



ACTES DES JOURNÉES SCIENTIFIQUES QUALIREG 2012–2014

PROCEEDINGS OF QUALIREG 2012–2014 SCIENTIFIC DAYS



Sommaire

Actes des journées scientifiques QualiREG

*2^{es} journées scientifiques, 14-15 nov. 2012,
Saint-Gilles les Hauts, Réunion*

*3^{es} journées scientifiques, 19-21 nov. 2013,
Saint-Pierre, Réunion*

*4^{es} journées scientifiques, 24-28 nov. 2014,
Antananarivo, Madagascar*

95-96 Editorial (*en français*)

97-98 Editorial (*en anglais*)

TRANSFORMATION ET CONSERVATION

99-100 **Amélioration de la conduite du fumage du kitoza, un produit carné traditionnel malgache.** A. Ratsimba, D. Rakoto, E. Arnaud, T. Goli, J. Ricci, V. Jeannoda, D. Pallet, M. Rivier. (*en anglais*)

101-102 **Mise au point d'une saucisse fermentée à base de chair de poule de réforme : procédé de fabrication et qualités physico-chimiques et microbiologiques du produit fini.** K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*en anglais*)

103-104 **Transformation artisanale de la viande de porc à Rodrigues : pratiques de fabrication et qualité des produits.** K. Boodhoo, C. Lisette, S.J. Santchurn. (*en français*)

105-106 **Caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques de la saucisse chinoise de Rodrigues.** V.K. Ah Kang, K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*en anglais*)

107-108 **Amélioration de la qualité du poisson fumé/séché, aliment accessible pour tous à Madagascar.** E.N. Ndrianaivo, L. Razanamparany, J.P. Bergé. (*en français*)

QUALITE SANITAIRE

109 **Résidus d'hormones de synthèse chez le porc, Madagascar.** V. Porphyre, M. Rakotoharinome, T. Randriamparany, D. Pognon, S. Prévost, B. Le Bizec. (*en anglais*)

110-111 **Surveillance des résidus de médicaments vétérinaires dans la viande porcine à Madagascar.** M. Rakotoharinome, D. Pognon, T. Randriamparany, J. Chane Ming, J.-P. Idoumbin, E. Cardinale, V. Porphyre. (*en anglais*)

112 **Etude préliminaire de l'importance de la cysticercose porcine en abattoir à Antananarivo, Madagascar.** H. Rasamoelina-Andriamanivo, E.O. Rasamoelina, V. Porphyre. (*en français*)

113-114 **Enquête épidémiologique sur la toxoplasmose et la trichinellose en population porcine à Madagascar.** M. Rakotoharinome, H. Andriamanivo, R. Blaga, C. Perret, S.A. Lacour, A. Grasset-Chevillot, P. Mace, M. Thomas, I. Villena, D. Aubert, P. Boireau, V. Porphyre. (*en anglais*)

115-116 **Salmonelles et saucisses à la Réunion.** A. Trimoulinard, C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale. (*en français*)

117-119 **Salmonella dans la filière porcine à la Réunion : étude longitudinale de la ferme à la fourchette.** C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale, M. Denis. (*en français*)

120-121 **Contamination par Salmonella spp. des plats préparés à base de porc dans les gargotes d'Antananarivo (Madagascar) et détermination des facteurs de risque associés.** C. Abat, M. Rakotoharinome, M. Maeder, B. Contamin, V. Porphyre, E. Cardinale. (*en français*)

122-123 **Qualité microbiologique de la viande commercialisée dans la communauté urbaine d'Antananarivo.** N. Ravaonindrina, I. Razanajatovo, A. Bastaraud. (*en français*)

124-125 **Prévalence de la toxine Shiga d'Escherichia coli chez les bovins laitiers mauriciens.** S.I.L. Thierry, S.J. Santchurn, Y. Jaufeerally-Fakim, J.E Gannon. (*en anglais*)

126-127 **Dépistage de la tuberculose bovine chez les vaches laitières dans le district d'Antanifotsy, Madagascar.** T. Randriamparany, T. Petregnani, R. Rabenarivahiny, P. Fenezara, A. Barbario. (*en français*)

CARACTERISATION ET VALORISATION

128-129 **Analyse pollinique des miels des îles de l'océan Indien.** T.M. Rasoloarijao, Z. Ramamonjisoa Lalalaharisoa, P. Ramavovololona, V. Porphyre. (*en français*)

130-132 **Caractérisation des miels de l'océan Indien par spectrométrie proche infrarouge : étude de faisabilité.** S. Nabeneza, V. Porphyre, F. Davrieux. (*en français*)

133-134 **Analyse de lait et de produits laitiers à la Dairy Chemistry Division à l'île Maurice : un aperçu.** S.A. Neeliah, S. Buldewo, B.R. Kureemun. (*en anglais*)

135-136 **Evaluation de la qualité des produits du canard gras.** D. Bastianelli, L. Bonnal. (*en français*)

137-138 **Valorisation des coproduits de crevette (Penaeus spp.) par hydrolyse enzymatique.** M. Ravoninjatovo, Z. Randriamahatody, C. Ravonizafy, B. Ramananjaona, M. Rajaonarivony, H. Randrianatoro, A. Rajoelisoa. (*en français*)

139-140 **Valorisation des sous-produits de la pêche pour l'alimentation des poulets.** C.E. Raheriniaina, Z. Randriamahatody, E. Fanjara, E.M. Fitahia, D. Andrianasolo, H.I. Hantanirina, L. Razanamparany. (*en français*)

Contents

Proceedings of QualiREG Scientific Days

*2nd Scientific Days, 14-15 Nov. 2012,
Saint-Gilles les Hauts, Réunion*

*3rd Scientific Days, 19-21 Nov. 2013,
Saint-Pierre, Réunion*

*4th Scientific Days, 24-28 Nov. 2014,
Antananarivo, Madagascar*

95-96 Editorial (*in French*)

97-98 Editorial (*in English*)

PROCESSING AND PRESERVING

99-100 **Improving the smoking process of kitoza, a traditional Malagasy meat product.** A. Ratsimba, D. Rakoto, E. Arnaud, T. Goli, J. Ricci, V. Jeannoda, D. Pallet, M. Rivier. (*in English*)

101-102 **Development of dry-cured sausages using spent-hen meat: manufacturing practices and product physical, chemical and microbiological quality.** K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*in English*)

103-104 **Traditional processing of pork meat in Rodrigues: processing techniques and product quality.** K. Boodhoo, C. Lisette, S.J. Santchurn. (*in French*)

105-106 **Microbiological and physico-chemical characterization of the Rodriguan chinese sausage.** V.K. Ah Kang, K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*in English*)

107-108 **Quality improvement of smoked/dried fish, accessible food for all in Madagascar.** E.N. Ndrianaivo, L. Razanamparany, J.P. Bergé. (*in French*)

FOOD SAFETY

109 **Residues of synthetic hormones in pork, Madagascar.** V. Porphyre, M. Rakotoharinome, T. Randriamparany, D. Pognon, S. Prévost, B. Le Bizec. (*in English*)

110-111 **Surveillance of veterinary drug residues in pork meat in Madagascar.** M. Rakotoharinome, D. Pognon, T. Randriamparany, J. Chane Ming, J.-P. Idoumbin, E. Cardinale, V. Porphyre. (*in English*)

112 **Preliminary report on cysticercosis in pigs at slaughterhouse in Antananarivo, Madagascar.** H. Rasamoelina-Andriamanivo, E.O. Rasamoelina, V. Porphyre. (*en français*)

113-114 Toxoplasmosis and trichinellosis: an epidemiological survey of pig population in Madagascar. M. Rakotoharinome, H. Andriamanivo, R. Blaga, C. Perret, S.A. Lacour, A. Grasset-Chevillot, P. Mace, M. Thomas, I. Villena, D. Aubert, P. Boireau, V. Porphyre. (*in English*)

115-116 Salmonella and sausages in Reunion Island. A. Trimoulinard, C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale. (*in French*)

117-119 Salmonella in pig production, Reunion Island: Longitudinal study from farm to fork. C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale, M. Denis. (*in French*)

120-121 Salmonella contamination of pork meat dishes from street restaurants in Antananarivo (Madagascar) and determination of associated risk factors. C. Abat, M. Rakotoharinome, M. Maeder, B. Contamin, V. Porphyre, E. Cardinale. (*in French*)

122-123 Microbial quality of meats marketed in the urban community of Antananarivo. N. Ravaonindrina, I. Razanajatovo, A. Bastaraud. (*in French*)

124-125 Prevalence of Shiga-toxigenic Escherichia coli in Mauritian dairy cattle. S.I.L. Thierry, S.J. Santchurn, Y. Jaufeerally-Fakim, J.E Gannon. (*in English*)

126-127 Bovine tuberculosis detection in dairy cows in Antanifotsy District, Madagascar. T. Randriamparany, T. Petreggani, R. Rabenarivahiny, P. Fenezara, A. Barbario. (*in French*)

CARACTERIZATION AND DEVELOPMENT

128-129 Pollen analysis of honeys from the Indian Ocean islands. T.M. Rasoloarijao, Z. Ramamonjisoa Lalalaharisoa, P. Ramavovololona, V. Porphyre. (*in French*)

130-132 Characterization of honeys from the Indian Ocean using near infrared spectrometry: Feasibility study. S. Nabeneza, V. Porphyre, F. Davrieux. (*in French*)

133-134 Milk and dairy product analyses at the Dairy Chemistry Division in Mauritius: an overview. S.A. Neeliah, S. Buldewo, B.R. Kureemun. (*in English*)

135-136 Evaluation of the quality of fat duck products. D. Bastianelli, L. Bonnal. (*in French*)

137-138 Valorization of shrimp by-products (Penaeus spp.) by enzymatic hydrolysis. M. Ravoninjatovo, Z. Randriamahatody, C. Ravonizafy, B. Ramananjaona, M. Rajaonarivony, H. Randrianatoro, A. Rajoelisoa. (*in French*)

139-140 Enhancing fishery by-products by introducing them into chicken feed. C.E. Raheriniaina, Z. Randriamahatody, E. Fanjara, E.M. Fitahia, D. Andrianasolo, H.I. Hantanirina, L. Razanamparany. (*in French*)

Sumario

Actas de las jornadas científicas QualiREG

*2.^{as} jornadas científicas, 14-15 nov. 2012,
Saint-Gilles les Hauts, Reunión*

*3.^{as} jornadas científicas, 19-21 nov. 2013,
Saint-Pierre, Reunión*

*4.^{as} jornadas científicas, 24-28 nov. 2014, Antananarivo,
Madagascar*

95-96 Editorial (*en francés*)

97-98 Editorial (*en inglés*)

TRANSFORMACION Y CONSERVACION

99-100 Reingeniería del ahumado de kitoza, un producto cárnico tradicional malgache. A. Ratsimba, D. Rakoto, E. Arnaud, T. Goli, J. Ricci, V. Jeannoda, D. Pallet, M. Rivier. (*en inglés*)

101-102 Desarrollo de embutidos curados a base de carne de gallinas de desecho: técnicas de fabricación y características físico-químicas y microbiológicas del producto final. K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*en inglés*)

103-104 Procesamiento tradicional de carne de cerdo en Rodríguez: técnicas de procesamiento y calidad del producto. K. Boodhoo, C. Lisette, S.J. Santchurn. (*en francés*)

105-106 Características microbiológicas y físico-químicas de la salchicha china de Rodríguez. V.K. Ah Kang, K. Boodhoo, S.J. Santchurn. (*en inglés*)

107-108 Mejoramiento de la calidad del pescado ahumado/seco, alimento a precio asequible para todos en Madagascar. E.N. Ndrianaivo, L. Razanamparany, J.P. Bergé. (*en francés*)

CALIDAD SANITARIA

109 Residuos de hormonas sintéticas en cerdos, Madagascar. V. Porphyre, M. Rakotoharinome, T. Randriamparany, D. Pognon, S. Prévost, B. Le Bizec. (*en inglés*)

110-111 Vigilancia de residuos de medicamentos veterinarios en carne de cerdo en Madagascar. M. Rakotoharinome, D. Pognon, T. Randriamparany, J. Chane Ming, J.-P. Idoumbin, E. Cardinale, V. Porphyre. (*en inglés*)

- 112 Estudio preliminar de la frecuencia de la cisticercosis en mataderos en Antananarivo, Madagascar.** H. Rasamoelina-Andriamanivo, E.O. Rasamoelina, V. Porphyre. *(en francés)*
- 113-114 Encuesta epidemiológica sobre toxoplasmosis y triquinosis en cerdos en Madagascar.** M. Rakotoharinome, H. Andriamanivo, R. Blaga, C. Perret, S.A. Lacour, A. Grasset-Chevillot, P. Mace, M. Thomas, I. Villena, D. Aubert, P. Boireau, V. Porphyre. *(en inglés)*
- 115-116 Salmonella y salchichas en la Isla de la Reunión.** A. Trimoulinard, C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale. *(en francés)*
- 117-119 Salmonella en la producción porcina, Isla de la Reunión: estudio longitudinal de la granja al tenedor.** C. Tessier, L. Atiana, E. Cardinale, M. Denis. *(en francés)*
- 120-121 Contaminación por Salmonella de platos preparados a base de carne de cerdo en restaurantes de calle en Antananarivo (Madagascar) y determinación de los factores de riesgo asociados.** C. Abat, M. Rakotoharinome, M. Maeder, B. Contamin, V. Porphyre, E. Cardinale. *(en francés)*
- 122-123 Calidad microbiológica de la carne vendida en la comunidad urbana de Antananarivo.** N. Ravaonindrana, I. Razanajatovo, A. Bastaraud. *(en francés)*
- 124-125 Predominio de la toxina Shiga Escherichia coli en el ganado lechero de las Islas Mauricio.** S.I.L. Thierry, S.J. Santchurn, Y. Jaufeerally-Fakim, J.E Gannon. *(en inglés)*
- 126-127 Detección de la tuberculosis bovina en vacas lecheras en el distrito de Antanifotsy, Madagascar.** T. Randriamparany, T. Petreggani, R. Rabenarivahiny, P. Fenezara, A. Barbario. *(en francés)*

CARACTERIZACION Y VALORIZACION

- 128-129 Análisis polínico de mieles procedentes de las islas del océano Indico.** T.M. Rasoloarijao, Z. Ramamonjisoa Ralalaharisoa, P. Ramavovololona, V. Porphyre. *(en francés)*
- 130-132 Caracterización de mieles procedentes del océano Indico por espectroscopía de infrarrojo cercano: estudio de viabilidad.** S. Nabeneza, V. Porphyre, F. Davrieux. *(en francés)*
- 133-134 Análisis de leche y de productos lácteos en la División de Química Láctea en las Islas Mauricio: panorama general.** S.A. Neeliah, S. Buldewo, B.R. Kureemun. *(en inglés)*
- 135-136 Evaluación de la calidad de productos de pato.** D. Bastianelli, L. Bonnal. *(en francés)*
- 137-138 Valorización de subproductos de camarones (Penaeus spp.) por hidrólisis enzimática.** M. Ravoninjatovo, Z. Randriamahatody, C. Ravonizafy, B. Ramananjaona, M. Rajaonarivony, H. Randrianatoro, A. Rajoelisoa. *(en francés)*
- 139-140 Valorización de subproductos de la pesca para la alimentación de pollos.** C.E. Raheeriniaina, Z. Randriamahatody, E. Fanjara, E.M. Fitahia, D. Andrianasolo, H.I. Hantanirina, L. Razanamparany. *(en francés)*

Editorial

Qualité des produits animaux de l'Indianocéanie : des recherches pour la valorisation des produits et la protection des consommateurs

Sécurité alimentaire et nutritionnelle, développement économique régional, sûreté sanitaire des aliments et protection des consommateurs... Ces défis sont fondamentaux pour le futur des populations des îles du sud-ouest de l'océan Indien – la Réunion, l'île Maurice (et l'île Rodrigues), Madagascar, les Comores, et les Seychelles –, tout autant que pour l'ensemble des pays du Sud. Les produits d'origine animale – viande, lait, poisson ou miel – contribuent à créer de la richesse et permettent de couvrir une partie des besoins alimentaires dans ces îles, alors qu'ils sont traditionnellement issus d'élevages et d'unités de transformation de petites tailles.

