vet. J.*, **24** (3): 60-64

- Fasina F.O., Lazarus D.D., Spencer B.T., Makinde A.A., Bastos A.D.S., 2012. Cost implications of African swine fever in smallholder farrow-to-finish units: Economic benefits of disease prevention through biosecurity. *Transbound. Emerg. Dis.*, **59** (3): 244-255, doi: 10.1111/j.1865-1682.2011.01261.x
- Fasina F.O., Shamaki D., Makinde A.A., Lombin L.H., Lazarus D.D., Rufai S.A., Adamu S.S., et al., 2010. Surveillance for African swine fever in Nigeria, 2006–2009 (2010). *Transbound. Emerg. Dis.*, **57** (4): 244-253, doi: 10.1111/j.1865-1682.2010.01142.x
- Gagman H.A., Ajayi O.O., Yusuf A.S., 2015. Survey of gastro-intestinal protozoans of pigs slaughtered at the Jos Abattoir, Plateau State, Nigeria. *Bayero J. Pure Appl. Sci.*, **8** (1): 96-100, doi: 10.4314/bajopas.v8i1.17
- Gusi A.M., Bertu W.J., Mwanikwon E.S., Hassan M., Ocholi R.A., Bot C.J., Ayuba N.J., et al., 2010. Prevalence of *Brucella* antibodies in animals and butchers at Jos abattoir, Nigeria. *Vom J. Vet. Sci.*, **7**: 30-34
- Gweba M., Faleke O.O., Junaidu A.U., Fabiyi J.P., Fajinmi A.O., 2010. Some risk factors for *Taenia solium* cysticercosis in semi-intensively raised pigs in Zuru, Nigeria. *Vet. Ital.*, **46** (1): 57-67
- Halliday J.E., Allan K.J., Ekem D., Cleaveland S., Kazwala R.R., Crump J.A., 2015. Endemic zoonoses in the tropics: a public health problem hiding in plain sight. *Vet. Rec.*, **176** (9): 220-225, doi: 10.1136/vr.h798
- Huang D.S., Guan P., Wu W., Shen T.F., Liu H.L., Cao S., Zhou H., 2012. Infection rate of *Eperythrozoon* spp. in Chinese population: a systematic review and meta-analysis since the first Chinese case reported in 1991. *BMC Infect. Dis.*, **12**, 171, doi: 10.1186/1471-2334-12-171
- Igbokwe I.O., 1995. Nutrition in the pathogenesis of African trypanosomiasis. *Protozool. Abstr.*, **19** (12): 797-807
- Igbokwe I.O., 2011. Laboratory investigation in veterinary practice: full text. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21555.02088> (accessed 2 June 2017)
- Ikeme M.M., 1970. Pig parasites of Nigeria with emphasis on the local breed. *Vet. Rec.*, **86** (21): 644
- Ikeme M.M., Nduaka O., 1974. Pig parasites of Nigeria. III. Local pig industries in Plateau area of Northern Nigeria and their helminth problems at the peak of rains. *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, **22** (4): 348-355
- Ilemobade A.A., Balogun T.F., 1981. Pig trypanosomiasis: effects of infection on feed intake, liveweight gain and carcass traits. *Trop. Anim. Health Prod.*, **13** (3): 128-136, doi: 10.1007/BF02237909
- Ilor D., 2009. Prevalence of sarcoptic mange in Gboko area of Benue State, Nigeria. In: 14th Annual Conf. Animal Science Association of Nigeria, Ogbomoso, Nigeria, 14-17 Sept. 2009
- Ironkwe M.O., Amefule K.U., 2008. Appraisal of indigenous pig production and management practices in Rivers State, Nigeria. *J. Agric. Soc. Res.*, **8** (1): 1-7, doi: 10.4314/jasr.v8i1.2878
- Isaac C., Ciosi M., Hamilton A., Scullion K.M., Dede P., Igbinsola I.B., Nmorsi O.P.G., et al., 2016. Molecular identification of different trypanosome species and subspecies in tsetse flies of Northern Nigeria. *Parasit. Vectors*, **9** (1), 301, doi: 10.1186/s13071-016-1585-3
- Isoun T.T., 1968. The pathology of *Trypanosoma simiae* infection in pigs. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **62** (2): 188-192, doi: 10.1080/00034983.1968.11686549
- Karanja D.N., Ngatia T.A., Wabacha J.K., Bebora L.C., Ng'ang'a C.J., 2011. Pathogenic effects associated with natural gastrointestinal helminth infections in pigs in Kenya. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **59** (1): 53-59, doi: 10.4314/bahpa.v59i1.68408
- Karshima S.N., Lawal I.A., Okubanjo O.O., 2016. Feeding patterns and xeno monitoring of trypanosomes among tsetse flies around the Gashaka-Gumti National Park in Nigeria. *J. Parasitol. Res.*, **2016**, 1591037, doi: 10.1155/2016/1591037
- Kitching R.P., Alexandersen S., 2002. Clinical variation in foot-and-mouth disease: pigs. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **21** (3): 513-518, doi: 10.20506/rst.21.3.1367
- Machebe N.S., Onyekuru N.A., Ekweogu N., 2009. Socio-economic factors affecting pig production in Enugu State, Nigeria. *J. Agric. For. Soc. Sci.*, **7** (1): 41-49
- Maduka C.V., Igbokwe I.O., Atsanda N.N., 2016. Appraisal of chicken production with associated biosecurity practices in commercial poultry farms located in Jos, Nigeria. *Scientifica*, **2016**, 1914692, doi: 10.1155/2016/1914692
- Mailafia S., Iliya J.B., 2009. African swine fever outbreak in Kumo, Nigeria: a case report. *Niger. Vet. J.*, **29** (4): 53-57
- Majiyagbe K.A., Shamaki D., Luther N.J., Udeani T.K.C., 2004. African swine fever epidemics. The Nigerian experience, 1997–2004. *Vom J. Vet. Sci.*, **1** (1): 138-147
- Meseko C., Globig A., Ijomanta J., Joannis T., Nwosuh C., Shamaki D., Harder T., et al., 2018. Evidence of exposure of domestic pigs to highly pathogenic avian influenza H5N1 in Nigeria. *Sci. Rep.*, **8**: 5900, doi: 10.1038/s41598-018-24371-6
- Meseko C.A., Odaibo G.N., Olaleye D.O., 2014. Detection and isolation of 2009 pandemic influenza A/H1N1 virus in commercial piggery, Lagos Nigeria. *Vet. Microbiol.*, **168** (1): 197-201, doi: 10.1016/j.vetmic.2013.11.003
- Nawathe D.R., Goni M., 1976. Foot-and-mouth disease in Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **24** (1): 1-4
- Ngbede E.O., Momoh A.H., Bala R.S., Madaki B.D., Maurice N.A., 2013. An abattoir-based study on serodiagnosis of swine brucellosis in Makurdi, Benue State, North-Central Nigeria. *J. Adv. Vet. Res.*, **3** (2): 57-59
- Nwanta J.A., Shoyinka S.V.O., Chah K.F., Onunkwo J.I., Onyenwe I.W., Eze J.I., Iheagwam C.N., et al., 2011. Production characteristics, disease prevalence, and herd-health management of pigs in Southeast Nigeria. *J. Swine Health Prod.*, **19** (6): 331-339
- Nyindo M., Lukumbagire A.H., 2015. Fascioliasis: an ongoing zoonotic trematode infection. *BioMed Res. Int.*, **2015**, 786195, doi: 10.1155/2015/786195
- Ocholi R.A., Ezeugwu R.U., Nawathe D.R., 1988. Mixed outbreak of trypanosomiasis and babesiosis in pigs in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **20** (3): 140, doi: 10.1007/BF02240078
- Odemyiwa S.O., Adebayo I.A., Ammerlann W., Ajuwape A.T.P., Alaka O.O., Oyedele O.I., Soyelu K.O., et al., 2000. An outbreak of African swine fever in Nigeria: virus isolation and molecular characterization of VP 72 gene of a first isolate from West Africa. *Virus Genes*, **20** (2): 139-142, doi: 10.1023/A:1008118531316
- Ogbaje C.I., Mbatorun T.I., Victor I., 2015. Survey of haemoparasites of pigs in major pig markets/farms in Mahurdi metropolis. *Niger. Vet. J.*, **36** (1): 1130-1134
- Okello A., Welburn S., Smith J., 2015. Crossing institutional boundaries: mapping the policy process for improved control of endemic and neglected zoonoses in sub-Saharan Africa. *Health Policy Plan.*, **30** (6): 804-812, doi: 10.1093/heapol/czu059
- Okon E.D., 1976. Blood parasites of local pigs in Ibadan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **8** (1): 96, doi: 10.1007/BF02383377
- Oladele O.I., 2002. Farmers feedback on pig production technology in Kwara State, Nigeria. *J. Livest. Res. Rural Dev.*, **14** (5), 50, <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd14/5/olad145.htm> (accessed 13 may 2017)
- Olufemi B.E., 1989. Porcine sarcoptes mange (*Sarcoptes scabiei* var *suis*) in Ibadan, Nigeria. *Niger. J. Anim. Prod.*, **16** (1): 61-63
- Olugasa B.O., Ijagbone I.F., 2007. Pattern of spread of African swine fever in south-western Nigeria, 1997–2005. *Vet. Ital.*, **43** (3): 621-628
- Omeke B.C.O., 1994. Pig trypanosomiasis: prevalence and significance in endemic Middle Belt zone of Southern Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **47** (4): 381-386, doi: 10.19182/remvt.9076
- Omeke B.C.O., Ugwu D.O., 1991. Pig trypanosomiasis: comparative anaemia and histopathology of lymphoid organs. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **44** (3): 267-272, doi: 10.19182/remvt.9164
- Omotainse S.O., Edeghere H., Omoogu G.A., Elhassan E.O., Thompson G., Igweh C.A., Ukah J.A.C., et al., 2000. The prevalence of animal trypanosomiasis in Konshisha Local Government Area of Benue State, Nigeria. *Isr. J. Vet. Med.*, **55** (4): 142-143
- Onah D.N., 1991. Porcine trypanosomiasis in Nigeria: infections in local and exotic pigs in the Nsukka area of Anambra State. *Trop. Anim. Health Prod.*, **23** (3): 141-146, doi: 10.1007/BF02356992 [see also corrigendum: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02361199>]
- Onah D.N., Chiejina S.N., 1995. *Taenia solium* cysticercosis and human taeniasis in the Nsukka area of Enugu State, Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **89** (4): 399-407, doi: 10.1080/00034983.1995.11812968
- Onah D.N., Ebenebe O.O., 2003. Isolation of a human serum-resistant *Trypanosoma brucei* from a naturally infected pig in the Nsukka area of Enugu State. *Niger. Vet. J.*, **24** (1): 37-43, doi: 10.4314/nvj.v24i1.3435
- Onah D.N., Uzoukwu M., 1991. Porcine cerebral *Trypanosoma brucei brucei* trypanosomiasis. *Trop. Anim. Health Prod.*, **23** (1): 39-44, doi: 10.1007/BF02361268

- Onunkwo J.I., Njoga E.O., Nwanta J.A., Shoyinka S.V.O., Onyenwe I.W., Eze J.I., 2011. Serological survey of porcine *Brucella* infection in Southeast Nigeria. *Niger. Vet. J.*, **32** (1): 60-62, doi: 10.4314/nvj.v32i1.68989
- Opara M.N., Anukam N.C., Okoli I.C., 2007. Prevalence and hematological indices of pigs naturally infested with mange in a Nigerian university farm. *Int. J. Trop. Agric. Food Syst.*, **1** (1): 37-41, doi: 10.4314/ijotafs.v1i1.40883
- Otesile E.B., Ajuwape A.T.P., Odemuyiwa S.O., Akpavie S.O., Olaifa A.K., Odaibo G.N., Olaleye O.D., et al., 2005. Field and experimental investigations of an outbreak of African swine fever in Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **58** (1-2): 21-26, doi: 10.19182/remvt.9935
- Otesile E.B., Akpavie S.O., Fagbemi B.O., Ogunremi A.O., 1991a. Pathogenicity of *Trypanosomabrucei brucei* in experimentally infected pigs. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **44** (3): 279-282, doi: 10.19182/remvt.9167
- Otesile E.B., Fagbemi B.O., Adeyemo O., 1991b. The effect of *Trypanosoma brucei* infection on serum biochemical parameters in boars on different planes of dietary energy. *Vet. Parasitol.*, **40** (3-4): 207-216, doi: 10.1016/0304-4017(91)90101-Z
- Otesile E.B., Fagbemi B.O., Makinde M.O., Akinboade O.A., 1992. The response of pigs experimentally infected with *Trypanosoma brucei* to isometamidium chloride therapy and the relation to nutrition. *Vet. Q.*, **14** (3): 88-91, doi: 10.1080/01652176.1992.9694339
- Owolodun O.A., Obishakin E.T., Ekong P.S., Yakubu B., 2010a. Investigation of African swine fever in slaughtered pigs, Plateau State, Nigeria, 2004-2006. *Trop. Anim. Health. Prod.*, **42** (8): 1605-1610, doi: 10.1007/s11250-010-9635-x
- Owolodun O.A., Yakubu B., Antiabong J.F., Ogedengbe M.E., Luka P.D., John Audu B., Ekong P.S., et al., 2010b. Spatio-temporal dynamics of African swine fever outbreaks in Nigeria, 2002-2007. *Transbound. Emerg. Dis.*, **57** (5): 330-339, doi: 10.1111/j.1865-1682.2010.01153.x
- Rekwot P.I., Abubakar Y.U., Jegede J.O., 2003. Swine production characteristics and management systems of smallholder piggeries in Kaduna and Benue States of North Central Nigeria. *Niger. Vet. J.*, **24** (2): 34-40, doi: 10.4314/nvj.v24i2.3452
- Robinson T.P., Wint G.R.W., Conchedda G., Van Boeckel T.P., Ercoli V., Palamara E., Cinardi G., et al., 2014. Mapping the global distribution of livestock. *PLoS One*, **9** (5): e96084, doi: 10.1371/journal.pone.0096084
- Saka J.O., Adesehinwa A.O.K., Ajala M.K., 2010. Incidence of African swine fever (ASF) disease and its associated implications on pig production in Lagos State, Nigeria. *Bulg. J. Agric. Sci.*, **16** (1): 80-90
- Sakakibara A., Baba K., Niwa S., Yagi T., Wakayama H., Yoshida K., Kobayashi T., et al., 2002. Visceral larva migrans due to *Ascaris suum* which presented with eosinophilic pneumonia and multiple intra-hepatic lesions with severe eosinophil infiltration. Outbreak in a Japanese area other than Kyushu. *Intern. Med.*, **41** (7): 574-579, doi: 10.2169/internalmedicine.41.574
- Salifu D.A., Manga T.B., Onyali I.O., 1990. A survey of gastrointestinal parasites in pigs of the Plateau and Rivers States, Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **43** (2): 193-196, doi: 10.19182/remvt.8848
- Stewart T.B., Hoyt P.G., 2006. Internal parasites. In: Diseases of swine (Eds. Straw B.E., Zimmerman J.J., D'Allaire S., Taylor D.J.). Blackwell, Ames, IA, USA, 901-914
- Ugbomoiko U.S., Ariza L., Heukelbach J., 2008. Pigs are the most important animal reservoir for *Tunga penetrans* (jigger flea) in rural Nigeria. *Trop. Doctor*, **38** (4): 226-227, doi: 10.1258/td.2007.070352
- Uko O.J., Ataja A.M., Babatunde G.M., 1994. Preliminary study of the incidence of pre-weaning mortality in exotic and West African dwarf pigs in South Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **47** (3): 329-332, doi: 10.19182/remvt.9097
- Ularanu H.G., Ibu J.O., Wood B.A., Abenga J.N., Lazarus D.D., Wungak Y.S., Knowles N.J., et al., 2016. Characterization of foot-and-mouth disease viruses collected in Nigeria between 2007 and 2014: evidence for epidemiological links between West and East Africa. *Transbound. Emerg. Dis.*, **64** (6): 1867-1876, doi: 10.1111/tbed.12584
- Weka R.P., Ikeh E.I., Kamani J., 2013. Seroprevalence of antibodies (IgG) to *Taenia solium* among pig rearers and associated risk factors in Jos metropolis, Nigeria. *J. Infect. Dev. Ctries*, **7** (2): 67-72, doi: 10.3855/jidc.2309

Résumé

Igbokwe I.O., Maduka C.V. Maladies affectant la production porcine au Nigeria : synthèse des questions et des défis actuels

L'intérêt croissant pour la production porcine, source complémentaire de protéine animale, se manifeste au Nigeria par une augmentation de la population de porcs. Dans les régions où il n'existe aucune restriction religieuse à la production et à la consommation de porc, la survenue de maladies représente la contrainte majeure à une production profitable de cochons. Les maladies importantes du porc, signalées dans les régions du pays où elles sont présentes, sont recensées dans cette synthèse. La peste porcine africaine, la fièvre aphteuse, la brucellose, la trypanosomose, la babésiose, l'épérythrozoose, les helminthoses, les coccidioses et les autres parasitoses ont des effets négatifs sur la production (augmentation de l'indice de consommation, réduction du taux de reproduction et de la croissance) aussi bien que sur la mortalité des porcelets et des cochons adultes. Les pertes économiques causées par la charge de morbidité et les stratégies de lutte inadéquates sont des problèmes auxquels est confrontée l'industrie porcine. Les risques de diffusion de zoonoses, comme la grippe, la trypanosomiase, les larva migrans, le ténia, la gale, la cryptosporidiose, la balantidiase, l'anquilostomose, l'amibiase et la tungose (due à *Tunga penetrans*), à partir de porcs infectés sont réels. Il est essentiel de proposer aux éleveurs des ressources et des services vétérinaires permettant des stratégies de lutte efficaces. Il est également nécessaire de faire une révolution conceptuelle afin de développer la viabilité de la production porcine dans le pays.

Mots-clés : porcin, production animale, virose, maladie bactérienne, parasitose, maladie gastro-intestinale, morbidité, Nigeria

Resumen

Igbokwe I.O., Maduka C.V. Carga patológica que afecta la producción porcina en Nigeria: síntesis de problemas y desafíos actuales

El interés creciente en la producción porcina como fuente complementaria de proteína animal ha llevado al crecimiento de la población porcina en Nigeria. Los brotes de enfermedades representan la mayor limitación para la producción porcina rentable en aquellos lugares donde no existe una barrera religiosa para la producción y el consumo de carne de cerdo. En la presente revisión se destacan las enfermedades más importantes de los cerdos reportadas en el país y la ubicación de la población de cerdos afectada. La peste porcina africana, la fiebre aftosa, la brucelosis, la tripanosomosis, la babesiosis, la eperitrozoosis, las helmintosis, las coccidiosis y otras parasitosis impactan el sistema de producción al afectar negativamente la eficiencia de la conversión alimenticia, la reproducción y las tasas de crecimiento, así como provocar mortalidad de lechones y adultos. Las pérdidas económicas debido a esta carga patógena y las estrategias de intervención inadecuadas son los problemas que enfrenta actualmente la industria de producción porcina. El riesgo de propagación zoonótica de la gripe, tripanosomiase, larva migrans, teniasis, sarna, criptosporidiosis, balantidiasis, anquilostomiasis, entamoebiasis y pulgas de los cerdos afectados es real. Debe prestarse atención a las estrategias de control de enfermedades a través de la provisión de recursos y servicios veterinarios, así como producir un cambio de paradigma para la sostenibilidad y la expansión de la capacidad de producción porcina en el país.

Palabras clave: cerdo, producción animal, virosis, enfermedad bacteriana, enfermedad parasitaria, enfermedad gastrointestinal, morbilidad, Nigeria

Detection of *Erysipelothrix rhusiopathiae* in naturally infected pigs in Kamuli District, Uganda

Angella Musewa^{1*} Kristina Roesel^{2,3**}
Delia Grace⁴ Michel Dione³ Joseph Erume⁵

Keywords

Swine, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, pork, smallholder, Uganda

Submitted: 13 July 2017

Accepted: 1 February 2018

Published: 9 September 2018

DOI: 10.19182/remvt.31229

Summary

Swine erysipelas is an economically significant disease affecting all stages of pork production. The biggest losses may occur in growers-finishers because of sudden death or acute septicemia. Survivors often suffer from chronic lameness, arthritis and endocarditis leading to poor body growth. The causative agent is the ubiquitous bacterium *Erysipelothrix (E.) rhusiopathiae*, which is also able to enter the skin of people handling infected animals and meat and cause infection. In order to show the presence of *E. rhusiopathiae* in pigs, serum samples from 426 randomly selected pigs were collected in four subcounties (Bugulumba, Butansi, Kitayunjwa and Namwendwa) in Kamuli District in Uganda, as part of a multipathogen survey conducted by the International Livestock Research Institute in 2013. Subsequently, 100 samples of fresh pork were collected from all 67-pork slaughterhouses operating in the same subcounties for isolation and bacterial culture. Overall, 308/460 (67%) of the pig sera carried antibodies against *E. rhusiopathiae* and 45/100 (45%) of the fresh pork samples were contaminated with *E. rhusiopathiae*. This is the first ever report of *E. rhusiopathiae* in pigs and pork in Uganda.

■ How to quote this article: Musewa A., Roesel K., Grace D., Dione M., Erume J., 2018. Detection of *Erysipelothrix rhusiopathiae* in naturally infected pigs in Kamuli District, Uganda. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **71** (1-2): 97-101, doi: 10.19182/remvt.31229

■ INTRODUCTION

Swine erysipelas, or 'diamond skin disease', is an economically significant disease affecting all stages of pig production. The biggest losses may occur in growers-finishers because of sudden death or acute septicemia. Survivors often suffer from chronic lameness, arthritis and endocarditis leading to poor body growth or infertility. The causative agent is the ubiquitous bacterium *Erysipelothrix (E.) rhusiopathiae*.

It is distributed worldwide and primarily considered as an animal pathogen. Turkeys and pigs are most commonly affected, followed by other birds, sheep, fish and reptiles. *E. rhusiopathiae* is zoonotic, and transmitted through scratches or small injuries of the skin. It is not commonly known among researchers, veterinarians, personnel of the health care sector in general, butchers, abattoir workers, farmers, fishermen, fish handlers and housewives. It has been referred to as an occupational disease by Wood (1975), as it affects these categories of people who work closely with infected animals or their products. In humans, it usually manifests itself as localized cellulitis known as erysipeloid. If infections get systemic, patients may have fever, joint pain and lymphadenopathy. Infections in otherwise healthy people are usually self-limited within three to four weeks (Reboli and Farrar, 1989). In rare cases, *E. rhusiopathiae* causes septicemia and potentially fatal endocarditis.