Le réseau scientifique et technique QualiREG est dédié à l'amélioration de la sécurité des aliments et au développement de productions alimentaires de qualité dans les pays de l'océan Indien ; il rassemble plus de 60 organismes issus de l'océan Indien et de la région Afrique du Sud. Ces organismes partenaires sont non seulement des institutions de recherche ou des laboratoires d'analyse et de contrôle, mais aussi des organismes d'enseignement supérieur, des opérateurs privés et des organisations régionales et internationales. Grâce au soutien du Conseil régional de la Réunion, de l'Europe et de l'Etat français, QualiREG travaille depuis 2009 à mettre en mouvement les mondes scientifiques et économiques autour de la surveillance, de la recherche, de l'innovation, du transfert, et de la formation. Formations, études de marché, enquêtes épidémiologiques, surveillance des denrées alimentaires, recherche et développement, diffusion de l'information, analyses nutritionnelles, profils sensoriels, élaboration de guides de bonnes pratiques, et développement de procédés de transformation innovants sont autant d'actions et de résultats générés par QualiREG au profit des filières agroalimentaires et des institutions de l'Indianocéanie.

Ce numéro thématique de la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux est consacré à ces produits animaux élaborés et consommés dans les îles de l'océan Indien. Il compile les actes des trois dernières éditions des journées scientifiques de QualiREG qui se sont déroulées en 2012 et 2013 à la Réunion, et en 2014 à Madagascar. Les journées scientifiques permettent aux chercheurs de présenter leurs résultats à des pairs ainsi qu'aux opérateurs économiques des filières agroalimentaires de la région. Cette synthèse met en avant les résultats des chercheurs qui consacrent leurs travaux à maîtriser les dangers sanitaires qui leur sont associés, à explorer les modes de production, ou encore à revisiter les procédés de transformation traditionnels pour améliorer leur conservation ou leur valeur marchande.

Ce numéro rassemble ainsi 21 communications scientifiques ayant trait aux productions animales et présentant des résultats de recherche dont la portée nous a semblé dépasser le cadre du réseau et mériter d'être diffusés plus largement. Initialement présentées sous forme de résumés lors des journées scientifiques, les communications ont été ici enrichies par leurs auteurs en développant et en illustrant les résultats. Par ailleurs, certaines ont été publiées ultérieurement dans des revues scientifiques sous forme d'articles complets dont les références sont indiquées dans le texte.

Les articles ont été regroupés en trois sections. La première rassemble cinq études ayant trait à la transformation et à la conservation des produits carnés et halieutiques. Ces

produits sont issus de filières souvent traditionnelles mais pour lesquelles il existe un enjeu fort en matière d'innovation technologique dans la perspective du développement des agro-industries locales.

La deuxième section, composée de dix articles, illustre à quel point les questions de qualité sanitaire demeurent prioritaires pour le futur des productions animales. Ces résultats sont originaux dans leur description de la situation sanitaire difficile des îles de l'océan Indien. Ils montrent bien qu'il faudra intensifier les efforts de recherche pour mener la lutte contre les zoonoses tropicales, souvent négligées, transmises par les aliments. L'émergence de bactéries résistantes aux antibiotiques présentes dans les produits animaux, ainsi que la forte prévalence de viandes contaminées par des résidus de médicaments, antibiotiques ou hormones de synthèse doivent alerter l'ensemble de la communauté scientifique, ainsi que les opérateurs économiques et les politiques pour proposer une stratégie à long terme commune à toutes les îles.

Enfin, la troisième section présente six études portant sur la caractérisation et la valorisation de produits animaux. A l'instar du miel, ces produits sont attachés à des territoires et à des savoir-faire uniques et présentent des caractéristiques organoleptiques originales, susceptibles d'être protégées et reconnues par une labellisation d'origine.

Nous vous livrons avec plaisir ce numéro thématique qui montre, s'il en est encore besoin, que la qualité des produits demeure un thème fédérateur et passionnant pour la recherche agronomique, ainsi qu'un levier de développement pour les filières agroalimentaires des pays du Sud.

Le réseau QualiREG est un programme de coopération régionale, appuyé par le Conseil régional de la Réunion, l'Union européenne et l'Etat français (www.qualireg.org).

*V. Porphyre¹
Coordinateur du réseau QualiREG*

*D. Bastianelli²
Comité éditorial REMVT*

1. Cirad, UMR Selmet, Station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.
E-mail : vincent.porphyre@cirad.fr

2. Cirad, UMR Selmet, Campus international de Baillarguet, TA C-112/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

Editorial

Animal product quality in the Indian Ocean: Investigating product promotion and consumer protection

Food and nutrition security, regional economic development, health and food safety, and consumer protection... These challenges are crucial to the future of the people of the Indian Ocean Southwestern islands – Reunion, Mauritius (and Rodrigues), Madagascar, Comoros, and Seychelles – as well as of all the countries of the South. Animal products, e.g. meat, milk, fish and honey, help create wealth and cover part of the food needs in these islands, although they traditionally come from small farms and processing units.

QualiREG is a scientific and technical network dedicated to improving food safety and developing quality food products in the countries of the Indian Ocean. It brings together more than 60 organizations from the Indian Ocean and Southern Africa. These partner organizations are research institutes, or diagnostic and control laboratories, as well as universities, private operators, and regional and international organizations. Since 2009, QualiREG has been working at rallying the scientific and economic worlds around the common goals of surveillance, research, innovation, transfer, and training, with the support of the Regional Council of Reunion, Europe, and the French Government. Training, market analyses, epidemiological surveys, food monitoring, research and development, information dissemination, nutritional analyses, sensory profiles, good-practices guides, and development of innovative processing methods are all actions and results impelled by QualiREG to benefit agrifood chains and institutions of the Indian Ocean.

This thematic issue of the *Journal of Tropical Livestock Science* focuses on animal products made and consumed in the Indian Ocean islands. It compiles the proceedings of the last three sessions of QualiREG Scientific Days, which took place in 2012 and 2013 in the Reunion Island, and in 2014 in Madagascar. The Scientific Days enable researchers to present their results to peers as well as to the economic operators of the agrifood chains in the region. This review highlights findings of researchers who, through their work, strive to control related health hazards, explore production development, or revisit traditional processing methods to improve product preservation or market value.

This issue assembles 21 scientific contributions related to animal products. We believe that the presented results outscored the network scope and thus deserved broader dissemination. The communications were initially presented as abstracts during the Scientific Days. In this issue, the authors have enriched their contents by developing and illustrating the results. Moreover, some have been published later on as full articles in scientific journals and their references have been added to the respective texts.

The articles were grouped into three sections. The first one assembles five studies relating to the processing and preservation of meat and fish products. These products often come from traditional supply chains to which, however, high stakes are attached and relate to technological innovation with the aim of developing local agro-industries.

The second section, consisting of ten articles, shows how food safety issues remain a priority for the future of animal production. These results are original in their description of the difficult sanitary situation of the Indian Ocean islands. They clearly show that research efforts will have to be stepped up to control the often-neglected food-transmitted tropical zoonoses. The emergence of antibiotic-resistant bacteria in animal products, and the high prevalence of meat contaminated with drug residues, antibiotics or synthetic

hormones, should alert the entire scientific community, as well as economic operators and politicians to propose a long-term strategy common to all the islands.

Finally, the third section presents six studies on the characterization and development of animal products. Like honey, these products are linked to specific lands and unique know-hows and have original organoleptic characteristics that could be protected and recognized by a designation of origin.

We are pleased to present you this special issue which shows, if still need be, that product quality remains a federating and exciting theme for agricultural research, and a development lever for the agrifood chains in Southern countries.

QualiREG network is a regional cooperation program supported by the Regional Council of the Reunion Island, the European Union, and the French Government (www.qualireg.org).

V. Porphyre¹
QualiREG Network Coordinator

D. Bastianelli²
REMVT Editorial Board

1. Cirad, UMR Selmec, Station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.
E-mail : vincent.porphyre@cirad.fr

2. Cirad, UMR Selmec, Campus international de Baillarguet, TA C-112/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

Translated from the French by M.-C. Maraval.

IMPROVING THE SMOKING PROCESS OF KITOZA, A TRADITIONAL MALAGASY MEAT PRODUCT

AMÉLIORATION DE LA CONDUITE DU FUMAGE DU KITOZA, UN PRODUIT CARNÉ TRADITIONNEL MALGACHE

REINGENIERÍA DEL AHUMADO DE KITOZA, UN PRODUCTO CÁRNICO TRADICIONAL MALGACHE

A. Ratsimba¹ D. Rakoto¹ E. Arnaud² T. Goli³ J. Ricci³
V. Jeannoda¹ D. Pallet³ M. Rivier³

Keywords: Smoked meat – Food quality – Madagascar.

Mots-clés : Viande fumée – Qualité des aliments – Madagascar.

Palabras clave: Carne ahumada – Calidad de los alimentos – Madagascar.

Kitoza is a traditional Malagasy meat product made from beef or pork. It is presented as 20–50 cm x 2–3 cm strips. Considered for a long time as a royal delicacy (1, 4), it still holds a special place in the daily meal of Malagasy people. Strips are salted, sun-dried and/or smoked either above the fire in the kitchen until consumption (2, 3) or in smoking units. Kitoza is no longer only prepared by housewives, it is also produced today commercially in modern facilities (butchers' shops and a few processing firms). Processing techniques of the product are not always controlled and frequently cause variations in quality. Meat smoking can lead to contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) which are carcinogenic compounds (6). Among them, benzo(a)pyrene (BaP) is a good indicator of carcinogenic compound contamination in cooked and smoked meat products.

This study aimed to improve the smoking process of kitoza in order to reach moisture and phenol contents close to the traditional product, while decreasing the PAH content by using charcoal and sawdust, since products smoked with these fuels show acceptable PAH levels (below European norms) (5). The unit operations of drying/cooking and smoking were also separated to ensure sufficient smoking and conduct drying/cooking in a configuration which might not generate PAH.

The raw material used was pork ham cut into strips that were then salted at 10 g/kg of meat. Kinetics of water loss, phenols and BaP gain during smoking assays with only wood, and assays alternating cooking/drying with charcoal and smoking with sawdust phases were assessed. The different treatments consisted in: (i) cooking/drying with charcoal (4 h) and smoking with sawdust (2 h), (ii) smoking with sawdust (2 h) and cooking/drying with charcoal (4 h), and (iii) cooking/drying/smoking with small bricks of wood (6 h). Each treatment was repeated three times.

Figure 1 shows the evolution of the air temperature in contact with the meat during smoking. We tried to stabilize the smoking unit temperature at about 100°C, since it was the average temperature in the traditional smoking process. The temperature in the traditional process seemed 10–20°C below those of the experimental treatments (Figure 2). However, Figure 3 shows that water contents (55%) were not significantly different in experimental Kitoza compared to the traditional one. After 6 hours of heat treatment, the moisture content was between 40 and 50%.

Kinetics of total phenol accumulation on meat strips (expressed on a dry basis) are shown in Figure 4. The traditional process reached about 5 mg/100 g total phenols at end point. The charcoal-sawdust treatment induced a slight and linear increase in phenols as soon as sawdust was added (i.e. after 4 hours of charcoal cooking/drying). Phenol content reached about 4 mg/100 g after 2 hours of smoking, a value close to that of the traditionally-processed product. Phenol contents obtained with sawdust-charcoal and wood treatments reached higher levels (about 10 mg/100 g) than that of the traditional one (5 mg/100 g). The sawdust-charcoal treatment provoked very fast and efficient phenol deposit in the beginning, comparable to that of wood alone. It could be explained by the high moisture content of the surface layers of the meat strips in the first period of the process. The phenol content peaked after about one hour of exposure to sawdust smoke. The phenol content remained then unchanged until the end of the process. Since

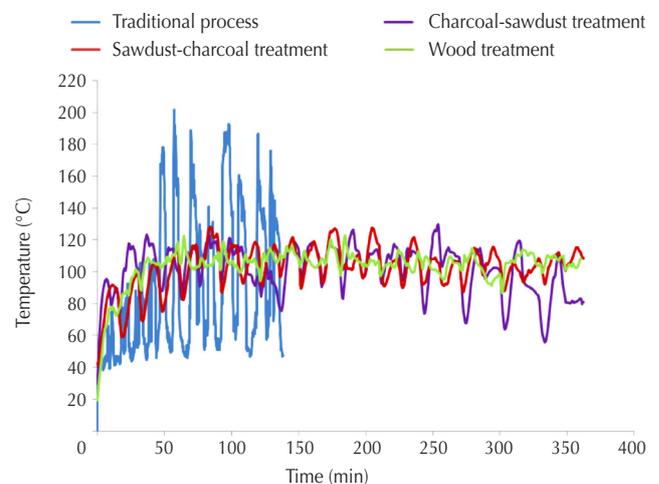


Figure 1: Air temperature evolution during smoking of pork kitoza using different processes in Madagascar (3 replicates).

1. Département de biochimie fondamentale et appliquée, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

2. Cirad, UMR QualiSud, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

3. Cirad, UMR QualiSud, TAB-95/16, 73 rue Jean-François Breton, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

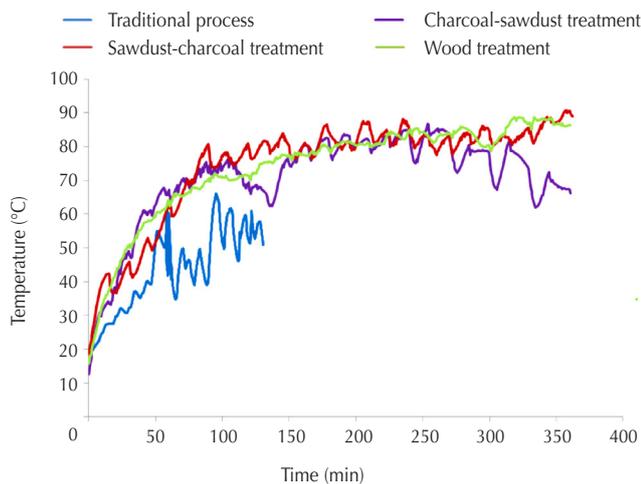


Figure 2: Core temperature evolution during smoking of pork kitoza using different processes in Madagascar (3 replicates).

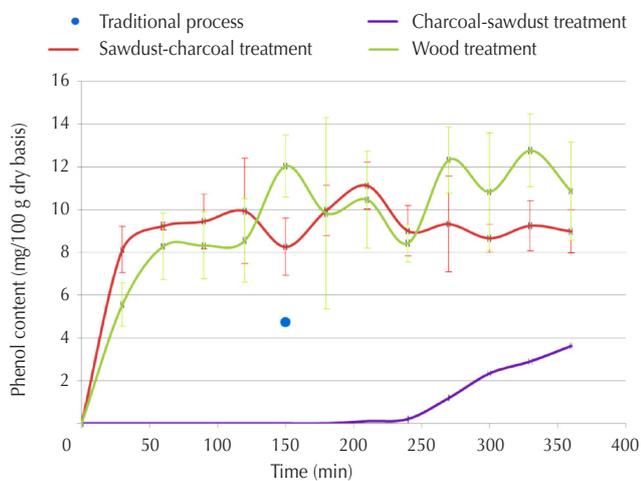


Figure 4: Phenol content (dry basis) kinetics during smoking of pork kitoza using different processes in Madagascar (3 replicates).

this parameter was expressed on a dry basis, it would mean that the deposited phenols remained in the meat strips and were not destroyed neither did they evaporate. Figure 5 shows the kinetics of BaP accumulation on strips on a wet basis. Regardless of the duration of charcoal-sawdust or sawdust-charcoal treatments, BaP contents were lower than 2 µg/kg. For these two treatments, a slight increase was recorded after 3 hours in relation with the concentration effect due to water evaporation. In the wood treatment, accumulation was linear and BaP reached very high levels: 20 ppb after 2.5 hours and 40 ppb after 6 hours. In the traditional process, 8 ppb were reached after 2.5 hours. In the latter two cases, this could be related to wood pyrolysis at high temperature in a system allowing direct exposure to fire.

Processes without wood are very promising to reduce PAH accumulation during drying and smoking. Compared with the traditional process, splitting operations between cooking/drying with charcoal on one hand, and smoking with sawdust on the other hand allowed the same decrease in water content, effective phenol deposit which could be modulated according to the desired result, and decrease in PAH content in compliance with new European Union regulations. Reengineered products will be subjected to sensory and consumer acceptance analyses with Malagasy consumers, and the duration of preservation will also be assessed.

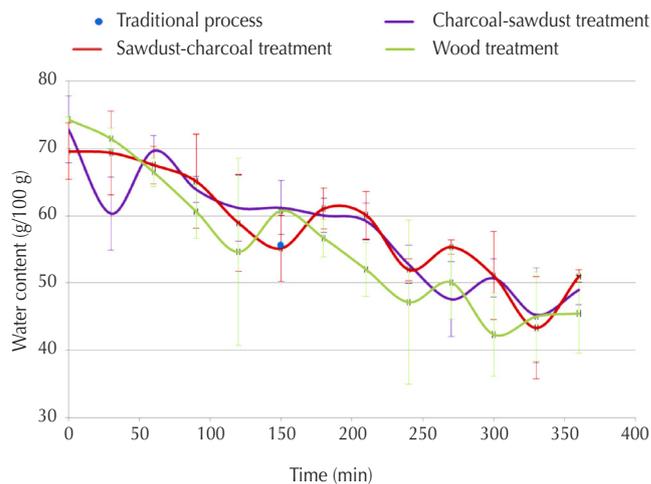


Figure 3: Moisture content (wet basis) kinetics during smoking of pork kitoza using different processes in Madagascar (3 replicates).

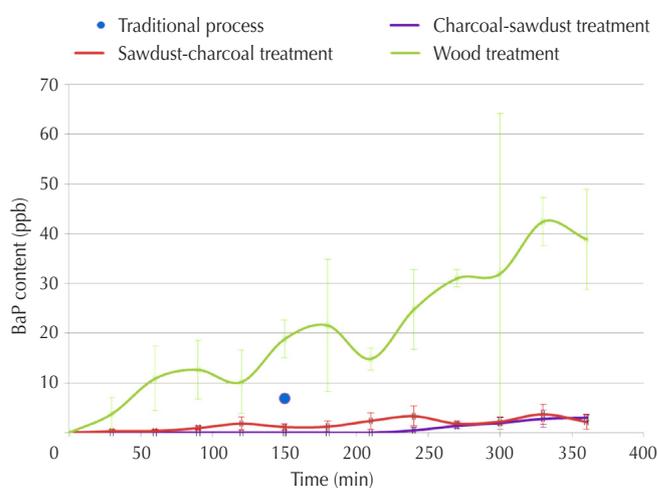


Figure 5: Benzo(a)pyrene (BaP) content (wet basis) kinetics during smoking of pork kitoza using different processes in Madagascar (3 replicates).

Acknowledgments

Studies on kitoza were funded by the European Union through the project African Food Tradition rEvisited by Research. Reengineering experiences were also funded by the CAP EXPORT Project of the Chambre de Commerce et d'Industrie, France, Madagascar.

REFERENCES

1. CALLET R.P., 1902. Tantaran'Andriana. *Bull. Acad. Malgache*, **3** : 166.
2. LAURENT C., 1981. Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. Paris, France, ACCT, p. 157.
3. MOLET L., 1978. Le feu domestique et la cuisine chez les Mérimina (Madagascar). *Bull. ASEMI*, **9** : 49-66.
4. MONDAIN G., CHAPUS G.S., 1948. Historique du bœuf d'après les Tantaran'Andriana. *Bull. Acad. Malgache*, **7** : 191-223.
5. NAKAJIMA D., NAGAME S., 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbon generation behavior in the process of carbonization of wood. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **79**: 221-225.
6. PURCARO G., MORET S., CONTE L.S., 2013. Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: Occurrence, legislation and innovative determination in foods. *Talanta*, **105**: 292-305.

DEVELOPMENT OF DRY-CURED SAUSAGES USING SPENT-HEN MEAT: MANUFACTURING PRACTICES AND PRODUCT PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY

MISE AU POINT D'UNE SAUCISSE FERMENTÉE À BASE DE CHAIR DE POULE DE RÉFORME : PROCÉDÉ DE FABRICATION ET QUALITÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DU PRODUIT FINI

DESARROLLO DE EMBUTIDOS CURADOS A BASE DE CARNE DE GALLINAS DE DESECHO: TÉCNICAS DE FABRICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

K. Boodhoo^{1*} S.J. Santchurn¹

Keywords: Layer chicken – Poultry meat – Sausage – Food processing – Food quality – Mauritius.

Mots-clés : Poule pondeuse – Viande de volaille – Saucisse – Transformation des produits alimentaires – Qualité des aliments – Maurice.

Palabras clave: Gallina ponedora – Carne de ave – Salchicha – Procesamiento de alimentos – Calidad de los alimentos – Mauricio.

Laying hens that complete their egg production cycle in one year constitute one important by-product of the egg industry. They are referred to as spent-egg laying hens, spent layers, or spent hens. Locally, the meat of these spent hens is mainly sold on the fresh market and fetches a significantly lower price than fresh broiler meat. One of the avenues to improve the utilization of spent-hen meat is to process it into higher value-added products that are palatable and reasonable in cost. The food processing technique that has been chosen is fermentation and drying to produce dry-cured fermented sausages.

The research hypotheses were as follows: the meat, skin and abdominal fat of spent-hen meat are technologically suitable for making dry-cured sausages; fermentation/drying can lead to a safe, shelf-stable and quality poultry sausage. Thus, this study was conducted to develop and evaluate a fermented/dried 100-per-cent-poultry sausage made from spent-layer meat and fat.

Sausages were prepared using ground meat (breast, thigh and drumstick), skin, and abdominal fat at 10, 15 and 25% levels, salt, sodium nitrite, garlic, and glucose. The mix was inoculated with *Lactobacillus plantarum* at a rate of $\sim 5.0 \log_{10}$ colony-forming units (CFU/g). The sausages were stuffed in non-edible cellulose casings. They were dried at 30°C and 85% relative humidity for 15 days, and sampled at 0, 3, 6, 9, 12 and 15 days

for analysis of protein and fat contents, color, pH, water activity, total viable count, *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., and *L. plantarum* counts. Each treatment (25 sausages) was replicated three times.

Irrespective of fat levels, pH sharply declined in all batches from an initial value of 6.0–6.3, to 5.3 at day 3, and finally to 4.8–4.9 at day 15 of drying. The average initial moisture content of the sausages was 70% (wet basis). It decreased gradually during the fermentation/drying period to about 51–53% on day 6, and 35% on day 15, irrespective of fat levels. All experimental batches showed similar mass loss over drying time. Mass loss was more pronounced during the first six days (50–55%) and was mainly attributed to moisture loss, as fat drip losses were negligible. Water activity gradually declined from an initial value of 0.97 to 0.71 for the three fat levels. The sausage color changed to reddish brown as from day 3. This translated in decreasing L^* (lightness) and positive b^* (yellowness) values, and increasing positive a^* (redness) values (Figure 1 and Table I).

No *Salmonella* was detected in any samples analyzed. Counts of *Staphylococcus* spp. were high with 10^4 /g to 10^8 /g at the end of the fermentation/drying period. *L. plantarum* counts increased



Figure 1: Color of sausages (left) at day 0 and (right) at day 15 of fermentation/drying.

1. Faculty of Agriculture, University of Mauritius, Reduit, Mauritius.

* Corresponding author

E-mail: k.boodhoo@uom.ac.mu

Table I

Physico-chemical characteristics and meat color attributes of dry-cured chicken sausages made with spent-layer meat and three levels of fat at the end of fermentation/drying¹

	Fat content (mean ± SI of three replicates)		
	Low (10%)	Medium (15%)	High (20%)
Physico-chemical parameter			
pH	5.68 ± 0.31 ^a	5.82 ± 0.69 ^a	5.95 ± 0.69 ^a
Titratable acidity (% lactic acid dry basis)	4.50 ± 0.44 ^b	4.34 ± 0.93 ^b	3.81 ± 0.67 ^b
Water activity (a _w)	0.800 ± 0.010 ^c	0.803 ± 0.011 ^c	0.812 ± 0.008 ^c
Mass loss (%)	61.75 ± 1.14 ^d	60.88 ± 1.35 ^d	60.37 ± 1.39 ^d
Moisture content (g/100 g dry basis)	32.79 ± 3.35	34.34 ± 5.70	33.21 ± 2.04
Color parameter			
Lightness (L*)	54.50 ± 2.22 ^e	52.26 ± 1.600 ^e	51.78 ± 1.28 ^e
Redness (a*)	9.41 ± 0.29 ^f	9.50 ± 0.40 ^f	9.19 ± 0.42 ^f
Yellowness (b*)	12.13 ± 1.68 ^g	10.83 ± 0.85 ^g	10.49 ± 1.47 ^g

¹ At 15 days, 30°C, 85% RH

SI: Standard deviation

^{a,b...g} Means with the same letter superscript in a row are not statistically different (p > 0.05).

L*a*b*: As defined by the Commission internationale de l'éclairage (CIE)

during the first five days of fermentation from 4.9 to 8.7 log₁₀ CFU/g and remained practically at this level for the rest of the drying period. There was unwanted mould growth on the cellulose casings as from day 3. In all cases, the sausages lacked the compactness typical of dry-cured sausages. The meat and fat particles in the final sausages were not uniformly distributed. This may be due to the low melting point of the fat thereby causing smearing of fat particles.

Overall, the potential of using spent-layer meat for the manufacture of dry-fermented sausage was shown to be technologically feasible. However there is a need to optimize the processing steps, especially with regard to the starter culture, and the

temperature and relative humidity of fermentation/drying, to improve the safety and quality of the sausages.

REFERENCES

1. SANTCHURN S.J., COLLIGNAN A., 2007. Fermented poultry products. In: Toldrá F., Ed., Handbook of fermented meat and poultry. Ames, IA, USA, Blackwell, p. 361-368.
2. SOUZA K.M.R. DE, ARAUJO R.B., SANTOS A.L. DOS, RODRIGUES C.E.C., FARIA D.E. DE, TRINDADE M.A., 2011. Adding value to the meat of spent-laying hens manufacturing sausages with a healthy appeal. *Braz. J. Poult. Sci.*, **13**: 57-63.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

TRANSFORMATION ARTISANALE DE LA VIANDE DE PORC À RODRIGUES : PRATIQUES DE FABRICATION ET QUALITÉ DES PRODUITS

TRADITIONAL PROCESSING OF PORK MEAT IN RODRIGUES ISLAND: PROCESSING TECHNIQUES AND PRODUCT QUALITY

PROCESAMIENTO TRADICIONAL DE CARNE DE CERDO EN RODRÍGUES: TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y CALIDAD DEL PRODUCTO

K. Boodhoo^{1*} C. Lisette² S.J. Santchurn²

Mots-clés : Viande porcine – Transformation des produits alimentaires – Qualité des aliments – Maurice.

Keywords: Pork – Food processing – Food quality – Mauritius.

Palabras clave: Carne de cerdo – Procesamiento de alimentos – Calidad de los alimentos – Mauricio.

L'île Rodrigues est connue pour ses produits traditionnels fabriqués à base de porc. Cependant, et contrairement à la production agricole y compris l'élevage porcin (1, 2, 3), le secteur de la transformation de la viande porcine a été peu étudié. Cette étude a été menée pour préciser les caractéristiques du secteur de la transformation de la viande de porc, notamment les profils socio-économiques des transformateurs, les types de produits fabriqués, les matières premières, ingrédients et additifs utilisés, les techniques et matériel de fabrication, ainsi que les modes de stockage et de conditionnement des produits finis. Une évaluation du niveau de conformité des unités de fabrication a également été effectuée au regard de la réglementation mauricienne sur l'hygiène alimentaire.

Une enquête auprès de tous les transformateurs de porc recensés (n = 57) a été réalisée de décembre 2010 à janvier 2011 à l'aide d'un questionnaire et d'une liste de contrôle. Excepté pour deux unités semi-industrielles, le secteur est constitué de petites unités de fabrication de charcuterie, opérant majoritairement à temps partiel (96 p.100), et gérées principalement par des hommes (65 p.100). Les principaux produits fabriqués sont la saucisse chinoise, le jambon rodriguais et le boudin noir (figure 1). Le kitouz, le boucané, le rôti de porc, le porc salé, la galantine, la saucisse créole et le bacon rodriguais sont également produits mais surtout pour des occasions festives. Les techniques de fabrication les plus utilisées sont le salage et le séchage, la cuisson n'étant employée que pour certains produits, comme le rôti de

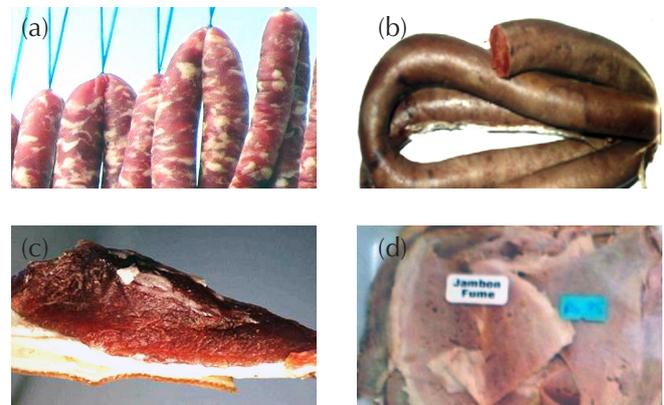


Figure 1 : exemples de produits traditionnels à base de viande de porc à l'île Rodrigues : (a) saucisse chinoise, (b) boudin noir, (c) kitouz et (d) jambon fumé.

porc et le boudin noir. La viande de porc provient d'élevages locaux, alors que les ingrédients comme les épices, le sel et le sucre sont importés de l'île Maurice.

Tous les artisans charcutiers recensés (n = 57) fabriquaient leurs produits dans la cuisine familiale à l'aide de matériel de faible coût, et en adoptant une technologie rudimentaire et empirique, et des recettes traditionnelles. La plupart des transformateurs ne suivaient pas les codes de bonnes pratiques de fabrication et étaient bien en-deçà des normes d'hygiène requises par la réglementation mauricienne. Quatre-vingts pour cent d'entre eux n'avaient pas de système de contrôle de leur procédé de fabrication. Ainsi, par exemple dans la fabrication des saucisses chinoises, le degré de hachage de la viande pouvait varier d'un hachage grossier à très fin. Les quantités d'ingrédients étaient mesurées de façon approximative en utilisant des cuillères et des tasses. Parmi ces artisans, 88 p.100 n'étiquetaient pas leurs produits après l'emballage. Par ailleurs, en début de la chaîne de fabrication, l'abattage du porc s'effectuait souvent dans des conditions insalubres augmentant ainsi les risques de contamination microbiologiques de la carcasse. La plupart des artisans (95 p.100) stockait la viande fraîche à température ambiante, favorisant ainsi la multiplication des germes. Pour ces diverses raisons, les produits finis étaient clairement hétérogènes au niveau des dimensions, de la teneur en gras, de la couleur, de l'aspect général et de la durée de conservation.

1. Département des productions et systèmes agricoles, faculté d'agriculture, université de Maurice, Réduit, île Maurice.

2. Département des sciences agricoles et alimentaires, faculté d'agriculture, université de Maurice, Réduit, île Maurice.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : k.boodhoo@uom.ac.mu

En conclusion, les fabricants devront mettre en œuvre les bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène de base, afin d'assurer une qualité standard des produits finis et d'améliorer leur qualité sanitaire. Une étude ultérieure sera réalisée pour mieux définir la qualité microbiologique des produits.

BIBLIOGRAPHIE

1. BELMIN R., PORPHYRE V., 2013. Les indications géographiques (IG) : outils de conquête du marché de masse pour les territoires ruraux défavorisés des pays du Sud. Le cas du porc de l'île Rodrigues. In : VI^e

Congrès international SYAL, Les systèmes agroalimentaires localisés face aux opportunités et défis du nouveau contexte global, Florianópolis, Brésil, 22–25 mai 2013.

2. CSO, 2010. Digest of statistics on Rodrigues. Mauritius, Central Statistical Office. www.gov.mu/portal/goc/cso/file/rod10.pdf (accessed 12 Oct. 2010)

3. NEPAD/FAO, 2005. Strengthening the agro processing capacity of Rodrigues. Investment report. Rome, FAO, Investment Centre Division. ftp.fao.org/docrep/fao/008/ae961e/ae961e00.pdf (accessed 15 Dec. 2011)

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE RODRIGUAN CHINESE SAUSAGE

CARACTÉRISTIQUES MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DE LA SAUCISSE CHINOISE DE RODRIGUES

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS DE LA SALCHICHA CHINA DE RODRÍGUES

V.K. Ah Kang¹ K. Boodhoo^{1*} S.J. Santchurn¹

Keywords: Pork – Sausage – Food processing – Food quality – Microbiology – Mauritius.

Mots-clés: Viande porcine – Saucisse – Transformation des produits alimentaires – Qualité des aliments – Microbiologie – Maurice.

Palabras clave: Carne de cerdo – Salchicha – Procesamiento de alimentos – Calidad de los alimentos – Microbiología – Mauricio.

Rodrigues Island is a dependency of the Republic of Mauritius and is located at about 653 km northeast of it. Pig fattening is an important livestock activity in Rodrigues and pork is the most widely consumed meat (1). It is reported that Rodriguan pork has special sensorial attributes, firstly because pigs are fed with traditional starchy crops such as cassava, banana and sweet potato, and kitchen wastes, and secondly because of the rearing method which is mainly an outdoor system. In a previous study (2), the range of processed products made from pork and their



Figure 1: Air-drying of freshly-prepared Rodriguan chinese sausages.