In Uganda, pig keeping has emerged as a popular income-generating activity over the past three decades (MAAIF/UBOS, 2009). It is the first East African country in terms of consumption per capita (FAOSTAT, 2011). Nevertheless, many of the potentially zoonotic pig diseases have never been researched in Uganda (Alonso et al., 2016) because generally pigs have played a negligible role in agricultural production in the past in the country (Blench, 2000).

1. College of Health Sciences, Makerere University, PO BOX 7072, Kampala, Uganda.

2. Freie Universität Berlin, Department of Veterinary Medicine, 14163 Berlin, Germany.

3. International Livestock Research Institute, c/o Bioversity International, Kampala, Uganda.

4. International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya.

5. College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity, Makerere University, Kampala, Uganda.

* Corresponding author

Tel.: +256 7 87 45 63 36; Email: musewaa@gmail.com

** A. Musewa and K. Roesel contributed equally to this work.



Preliminary information from participatory rural appraisals conducted in 2013 indicated the occurrence of diamond skin disease in pigs in Kamuli District, Eastern Uganda (Roessel et al., 2014). According to these appraisals, farmers from three subcounties had reported skin lesions in live pigs, which may have been caused by *E. rhusiopathiae*; the disease is locally referred to as 'Okumyuka'. In the present study, we investigated the existence of *E. rhusiopathiae* in pigs and pork in the villages that reported signs of the disease.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was conducted in Kamuli District, Eastern Uganda, and was part of a multidisciplinary program implemented by the International Livestock Research Institute (ILRI) and partners to identify constraints and opportunities to improve smallholder pig value chains in Uganda (Ouma et al., 2014). The district has an estimated population of 55,998 pigs and most pigs are kept under extensive or semi-extensive systems with free-ranging and tethering being the most practiced keeping types.

Sample collection

Serum aliquots from 426 randomly selected pigs in four subcounties, namely Bugulumbya, Butansi, Kitayunjwa, Namwendwa, in Kamuli District (Figure 1), had been obtained in previous investigations (Erume et al., 2016) that were part of a multipathogen survey led by ILRI. Subsequently, 100 samples of fresh pork were collected from all 67 slaughterhouses operating in the same subcounties at the time of the study in March 2014. Using a sharp knife and gloves, approximately 250 grams of small pieces of pork from deep inside the muscle were cut. After collection, the pork was put in a stomacher bag, labelled and sealed with tape. It was put on ice in a cool box and transported to the College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity for microbiological analysis, which was carried out within ten days.

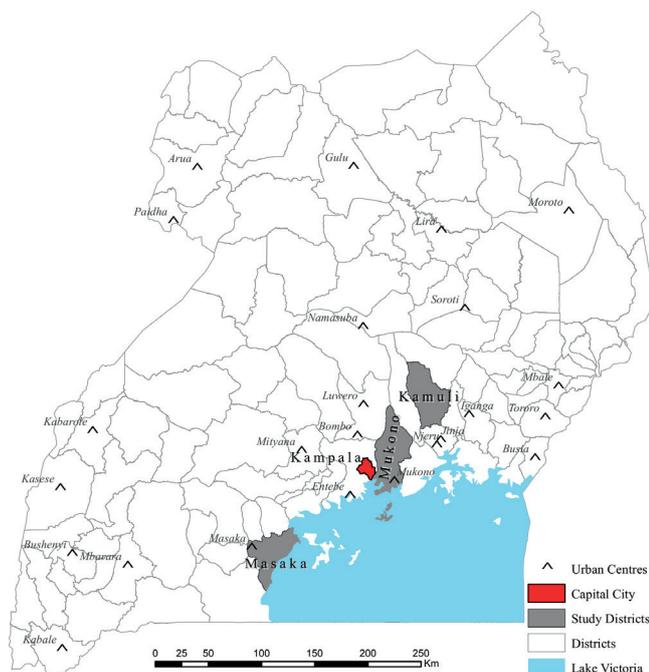


Figure 1: Selected subcounties for detection of *Erysipelothrix rhusiopathiae* in pigs and pork in Uganda.

Laboratory analysis

Indirect enzyme-linked immunosorbent assay

A commercially available ELISA (CIVtest Suis SE/MR, Laboratorios Hipra, Amer, Spain) based on *E. rhusiopathiae*-specific antigen (*E. rhusiopathiae* R32E11, serotype B) was used to detect anti-*Erysipelothrix* spp. immunoglobulin G. According to the manufacturer's instructions, the assay showed a sensitivity and specificity of 100%. The 96-well microplates were provided precoated with antigen, and the assay was performed as follows: 50 µl of the undiluted, ready-to-use controls and 1:200 diluted test samples were added to the appropriate wells and left to incubate for 60 min at 37°C to allow antigen-antibody binding. All wells were washed three times with reconstituted washing solution (300 µl) and, subsequently, 50 µl of a ready-to-use conjugate solution (MAb anti-porcine IgGs/HPRO) were added to each well and left to incubate for another 60 min at 37°C to bind any attached porcine antibody. Remaining unbound conjugate was washed three times (300 µl) in another step, before a peroxidase-specific chromogenic substrate solution (50 µl) was added to each well and left in the dark at room temperature for 15 min to allow a chromogenic reaction to develop. The reaction was stopped by adding 50-µl ready-to-use oxalic acid solution.

Optical density (OD) of the sample was measured by reading the test plate at 405 nm wavelength (ELx800, BioTEK; Gen5 2.00.18). For the interpretation of results, a relative index (IRPC) value was required ($IRPC = [(sample\ OD - mean\ negative\ control\ OD) / (mean\ positive\ control\ OD - mean\ negative\ control\ OD)] * 100$), where an IRPC value above 40.0 was defined as positive, according to the manufacturer. All samples were analyzed in duplicates using the positive and negative controls provided by the manufacturer.

Culture isolation and identification from pork samples

Bacteriological culture was performed according to standard procedures (Reboli and Farrar, 1989). Briefly, pork samples were homogenized in a sterile stomacher bag. Five microliters of the resulting solution were streaked on sterile trypticase soy agar (laboratorios-Conda, Madrid, Spain) and modified blood agar containing 0.4% sodium azide (Laboratorios-Conda) and incubated for 24–48 hours at 37°C. The plates were examined after incubation for suspect *E. rhusiopathiae* colonies which were pinpoint size (approximately 0.1 mm), convex, circular, translucent, smooth, mildly hemolytic colonies (Reboli and Farrar, 1989). The colonies with morphological characteristics of *E. rhusiopathiae* were subcultured on *Erysipelothrix* selective media (Laboratorios-Conda) as reviewed by Wang et al. (2010) and subsequently incubated for 24 hours at 37°C. Bacterial colonies that grew on the selective media were identified by their morphology: small (0.3–0.6 µm), circular, and transparent, with a smooth glistening surface and edge, and by Gram staining. Subsequently, they were biochemically confirmed by testing for catalase activity as well as their ability to hydrolyze esculin and break down protein gelatine (Forbes et al., 2007).

Data management and analysis

Laboratory data and data collected on demographics (location of the butcher, location of the pigs) were double entered in Excel and cross-checked for completeness and accuracy before descriptive analysis in STATA 12.0 (StataCorp). Confidence limits were computed with Ausvet EpiTools (<http://epitools.ausvet.com.au/content.php?page=CIPProportion>) for a desired level of confidence of 95% using the binomial (Clopper-Pearson) 'exact' method based on beta distribution. Significance in prevalence between villages was assessed based on the overlap of confidence intervals (Tables I and II).

Ethics

This work involved animal sampling and interviewing of farmers. Ethical clearance was obtained from the Ethical Review Committee of the College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity, Makerere University (No. VAB/REC/13/101) and ILRI Institutional Research Ethics Committee (Ref. IREC 2013–03). The farmers were duly informed about the study and their written consent was sought prior to the start of data collection. No blinding was done.

RESULTS

In the first step, ELISA revealed an overall seroprevalence of antibodies against *E. rhusiopathiae* in pig sera of 66.9%, with no significant differences between subcounties (Table I).

In the second step, results showed that *E. rhusiopathiae* was isolated from 45% of the 100 raw pork samples with the highest proportion found in Butansi subcounty (Table II). However, differences between subcounties were not statistically significant.

DISCUSSION

To the knowledge of the authors, this is the first report of the occurrence of *E. rhusiopathiae* in pigs and pork in Uganda, and the bacterium has been isolated from all subcounties in the study where farmers had described clinical signs of acute swine erysipelas during systematically conducted participatory research (Roesel et al., 2014) therefore offering potential for increased income through small-scale pig production and marketing. A multi-disciplinary value chain assessment conducted by ILRI and partners aimed to identify constraints and opportunities for value chain actors as well as shortcomings in the safety of pork products in three districts in Uganda. Prior

to quantitative surveys and biological sampling at various nodes of the chain, participatory rural appraisals and focus group discussions were held with about 1,400 smallholder pig farmers to map out qualitative aspects including the various actors involved in pig rearing (e.g. input and service providers). In the East African Community, *E. rhusiopathiae* has been previously isolated from pigs in Kenya (Wabacha et al., 1998; Friendship and Bilkei, 2007), where it caused high mortality suggesting a virulent serovar affecting pigs in the region. Pigs have been shown to harbor both avirulent and virulent serotypes in their tonsils (Takahashi et al., 1987). Although clinical cases of swine erysipelas are predominantly caused by serotypes 1a, 1b, or 2, less common serotypes typically have lower virulence for swine (Opriessnig and Wood, 2012). The current aim of the study was to reveal the presence of *E. rhusiopathiae* in pigs but not to serotype the isolates. However, given the unexpectedly high prevalence in raw pork, the serotypes circulating in Kamuli District should be determined in future research.

Infection with *E. rhusiopathiae* in pigs can be present under three known forms of the disease, depending on the virulence of the serotype and the host's immunity status: acute, subacute and chronic. The acute form is characterized by a septicemia with sudden fever, abortion, lethargy, lying down, stiffness of joints, partial or complete lack of appetite, characteristic pink, red or purple, raised, rhomboid or squared skin lesions around the snout, ears, jowls, throat, abdomen and thighs, and death (Opriessnig and Wood, 2012). Especially in dark-skinned pigs, where the characteristic shape of the skin lesion may not be fully visible, many of the symptoms may be confused with signs of African swine fever which is perceived to be a major health constraint to smallholder pig production in the region (Dione et al., 2014). On the other hand, the subacute form of the disease may result in infertility in pigs, whereas the chronic form may cause lameness; both conditions can cause severe production losses. However, there are both treatment and immunization available for the control of

Table I

Prevalence of immunoglobulin G against *Erysipelothrix rhusiopathiae* among smallholder pigs (n = 426) in Kamuli District, Eastern Uganda, in July 2013

Subcounty	Village	Sample size	ELISA+	Prevalence (%)	Confidence interval* (%)
Kitayunjwa	Butabala	38	27	71.1	54.1–84.6
Bugulumbya	Bukyonza, Baluboinewa	118	81	68.6	59.5–76.9
Namwendwa	Isingo A	78	49	62.8	51.1–73.5
Butansi	Ntansi, Kanyu zone	192	128	66.7	59.5–73.3
Total		426	285	66.9	62.2–71.4

* Calculated at p = 0.05, EpiTools Exact Binomial Clopper-Pearson

Table II

Prevalence of *Erysipelothrix rhusiopathiae* in raw pork from 67 slaughterhouses in Kamuli District, Eastern Uganda, in March 2014

Subcounty	Village	Sample size	Culture+	Prevalence (%)	Confidence interval* (%)
Kitayunjwa	Butabala, Buwaiswa	14	5	35.7	12.8–64.9
Bugulumbya	Bukyonza, Kasambira	24	11	45.8	25.6–67.2
Namwendwa	Isingo A, Bugobi	55	23	41.8	28.7–55.9
Butansi	Ntansi	7	6	85.7	42.1–99.6
Total		100	45	45.0	35.0–55.3

* Calculated at p = 0.05, EpiTools Exact Binomial Clopper-Pearson

E. rhusiopathiae infection in pigs, but the latter requires knowledge on the circulating serotypes. In humans as in pigs, the disease can easily be treated but only if detected in time.