1. Faculty of Agriculture, University of Mauritius, Reduit, Mauritius.

* Corresponding author

E-mail: k.boodhoo@uom.ac.mu

processing techniques were described. The Rodriguan chinese sausage, a traditional dry-cured pork-based product, is one of the most popular products and is considered as an authentic product of Rodrigues (Figure 1). It could be eventually promoted and marketed with an appellation such as the geographical indication label. However, from a food safety standpoint, there is a lack of information on the microbiological and physico-chemical characteristics of the finished product.

The main objective of this work was to determine the microbiological and physico-chemical characteristics of the Rodriguan chinese sausage with a view to establish the standard profile of the product. The study also aimed to identify weaknesses and make recommendations to improve safety, quality and shelf life of the product.

Sausages were sampled thrice from ten random family-owned processing units in seven villages and retail outlets of Rodrigues from November 2013 to January 2014. At each outlet, two sausages were taken and air-transported in sealed plastic bags within two days to the Faculty of Agriculture laboratory for analysis. All analyses were carried out using ISO (International Organization for Standardization) protocols.

The total viable count and lactic acid bacteria count ranged from 7.8 to 8.11 and from 7.08 to 7.50 \log_{10} CFUg⁻¹, respectively (Table I). The total coliform and *Staphylococcus* spp. counts were about 3 \log_{10} CFUg⁻¹ each. Neither *Escherichia coli* nor *Salmonella* spp. were detected in the samples analyzed. The

Tableau I

Microbiological characteristics
of the Rodriguan chinese sausage (n = 30)

Microbial flora	Count (log CFU/g) (95% CI)
Lactic acid bacteria	7.08–7.50
Total viable count	7.80–8.11
Total coliform	2.87–3.31
<i>Staphylococcus</i> spp.	Only detected in some batches (~ 3)

CI: confidence interval

water activity, pH and lactic acid content of the sausages fell within the range of values typical of dry-fermented sausages (Table II). However, significant variations between samples

Table II

Physicochemical characteristics of the Rodriguan chinese sausage (n = 30)

Parameter	95% CI
pH	4.60–4.82
Titrateable acidity (% lactic acid)	1.33–1.56
Water activity (a _w)	0.866–0.891
Moisture (g/100 g)	53.82–57.44
Protein (%)	31.0–36.0
Ash content (%)	29.7–39.2
Fat (% dry basis)	33.3–44.8
Color	
Lightness (L*)	36.90–44.73
Redness (a*)	12.42–15.05
Yellowness (b*)	7.37–8.91

CI: confidence interval

were noted with regard moisture, protein, fat and ash contents. Similarly, water activity and pH values showed marked variations between the sausages. In contrast, no significant differences were noted in the L*, a* and b* color attributes as defined by the Commission internationale de l'éclairage (CIE).

Results confirmed that the Rodriguan chinese sausage satisfies the criteria of dry-cured raw meat products (3) and is overall a fairly safe and stable product. However, significant variations exist in its physico-chemical and microbiological characteristics probably due to variations in processing by the different artisans. There is thus a need to standardize the processing steps so as to improve the microbiological quality and safety of the sausage.

REFERENCES

1. BELMIN R., 2010. Analyse de la filière porcine de Rodrigues en appui à la labellisation des viandes et des produits de charcuterie. Saint-Pierre, Réunion, Cirad - réseau QualiREG. www.qualireg.org/FichiersComplementaires/RapportFinal_Belmin_filierePorcine_Rodrigues2010.pdf (retrieved 21 Jan. 2011)
2. BOODHOO K., SANTCHURN S.J., LISETTE C., 2011. An appraisal of the small scale pork processing sector in Rodrigues. Part 1: Manufacturing practices and product quality. *Univ. Mauritius Res. J. Sci. Technol. (Spec. Issue)*, **18B**.
3. LUCKE F.K., VOGLEY I., 2011. Traditional air-dried fermented sausages from Central Germany. *Food Microbiol.*, **29**: 242-246.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DU POISSON FUMÉ/SÉCHÉ, ALIMENT ACCESSIBLE POUR TOUS À MADAGASCAR

QUALITY IMPROVEMENT OF SMOKED/DRIED FISH, ACCESSIBLE FOOD FOR ALL IN MADAGASCAR

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PESCADO AHUMADO/SECO, ALIMENTO A PRECIO ASEQUIBLE PARA TODOS EN MADAGASCAR

E.N. Ndrianaivo^{1*} L. Razanamparany¹ J.P. Bergé²

Mots-clés : Poisson – Fumage – Séchage – Valeur nutritive – Propriété organoleptique – Hydrocarbure aromatique polycyclique – Madagascar.

Keywords: Fish – Smoking – Drying – Nutritive value – Organoleptic properties – Polycyclic aromatic hydrocarbon – Madagascar.

Palabras clave: Pescado – Ahumado – Secado – Valor nutritivo – Propiedad organoléptica – Hidrocarburo aromático policíclico – Madagascar.

Madagascar produit 5 900 tonnes de poissons fumés/séchés par an. Ces produits riches en protéines et à prix abordable se conservent facilement à température ambiante. Les poissons fumés/séchés sont prisés par la population malgache à faible revenu mais restent encore mal connus des consommateurs. De plus, l'infestation par les insectes entrave la conservation de ces produits. L'étude a eu pour but d'évaluer les caractéristiques de ces poissons, puis d'améliorer les méthodes ancestrales de fabrication et de conservation.

Les analyses physico-chimiques et biochimiques ont été effectuées par des méthodes usuelles de dosage des composants alimentaires (tableau I). Une chromatographie en phase gazeuse a permis d'établir les profils acides aminés et acides gras des échantillons. Un jury spécialisé dans les produits halieutiques a participé aux analyses sensorielles.

Le poisson fumé/séché contient moins de 10 p. 100 d'eau, permettant une conservation de 60 jours à température ambiante. Cet aliment riche en protéines (> 55 p. 100) (tableau I) renferme des teneurs élevées en acides aminés essentiels (entre 19 et 23 p. 100) (tableau II). Source de lipides (16 à 22 p. 100), il comprend des acides gras insaturés, comme les acides oléique, linoléique et arachidonique. Il s'oxyde toutefois facilement (indice totox : 181) ce qui influe sur les caractéristiques sensorielles : odeur rance, un peu aigre. L'odeur de fumée est peu intense car la teneur en phénols totaux est faible (0,2 à 1,1 mg/100 g

(4). Après cuisson, une odeur et une saveur caractéristiques de poulet se développent. Ces produits sont parfois riches en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), comme le benzopyrène, nocifs pour l'homme (tableau III) (2). Les teneurs mesurées ici allaient jusqu'à 7 µg/kg, valeur bien supérieure à la limite recommandée de 2 µg/kg. D'autre part, ces produits pouvaient être infestés par des insectes.

Des matériels pilotes, une tente solaire et un fumoir métallique, ont été construits et testés (1, 6). La tente solaire a limité l'infestation par les insectes et le fumoir a permis de concentrer la fumée, contribuant à un fumage plus intense (9,4 mg/100 g de phénols totaux) et à une diminution de la teneur en HAP (réduite à 0,5 µg/kg) grâce à une meilleure maîtrise de la pyrolyse (tableau III) (5). L'odeur et le goût de poulet étaient toujours présents avec une odeur de fumée plus accentuée. L'odeur rance a été atténuée. Un salage à 8 p. 100 a favorisé la conservation du produit en limitant la prolifération des insectes (3). Le poisson fumé/séché a gardé ses qualités nutritionnelles, ses caractéristiques organoleptiques ont été améliorées et la toxicité a été fortement réduite. L'utilisation d'autres matériels de séchage et de stockage permettant de lutter contre l'infestation des insectes est envisageable.

BIBLIOGRAPHIE

1. DUFOUR C., 1991. Le fumage du poisson : étude bibliographique. Thèse Doct., Ecole nationale vétérinaire, Alfort, France.
2. EFSA, 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA J.*, **724**: 1-114.
3. FAO, 1984. Préventions des pertes de poisson traité. Rome, Italie, FAO, 84 p. (Doc. Tech. Pêches n° 219)
4. KOSTYRA E., BARYŁKO-PIKIELNA N., 2006. Volatiles composition and flavour profile identity of smoke flavourings. *Food Qual. Prefer.*, **17**: 85-95.
5. SAINCLIVIER M., 1985. L'industrie alimentaire halieutique. Vol. 2, Des techniques ancestrales à leurs réalisations contemporaines. Salage, séchage, fumage, marinage, hydrolysats. Rennes, France, Ensar - Sciences agronomiques, 366 p.
6. SHARMA A., CHEN C.R., VU LAN N., 2009. Solar-energy drying systems: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **13**: 1185-1210.

1. Labasan, faculté des sciences, université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo, Madagascar.

2. Biorafhe, Ifremer, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes, France.

* Auteur pour la correspondance

E-mail : nnjara@yahoo.fr

Tableau I

Composition chimique * des poissons fumés/séchés à Madagascar

Paramètres	Méthodes	<i>Arius madagascariensis</i> (Gogo **)	<i>Heterotis niloticus</i> (Vangoloapaka **)	<i>Oreochromis niloticus</i> (Fiha saly **)
Humidité (g)	Etuvage à 105 +/- 2 °C	8,1 ± 0,1	9,6 ± 0,0	7,0 ± 0,1
Cendres (g)	Incinération à 550 °C, 5 h	16,4 ± 0,3	15,2 ± 0,6	18,8 ± 0,4
Protides (g)	Méthode de Kjeldahl	56,8 ± 0,3	58,5 ± 0,4	58,8 ± 0,7
Lipides (g)	Méthode de Folch	22,1 ± 0,5	16,9 ± 2,1	18,4 ± 0,5

* Pour 100 g d'échantillon ; ** Nom local

Tableau II

Acides aminés majoritaires * des poissons fumés/séchés à Madagascar

Acides aminés (g)	<i>Arius madagascariensis</i> (Gogo **)	<i>Heterotis niloticus</i> (Vangoloapaka **)	<i>Oreochromis niloticus</i> (Fiha saly **)
Alanine	4,11	4,86	5,45
Glycine	6,79	8,34	8,60
Leucine	4,18	4,71	5,36
Acide aspartique	5,24	5,06	6,21
Acide glutamique	5,41	6,49	6,73
Somme acides aminés essentiels	19,02	21,43	23,64

* Pour 100 g d'échantillon ; ** Nom local

Tableau III

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de poissons fumés/séchés fabriqués selon la méthode traditionnelle et améliorée * à Madagascar

Paramètres	Méthode traditionnelle			Méthode améliorée
	<i>Arius madagascariensis</i> (Gogo **)	<i>Heterotis niloticus</i> (Vangoloapaka **)	<i>Oreochromis niloticus</i> (Fiha saly **)	<i>Oreochromis niloticus</i> (Fiha saly **)
Humidité (g/100 g)	8,1 ± 0,1	9,6 ± 0,0	7,0 ± 0,1	8,5 ± 0,6
Activité de l'eau	0,492 ± 0,009	0,494 ± 0,011	0,495 ± 0,029	0,363 ± 0,024
Sel (g/100 g)	0,9	8,8	0,6	> 8
Indice totox	68,7	181,0	67,2	Non mesuré
Phénols (mg/100 g)	1,1	0,3	0,2	9,4
Benzo[a]pyrène (µg/kg lyophilisé)	3,33	0,27	7,06	0,50

* Avec les matériels pilotes ; ** Nom local

RESIDUES OF SYNTHETIC HORMONES IN PORK, MADAGASCAR‡

RÉSIDUS D'HORMONES DE SYNTHÈSE CHEZ LE PORC, MADAGASCAR

RESIDUOS DE HORMONAS SINTÉTICAS EN CERDOS, MADAGASCAR

V. Porphyre^{1*} M. Rakotoharinome² T. Randriamparany³
D. Pognon¹ S. Prévost⁴ B. Le Bizec⁴

Keywords: Swine – Pork – Animal growth promoter – Kidney – Progestogen – Medroxyprogesterone – Madagascar.

Mots-clés : Porcin – Viande de porc – Promoteur de croissance animale – Rein – Progestagène – Médroxyprogestérone – Madagascar.

Palabras clave: Cerdo – Carne de cerdo – Promotor del crecimiento animal – Riñón – Progestágeno – Medroxiprogesterona – Madagascar.

In Madagascar, little information is available on drug residues in animal products. Official veterinary services have been recently informed about the misuse of human injectable contraceptives in pig farms. Farmers and local animal health workers have been suspected of treating pigs for growth promotion and of using human progestins, especially medroxyprogesterone acetate (MPA), as a chemical alternative method for castration of sows that are then fattened before culling. Indeed, MPA may arrest the onset of farrowing and induce post-lactational anestrus in sows.

Because the use of synthetic hormones in pig husbandry is considered a fraud by the Malagasy legislation, an exploratory study was carried out to confirm these suspicions and investigate the main molecules concerned.

We investigated 80 pigs slaughtered in seven Malagasy abattoirs and raised in eight (out of 22) Malagasy regions (i) to confirm the contamination of carcasses by anabolic hormones by liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC-MS/MS), (ii) to identify the concerned molecules, and (iii) to explore consumers' exposure to hormone residues. Only adult sows were sampled considering that chemical castration with progestogens was the most common hypothesis of misuse of synthetic hormones in the field.

The screening of the 80 kidney-fat samples did not reveal residues of progestogens other than MPA. MPA-positive samples were detected in 10 out of 15 districts (66.7%), and in all eight

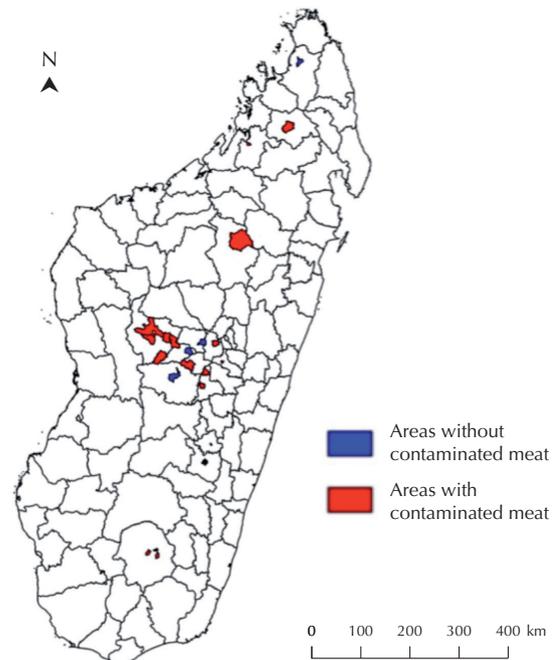


Figure 1: Location in the studied areas (i.e. in 8 of a total of 22 regions) where hormone residues were detected in kidney fat in culled sows ($n = 80$) in Madagascar in 2010.

surveyed regions except one (87.5%), Diana Region in Northern Madagascar. Our results revealed heavy contamination of pork products by synthetic hormone residues; its prevalence was high considering that such residues are not supposed to occur according to the Malagasy legislation. Investigations by Malagasy veterinary services revealed that farmers and animal health workers purchased syringes of progestogens (Confiance™, Pfizer). These low-price progestins are easily available in private local dispensaries and basic health centers (public sector).

Without any control, farmers can easily administer MPA to pigs. It has thus become urgent to launch public-awareness campaigns and improve control within the sectors of animal production and public health over the entire country.

REFERENCES

- PORPHYRE V., RAKOTOHARINOME M., POGNON D., RANDRIAMPARANY T., PREVOST S., LE BIZEC B., 2013. Residues of medroxyprogesterone acetate detected in sows at slaughterhouse, Madagascar. *Food Addit. Contam. Part A*, **30**: 2108-2113 DOI: 10.1080/19440049.2013.848293.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

1. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

2. Services vétérinaires de Madagascar, ministère de l'Élevage, rue Farafaty Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

3. Laboratoire national de diagnostic vétérinaire, ministère de l'Élevage, Antananarivo 102, Madagascar.

4. Laberca - Oniris, route de Gachet, CS 50707, 44307 Nantes, France.

* Corresponding author

E-mail: vincent.porphyre@cirad.fr

‡ This text summarizes an oral communication presented at QualiREG Scientific Days in 2012. Since then, full results have been published as a research article (Porphyre et al., 2014).

SURVEILLANCE OF VETERINARY DRUG RESIDUES IN PORK MEAT IN MADAGASCAR‡

SURVEILLANCE DES RÉSIDUS DE MÉDICAMENTS VÉTÉRINAIRES DANS LA VIANDE PORCINE À MADAGASCAR

VIGILANCIA DE RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS EN CARNE DE CERDO EN MADAGASCAR

M. Rakotoharinome¹ D. Pognon² T. Randriamparany³
J. Chane Ming⁴ J.-P. Idoumbin⁴ E. Cardinale⁵ V. Porphyre^{2*}

Keywords: Swine – Pork – Antibiotic residue – Madagascar.

Mots-clés : Porcin – Viande porcine – Résidu d'antibiotique – Madagascar.