E. rhusiopathiae is a ubiquitous bacterium that can survive in swine feces at different ambient temperatures (Conklin and Steele, 1979), in soil (Weaver, 1985), water, sewage, abattoir effluent and fertilizer (Woodbine, 1950; Cottral, 1978; Reboli and Farrar, 1992). In pork it survives chilling, freezing, and curing (Wood, 1975) as well as decomposing to some extent (Conklin and Steele, 1979).

CONCLUSION

As clinical signs of swine erysipelas had been reported by smallholder pig farmers in Kamuli District, the study aimed at showing the prevalence of the disease in the area. We showed that a 66.7% seroprevalence was found among the 426 pigs investigated, and a 45% prevalence was found in pork samples from the 67 slaughterhouses. Therefore, *E. rhusiopathiae* is present in pigs in Kamuli District, posing an economic risk to smallholder pig farmers, and a potentially public health risk to pig and pork handlers in the area. Moreover, we were able to confirm that community-based participatory disease reporting is helpful in identifying diseases in livestock species that are historically recent in developing countries. *E. rhusiopathiae* infection has not been reported in humans nor in pigs in Uganda. Fortunately, the disease is preventable and relatively treatable when diagnosed in time. Further research should include serotyping of isolates

to identify control strategies, especially vaccination, that could be implemented in Kamuli District. It should also attempt to assess the burden of *E. rhusiopathiae* infection in raw pork handlers such as butchers and cooks, and identify practices that might increase the risk of human infection. Public health practitioners in Eastern Uganda such as physicians, nurses, veterinarians and meat inspectors should be sensitized on the presence of the pathogen as well as its diagnosis and control. Much remains to be elucidated on the epidemiology and transmission cycle of *E. rhusiopathiae* in animals, people and the environment in Uganda. Future investigations should focus on the One Health approach.

Acknowledgments

The field research was cofunded by CGIAR Research Program on Agriculture for Nutrition and Health, and the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Germany, through the 'Safe Food, Fair Food' project, as well as CGIAR Research Program on Livestock and Fish through the International Fund for Agricultural Development – European Commission through the 'Smallholder Pig Value Chains Development' project in Uganda. The authors are grateful for the enthusiastic and technical support provided by Dr. Joseph Kungu and Ms. Joyce Akol in the field, and by Mr. Nathan Musisi and Mr. Ibrahim Ntulume in the laboratory. We extend our gratitude to the field veterinary staff, in particular Dr. Daniel Kasibule, Mr. Robert Isabirye and Mrs. Milly Nanyolo, as well as all pig farmers and butchers in Kamuli District for their participation in the survey.

REFERENCES

- Alonso S., Lindahl J., Roesel K., Traore S.G., Yobouet B.A., Ndour A.P.N., Carron M., Grace D., 2016. Where literature is scarce: observations and lessons learned from four systematic reviews of zoonoses in African countries. *Anim. Health Res. Rev.*, **17** (1): 28-38, doi: 10.1017/S1466252316000104
- Blench R., 2000. A history of pigs in Africa. In: Origins and development of African livestock: Archaeology, genetics, linguistics and ethnography (Eds. Blench R., MacDonald K.). Routledge, Abingdon, UK, 355-367
- Conklin R., Steele J., 1979. *Erysipelothrix* infections. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 327-337 (Ser. Zoonoses, Vol. 1, Sect. A)
- Cottral G., 1978. Manual of standardized methods for veterinary microbiology. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA
- Dione M.M., Ouma E.A., Roesel K., Kungu J., Lule P., Pezo D., 2014. Participatory assessment of animal health and husbandry practices in smallholder pig production systems in three high poverty districts in Uganda. *Prev. Vet. Med.*, **117** (3-4): 565-76, doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.10.012
- Erume J., Roesel K., Dione M.M., Ejobi F., Mboowa G., Kungu J.M., Akol J., et al., 2016. Serological and molecular investigation for brucellosis in swine in selected districts of Uganda. *Trop. Anim. Health Prod.*, **48** (6): 1147-1155, doi: 10.1007/s11250-016-1067-9
- FAOSTAT, 2011. Statistics division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/browse/FB/CL/E> (accessed 1 Jan. 2016)
- Forbes B., Sahn D., Weissfeld A., 2007. Bailey and Scott's Diagnostic microbiology, 12th Edn. Mosby, Maryland Heights, MS, USA, 1056 p.
- Friendship C.R., Bilkei G., 2007. Concurrent swine erysipelas and *Clostridium novyi* infections associated with sow mortality in outdoor sows in Kenya. *Vet. J.*, **173** (3): 694-696, doi: 10.1016/j.tvjl.2006.01.004
- Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, Uganda Bureau of Statistics, 2009. The national livestock census report 2008. MAAIF/UBOS, Entebbe/Kampala, Uganda
- Opriessnig T., Wood R.L., 2012. Erysipelas. In: Diseases of swine (Eds. Zimmerman J.J., Karriker L.A., Ramirez A., Schwartz K.J.). John Wiley, Chichester, UK, 750-759
- Ouma E., Dione M., Lule P., Roesel K., Pezo D., 2014. Characterization of smallholder pig production systems in Uganda: constraints and opportunities for engaging with market systems. *Livest. Res. Rural Dev.*, **26**, 56, www.lrrd.org/lrrd26/3/ouma2605
- Reboli A.C., Farrar W.E., 1989. *Erysipelothrix rhusiopathiae*: an occupational pathogen. *Clin. Microbiol. Rev.*, **2** (4): 354-359, doi: 10.1128/CMR.2.4.354
- Reboli A.C., Farrar W.E., 1992. The genus *Erysipelothrix*. In: The prokaryotes. A handbook on the biology of bacteria: ecophysiology, isolation, identification, applications (Eds. Balows A., Truper H.G., Dworkin M., Harder W., Schleifer K.). Springer, New York, NY, USA, 1629-1642
- Roesel K., Ouma E., Dione M., Pezo D., Grace D., 2014. Smallholder pig producers and their pork consumption practices in Kamuli, Masaka and Mukono districts in Uganda. In: 6th All Africa Conf. Animal agriculture, macro-trends and future opportunities, Nairobi, Kenya, 27-30 Oct. 2014
- Takahashi T., Sawada T., Muramatsu M., Tamura Y., Fujisawa T., Benno Y., Mitsuoka T., 1987. Serotype, antimicrobial susceptibility, and pathogenicity of *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates from tonsils of apparently healthy slaughter pigs. *J. Clin. Microbiol.*, **25** (3): 536-539
- Wabacha J.K., Gitau G.K., Nduhio J.M., Thaiya A.G., Mbithi P.M., Munyua S.J., 1998. An outbreak of urticarial form of swine erysipelas in a medium-scale piggery in Kiambu District, Kenya. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, **69** (2): 61-3, doi: 10.4102/jsava.v69i2.818
- Wang Q., Chang B.J., Riley T.V., 2010. *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Vet. Microbiol.*, **140** (3-4): 405-417, doi: 10.1016/j.vetmic.2009.08.012
- Weaver R.E., 1985. *Erysipelothrix*. In: Manual of clinical microbiology (Eds. Lennette E.H., Balows A., Hausler Jr. W.J., Shadomy H.J.). American Society for Microbiology, Washington, DC, USA, 209-210
- Wood R., 1975. *Erysipelothrix* infection. In: Diseases transmitted from animals to man (Eds. Hubbert W.T., McCullough W.F., Schnurrenberger P.R.). Springfield, IL, USA, 271-281
- Woodbine M., 1950. *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Bacteriology and chemotherapy. *Bacteriol. Rev.*, **14**: 161-178

Résumé

Musewa A., Roesel K., Grace D., Dione M., Erume J. Détection d'*Erysipelothrix rhusiopathiae* chez des porcs infectés naturellement dans le district de Kamuli en Ouganda

L'érysipèle des porcs est une maladie économiquement importante qui affecte toutes les étapes de la production de porc. Les pertes les plus importantes peuvent survenir chez les producteurs de porc d'engraissement, suite à une mort subite ou à une septicémie aiguë. Les porcs survivants souffrent souvent de boiteries chroniques, d'arthrite et d'endocardite, entraînant une croissance corporelle médiocre. L'agent causal est la bactérie ubiquitaire *Erysipelothrix (E.) rhusiopathiae*. Elle est également capable d'entrer dans la peau des personnes qui manipulent des animaux et de la viande infectés, et ainsi causer une infection. Afin de montrer la présence de l'agent responsable chez les porcins, des échantillons de sérum provenant de 426 porcs sélectionnés au hasard ont été recueillis auprès d'élevages dans quatre sous-comtés (Bugulumbya, Butansi, Kitayunwa et Namwendwa) dans le district de Kamuli en Ouganda, dans le cadre d'une large étude multipathogène menée par l'International Livestock Research Institute en 2013. Par la suite, 100 échantillons de viande de porc fraîche ont été prélevés auprès de 67 boucheries opérant dans les mêmes sous-comtés pour isolement et culture bactérienne. Dans l'ensemble, des anticorps contre *E. rhusiopathiae* ont été détectés dans 308 sur 460 (67 %) sérums, et 45 sur 100 (45 %) échantillons de viande de porc fraîche étaient contaminés par *E. rhusiopathiae*. C'est la première étude rapportant l'occurrence d'*E. rhusiopathiae* chez les porcs et dans la viande de porc en Ouganda.

Mots-clés : porcine, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, viande porcine, exploitant agricole, Ouganda

Resumen

Musewa A., Roesel K., Grace D., Dione M., Erume J. Detección de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en cerdos infectados naturalmente en el distrito de Kamuli, Uganda

La erisipela porcina es una enfermedad económicamente significativa, que afecta todos los estadios de producción porcina. Las mayores pérdidas se observan en los criadores de engorde debido a muertes súbitas o septicemia aguda. Los sobrevivientes a menudo sufren de laminitis, artritis y endocarditis, llevando a un pobre crecimiento corporal. El agente causal es la bacteria ubicua *Erysipelothrix (E.) rhusiopathiae*, capaz también de infiltrarse por la piel de las personas que manejan animales y carne infectados, causando infección. Con el fin de mostrar la presencia de *E. rhusiopathiae* en cerdos, se recolectaron muestras de suero en 426 cerdos seleccionados al azar en cuatro sub condados (Bugulumbya, Butansi, Kitayunwa y Namwendwa) en el distrito de Kamuli en Uganda, como parte de una encuesta sobre patógenos múltiples llevadas a cabo por el Instituto Internacional de Investigación Ganadera (ILRI) en 2013. Subsecuentemente, se recolectaron 100 muestras de carne de cerdo fresco de cada una de los 67 mataderos operando en los mismos sub condados, para aislamiento y cultivo bacteriano. En total, 308/460 (67%) de los sueros de cerdo presentaron anticuerpos contra *E. rhusiopathiae* y 45/100 (45%) de las muestras de carne de cerdo fresco estuvieron contaminadas con *E. rhusiopathiae*. Este es el primer reporte de *E. rhusiopathiae* en cerdos y en carne de cerdo en Uganda.