Palabras clave: Cerdo – Carne de cerdo – Residuo de antibiótico – Madagascar.

Antibiotics are used in animal feeds as growth promoters or for disease prevention and treatment. Drugs and their metabolites accumulate into body cells and constitute the so-called drug residues. Residual antimicrobials in food are an increasing risk for human health. Antibiotic residues in meat and other foods are suspected to be responsible for drug allergies and emergence of antimicrobial-resistant bacteria.

In Madagascar, bacterial resistance against several antibiotics has been regularly observed in pathogens isolated from humans and pigs. Suspicion of drug misuse in farms has been frequently recorded by animal health professionals but no guidelines are available on the good usage of antibiotics in livestock. Since scarce information is available on antimicrobial residues in animal products in Madagascar, this study aimed at determining the prevalence of pork meat contaminated by such residues and sold in Antananarivo markets.

A total of 967 meat samples (diaphragm muscle) were collected during 2010 and 2011 in the four main abattoirs of Antananarivo, and in three additional regional abattoirs, i.e. Antsirabe, Mahitsy

(Central Madagascar) and Tsiroamandidy (Western Madagascar). Analysis for antimicrobial detection in meat was performed with the commercial Premi®-test kit (DSM, Urmond, Netherlands) at the National Veterinary Diagnostic Laboratory in Antananarivo. Premi®-test is a broad spectrum microbial screening test for the detection of antibiotic and sulfonamide residues in meat or meat products at, or below maximum residue limit (MRL) levels. MRL is the maximum concentration of residues following administration of a veterinary medicine which is legally permitted or acceptable in food under European Union legislation. The Premi®-test kit contains a standardized number of spores of *Bacillus stearothermophilus*, very sensitive to many antibiotics and sulfa compounds, in agar medium with selected nutrients together with an indicator. Premi®-test is based on the inhibition of the growth of *B. stearothermophilus*. When meat juice is added to the Premi®-test ampoule and heated at 64°C, spores germinate. The germinated spores multiply and form an acid when no inhibitory substances are present, leading to an indicator color change from purple to yellow. When antimicrobial molecules are present above the detection level, no growth occurs and the color remains purple.

Table I presents the results of the percentage of positive samples in the various regions of Madagascar. On average 37.2% samples were contaminated by antimicrobial residues. A significant increase from 32 to 39% was observed between 2010 and 2011,

Tableau I

Detection of drug residues in pork meat according to the region in Madagascar in 2010 and 2011

	Region					Total
	Central	North	South	Tana	West	
2010						
Sample size	48	10	24	144	54	280
Positive (%)	46	40	46	25	31	32
2011						
Sample size	162	NA	15	457	53	687
Positive (%)	39	NA	27	42	23	39

1. Direction des Services vétérinaires de Madagascar, ministère de l'Élevage, rue Farafaty Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

2. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

3. Laboratoire national de diagnostic vétérinaire, ministère de l'Élevage, Antananarivo 102, Madagascar.

4. Centre de recherche et de veille sur les maladies émergentes dans l'océan Indien, Cyroi, 97491 Sainte-Clotilde Cedex, Réunion, France.

5. Cirad, UMR Cmaee, 2 rue Maxime Rivière, BP 80005, 97491 Sainte-Clotilde Cedex, Réunion, France.

* Corresponding author

E-mail: vincent.porphyre@cirad.fr

‡ This text summarizes an oral communication presented at QualiREG Scientific Days in 2012. Since then, full results have been published as a research article (Rakotoharinome et al., 2014) (1).

respectively. No significant differences were found between samples according to sex, breed or age class in individual animals. No differences between pig farm origins were found either (Figure 1). However, Amoron'i Mania Region, and particularly suburban Ambositra, was the most contaminated area in 2010 (67%; n = 9) and Melaky region (Western Madagascar) in 2011. Pork meat samples originating from the same production area were less contaminated by drug residues when the animals were slaughtered in urban abattoirs compared to provincial abattoirs. In this first step toward a national surveillance system,

we confirm that drug residues in animal products are a serious public health concern for Madagascar.

REFERENCES

1. RAKOTOHARINOME M., RANDRIAMPARANY T., POGNON D., CHANE MING J., IDOUMBIN J.P., CARDINALE E., PORPHYRE V., 2014. Prevalence of antimicrobial residues in pork meat in Madagascar. *Trop. Anim. Health Prod.*, **46**: 49-55. DOI: 10.1007/s11250-013-0445-9

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

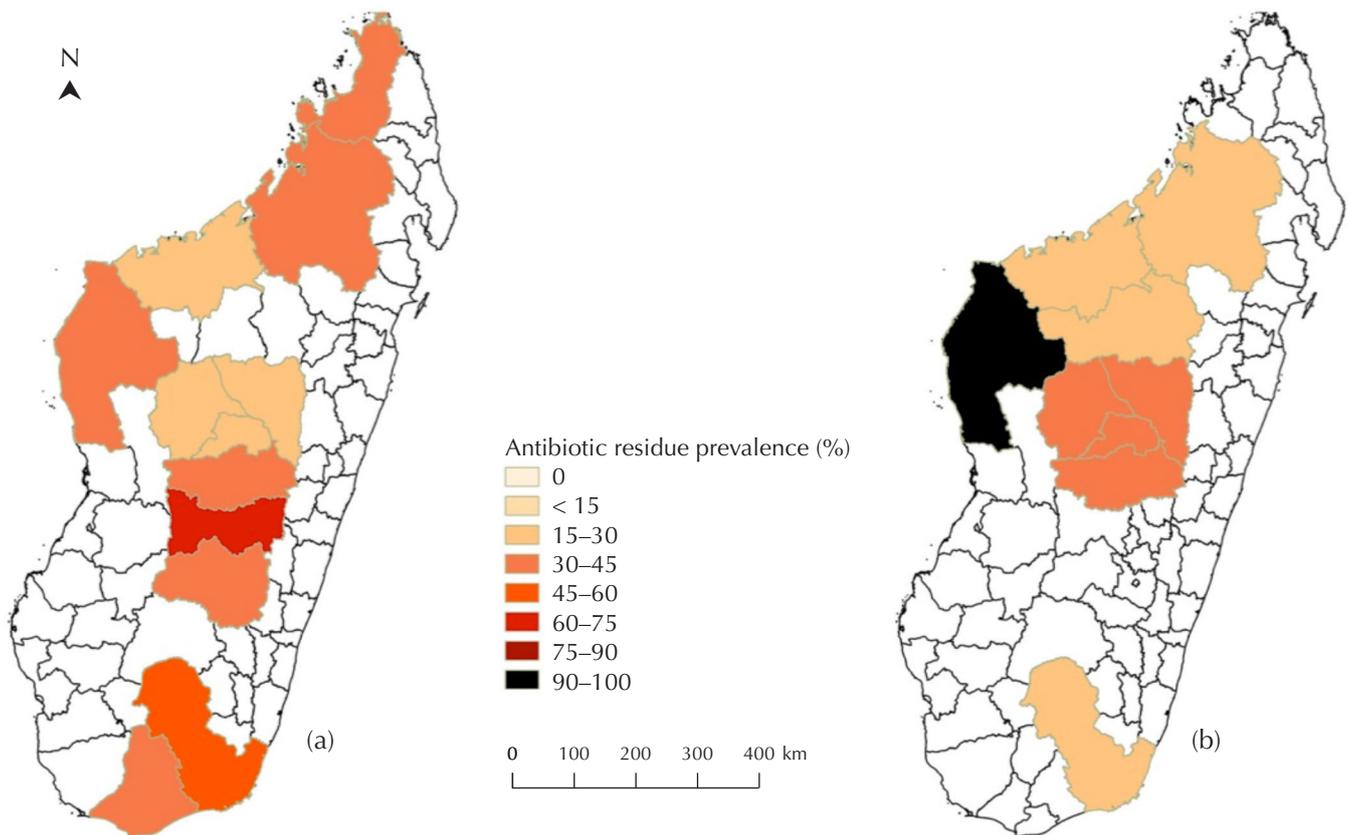


Figure 1: Distribution maps of antimicrobial-residue-positive samples in pork meat traded in Antananarivo, Madagascar in (a) 2010, and (b) 2011.

ETUDE PRÉLIMINAIRE DE L'IMPORTANCE DE LA CYSTICERCOSE PORCINE EN ABATTOIR À ANTANANARIVO, MADAGASCAR ‡

PRELIMINARY REPORT ON CYSTICERCOSIS IN PIGS AT SLAUGHTERHOUSE IN ANTANANARIVO, MADAGASCAR

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FRECUENCIA DE LA CISTICERCOSIS EN MATADEROS EN ANTANANARIVO, MADAGASCAR

H. Rasamoelina-Andriamanivo^{1*} E.O. Rasamoelina¹ V. Porphyre²

Mots-clés : Porcin – Viande porcine – Cysticercose – *Taenia solium* – Surveillance – Abattoir – Madagascar.

Keywords: Swine – Pork – Cysticercosis – *Taenia solium* – Monitoring – Slaughterhouse – Madagascar.

Palabras clave: Cerdo – Carne de cerdo – Cisticercosis – *Taenia solium* – Vigilancia – Mataderos – Madagascar.

La cysticercose est une maladie parasitaire largement répandue dans les pays en développement d'Amérique latine, d'Afrique et d'Asie. Cette maladie tropicale négligée représente une contrainte économique forte pour la filière porcine et un grave problème de santé publique à Madagascar. Plusieurs centaines de cas humains sont enregistrés chaque année dans les hôpitaux de la capitale malgache. Les éleveurs ruraux classent la cysticercose à la première place, devant les pestes porcines du fait de sa fréquence et de la perte économique qu'elle engendre. Cependant aucune donnée fiable sur l'importance réelle de la maladie chez le porc n'est disponible actuellement.

Dans cette étude, les objectifs ont été, d'une part, d'évaluer l'importance de la cysticercose porcine dans les abattoirs qui approvisionnent les marchés d'Antananarivo et, d'autre part, d'identifier ses facteurs de variation. Un suivi d'abattoirs a été mis en place à partir de mars 2013 pour une durée d'un an. Deux principaux lieux d'abattage à Antananarivo ont été choisis. Une inspection de tous les porcs abattus et la collecte des données sur les facteurs de variation (race, origine, sexe, date) ont été effectuées.

Après six mois de suivi, les résultats intermédiaires ont concerné l'abattoir d'Ankadindratombo. Sur 2 904 porcs abattus, issus de 12 districts répartis dans toute l'île, la prévalence de la cysticercose a été de 3,9 p. 100. L'incidence mensuelle a été de 19 porcs infestés. Parmi les facteurs de variation, la prévalence a

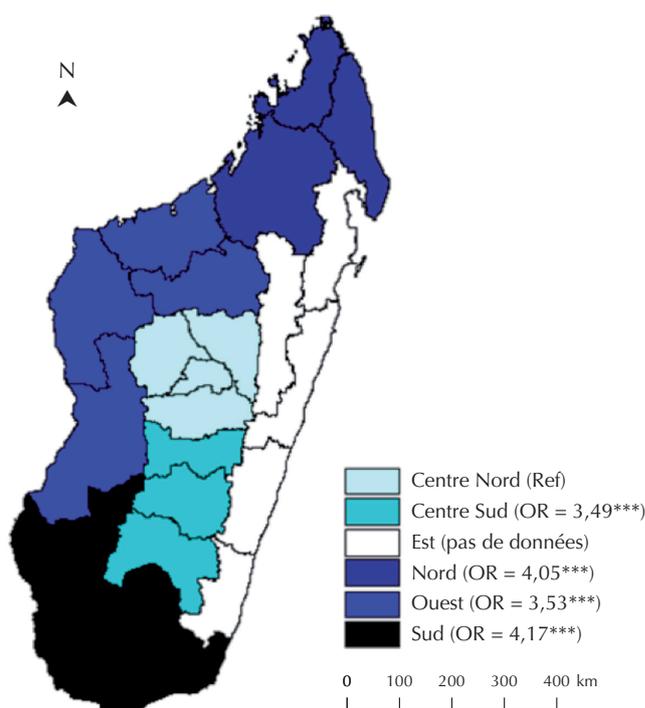


Figure 1 : cartographie du risque (odds ratio [OR]), selon l'origine des animaux, de détecter une carcasse infectée par *Taenia solium* pour un porc abattu dans l'abattoir d'Ankadindratombo, entre mars et août 2013, Antananarivo, Madagascar (***) $p < 0,001$.

varié selon les districts d'origine de 0 à 6 p. 100 (figure 1). Juillet a été le mois le moins à risque (odds ratio = 0,46 ; $p = 0,05$). La race locale a été plus à risque que les phénotypes exotiques (odds ratio = 2,40 ; $p < 0,001$). Bien qu'en attente de données complètes, ces résultats confirment dès à présent l'importance de la maladie chez le porc.

BIBLIOGRAPHIE

1. PORPHYRE V., RASAMOELINA-ANDRIAMANIVO H., RAKOTOARIMANANA A., RASAMOELINA E.O., BENARD C., JAMBOU R., CARDINALE E., 2015. Spatio-temporal prevalence of porcine cysticercosis in Madagascar based on meat inspection. *Parasites Vectors* (in press)

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

1. Fofifa-Drzv, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Antananarivo, Madagascar.

2. Cirad, UMR Selmet, Saint-Pierre, Réunion, France.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : harena23@gmail.com

‡ Ce texte est issu d'une communication orale présentée aux journées scientifiques QualiREG 2013. L'ensemble des résultats a ensuite fait l'objet d'une publication scientifique (Porphyre et coll., 2015) (1).

TOXOPLASMOSIS AND TRICHINELLOSIS: AN EPIDEMIOLOGICAL SURVEY OF PIG POPULATION IN MADAGASCAR

ENQUÊTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE SUR LA TOXOPLAMOSE ET LA TRICHINELLOSE EN POPULATION PORCINE À MADAGASCAR

ENCUESTA EPIDEMIOLÓGICA SOBRE TOXOPLASMÓISIS Y TRIQUINÓISIS EN CERDOS EN MADAGASCAR

M. Rakotoharinome¹ H. Andriamanivo² R. Blaga^{3,4} C. Perret⁴ S.A. Lacour⁴
A. Grasset-Chevillot⁴ P. Mace⁴ M. Thomas⁴ I. Villena⁵ D. Aubert⁵ P. Boireau⁴ V. Porphyre^{6,*}

Keywords: Swine – Parasite – Zoonosis – Immunodiagnosis – *Trichinella* – *Toxoplasma* – Madagascar.

Mots-clés : Porcin – Parasite – Zoonose – Immunodiagnostic – *Trichinella* – *Toxoplasma* – Madagascar.

Palabras clave: Cerdo – Parásito – Zoonosis – Inmunodiagnóstico – *Trichinella* – *Toxoplasma* – Madagascar.

Besides cysticercosis, scarce information is available on the other meat-borne zoonotic parasitoses in the domestic animal population of Madagascar. *Trichinella* is an intracellular parasitic nematode of mammalian skeletal muscle, causing a serious zoonotic disease. *Trichinella* is transmitted to humans by consumption of raw or undercooked meat from pig, wild boar and other sensitive species (1). *Toxoplasma gondii* is a protozoan parasite that can probably infect all warm-blooded animals (mammals and birds) and humans. Humans become infected postnatal by ingesting tissue cysts from undercooked meat (various species), consuming food or drink contaminated with oocysts, or by accidentally ingesting oocysts from the environment (2). The present study aimed at investigating the extent of two major parasitic diseases, namely toxoplasmosis and trichinellosis, within the Malagasy pig population.

Two hundred and fifty pig serum samples were collected during 2010 in the four major slaughterhouses of Antananarivo, the Malagasy capital. Sampled pigs were raised in 11 different regions (of a total of 22 regions) and transported by traders before

slaughtering. Samples were stored at -80°C and sent for analysis to the Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES, Maisons-Alfort, France). Serological investigations were conducted for both pathogens using ELISA technique with commercial test kits: ID Screen® Toxoplasmosis Indirect ELISA kit (IdVet, France) and PrioCHECK® *Trichinella* Ab (Prionics, Switzerland), according to the manufacturer's instructions.