Palabras clave : cerdo, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, carne de cerdo, pequeño agricultor, Uganda

Serotypes and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* in pork and related fresh-vegetable servings among pork outlets in Kampala, Uganda

Dickson Ndoboli^{1**} Kristina Roesel^{2,3*} Martin Heilmann^{2,3}
Thomas Alter⁴ Peter-Henning Clausen³ Edward Wampande¹
Delia Grace² Stephan Huehn⁴

Keywords

Pork, *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, resistance to antibiotics, food chain, PCR, Uganda

Submitted: 19 July 2017

Accepted: 4 June 2018

Published: 9 September 2018

DOI: 10.19182/remvt.31289

Summary

The aim of this study was to characterize serotypes, phenotypic antimicrobial resistance patterns, and plasmid profiles of 55 *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolates in different matrices from 77 pork outlets in Kampala, Uganda. Seven different serovars were identified, namely Enteritidis (60%), Offa (10.9%), Gallinarum (7.3%), Arechavaleta (monophasic) (7.3%), Zanzibar (7.3%), Kampala (5.4%), and Saintpaul (1.8%). Most isolates were obtained from raw pork (40.0%), followed by flies (27.3%), raw vegetables (18.2%), water (12.7%), and roasted pork (1.8%). All but one of the isolates (98%) showed resistance to at least one of the 22 antimicrobials tested, with highest levels of resistance expressed to cefazolin (95%), and cefotaxime (93%). Intermediate resistance was found to ciprofloxacin (58%), chloramphenicol (58%), and amoxicillin-clavulanic acid (56%). Most isolates were susceptible to levofloxacin (75%), sulfamethoxazole-trimethoprim (80%), and ofloxacin (96%). Characterization of strains by PCR-based replicon typing detected the presence of FIA, FIB, FIC, HI1, HI2, I1-1 γ , L/M, N, P, W, T, A/C, K, B/O, X, Y, F and FIIA replicons. Six replicon groups (FIA, W, FIC, FIB, P, and Y) were identified in 53 of the 55 (96.4%) isolates with more than one group existing among 42 different isolates. Although the average number of replicon groups per strain was low (2.6), phenotypical resistance rates remained high implying that some strains seemed to encode resistance on the chromosome or undetected plasmids, respectively. Potential drivers in livestock production and human medicine, and sources of antimicrobial resistance need to be identified to protect public health in Uganda.

■ How to quote this article: Ndoboli D., Roesel K., Heilmann M., Alter T., Clausen P.-H., Wampande E., Grace D., Huehn S., 2018. Serotypes and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* in pork and related fresh-vegetable servings among pork outlets in Kampala, Uganda. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2): 103-109, doi: 10.19182/remvt.31289

■ INTRODUCTION

The term 'pork joint' refers to small- to medium-size pork outlets serving ready-to-eat pork to consume on site as well as raw pork for home preparation and consumption. They are found along busy trading centers and streets in the suburbs of Kampala, Uganda. In most cases, pork

joints are semi-permanent or permanent wooden stalls that are open from morning until late at night and where clients consume roasted or fried pork (Roesel and Grace, 2014; Heilmann, 2016). Prepared pork meals are usually served along with fresh accompaniments such as finely chopped onions and tomatoes, locally known as *kachumbari*, green peppers, and avocados. Food preparation is done under poor hygienic conditions; flies are common and pork is left out on a table or hanging in an open window to attract clients (Heilmann et al., 2015a). This, along with ambient temperatures between 20°C and 37°C, renders pork prone to contamination with physical and biological hazards.

In general, microbiological food contamination is a major public health concern. The first global assessment of foodborne disease found that more than 80% of the burden, which is measured in 'disability adjusted life years', was attributed to bacteria, helminths, and protozoa (Havelaar et al., 2015). Food can be contaminated during production or further down the value chain, mostly caused by poor hygiene practices

1. Central Diagnostic Laboratory, Makerere University, Kampala, Uganda.

2. Animal and Human Health Program, International Livestock Research Institute, PO Box 30709, Nairobi, Kenya.

3. Institute for Parasitology and Tropical Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, 14163 Berlin, Germany.

4. Institute of Food Hygiene, Freie Universität Berlin, 14163 Berlin, Germany.

* Corresponding author

Tel.: +254 20 422 3409; Email: k.roesel@cgiar.org

** D. Ndoboli and K. Roesel contributed equally to this work.



(Mensah et al., 2002). Common causes of microbial food-borne disease include non-typhoidal *Salmonella* (NTS), *Salmonella* (S.) Typhi, *Vibrio cholerae*, toxigenic *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., norovirus, and *Listeria monocytogenes* (Mensah et al., 2002; Havelaar et al., 2015). Among the 31 foodborne hazards investigated by the World Health Organization's Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group, NTS was the most important in terms of overall burden and deaths, especially in African subregions (Havelaar et al., 2015).

Cases of drug-resistant *Salmonella* spp. have been reported in a number of countries in East Africa (Kariuki et al., 2006; Kikuyi et al., 2010; Omulo et al., 2015) and are likely to increase (Byarugaba, 2004; Sirinavin et al., 2004). Previous studies in Uganda show a high prevalence of multiresistant strains, evidence of cross-species transmission of plasmids, and drug resistance in animals and humans (Kalule et al., 2012; Tinega et al., 2016). Typing methods such as plasmid profiling, ribotyping, and pulsed-field gel electrophoresis have been used to aid diagnosis and outbreak investigation (Lukinmaa et al., 2004).

In a community-based prevalence survey at pork outlets in Kampala, *S. enterica* subsp. *enterica* was investigated as an indicator pathogen potentially carried onto food products by flies (Heilmann, 2016). Although the prevalence data are presented elsewhere (Heilmann et al., 2015b), the aim of this study was to characterize serotypes, phenotypic patterns of antimicrobial resistance (AMR), and plasmid profiles of the obtained *Salmonella* isolates.

MATERIALS AND METHODS

Sample collection

In a cross-sectional survey, 77 of 179 pork outlets in Kampala were randomly selected and 693 samples from different substrates were collected between June and July 2014 (Heilmann, 2016). Fresh pork samples of 5–10 g were aseptically collected directly from display windows, vegetables and roasted pork samples of 5–10 g from serving plates, and water samples from storage containers. Hand swabs and utensil swabs were taken from pork handlers' hands and cutlery. Swab samples from flies were obtained from the fly guts wash solution after they had been caught individually with sterile nets and transferred into sterile tubes (Heilmann, 2016). All samples were transported in a box at 4°C to the Central Diagnostic Laboratory, Makerere University, Kampala, then kept at -20°C until analysis. Isolation of *Salmonella* spp. was performed according to ISO 6579:2002.

Bacteriological culture, isolation, and confirmation

For microbiological investigation, samples were pre-enriched in 10 ml of 1% buffered peptone water (Oxoid, Hampshire, UK) and incubated at 37°C for 18–24 hours. A 0.1 ml aliquot of the pre-enrichment was transferred into 9 ml of Rappaport Vassiliadis selective enrichment broth (Oxoid) and incubated at 42°C for 18–24 hours. Then, a loop of inoculum was streaked onto xylose-lysine-deoxycholate agar (Oxoid) and incubated at 37°C for 24 hours. Hydrogen sulfide producing colonies were subcultured on fresh xylose-lysine-deoxycholate agar plates. Colonies from subcultures were Gram stained, examined via microscope at 100× magnification, and subjected to biochemical testing which included methyl red test (Oxoid), indole production test, citrate utilization test (Oxoid), Voges-Proskauer test (Oxoid), dulcitol (Oxoid), and mannitol fermentation test (Oxoid, Hampshire) (Barrow and Feltham, 1993). Isolates that were biochemically positive for *Salmonella enterica* were preserved in micro vials on Mueller-Hinton agar for molecular identification. To confirm *Salmonella* species, a simplex PCR according to Rahn et al. (1992) was performed at the Institute for Food Hygiene of Freie Universität Berlin, Germany. Serotyping was performed at the Food and Agriculture Organization of the United Nations Reference Centre for Veterinary Public Health

hosted by Freie Universität Berlin and the National Reference Laboratory for *Salmonella* hosted by the Federal Institute for Risk Assessment in Berlin, according to Grimont and Weill (2007).

Antimicrobial resistance tests

Salmonella-positive isolates were subjected to antimicrobial resistance (AMR) tests using the Kirby-Bauer disc diffusion method with Luria-Bertani agar. In total, 22 antimicrobial agents were tested: ampicillin (AP; 10 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC; 20/10 µg), ampicillin-sulbactam (SAM; 10/10 µg), piperacillin (PRL; 100 µg), piperacillin-tazobactam (PTZ; 100/10 µg), cefazolin (CZ; 30 µg), cefepime (CPM; 30 µg), cefotaxime (CTX; 30 µg), ceftazidime (CAZ; 30 µg), cefuroxime sodium (CXM; 30 µg), cephalothin (KF; 30 µg), imipenem (IMI; 10 µg), meropenem (MEM; 10 µg), amikacin (AK; 30 µg), gentamicin (GM; 10 µg), tetracycline (TET; 30 µg), ciprofloxacin (CIP; 5 µg), levofloxacin (LEV; 5 µg), ofloxacin (OFX; 5 µg), chloramphenicol (CHA; 30 µg), and sulfamethoxazole-trimethoprim (SXT; 23/1.25 µg) (Mast, Bootle, UK). Corresponding brake points were obtained using guidelines set by the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2012). *E. coli* and *Enterococcus faecalis* were used as control strains.

PCR-based *inc/rep* typing method

A DNA template was prepared by the Chelex method: three to five *S. enterica* colonies were washed in 500 µl of Tris-EDTA buffer and centrifuged at 10,000 × *g*. The pellet was resuspended in 500 µl of 5% Chelex in water and incubated under constant shaking (Eppendorf) for one hour at 56°C, 700 rpm, later incubated at 95°C, 700 rpm for 20 min after which it was centrifuged 10,000 × *g*. Then the supernatant was collected and used for PCR. The PCRs were performed according to Carattoli et al. (2005) in which 18 pairs of primers designed to perform five multiplex and three simplex PCR reactions were used, recognizing the following 18 replicon groups: FIA, FIB, FIC, HI1, HI2, II-Iy, L/M, N, P, W, T, A/C, K, B/O, X, Y, F, and FIIA.

Data management and analysis

Data were entered into Microsoft Excel version 10 for descriptive analysis.

Ethical statement

The research involved obtaining swabs from pork handlers, vegetables, flies, and water. Approval was obtained from the Research and Ethics Committee at the College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity, Makerere University, Kampala (Ref.: VAB/REC/14/111). Informed consent was obtained from each participant included in the study.

RESULTS

In total, 59 *Salmonella* isolates were obtained from flies, meat, vegetables, and water and confirmed as *S. enterica* subsp. *enterica* by PCR. Four isolates were too weak after transport and did not grow well after reconstitution, so they were omitted from further analysis. The remaining 55 isolates were serotyped and identified as *S. enterica* serovar Enteritidis (33/55; 60.0%), serovar Offa (6/55; 10.9%), serovar Arechavaleta (4/55; 7.3%), serovar Gallinarum (4/55; 7.3%), serovar Zanzibar (4/55; 7.3%), serovar Kampala (3/55; 5.4%), and serovar Saintpaul (1/55; 1.8%). Most isolates were obtained from raw pork (22/55; 40.0%), followed by flies (15/55; 27.3%), raw vegetables (10/55; 18.2%), water (7/55; 12.7%), and roasted pork (1/55; 1.8%). None of the samples from the hands of pork handlers or cutlery carried *S. enterica*. Nineteen of the 22 raw pork isolates (86.4%) were obtained from Wambizzi abattoir, the only formal pig

slaughterhouse in Kampala. Details are presented in Table I and in the supplemental material (Supplementary Material I). The AMR profiles of the 55 *Salmonella* isolates are described in Figures 1 and 2.

The highest level of AMR ($\geq 80.0\%$) was found for CZ (94.5%), CTX (92.7%), GM (89.1%), CAZ (87.3%), AK (85.5%), PRL (85.5%), KF (80.0%), and CXM (80.0%). Resistance to TET and CHA was low ($\leq 20.0\%$) at 16.4%, and LEV, OFX, and SXT showed very low resistance (1.8%) (Table II). Resistance was found in isolates from raw pork, followed by isolates from flies. The lowest number of resistant strains was isolated from tomatoes.

The *inc/rep* typing detected the presence of FIA, W, FIC, P, FIB, and Y replicons in 53 of the 55 (96.4%) isolates. Two isolates, both *S. Enteritidis* from flies, contained none of the replicons tested. FIA and FIB replicons were identified in isolates from pork; replicon type Y was exclusively identified in isolates from fly midguts and water; replicon type P was identified in isolates from flies, pork, and water; and replicon types FIC and W were identified in isolates from all sources (Table III).

The most commonly found replicon was W. The FIC replicon of amplicon size 262 bp was present in 74.5% of the isolates, and 36.4% of the isolates contained the replicon type FIA of size 462 bp (Tables III to V). Most isolates that showed presence of replicon groups had more than one present, on average 2.6, with four isolates presenting five different replicon groups.

DISCUSSION

In a community-based survey at pork outlets in Kampala, the prevalence of *S. enterica* subsp. *enterica* as an indicator pathogen, potentially carried onto food by flies, was investigated. Whereas the prevalence data has been published elsewhere (Heilmann et al., 2017), the study presented here describes serotypes of different *Salmonella* isolates from pork outlets in Kampala and their AMR patterns. Seven serovars were identified: *S. Enteritidis*, *S. Offa*, *S. Arechavaleta*, *S. Gallinarum*, *S. Zanzibar*, *S. Kampala* and *S. Saintpaul*. Our findings are partly in agreement with the results of a pig farm survey (Ikwap et al., 2014) that reported *S. Zanzibar* and *S. Kampala* including other serovars that we did not report here. However, findings presented here differ from the serovars reported by Tinega et al. (2016) who identified *S. Paratyphi*, *S. Abony*, *S. Newport*, *S. Bovismorbificans*, *S. Bareilly*, *S. Thompson*, *S. Dublin*, and *S. Typhimurium* in pork and pig feces from the Kampala pig abattoir by PCR in 2012. Raw pork and flies were shown to contain salmonellae, mainly *S. Enteritidis*, a serovar pathogenic to a wide range of hosts including humans. This may suggest that pork is contaminated

during transport from the slaughterhouse or that *Salmonella* serotypes are specific to the environment of markets where pork is sold. At Kampala pork outlets, meat is purchased raw for home preparation and consumption (Heilmann et al., 2016), therefore, potentially exposing handlers and consumers to risk of infection with *S. Enteritidis*.

Multidrug resistance was found in 98% of our isolates; this was much higher than those of 57% and 54% reported by Ikwap et al. (2014),

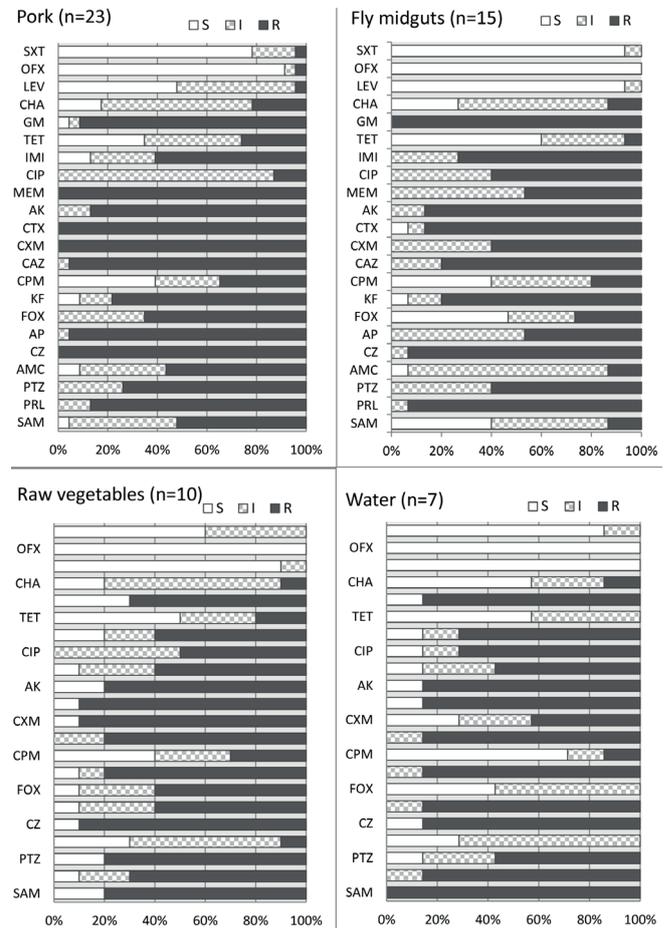


Figure 1: Levels of susceptibility of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolates to 22 antimicrobials in four different types of substrates obtained at pork outlets in Kampala. S = sensitive; I = intermediate; R = resistant.

Table I

Salmonella enterica subsp. *enterica* serotypes identified in different substrates from 77 pork outlets in Kampala, Uganda

Serotype	n	Raw pork (%)	Roasted pork (%)	Fly midgut (%)	Cabbage (%)	Tomato (%)	Onion (%)	Water (%)
<i>S. Enteritidis</i>	33	19 (57.6)	1 (3.0)	12 (36.4)	0	1 (3.0)	0	0
<i>S. Offa</i>	6	0	0	0	2 (33.3)	2 (33.3)	0	2 (33.3)
<i>S. Arechavaleta</i>	4	3 (75.0)	0	0	0	0	1 (25.0)	0
<i>S. Gallinarum</i>	4	0	0	0	2 (50.0)	2 (50.0)	0	0
<i>S. Zanzibar</i>	4	0	0	2 (50.0)	0	0	0	2 (50.0)
<i>S. Kampala</i>	3	0	0	0	0	0	0	3 (100.0)
<i>S. Saintpaul</i>	1	0	0	1 (100.0)	0	0	0	0
Total	55	22 (40.0)	1 (1.8)	15 (27.3)	4 (7.3)	5 (9.1)	1 (1.8)	7 (12.7)

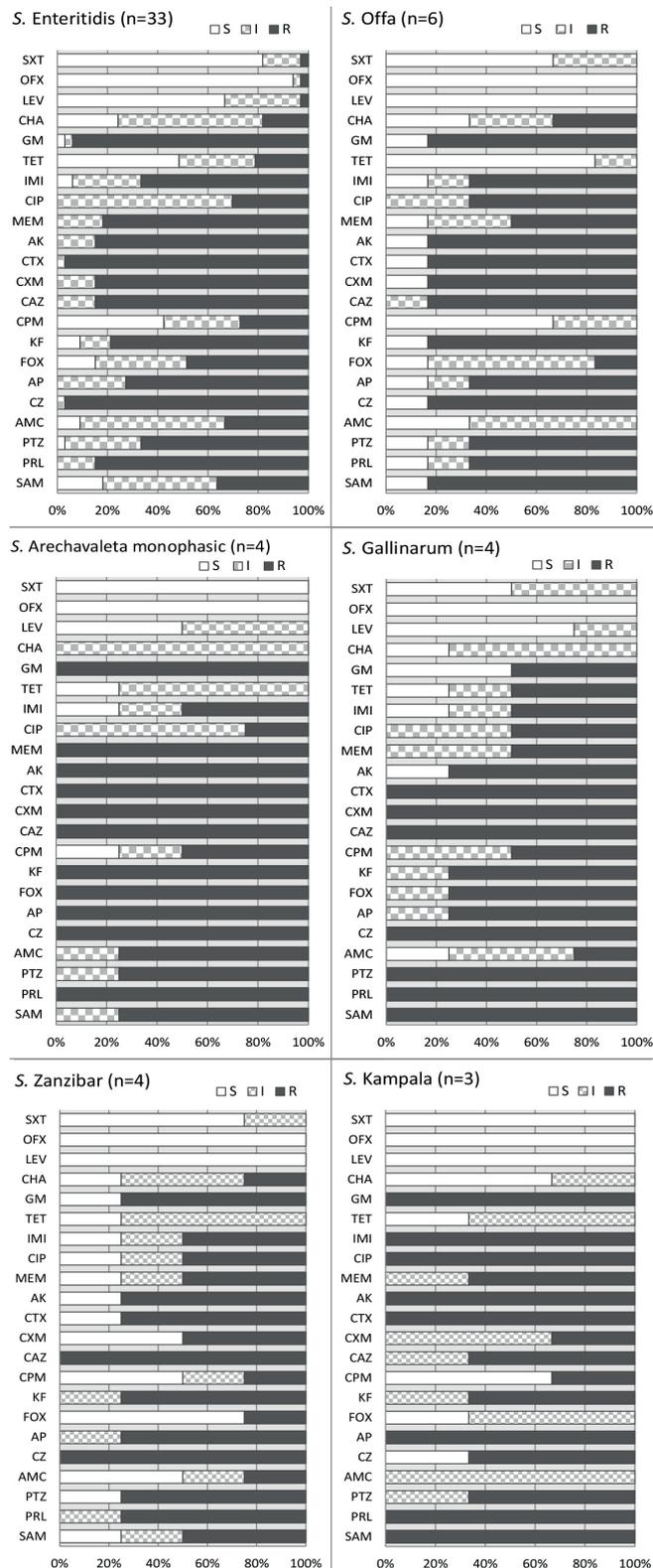


Figure 2: Levels of susceptibility in *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolates to 22 antimicrobials obtained at pork outlets in Kampala, presented by serotype. S = sensitive; I = intermediate; R = resistant.