Results on seroprevalence of *T. gondii* in pigs confirm that the zoonotic parasite is present in Madagascar. Preliminary results

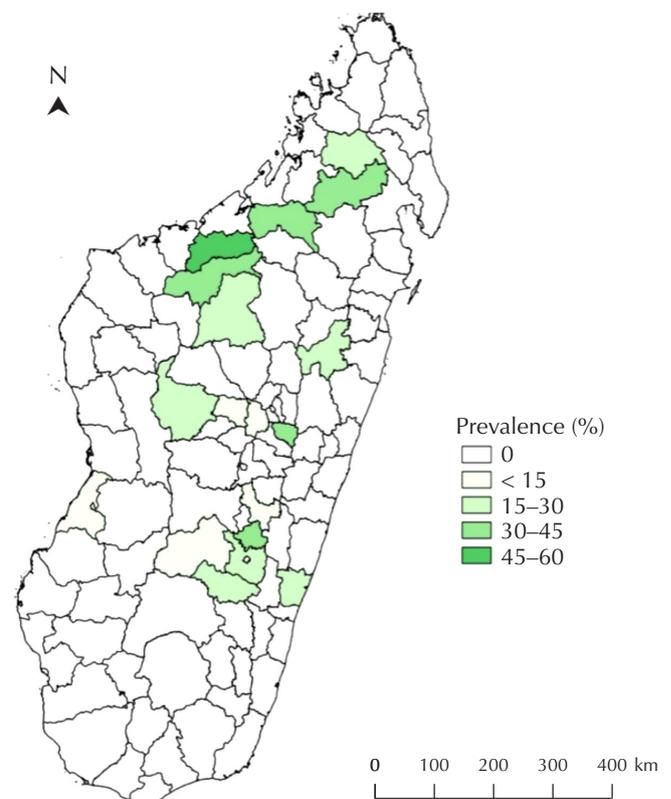


Figure 1: *Toxoplasma* prevalence in pigs in Madagascar regions in 2010.

1. Services vétérinaires de Madagascar, ministère de l'Élevage, rue Farafaty Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

2. Fofifa-DRZV, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ampandrianomby, 101 Antananarivo, Madagascar.

3. Ecole nationale vétérinaire, Université Paris-Est, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort, France.

4. Anses, Laboratoire de santé animale, 14 Rue Pierre et Marie Curie, 94701 Maisons-Alfort, France.

5. USC ANSES Epi-Toxo, Centre national de référence de la toxoplasmose, CHU Reims, pôle épidémiologie, 45 rue Cognacq-Jay, 51092 Reims Cedex, France.

6. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France

* Corresponding author

E-mail: vincent.porphyre@cirad.fr

show a seroprevalence of 22.8% (57/250) for toxoplasmosis. All regions are endemic for toxoplasmosis with a frequency of positive pigs ranging from 12% (n = 8) in the southern province of Toliara, to 21% in Antananarivo (n = 69) or Fianarantsoa (n = 79) in central uplands, and up to 33% (n = 69) in Mahajanga in the coastal northwestern region; no region of the island can be considered free of toxoplasmosis. No correlations were found with sex, breed or age of pigs. From a public health perspective these results emphasize the need to inform the public on the importance of proper meat handling and preparation.

Regarding *Trichinella*, two pigs presented positive values by ELISA based on excretory/secretory antigens but those results were not confirmed in western blot. Even if the serological test for the detection of *Trichinella* provides a high degree of sensitivity and specificity, false negative results occur during the early stages of infection, especially for light to moderate infection. Further investigations correlating serology and muscle analysis need to be conducted to conclude on *Trichinella* status in Madagascar.

National field investigations in pig and human populations will have to be carried out to confirm the present results as well as to correlate the observed prevalence with on-farm risk factors, and with the transmission of trichinellosis and toxoplasmosis to Malagasy consumers, especially to pregnant women.

REFERENCES

1. RICHOMME C., LACOUR S.A., DUCROT C., GILOT-FROMONT E., CASABIANCA F., MAESTRINI O., VALEE I., GRASSET A., VAN DER GIESSEN J., BOIREAU P., 2010. Epidemiological survey of trichinellosis in wild boar (*Sus scrofa*) and fox (*Vulpes vulpes*) in a French insular region, Corsica. *Vet. Parasit.*, **172**: 150-154. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.04.026
2. VILLENA I., DURAND B., AUBERT D., BLAGA R., GEERS R., THOMAS M., PERRET C., ALLIOT A., ESCOTTE-BINET S., THEBAULT A., BOIREAU P., HALOS L., 2012. New strategy for the survey of *Toxoplasma gondii* in meat for human consumption. *Vet. Parasitol.*, **183**: 203-208. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.08.001

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

SALMONELLES ET SAUCISSES À LA RÉUNION

SALMONELLA AND SAUSAGES IN REUNION ISLAND

SALMONELLA Y SALCHICHAS EN LA ISLA DE LA REUNIÓN

A. Trimoulinard¹ C. Tessier^{1,2} L. Atiana¹ E. Cardinale^{1,3*}

Mots-clés : Viande porcine – Viande de volaille – Salmonella – Facteur de risque – Contamination – Réunion.

Keywords: Pork – Poultry meat – *Salmonella* – Risk factor – Contamination – Reunion.

Palabras clave: Carne de cerdo – Carne de ave – *Salmonella* – Factor de riesgo – Contaminación – Reunión.

Les Réunionnais consomment beaucoup de viande de volaille et de porc, et les saucisses 100 p. 100 volaille et 100 p. 100 porc figurent parmi les particularités notables de la cuisine locale. Une enquête chez les professionnels de la charcuterie et des analyses bactériologiques ont permis de déterminer les facteurs qui pouvaient favoriser la contamination de ces produits à l'étape de la vente.

Au total 203 échantillons de saucisses de porc et de volaille ont été prélevés dans 67 points de vente (supermarchés ou hypermarchés, épiceries, et boucheries-charcuteries), tirés aléatoirement sur l'ensemble de l'île de la Réunion. A partir d'analyses bactériologiques, les prévalences de *Salmonella* spp. et de *Campylobacter* spp. ont été déterminées ainsi que les sérotypes majeurs de *Salmonella* ; la population de *Salmonella* dans les saucisses de volaille et de porc a aussi été quantifiée. Les analyses bactériologiques ont été réalisées selon les normes européennes. Les pratiques à risque conduisant à une contamination des produits consommés ont été identifiées à partir d'une enquête d'observation relative aux pratiques de vente et d'un modèle linéaire généralisé sous une loi binomiale.

Des prévalences faibles de *Salmonella* spp. ont été observées pour les lots de saucisses et pour les points de vente. *Salmonella* spp. n'a été détectée que dans 11,8 p. 100 de ces échantillons (95 p. 100 intervalle de confiance = 7,8–17,3). Cette prévalence était différente en fonction du type de point de vente et des caractéristiques de la saucisse (tableau I) : les saucisses de porc, les saucisses fumées et les saucisses « fraîches » (reconstituées à partir de viande congelée-décongelée) ont été plus contaminées (test Z, $p < 0,001$).

1. Cirad, UMR Cmaee, Centre de recherche et de veille sur les maladies émergentes dans l'océan Indien, 2 rue Maxime Rivière, BP 80005, 97491 Sainte-Clotilde Cedex, Réunion, France.

2. Coopérative des porcs de la Réunion, 5 av. Charles Isautier, ZI n° 3, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

3. Centre de recherche et de veille sur les maladies émergentes dans l'océan Indien, Cyroi, Réunion, France.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : eric.cardinale@cirad.fr

Tableau I

Contamination par *Salmonella* spp. observée selon les caractéristiques des saucisses dans divers points de vente de la Réunion

Variable	Prévalence de <i>Salmonella</i> (S+)	
	% (nb.)	IC 95 %
Saucisse	11,82 (24/203) ^a	7,80–17,32
Saucisse de porc	16,53 (21/127)	10,07–23,00
Saucisse de volaille	3,95 (3/76)	0,00–8,33
Saucisse fumée	11,11 (10/90)	4,62–17,60
Saucisse non fumée	12,39 (14/113)	6,31–18,46
Saucisse fraîche	17,14 (24/140)	10,90–23,39
Saucisse conditionnée	0,00 (0/55)	0,00–8,13
Saucisse fabriquée localement (viande importée)	12,31 (24/195)	7,70–16,92

IC : intervalle de confiance

^a Différence significative entre les points de vente avec $p < 0,01$, test Z

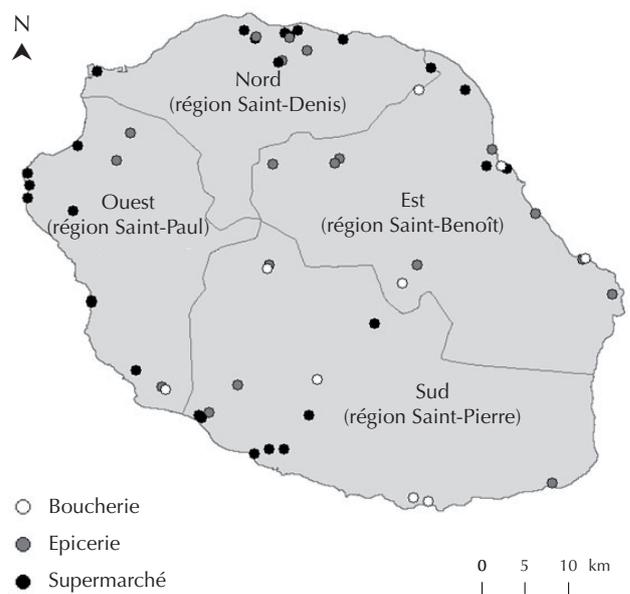


Figure 1 : identification des points de vente considérés dans l'étude sur la contamination des saucisses de volailles et de porcs par les salmonelles à la Réunion (2012).

Les sérovars détectés selon les lots de saucisses ont été *S. Typhimurium* (4,92 p. 100), *S. London* (2,46 p. 100), *S. Derby* (1,98 p. 100), *S. Newport* (0,99 p. 100), *S. Blockley* (0,49 p. 100) et *S. Weltevreden* (0,49 p. 100). La moyenne de population de *Salmonella* spp. par échantillon a été de 72,9 bactéries/g avec un minimum de 6,00 bactéries/g et un maximum de 380 bactéries/g, soit des niveaux largement en deçà de la dose infectieuse. La vente de saucisses dans un sac en plastique (*odds ratio* [OR] = 26,63), dans un emballage en papier (OR = 9,00) et l'absence de lutte contre les rongeurs (OR = 5,42) ont été corrélées positivement au risque de contamination par *Salmonella* spp. Une surface de vente importante (> 250 m²) (OR = 0,99) a diminué ce risque. Un pourcentage des lots de saucisses a été contaminé par *Campylobacter* spp. Aucun facteur de risque ou de protection vis-à-vis de *Campylobacter* n'a été déterminé car la prévalence a été trop faible pour l'associer à des pratiques de fabrication des saucisses. Le risque pour le consommateur reste limité puisque les saucisses sont bien cuites dans les carrys et autres plats traditionnels.

Les gérants des points de vente peuvent donc accentuer leurs efforts, d'une part, en utilisant des détergents et des désinfectants

pour le nettoyage des vitrines et, d'autre part, en lavant régulièrement les vêtements de travail du personnel. Il importe enfin d'assurer des formations de base en hygiène pour le personnel. Les gérants doivent également insister sur leur méthode de conditionnement. Même si des salmonelles et des campylobacters sont régulièrement identifiés en élevage (1, 2), les prévalences et les doses observées à la mise en marché ne risquent pas de provoquer de gastro-entérites chez le consommateur.

BIBLIOGRAPHIE

1. CARDINALE E., MAEDER S., PORPHYRE V., DEBIN M., 2010. *Salmonella* in fattening pigs in Reunion Island: Herd prevalence and risk factors for infection. *Prev. Vet. Med.*, **96**: 281-285.
2. HENRY I., GRANIER S., COURTILLON C., LALANDE F., CHEMALY M., SALVAT G., CARDINALE E., 2012. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolated from chicken carcasses and environment at slaughter in Reunion Island: prevalence, genetic characterization and antibiotic susceptibility. *Trop. Anim. Health Prod.*, **45**: 317-326.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

SALMONELLA DANS LA FILIÈRE PORCINE À LA RÉUNION : ÉTUDE LONGITUDINALE DE LA FERME À LA FOURCHETTE

SALMONELLA IN PIG PRODUCTION, REUNION ISLAND: LONGITUDINAL STUDY FROM FARM TO FORK

SALMONELLA EN LA PRODUCCIÓN PORCINA, ISLA DE LA REUNIÓN: ESTUDIO LONGITUDINAL DE LA GRANJA AL TENEDOR

C. Tessier^{1, 2, 3, 4, 5 *} L. Atiana^{2, 3, 4} E. Cardinale^{2, 3, 4} M. Denis^{6, 7}

Mots-clés : Viande porcine – *Salmonella* – Infection – Contamination – Réunion.

Keywords: Pork – *Salmonella* – Infection – Contamination – Reunion.

Palabras clave: Carne de cerdo – *Salmonella* – Infección – Contaminación – Reunión.

Salmonella est le principal agent zoonotique pathogène en Europe après *Campylobacter* (2). Les produits à base de viande de porcs sont souvent incriminés. Cependant, ce pathogène est difficilement détectable en élevage puisque le portage est asymptomatique. Malgré une localisation tropicale, la filière porcine de la Réunion est également concernée par ce problème (1).

L'objectif de cette étude a été d'identifier les différentes voies de contamination tout au long de la filière porcine. Pour cela, un lot de porcs (sélection de trois truies par lot et cinq porcelets par truie) dans trois élevages positifs en salmonelles ont été suivis depuis la mise bas jusqu'au produit fini. Au stade de l'élevage, l'excrétion de salmonelles a été mise en évidence par des prélèvements individuels de fèces quelques jours après la mise bas, puis pendant la nurserie, le postsevrage et l'engraissement. Des échantillons d'aliment et d'eau ainsi que des prélèvements d'environnement par chiffonnage (salles et couloir avant transfert, abords de l'élevage, autres productions animales sur le site) ont également été collectés à chaque visite.

Au stade de l'abattoir et de l'atelier de découpe, des chiffonnettes ont été prélevées à différentes étapes avant le passage du lot (camion de transport et box d'attente après nettoyage et désinfection, matériel sur la chaîne d'abattage et de découpe avant le

début de l'abattage du jour) ainsi que sur les animaux identifiés (dos des porcs à l'entrée à l'abattoir et carcasses après la deuxième flagelleuse, avant et après le froid-choc). Les caecums ainsi que des produits de découpes (côte et rouelle de porc) provenant du lot d'étude ont également été échantillonnés.

La méthode de détection de *Salmonella* a été adaptée à partir de la norme ISO 6579 Annexe D (4). La quantification de *Salmonella* par la méthode mini-MSRV (3) a également été réalisée sur les prélèvements de fèces collectées pendant la croissance à l'élevage. Tous les isolats ont été sérotypés et génotypés par électrophorèse sur gel en champ pulsé (PFGE) en utilisant l'enzyme *Xba*I (5).

Sur les 879 échantillons collectés, 27 p. 100 (79/293), 28,2 p. 100 (82/291) et 22,7 p. 100 (67/295) étaient positifs respectivement pour les élevages A, B et C. Les 908 isolats appartenaient à 55 pulsotypes et 14 sérotypes ; *S.* 4,[5],12:i:-, *S.* Rissen, *S.* Typhimurium et *S.* Livingstone ont été prédominants (tableau I). Les tableaux II et III montrent la distribution des pulsotypes de l'élevage B. Au stade de la maternité, tous

Tableau I

Distribution des isolats et des pulsotypes de *Salmonella* détectés pendant le suivi d'élevages de porcs à l'abattoir à la Réunion

Sérotypes de <i>Salmonella</i>	Nb. d'isolats	Nb. de pulsotypes
4,[5],12:i:-	312	23
Rissen	231	4
Typhimurium	105	7
Livingstone	99	7
Weltevreden	58	4
Derby	35	1
London	34	1
Senftenberg	12	2
Newport	7	1
Bredeney	4	1
Blockley	4	1
Give	3	1
Corvallis	2	1
Durban	2	1

1. Sicabat, 3 avenue Charles Isautier, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

2. Cirad, UMR Cmaee, 2 rue Maxime Rivière, 97491 Sainte-Clotilde, Réunion, France.

3. INRA, UMR Cmaee, 73 rue Jean-François Breton, 34398 Montpellier.

4. Centre de recherche et de veille sur les maladies émergentes dans l'océan Indien, Cyroi, 97491 Sainte-Clotilde Cedex, Réunion, France.

5. Université de la Réunion, 97715 Saint-Denis, Réunion, France.

6. Anses, Unité HQPAP, BP 53, 22440 Ploufragan, France.

7. Université de Bretagne occidentale, Brest, France.

* Auteur pour la correspondance

E-mail : claire_tessier@outlook.fr

les porcelets étaient négatifs et seulement une truie a excrété *Salmonella* à une seule occasion. L'infection des porcs a été observée après le sevrage (élevages A et B) mais aussi pendant l'engraissement (élevage C). L'infection à *Salmonella* a duré entre 34 et 40 jours en moyenne, avec des taux d'excrétion très

variables pendant la croissance des animaux. L'excrétion a été plus élevée dans les caecums que dans les fèces. En élevage, les pulsotypes excrétés par les porcs ont été identiques à ceux isolés des box après le nettoyage et la désinfection, et du couloir avant le transfert des animaux.