Table II

Distribution of antimicrobial resistance among 55 isolates of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* obtained at pork outlets in Kampala, Uganda (June-July 2014)

Antimicrobial	Acronym	Susceptible (%)	Intermediate (%)	Resistant (%)
Amikacin	AK	5.5	9.1	85.5
Amoxicillin-clavulanic acid	AMC	14.5	56.4	29.1
Ampicillin	AP	1.8	23.6	74.5
Ampicillin-sulbactam	SAM	16.4	30.9	52.7
Cefazolin	CZ	3.6	1.8	94.5
Cefepime	CPM	43.6	29.1	27.3
Cefotaxime	CTX	5.5	1.8	92.7
Cefoxitin	FOX	20.0	34.5	45.5
Ceftazidime	CAZ	0.0	12.7	87.3
Cefuroxime	CXM	5.5	14.5	80.0
Cephalothin	KF	7.3	12.7	80.0
Chloramphenicol	CHA	25.5	58.2	16.4
Ciprofloxacin	CIP	1.8	58.2	40.0
Gentamicin	GM	9.1	1.8	89.1
Imipenem	IMI	10.9	23.6	65.5
Levofloxacin	LEV	74.5	23.6	1.8
Meropenem	MEM	3.6	23.6	72.7
Ofloxacin	OFX	96.4	1.8	1.8
Piperacillin	PRL	1.8	12.7	85.5
Piperacillin-tazobactam	PTZ	5.5	25.5	69.1
Sulfamethoxazole-trimethoprim	SXT	80.0	18.2	1.8
Tetracycline	TET	47.3	36.4	16.4

Table III

Replicon groups identified by PCR-based typing in 55 *Salmonella enterica* isolates presented by substrate from 77 pork outlets in Kampala, Uganda

Replicon group	Total n = 55 (%)	Substrate			
		Pork n = 23 (%)	Fly n = 15 (%)	Raw vegetable n = 10 (%)	Water n = 7 (%)
FIA	20 (36.4)	18 (78.3)	0	2 (20.0)	0
FIB	10 (18.2)	9 (39.1)	0	1 (10.0)	0
FIC	41 (74.5)	19 (82.6)	9 (60.0)	6 (60.0)	7 (100.0)
P	19 (34.5)	4 (17.4)	10 (66.7)	0	5 (71.4)
W	42 (76.4)	20 (87.0)	9 (60.0)	8 (80.0)	5 (71.4)
Y	15 (27.3)	0	10 (66.7)	0	5 (71.4)

and Kalule et al. (2012), respectively. However, these differences may be due to the different methodologies used. Whereas we used the disc diffusion method with Luria-Bertani agar, the other authors used Mueller-Hinton agar (both media produced similar results) or broth micro dilution commercial test kits.

Resistant bacteria in pork may be the result of inappropriate antibiotic use in human medicine or livestock production, and related environmental contamination. However, several studies from Uganda suggest low antimicrobial use in the smallholder backyard farms where most pigs in the country are produced (Dione et al., 2014; Ikwap et al.,

Table IV

Replicon groups identified by PCR-based replicon typing in 55 *Salmonella enterica* isolates presented by serotype, from 77 pork outlets in Kampala, Uganda

Replicon group	Total n = 55 (%)	Serotype						
		<i>S. Enteritidis</i> n = 33 (%)	<i>S. Offa</i> n = 6 (%)	<i>S. Arechavaleta</i> n = 4 (%)	<i>S. Gallinarum</i> n = 4 (%)	<i>S. Zanzibar</i> n = 4 (%)	<i>S. Kampala</i> n = 3 (%)	<i>S. Saintpaul</i> n = 1 (%)
FIA	20 (36.4)	17 (51.5)	1 (16.7)	1 (25.0)	1 (25.0)	0	0	0
FIB	10 (18.2)	8 (24.2)	0	1 (25.0)	1 (25.0)	0	0	0
FIC	41 (74.5)	25 (75.8)	4 (66.7)	3 (75.0)	2 (50.0)	4 (100.0)	3 (100.0)	0
P	19 (34.5)	12 (36.4)	2 (33.3)	0	0	3 (75.0)	1 (33.3)	100.0
W	42 (76.4)	26 (78.8)	5 (83.3)	1 (25.0)	4 (100.0)	4 (100.0)	1 (33.3)	100.0
Y	15 (27.3)	8 (24.2)	2 (33.3)	0	0	3 (75.0)	1 (33.3)	100.0

Table V

Replicon groups of *Salmonella enterica* isolates obtained from pork outlets in Kampala, Uganda, between June and July 2014

Isolate No.	Serovar	Replicon group	Isolate No.	Serovar	Replicon group
1	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	29	<i>S. Arechavaleta</i>	FIC
2	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	30	<i>S. Gallinarum</i>	W FIC
3	<i>S. Arechavaleta</i>	FIC	31	<i>S. Gallinarum</i>	W
4	<i>S. Arechavaleta</i>	FIC	32	<i>S. Offa</i>	W
5	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	33	<i>S. Offa</i>	W
6	<i>S. Enteritidis</i>	W FIC	34	<i>S. Offa</i>	W Y P FIC
7	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	35	<i>S. Offa</i>	W Y P FIC
8	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	36	<i>S. Zanzibar</i>	W Y P FIC
9	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	37	<i>S. Zanzibar</i>	W Y P FIC
10	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	38	<i>S. Kampala</i>	FIC
11	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	39	<i>S. Kampala</i>	FIC
12	<i>S. Enteritidis</i>	FIA W FIC	40	<i>S. Kampala</i>	W Y P FIC
13	<i>S. Enteritidis</i>	W FIC	41	<i>S. Enteritidis</i>	W Y P FIC
14	<i>S. Enteritidis</i>	FIC	42	<i>S. Enteritidis</i>	Y P FIC
15	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W P FIC	43	<i>S. Enteritidis</i>	Y P FIC
16	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W P FIC	44	<i>S. Enteritidis</i>	Y P FIC
17	<i>S. Arechavaleta</i>	FIA FIB W	45	<i>S. Enteritidis</i>	W P FIC
18	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W P FIC	46	<i>S. Enteritidis</i>	W Y P FIC
19	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W FIC	47	<i>S. Enteritidis</i>	Y
20	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W	48	<i>S. Zanzibar</i>	W Y P FIC
21	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W P FIC	49	<i>S. Enteritidis</i>	-
22	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W	50	<i>S. Zanzibar</i>	W FIC
23	<i>S. Enteritidis</i>	FIA FIB W	51	<i>S. Enteritidis</i>	W Y P FIC
24	<i>S. Gallinarum</i>	W FIC	52	<i>S. Enteritidis</i>	W Y P
25	<i>S. Gallinarum</i>	FIA FIB W	53	<i>S. Enteritidis</i>	-
26	<i>S. Enteritidis</i>	W FIC	54	<i>S. Enteritidis</i>	W
27	<i>S. Offa</i>	FIA FIC	55	<i>S. Saintpaul</i>	W Y P
28	<i>S. Offa</i>	W FIC			

2014). The resistance observed in our study could also be the result of intensively produced livestock systems such as poultry production in Uganda where antimicrobials are commonly used (Thamlikitkul, 1988; Fagbule and Kalu, 1995; McGregor, 1997; Planta, 2007), and where chicken droppings are used as fertilizer or supplement for animal feeds, including pigs. In Uganda, some drugs like

gentamicin, piperacillin, and cefazolin — which have all been used in this study — are listed for use in both veterinary and human medicine in the National Drug Register (www.nda.or.ug) and these showed some of the highest levels of resistance. Interestingly, drugs such as ceftazidime, cefuroxime, cefotaxime, meropenem, and amikacin, which are not licensed for veterinary use in Uganda, expressed even

higher levels of resistance. On the other hand, drugs such as tetracycline which are accessible to most pig farmers showed very low resistance. This may suggest that antimicrobials used in human medicine may enter the value chain at production level, i.e. illegal treatment or supplementation of animals destined for food production.

This is the first study to use replicon typing in analyzing for presence of replicon groups in *Salmonella* isolates in Uganda. The study by Kalule et al. (2012) used plasmid extraction to characterize plasmids from *Salmonella* isolates and reported the presence of five plasmids and several strains harboring more than one plasmid. The present study showed similar trends because of the detection of multiple replicon groups. FIC and W replicon groups were spread among isolates from different samples and environmental origin, which suggests the presence of shared groups among *S. enterica* serotypes from different environments. Moreover, transfer of these replicon groups by a bacterial agent might be possible as well. Thus, the results suggest the presence of recurrent and common groups in epidemiologically unrelated *Salmonella* isolates of different sources. Since the presence of several replicons per plasmid was reported by Couturier et al. (1988) the number of replicon groups present did not refer to respective plasmids. However, many different replicon groups were found which showed the diversity of strains in this study.

According to Carratoli et al. (2005), the presence of these plasmids is associated with strA-strB and tet(A) resistance genes. These genes encode for streptomycin-inactivating enzymes, they are distributed worldwide and they confer streptomycin resistance in Gram-negative bacteria (Sundin and Bender, 1996). The FIA, FIB, FIC, W, P, and Y replicon groups identified in the isolates found in this study might contribute to the multidrug resistance in addition to the selection pressure in the environment as a result of increased antibiotic usage from human activities. The recent study, however, tested solely the presence of the replicon groups along with phenotypic resistances without tracing the encoding plasmids. Further studies investigating which plasmid encoding which antibiotic-resistance gene are needed.

CONCLUSION

We presented here the findings from the first study on AMR in *Salmonella* from pork outlets in Kampala, Uganda. The study characterized the serotypes, generated evidence on emerging AMR in Uganda, and described the major plasmid replicon types that might have contributed to the increase in AMR among *Salmonella* isolates derived from pork and the environment in the capital of Uganda. Future research should focus on source attribution of *S. enterica*, for instance the role of raw vegetables, drivers of AMR, e.g. irrational drug use in human or veterinary medicine, and possible points of entry of AMR into the food chain, either through the environment, at animal production, slaughter, or food preparation.

Acknowledgments

This research was carried out with the financial support of the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Germany, through the Safe Food, Fair Food project ILRI, the CGIAR Research Program on Agriculture for Nutrition and Health, led by the International Food Policy Research Institute, and the CGIAR Research Program on Livestock and Fish, led by ILRI. The authors thank Ms. Herlinde Irsigler at the Food and Agriculture Organization of the United Nations Reference Centre for Veterinary Public Health at Freie Universität Berlin for her excellent technical assistance in serotyping the isolates, Ms. Tezira Lore, communication specialist at ILRI, for proof-reading the manuscript, and Mr. Michel Dione at ILRI for proofreading the French summary.