Tableau II

Distribution des pulsotypes de *Salmonella* détectés pendant le suivi de l'élevage de porcs B (maternité, postsevrage et engraissement) à la Réunion

	Maternité				Postsevrage			Engraissement				
	Ap ND	Ent	MB + 4 jours	Sev	Ap ND	+ 2 sem.	Sor	Ap ND	+ 1 mois	+ 1 mois	+ 1 mois	Sor
Porcs		-	-	-		M5	M5		M5	Li5	M17	M5
									M11	Li6		
										M5		
Salle	-	-	-	T1	M5	M5	M5	M21	M3	Li5	M11	M5
									M4	M4	M17	
									M5			
Couloir	T4				M5			-				M5
					T2							M9
Quai embarquement												M3
												M22
												M23
Abords			Li5	T1		Li5			M3	T3	-	
Autres productions			M9	-			-		Du1	M5	-	M5
			M10						M3	M6		
									M5			

Ap ND : après nettoyage et désinfection ; Ent : entrée ; MB : mise bas ; Sev : sevrage ; Sor : sortie

Les différents sérotypes de *Salmonella* ont été indiqués par des lettres (Li : Livingstone ; M : 4,[5],12:i:- ; T : Typhimurum ; Du : Durban) suivies du numéro du pulsotype.

- : Pas de *Salmonella*

Tableau III

Distribution des pulsotypes de *Salmonella* détectés pendant le suivi de l'élevage de porcs B (transport, abattoir, découpe *) à la Réunion

	Transport	Abattoir			
	Chargement	Attente	Flagelleuse	Eviscération	Fente en 1/2
Transport ±	De1				
Box d'attente ±		De1 ; Lo1			
Dos des porcs **		De1 ; Lo1			
		M5 ; M7			
		M8 ; M13			
Equipement ±			-	Br1	-
Carcasses **			De1 ; M17		Li7
			R2		
Caecums **				De1 ; Li5	
				M5 ; M13	
				R2	

Les différents sérotypes de *Salmonella* ont été indiqués par des lettres (Br : Bredeney ; De : Derby ; Li : Livingstone ; Lo : London ; M : 4,[5],12:i:- ; R : Rissen) suivies du numéro du pulsotype.

* Tous les prélèvements de l'atelier de découpe (froid choc, 1^{er} et 2^e découpes) ont été négatifs.

** Echantillonné après l'étape indiquée dans le tableau

± Echantillonné après nettoyage et désinfection avant passage du lot

- : Pas de *Salmonella*

Ces résultats suggèrent que la contamination environnementale résiduelle est la principale source d'infection des porcs pendant la phase de croissance. Certains pulsotypes isolés des animaux ont été identiques à ceux isolés aux abords des bâtiments d'élevage ou dans d'autres productions animales présentes sur le site. Les pulsotypes identifiés à l'abattoir ont indiqué que la contamination des carcasses provenait soit des souches excrétées par les animaux à l'élevage, soit de contaminations croisées à l'étape de transport et d'attente à l'abattoir. Les carcasses après l'étape de froid-choc et les produits finis étaient tous négatifs.

Cette étude épidémiologique basée sur une analyse moléculaire a permis d'obtenir une photographie de la diffusion de *Salmonella* tout au long de la filière porcine. La quantification de *Salmonella* par la méthode de mini-MSRV a montré une variabilité au niveau du taux et de la durée d'excrétion. Les truies ne sont pas la principale source d'infection des porcs au niveau de l'élevage. Un environnement insuffisamment nettoyé et désinfecté sur le site d'élevage, pendant le transport ou pendant l'attente à l'abattoir peut contribuer significativement à l'infection des porcs.

Cette étude, réalisée pour la première fois dans la filière porcine à la Réunion, a permis de cibler les principales voies de contamination et ainsi d'identifier les mesures à mettre en place

tout au long de la filière porcine pour limiter au maximum les contaminations par *Salmonella*.

BIBLIOGRAPHIE

1. CARDINALE E., MAEDER S., DEBOUIN M., PORPHYRE V., 2010. *Salmonella* infections in fattening pigs in La Reunion Island: herd prevalence and risk factors for infection. *Prev. Vet. Med.*, **96**: 281-285.
2. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY AND EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2014. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. *EFSA J.*, **12**: 312.
3. FRAVALO P., HASCOET Y., FELLIC M., QUEGUINER S., PETTON J., SALVAT G., 2003. Convenient method for rapid and quantitative assessment of *Salmonella enterica* contamination: the mini-MSRV MPN technique. *J. Rapid Methods Autom. Microbiol.*, **11**: 81-88.
4. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2002. ISO 6579:2002. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. London, UK, British Standard Institute.
5. RIBOT E.M., FAIR M.A., GAUTOM R., CAMERON D.N., HUNTER S.B., SWAMINATHAN B., BARRETT T.J., 2006. Standardization of pulsed-field gel electrophoresis protocols for the subtyping of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Shigella* for PulseNet. *Foodborne Pathog. Dis.*, **3**: 59-67.

Accepted 23 January 2015; Online publication June 2015

CONTAMINATION PAR *SALMONELLA* SPP. DES PLATS PRÉPARÉS À BASE DE PORC DANS LES GARGOTES D'ANTANANARIVO (MADAGASCAR) ET DÉTERMINATION DES FACTEURS DE RISQUE ASSOCIÉS †

SALMONELLA CONTAMINATION OF PORK MEAT DISHES FROM STREET RESTAURANTS IN ANTANANARIVO (MADAGASCAR) AND DETERMINATION OF ASSOCIATED RISK FACTORS

CONTAMINACIÓN POR *SALMONELLA* DE PLATOS PREPARADOS A BASE DE CARNE DE CERDO EN RESTAURANTES DE CALLE EN ANTANANARIVO (MADAGASCAR) Y DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS

C. Abat¹ M. Rakotoharinome² M. Maeder³ B. Contamin³ V. Porphyre⁴ E. Cardinale^{1,5*}

Mots-clés : Viande porcine – *Salmonella* – Facteur de risque – Contamination – Madagascar.

Keywords: Pork – *Salmonella* – Risk factor – Contamination – Madagascar.

Palabras clave: Carne de cerdo – *Salmonella* – Factor de riesgo – Contaminación – Madagascar.

Les toxi-infections alimentaires sont un problème majeur pour tous les Etats de la planète. Parmi les causes principales se trouvent *Salmonella* et *Campylobacter*, présents dans la nourriture vendue dans les restaurants de rue. Madagascar, plus grande île de l'océan Indien, possède peu de données exploitables pour quantifier l'ampleur de cette contamination. Or, ce pays possède une importante population porcine dont une partie de la viande est servie dans les plats des gargotes en ville. Pour ces raisons, le gouvernement malgache souhaite une meilleure maîtrise de la qualité microbiologique des produits. Cette étude a été conçue dans cette optique et regroupe la direction des services vétérinaires de Madagascar, le Cirad, la faculté de médecine et le Centre d'infectiologie Charles Mérieux d'Antananarivo.

Les objectifs étaient de déterminer la prévalence potentielle de *Salmonella* spp. et de *Campylobacter* spp. directement présents dans les plats cuisinés à base de porc, vendus par les restaurants de rue de la capitale, ainsi que de caractériser les facteurs de risque à l'origine des contaminations des plats par ces bactéries.

Pour la réaliser, soixante gargotes sélectionnées aléatoirement dans treize quartiers d'Antananarivo ont été visitées sur une période de trois mois. Les propriétaires des établissements ont été questionnés sur leurs pratiques de préparation et trois plats à base de porc ont été achetés à chacun d'eux. Chaque échantillon récolté a ensuite été traité suivant un protocole comprenant un pré-enrichissement non sélectif suivi d'un pré-enrichissement en bouillons sélectifs. Les colonies suspectées d'être du genre *Salmonella* ou *Campylobacter* ont été récupérées à partir de géloses sélectives, confirmées ou infirmées par tests biochimiques, puis par la méthode RapID ONE, et enfin isolées. *Salmonella* a ensuite été sérotypée selon la méthode de Kaufmann White Le Minor (2). En cas de contamination confirmée d'un plat échantillonné, le restaurant dont il était issu était défini comme contaminé, constituant ainsi la variable à expliquer. Dès lors, une analyse statistique en plusieurs étapes était réalisée afin de déterminer quelles pratiques de préparation des établissements enquêtés devaient être considérées comme des facteurs de risque.

La confirmation des bactéries suspectes par la méthode RapID ONE a permis d'identifier uniquement neuf plats contaminés par des salmonelles. Aucun *Campylobacter* n'a été détecté. Les sérotypages réalisés ont mis en évidence trois sérotypes : *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Newport et *Salmonella* Seftenberg. L'analyse globale des pratiques des gargotiers enquêtés a montré que ces derniers présentaient certaines lacunes concernant les bonnes pratiques d'hygiène à appliquer dans leur secteur d'activité. Enfin, l'analyse des facteurs de risque a révélé que, dans le contexte de l'étude, l'utilisation des nappes (odds ratio [OR] = 8,83 ; intervalle de confiance [IC] 95 % : [1,24–62,2]) et la température de service des plats (OR = 5,41 ; IC 95 % : [1,25–35,22]) étaient fortement associées à l'augmentation du risque de contamination des plats par *Salmonella*. A l'inverse, la situation géographique du quartier de l'établissement enquêté (OR = 0,15 ; IC 95 % : [0,022–0,98]), le type de construction (OR = 0,03 ; IC 95 % : [0,0025–0,29]), le port d'habits spécifiques (OR = 0,15 ; IC 95 % : [0,018–0,99]) et de couvre-chef intégral par le personnel (OR = 0,05 ; IC 95 % : [0,004–0,57]) ont semblé associés à une diminution des risques de contamination des plats par les salmonelles. *Campylobacter* n'a pas été retrouvé en raison notamment de sa sensibilité à la chaleur ; il a été vraisemblablement détruit par la cuisson. Une étape de sensibilisation a été engagée pour améliorer les pratiques et les propriétaires des restaurants ont été très réceptifs aux conseils prodigués.

1. Cirad, UMR Cmaee, 2 rue Maxime Rivière, 97491 Sainte-Clotilde, Réunion, France.

2. Services vétérinaires de Madagascar, ministère de l'Elevage, rue Farafaty Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

3. Fondation Mérieux, Antananarivo, Madagascar.

4. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

5. Centre de recherche et de veille sur les maladies émergentes dans l'océan Indien, Cyroi, 97491 Sainte-Clotilde Cedex, Réunion, France.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : eric.cardinale@cirad.fr

† Ce texte est issu d'une communication orale présentée aux journées scientifiques QualiREG 2012. L'ensemble des résultats a ensuite fait l'objet d'une publication scientifique (Cardinale et coll., 2015).

Tableau I

Modèle final de régression logistique pour les facteurs de risque de contamination par *Salmonella* dans les restaurants de rue (n = 60) à Antananarivo, Madagascar, en 2012

Variables conservées dans le modèle final	Valeur p	Restaurants positifs pour <i>Salmonella</i> ^a (%)	Modèle de régression logistique	
			Odds ratio	IC ^b à 95 %
Locaux spécifiques pour le restaurant	0,08			
Non		33,4	1	–
Oui		5,8	0,03	0,0025–0,29
Vêtements spécifiques pour le personnel	0,22			
Non		17,1	1	–
Oui		0	0,05	0,004–0,57
Utilisation de nappes	0,13			
Non		6,5	1	–
Oui		21,4	8,83	1,24–62,2
Température observée dans les plats à base de porc	0,21			
< 52,5 °C incluse		12,0	5,41	1,25–35,22
> 52,5 °C		0	1	–

^a Basé sur le nombre total de restaurants dans la classe restaurants contaminés

^b Intervalle de confiance

BIBLIOGRAPHIE

1. CARDINALE E., ABAT C., CONTAMIN B., PORPHYRE V., RAKOTOHARINOME M., MAEDER M., 2015. *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of ready-to-eat street-vended pork meat dishes in Antananarivo, Madagascar: a risk for the consumers? *Foodborne Pathog. Dis.*, **12**: 197-202.

2. GRIMONT P.A.D., WEILL F.-X., 2007. Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars, 9th Edn, World Health Organization Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*. Paris, France, Institut Pasteur.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE LA VIANDE COMMERCIALISÉE DANS LA COMMUNAUTÉ URBAINE D'ANTANANARIVO

MICROBIAL QUALITY OF MEATS MARKETED IN THE URBAN COMMUNITY OF ANTANANARIVO

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE VENDIDA EN LA COMUNIDAD URBANA DE ANTANANARIVO

N. Ravaonindrina¹ I. Razanajatovo¹ A. Bastaraud^{1*}

Mots-clés : Viande – *Salmonella* – *Campylobacter* –
Résistance aux antibiotiques – Antananarivo – Madagascar.

Keywords: Meat – *Salmonella* – *Campylobacter* – Antibiotic
resistance – Antananarivo – Madagascar.

Palabras clave: Carne – *Salmonella* – *Campylobacter* –
Resistencia a los antibióticos – Antananarivo – Madagascar.

Certains entéropathogènes majeurs sont associés aux produits carnés, notamment *Salmonella* spp. ou *Escherichia coli* producteur de shigatoxines (3), et ce, en lien avec les conditions d'hygiène rencontrées de l'abattage à l'étal (1). L'objectif a été d'évaluer (a) le niveau des indicateurs d'hygiène comme *E. coli*, (b) la prévalence de *Salmonella* spp., de *Campylobacter* thermotolérants, de *Listeria monocytogenes*, d'*Yersinia enterocolitica* et d'*E. coli* O157:H7 dans les viandes commercialisées dans la communauté urbaine d'Antananarivo, et (c) la sensibilité aux antibiotiques des isolats.

Au total 137 échantillons, incluant de la viande de zébu hachée (n = 52) ou non (n = 48), et de la viande de porc hachée (n = 10) ou non (n = 27) ont été collectés dans les grandes surfaces (24 p. 100) et sur les marchés d'Antananarivo (76 p. 100) d'avril à novembre 2014. Des méthodes conventionnelles ISO (International Organization for Standardization) et validées (Vidas technologie Biomérieux) ont été mises en œuvre, ainsi que la confirmation des isolats par spectrométrie de masse (MALDI-TOFF, Bruker) ou par biologie moléculaire pour *E. coli* O157:H7 (2). Le profil d'antibio-résistance des isolats a été déterminé sur Adagio Automated System (Biorad).

Moins de 2 p. 100 des échantillons respectaient les critères microbiologiques d'hygiène du Règlement européen CE n° 2073/2005 (respectivement 70 et 90 p. 100 de non-conformité pour les micro-organismes aérobies et pour *E. coli*). Au total 111 échantillons (81 p. 100) étaient porteurs au moins d'un micro-organisme potentiellement pathogène ; 74 *S. enterica* subsp. *enterica* ont été isolées avec 33 sérovars identifiés dont deux prédominants, Budapest (21 p. 100) et Muenchen (21 p. 100) ; 48 *E. coli* O157:H7 ont été isolés principalement dans la filière

bovine (63 p. 100) ; *L. monocytogenes* et *Campylobacter* thermotolérants ont été détectés respectivement dans 3 et 2 p. 100 des échantillons, et *Y. enterocolitica* n'a pas été détectée (tableau I).

Les isolats de *Salmonella* ont été sensibles aux antibiotiques testés, hormis une *S. enterica* serovar Bahrenfeld qui a résisté aux fluoroquinolones, notamment à la ciprofloxacine. Par ailleurs, 35 souches d'*E. coli* O157:H7 testées présentaient un phénotype sauvage et huit isolats avaient un phénotype d'hyperproduction de céphalosporinases (tableau II).