REFERENCES

- Barrow G.I., Feltham R.K.A., Eds., 1993. Cowan and Steel's Manual for the identification of medical bacteria, 3rd Ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 333 p., doi: 10.1017/CBO9780511527104
- Byarugaba D.K., 2004. A view on antimicrobial resistance in developing countries and responsible risk factors. *Int. J. Antimicrob. Agents*, **24** (2): 105-110, doi: 10.1016/j.ijantimicag.2004.02.015
- Carattoli A., Bertini A., Villa L., Falbo V., Hopkins K.L., Threlfall E.J., 2005. Identification of plasmids by PCR-based replicon typing. *J. Microbiol. Methods*, **63** (3): 219-228, doi: 10.1016/j.mimet.2005.03.018
- CLSI, 2012. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (Suppl. M100S), 22nd Ed. Clinical and Laboratory Standards Institute; Wayne, PA, USA
- Couturier M., Bex F., Bergquist P.L., Maas W.K., 1988. Identification and classification of bacterial plasmids. *Microbiol. Rev.*, **52** (3): 375-95
- Dione M.M., Ouma E.A., Lule P., Pezo D., 2014. Animal health services delivery systems and disease surveillance in the smallholder pig value chain in Uganda. In: ICAHS² (2nd Int. Conf. Animal Health Surveillance): Surveillance against the Odds, The Havana, Cuba, 7-9 May 2014, 138-140
- Fagbule D., Kalu A., 1995. Case management by community health workers of children with acute respiratory infections: implications for national ARI control programme. *J. Trop. Med. Hyg.*, **98** (4): 241-246
- Grimont P.A.D., Weill F.-X., 2007. Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars, 9th Edn. World Health Organization, Paris, France, 167 p.
- Havelaar A.H., Kirk M.D., Torgerson P.R., Gibb H.J., Hald T., Lake R.J., Praet N., et al., 2015. World Health Organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010. *PLOS Med.*, **12** (12): e1001923, doi: 10.1371/journal.pmed.1001923
- Heilmann M., 2016. Flies as vectors for *Salmonella* spp. and their control in pork butcherries in Kampala, Uganda. A contribution to improve public health. Doct. Thesis, Freie Universität, Berlin, Germany, 95 p.
- Heilmann M., Mtimet N., Roesel K., Grace D., 2015a. Assessing Ugandan pork butchers' practices and their perception of customers' preferences: A best-worst approach. In: 9th Eur. Congr. Tropical Medicine and International Health, Basel, Switzerland, 6-10 Sept. 2015
- Heilmann M., Ndoboli D., Roesel K., Grace D., Huehne S., Bauer B., Clausen P.-H., 2015b. Occurrence of *Salmonella* spp. in flies and foodstuff from pork butcherries in Kampala, Uganda. In: Annu. Expert meeting on parasitology and parasitic diseases at the German Veterinary Association, Stralsund, Germany, 29 June - 1 July 2015
- Heilmann M., Roesel K., Clausen P.-H., Grace D., 2016. Knowledge, attitudes and practices among customers at pork butcherries in Kampala, Uganda. In: First joint conf. AITVM-STVM, Berlin, Germany, 4-8 Sept. 2016
- Heilmann M., Roesel K., Grace D., Bauer B., Clausen P.-H., 2017. The impact of insecticide-treated material to reduce flies among pork outlets in Kampala, Uganda. *Parasitol. Res.*, **116** (6): 1617-1626. doi: 10.1007/s00436-017-5450-x
- Ikwap K., Erume J., Owiny D.O., Nasinyama G.W., Melin L., Bengtsson B., Lundeheim N., et al., 2014. *Salmonella* species in piglets and weaners from Uganda: prevalence, antimicrobial resistance and herd-level risk factors. *Prev. Vet. Med.*, **115** (1-2): 39-47, doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.03.009
- Kalule J.B., Kaddu-Mulindwa D.H., Asiimwe B.B., 2012. Antimicrobial drug resistance and plasmid profiles of *Salmonella* isolates from humans and foods of animal origin in Uganda. *Adv. Infect. Dis.*, **2** (4): 151-155, doi: 10.4236/aid.2012.24025
- Kariuki S., Revathi G., Kariuki N., Kiiru J., Mwituria J., Muyodi J., Githinji J.W., et al., 2006. Invasive multidrug-resistant non-typhoidal *Salmonella* infections in Africa: zoonotic or anthroponotic transmission? *J. Med. Microbiol.*, **55** (Pt 5): 585-591, doi: 10.1099/jmm.0.46375-0
- Kikui G.M., Ombui J.N., Mitema E.S., 2010. Serotypes and antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* isolates from pigs at slaughter in Kenya. *J. Infect. Dev. Ctries*, **4** (4): 243-248, doi: 10.3855/jidc.446
- Lukinmaa S., Nakari U.-M., Eklund M., Siitonen A., 2004. Application of molecular genetic methods in diagnostics and epidemiology of food-borne bacterial pathogens. *APMIS*, **112** (11-12): 908-929, doi: 10.1111/j.1600-0463.2004.apm11211-1213.x

- McGregor A., 1997. Counterfeit drugs flood developing world. *Lancet*, **350** (9092): 1690, doi: 10.1016/S0140-6736(05)64302-4
- Mensah P., Yeboah-Manu D., Owusu-Darko K., Ablordey A., 2002. Street foods in Accra, Ghana: how safe are they? *Bull. World Health Organ.*, **80** (7): 546-554
- Omulo S., Thumbi S.M., Njenga M.K., Call D.R., 2015. A review of 40 years of enteric antimicrobial resistance research in Eastern Africa: what can be done better? *Antimicrob. Resist. Infect. Control*, **4** (1): 1, doi: 10.1186/s13756-014-0041-4
- Planta M.B., 2007. The role of poverty in antimicrobial resistance. *J. Am. Board Fam. Med.*, **20** (6): 533-539, doi: 10.3122/jabfm.2007.06.070019
- Rahn K., De Grandis S.A., Clarke R.C., McEwen S.A., Galán J.E., Ginocchio C., Curtiss III R., et al., 1992. Amplification of an *invA* gene sequence of *Salmonella typhimurium* by polymerase chain reaction as a specific method of detection of *Salmonella*. *Mol. Cell. Probes*, **6** (4): 271-279, doi: 10.1016/0890-8508(92)90002-F
- Roesel K., Grace D., Eds., 2014. Food safety and informal markets: Animal products in sub-Saharan Africa. Routledge, London, UK, 284 p.
- Sirinavin S., Pokawattana L., Bangtrakulnondh A., 2004. Duration of nontyphoidal *Salmonella* carriage in asymptomatic adults. *Clin. Infect. Dis.*, **38** (11): 1644-1645, doi: 10.1086/421027
- Sundin G.W., Bender C.L., 1996. Dissemination of the *strA-strB* streptomycin-resistance genes among commensal and pathogenic bacteria from humans, animals, and plants. *Mol. Ecol.*, **5** (1): 133-143, doi: 10.1111/j.1365-294X.1996.tb00299.x
- Thamlikitkul V., 1988. Antibiotic dispensing by drug store personnel in Bangkok, Thailand. *J. Antimicrob. Chemother.*, **21** (1): 125-131, doi: 10.1093/jac/21.1.125
- Tinega G.M., Magiri E., Kinyua J., Njahira M., Erume J., Ejobi F., Tegule S., et al., 2016. Characterization of *Salmonella* isolates obtained from pigs slaughtered at Wambizzi abattoir in Kampala, Uganda. *J. Agric. Sci. Technol.*, **17** (1): 99-120

Résumé

Ndoboli D., Roesel K., Heilmann M., Alter T., Clausen P.-H., Wampande E., Grace D., Huehn S. Sérotypes et profils de résistance aux antibiotiques de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* présente dans le porc et les légumes frais servis dans les points de vente de Kampala, Ouganda

L'objectif de l'étude était de caractériser les sérotypes et les profils phénotypiques de résistance aux antibiotiques, et de typer les plasmides de 55 isolats de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolés dans différentes matrices provenant de 77 points de vente de porc à Kampala, en Ouganda. Sept différents serovars ont été identifiés : Enteritidis (60,0 %), Offa (10,9 %), Gallinarum (7,3 %), Arechavaleta (monophasique) (7,3 %), Zanzibar (7,3 %), Kampala (5,4 %), et Saintpaul (1,8 %). La majorité des isolats provenaient de porc cru (40,0 %) mais on en trouvait aussi dans des mouches (27,3 %), des légumes frais (18,2 %), de l'eau (12,7 %) et du porc grillé (1,8 %). Tous les isolats sauf un (98 %) ont montré une résistance à au moins un antibiotique parmi les 22 testés. Le plus haut niveau de résistance a été observé avec la céfazoleline (95 %) et le céfotaxime (93 %), un niveau intermédiaire a été observé avec la ciprofloxacine (58 %), le chloramphénicol (58 %) et l'amoxicilline/acide clavulanique (56 %). La majorité des isolats étaient sensibles à la lévofloxacine (75 %), au sulfaméthoxazole-triméthoprime (80 %) et à l'ofloxacine (96 %). La caractérisation des souches par le typage des réplicons, une technique basée sur la PCR, a détecté les réplicons FIA, FIB, FIC, HI1, HI2, I1-1 γ , L/M, N, P, W, T, A/C, K, B/O, X, Y, F et FIIA. Six groupes de réplicons (FIA, W, FIC, FIB, P, and Y) ont été identifiés dans 53 des 55 isolats (96,4 %), et plus d'un groupe a été trouvé dans 42 isolats différents. Alors que le nombre moyen de groupes de réplicons par souche était bas (2,6), le taux de résistance phénotypique est resté élevé, ce qui implique que certaines souches semblent encoder des résistances sur les chromosomes ou sur les plasmides non détectés, respectivement. Les sources de résistance aux antibiotiques ainsi que les causes potentielles liées aux systèmes d'élevage et à la médecine humaine doivent être identifiées pour protéger la santé publique en Ouganda.

Mots-clés : viande porcine, *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, résistance aux antibiotiques, chaîne alimentaire, PCR, Ouganda

Resumen

Ndoboli D., Roesel K., Heilmann M., Alter T., Clausen P.-H., Wampande E., Grace D., Huehn S. Patrones de resistencia antimicrobiana y serotipos de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* en cerdos y raciones relacionadas de vegetales frescos en ventas en Kampala, Uganda

El objetivo del estudio fue de caracterizar serotipos, patrones fenotípicos de resistencia antimicrobiana y perfiles de plásmidos de 55 aislamientos de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* en diferentes matrices de 77 ventas de cerdo en Kampala, Uganda. Se identificaron siete serotipos diferentes, a saber Enteritidis (60%), Offa (10,9%), Gallinarum (7,3%), Arechavaleta (monophasic) (7,3%), Zanzibar (7,3%), Kampala (5,4%), y Saintpaul (1,8%). La mayoría de los aislamientos fueron obtenidos a partir de carne de cerdo cruda (40,0%), seguido de moscas (27,3%), vegetales crudos (18,2%), agua (12,7%) y cerdo asado (1,8%). Todos los aislamientos excepto uno (98%) mostraron resistencia a por lo menos uno de los 22 antimicrobianos examinados, con los mayores niveles de resistencia expresados a cefazolina (95%) y cefotaxima (93%). Se encontró resistencia intermedia en ciprofloxacina (58%), cloranfenicol (58%) y amoxicilina-ácido clavulánico (56%). La mayoría de los aislamientos fueron susceptibles a levofloxacina (75%), sulfametoxazol-trimetoprima (80%) y ofloxacina. La caracterización de cepas mediante tipificación de replicones basada en PCR detectó la presencia de replicones FIA, FIB, FIC, HI1, HI2, I1-1 γ , L/M, N, P, W, T, A/C, K, B/O, X, Y, F y FIIA. Seis grupos de replicones (FIA, W, FIC, FIB, P, and Y) fueron identificados en 53 de los 55 (96,4%) aislamientos, con más de un grupo presente en 42 aislamientos diferentes. Aunque el número promedio de grupos de replicones por cepa fue bajo (2,6), la tasa de resistencia fenotípica permaneció alta, implicando que algunas cepas parecen codificar resistencias en los cromosomas o plásmidos no detectados, respectivamente. Con el fin de proteger la salud pública en Uganda, deben identificarse guías potenciales en la producción ganadera, medicina humana y fuentes de resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: carne de cerdo, *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, resistencia a los antibióticos, cadena alimentaria, PCR, Uganda