Les conditions d'hygiène rencontrées sur l'ensemble de la filière bovine et porcine sont nettement insuffisantes et contribuent à la propagation de pathogènes entériques, comme *Salmonella enterica* et le pathovar *Escherichia coli* O157:H7. Des phénotypes multirésistants aux antibiotiques émergent, représentant un facteur de risque pour la santé des consommateurs. Par

Tableau I

Prévalence de salmonelles, d'*Escherichia coli* O157:H7, de *Listeria monocytogenes* et de *Campylobacter* thermotolérants dans les viandes commercialisées à Antananarivo, Madagascar

Echantillon	Nombre d'isolats			
	<i>S. enterica</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Campylobacter</i> thermotolérants
Zébu/bœuf				
Haché (n = 52)	32	14	2	2
Morceaux (n = 48)	19	16	0	0
Porc				
Haché (n = 10)	8	4	2	0
Morceaux (n = 27)	15	14	0	1
Total (n = 137)	74	48	4	3

1. Institut Pasteur, IPM BP 1274, Ambatofotsikely, Antananarivo 101, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : abastaraud@pasteur.mg

Tableau II

Phénotypes d'antibiorésistance des salmonelles et d'*Escherichia coli* O157:H7 isolés à partir de viande de zébu et de porc à Madagascar en 2014

Antibiotique	Isolat <i>Salmonella</i> spp. (n = 74)				Isolat <i>E. coli</i> O 157 (n = 57)			
	R	I	S	% de souches résistantes (R + I)	R	I	S	% de souches résistantes (R + I)
Acide nalidixique	1	0	73	1,4	0	0	57	0
Amikacine	0	0	74	0	0	0	57	0
Amoxicilline	1	1	72	2,7	13	1	43	24,5
Amoxicilline+acide clavulanique	0	0	74	0	4	2	51	10,5
Céfalotine	0	0	74	0	8	0	49	14
Céfépime	0	0	74	0	0	1	56	1,7
Céfixime	0	0	74	0	0	0	57	0
Céfotaxime	0	0	74	0	2	0	55	3,5
Céfoxitime	0	0	74	0	2	5	50	12,2
Ciprofloxacine	1	0	73	1,4	0	0	57	0
Chloramphénicol	0	0	74	0	10	0	47	17,5
Colistine	0	0	74	0	4	0	53	7
Fosfomycine	0	0	74	0	5	0	52	8,7
Furanes	0	0	74	0	5	0	52	8,7
Gentamicine	0	0	74	0	0	0	57	0
Imipénème	0	0	74	0	0	0	57	0
Mecillinam	0	0	74	0	8	0	49	14
Norfloxacine	1	0	73	1,4	1	0	56	0
Pipéracilline+tazobactam	0	0	74	0	0	0	57	0
Ticarcline	1	0	73	1,4	13	0	44	22,8
Triméthoprime+sulfamide	1	0	73	1,4	12	0	45	21

R : résistant ; I : intermédiaire ; S : sensible

conséquence, nous élargirons le champ des investigations aux abattoirs et aux élevages pour une caractérisation génotypique des isolats qui permettra de rechercher les sources et les modalités potentielles de contamination.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEKELE T., ZEWDE G., TEFERA G., FELEKE A., ZEROM K., 2014. *Escherichia coli* O157:H7 in raw meat in Addis Ababa, Ethiopia: prevalence at an abattoir and retailers, and antimicrobial susceptibility. *Int. J. Food Contam.*, **1**: 1-4.

2. DESMARCHELIER P.M., BILGE S.S., FEGAN N., MILLS L., VARY J.C., TARR P.I., 1998. A PCR specific for *Escherichia coli* O157 based on the *rfb* locus encoding O157 lipopolysaccharide. *J. Clin. Microbiol.*, **36**: 1801-1804.

3. XAVIER C., GONZALES-BARRON U., PAULA V., ESTEVINHO L., CADAVEZ V., 2014. Meta-analysis of the incidence of foodborne pathogens in Portuguese meats and their products. *Food Res. Int.*, **55**: 311-323.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

PREVALENCE OF SHIGA-TOXIGENIC *ESCHERICHIA COLI* IN MAURITIAN DAIRY CATTLE

PRÉVALENCE DE LA TOXINE SHIGA D'*ESCHERICHIA COLI* CHEZ LES BOVINS LAITIERS MAURICIENS

PREDOMINIO DE LA TOXINA SHIGA *ESCHERICHIA COLI* EN EL GANADO LECHERO DE LAS ISLAS MAURICIO

S.I.L. Thierry^{1*} S.J. Santchurn¹ Y. Jaufeerally-Fakim¹ J.E. Gannon²

Keywords: Mauritius – Dairy cattle – *Escherichia coli* – Microbiology – Contamination.

Mots-clés : Maurice – Bovin laitier – *Escherichia coli* – Microbiologie – Contamination.

Palabras clave: Mauricio – Ganado de leche – *Escherichia coli* – Microbiología – Contaminación.

Shiga-toxigenic *Escherichia coli* (STEC) are important human pathogens (1). They are characterized by their ability to produce Shiga toxins (*stx1* and *stx2*). Seven STEC have been shown to withstand food processing procedures that are expected to ensure food safety. Clinical symptoms associated with STEC infection can vary from abdominal cramps and acute bloody diarrhea to more severe aftereffects including hemorrhagic colitis, hemolytic uremic syndrome and thrombocytopenic purpura, which can lead to kidney failure and death.

Dairy cattle, which excrete STEC in their feces, are a major source of STEC infection (2). Humans become infected with STEC through direct contact with infected animals or by ingestion of contaminated water, raw and unpasteurized milk, meat products, and/or plant-derived products (4–6). The objectives of this study were to estimate both cow-level and farm-level point prevalence estimates of STEC fecal shedding in Mauritian dairy cattle and to characterize putative STEC isolates based on their virulence factors.

A cross-sectional study was conducted to investigate the prevalence of STEC in the dairy cattle population of Mauritius. Fecal samples were collected from 150 individual dairy cattle from 38 dairy farms located throughout the nine district regions of the island. Collected samples were enriched in modified Tryptic Soy broth followed by isolation on CHROMagarTM STEC (3). Suspected isolates were streaked onto EMB agar, further purified on nutrient agar and subsequently cryopreserved in glycerol until further investigation. Putative isolates were characterized using molecular techniques (7, 8) for the presence of

chromosomal sequences encoding Shiga toxin genes (*stx1* and *stx2*), the intimin protein (*eaeA*) and the plasmid-encoded hemolysin (*hlyA*).

Out of the 38 farm samples, 29 farms (76%) were found to be positive for presumptive STEC isolates. From the 150 fecal samples collected, 111 (74%) were found to harbor presumptive STEC isolates (Table I). Polymerase-chain-reaction- (PCR-) based characterization has confirmed the presence of STEC in a number of fecal samples. Results obtained so far indicate that STEC are common members of the gut microbiome of dairy cattle in Mauritius.

Presumptive STEC isolates are currently being screened with PCR targeting *stx1*, *stx2*, *eaeA* and *hlyA* genes. This epidemiological study on STEC is the first of its kind in Mauritius and in the Indian Ocean region. It aims at providing new information concerning the presence of STEC in Mauritian dairy cattle. It involves the use of the latest chromogenic agar (CHROMagarTM STEC) available on the market. This culture medium has been designed for the detection of a wide range of STEC from different sources. The study highlights the importance of implementing proper sanitary

Table I

Cow-level prevalence of presumptive Shiga-toxigenic *Escherichia coli* in Mauritian dairy cattle sampled from 38 dairy farms (July–Nov. 2014)

Location	Prevalence (%)	95% CI
Pamplemousses	27/33 (82)	64–93
Rivière du Rempart	10/24 (42)	22–63
Flacq	13/16 (81)	54–96
Grand Port	8/12 (67)	35–90
Savanne	12/13 (92)	64–100
Plaines Wilhems	5/8 (62)	24–91
Moka	15/18 (83)	59–96
Black River / Port-Louis	21/26 (81)	61–93
Cow-level prevalence estimate	111/150 = 74%	66–81
Farm-level prevalence estimate	29/38 = 76%	60–89

CI: Confidence interval

1. University of Mauritius, Réduit, Mauritius.

2. University of Montana, 32 Campus Drive, Missoula, MT 59812, USA.

* Corresponding author

E-mail: sebastien.thierry1@umail.uom.ac.mu

measures at the dairy farm level to prevent cross contamination of milk and the surrounding environment.

REFERENCES

1. BEUTIN L., PRADA J., ZIMMERMANN S., STEPHAN R., ORSKOV J., ORSKOV F., 1988. Enterohemolysin, a new type of hemolysin produced by some strains of enteropathogenic *E. coli* (EPEC). *Int. J. Med. Microbiol.*, **267**: 576-588.
2. DUNN J.R., 2003. The epidemiology of Shiga-toxigenic *Escherichia coli* O157:H7 in Louisiana dairy cattle, beef cattle and white-tailed deer. PhD, Louisiana State University, USA.
3. HIRVONEN J.J., SIITONEN A., KAUKORANTA S., 2012. Usability and performance of CHROMagar STEC medium in detection of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains. *J. Clin. Microbiol.*, **50**: 3586-3590.
4. KARCH H., TARR P.I., BIELASZEWSKA M., 2005. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* in human disease. *Int. J. Med. Microbiol.*, **295**: 405-418.
5. KARMALI M.A., PETRIC M., LIM C., FLEMING P.C., ARBUS G.S., LIOR H., 1985. The association between idiopathic haemolytic uraemic syndrome and infection by verotoxin-producing *Escherichia coli*. *J. Infect. Dis.*, **151**: 775-782.
6. NATARO J.P., KAPER J.B., 1998. Diarrheagenic *E. coli*. *Clin. Microbiol. Rev.*, **11**: 142-201.
7. OBRIG T.G., 1994. Toxins that inhibit host protein synthesis. In: Clark V.L., Bavoil P.M., Eds, Bacterial pathogenesis, Part A, Identification and regulation of virulence factors. *Methods Enzymol.*, **235**: 647-656.
8. PATON A.W., PATON J.C., 1998. Detection and characterization of Shiga toxigenic *Escherichia coli* by using multiplex PCR assays for *stx1*, *stx2*, *eaeA* enterohemorrhagic *E. coli* *hlyA*, *rfb*_{O111}, and *rfb*_{O157}. *J. Clin. Microbiol.*, **36**: 598.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

DÉPISTAGE DE LA TUBERCULOSE BOVINE CHEZ LES VACHES LAITIÈRES DANS LE DISTRICT D'ANTANIFOTSY, MADAGASCAR

BOVINE TUBERCULOSIS DETECTION IN DAIRY COWS IN ANTANIFOTSY DISTRICT, MADAGASCAR

DETECCIÓN DE LA TUBERCULOSIS BOVINA EN VACAS LECHERAS EN EL DISTRITO DE ANTANIFOTSY, MADAGASCAR

T. Randriamparany^{1*} T. Petreggiani² R. Rabenarivahiny¹ P. Fenzara³ A. Barbario²

Mots-clés : Tuberculose – Vache laitière – Madagascar.

Keywords: Tuberculosis – Dairy cattle – Madagascar.

Palabras clave: Tuberculosis – Vaca lechera – Madagascar.

Avec cinq litres par habitant et par an, la consommation de produits laitiers à Madagascar reste faible. Toutefois, diverses campagnes de communication sont actuellement menées pour inciter la population à consommer davantage de produits laitiers et pour motiver les producteurs à améliorer la qualité du lait et les quantités produites (3). La majeure partie de la production nationale (90 p. 100) provient de la zone du triangle laitier situé sur les hauts plateaux de Madagascar dans les régions d'Antsirabe, d'Antananarivo et de Tsiroanomandidy.

Toutefois, l'état sanitaire du cheptel laitier reste peu documenté et les maladies zoonotiques telles que la tuberculose demeurent

négligées. La tuberculose bovine est une maladie animale chronique due à la bactérie *Mycobacterium bovis*. Elle peut être contractée par l'homme par voie aérienne ou par la consommation de lait cru provenant de vaches infectées (1).

En l'absence de données sanitaires récentes sur le niveau d'infection des cheptels laitiers par *M. bovis* et afin d'élaborer des stratégies de contrôle, une étude épidémiologique a été réalisée dans 15 communes (Fokontany) du district d'Antanifotsy dans la région du Vakinankaratra.

Un dépistage a été effectué sur 429 vaches laitières par intradermo-tuberculination selon la méthode recommandée par l'Organisation mondiale de la santé animale (2) pour la détection de la tuberculose bovine. Une dose de 0,1 ml (2 000 UI) de tuberculine bovine a été injectée par voie intradermique au niveau du cou de la vache. Lorsque la réaction est positive, un épaissement du pli de la peau est observé après 48 heures. La réaction est considérée comme négative quand le gonflement de la peau mesure moins de 2 mm avec un cutimètre. Elle est douteuse si aucun signe clinique n'est observé et si l'augmentation de l'épaissement du pli de la peau mesure plus de 2 mm et moins de 4 mm. En revanche, Elle est positive si des signes cliniques sont observés ou s'il y a une augmentation de 4 mm ou plus de l'épaisseur du pli de la peau.

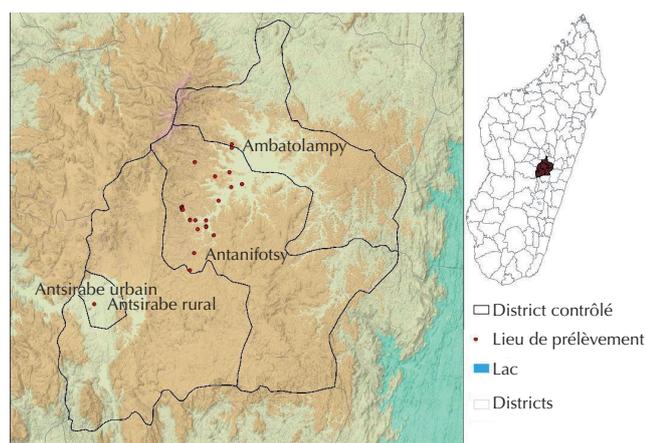


Figure 1 : localisation de la zone d'étude, district d'Antanifotsy, région du Vakinankaratra, Madagascar.

1. Laboratoire national de diagnostic vétérinaire, ministère de l'Élevage, Antananarivo 102, Madagascar.

2. Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Viale dell'Università 10, 35020 Legnaro, Padova, Italia.

3. Direction des Services vétérinaires, ministère de l'Élevage, rue Farafaty Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : t.randriamparany@gmail.com



Figure 2 : vache laitière à Madagascar ; mesure de l'épaisseur du pli de la peau par cutimètre au point d'injection de la tuberculine.

Tableau I

Résultats douteux des vaches laitières par le test de tuberculination, district d'Antanifotsy, Madagascar

Date de prélèvement	Localité	Elevage		Tuberculination			Résultats
		Identification élevage	Code animal	Mesure du pli de la peau (mm)			
				0 h	48 – 72 h	Différence peau (mm)	
14/09/2012	Isody	A212F	5696	6	8,7	2,7	Douteux
17/09/2012	Ambatomainty	A166F	Sadafosy mena	3	5,0	2,0	Douteux
17/09/2012	Ambatomainty	F166F	Mavo	3	5,2	2,2	Douteux
17/09/2012	Ambohikambana	I151F	Sadafotsy	6	8,0	2,0	Douteux

Le diagnostic a été douteux pour seulement quatre vaches (0,9 p. 100) après la deuxième lecture (tableau I). Les 425 autres tests ont été négatifs.

Alors qu'une très petite quantité du lait produit dans le district d'Antanifotsy est transformée localement, la grande majorité est collectée, souvent mélangée avec des laits d'origine inconnue, et acheminée vers la capitale. Sans traçabilité ni contrôle sanitaire le long de la chaîne de commercialisation, les laits crus vendus sur les marchés finaux présentent un risque de contamination pour les consommateurs et, même si nos résultats indiquent une faible prévalence de la tuberculose dans la population bovine laitière d'Antanifotsy, la pasteurisation du lait produit à Madagascar reste donc nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. KLEEBERG H.H., 1984. Tuberculose humaine d'origine bovine et santé publique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **3** : 33-54.
2. OIE, 2009. Bovine tuberculosis. Diagnostic techniques. In: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. Paris, France, OIE, p. 1-16.
3. RAKOTOARISOA E., 2008. Lancement du Projet de développement de la filière lait mené par Land O'Lakes, International Development Division. www.maep.gov.mg/actulait8.html

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

ANALYSE POLLINIQUE DES MIELS DES ÎLES DE L'Océan Indien

POLLEN ANALYSIS OF HONEYS FROM THE INDIAN OCEAN ISLANDS

ANÁLISIS POLÍNICO DE MIELES PROCEDENTES DE LAS ISLAS DEL Océano Indico

T.M. Rasoloarijao¹ Z. Ramamonjisoa Ralalaharisoa^{1*} P. Ramavovololona¹ V. Porphyre²

Mots-clés : Miel – Provenance géographique – Palynologie – *Litchi sinensis* – *Adansonia* spp. – *Eucalyptus* spp. – Réunion – Madagascar – Rodrigues.

Keywords: Honey – Geographical provenance – Palynology – *Litchi sinensis* – *Adansonia* spp. – *Eucalyptus* spp. – Réunion – Madagascar – Rodrigues.

Palabras clave: Miel – Procedencia geográfica – Palinología – *Litchi sinensis* – *Adansonia* spp. – *Eucalyptus* spp. – Reunión – Madagascar – Rodrigues.

Les îles de l'océan Indien, lieux sensibles de biodiversité floristique, produisent différents types de miels, dont les miels de litchi, d'eucalyptus, de baobab, de tamarin et de mille fleurs. Les appellations courantes sont données par habitude à partir des observations de butinage, de couleur et autres caractères. Pour l'intégration dans le circuit commercial national ou international, il est indispensable de pouvoir différencier les productions et de leur attribuer des appellations conformes aux données scientifiques. L'analyse pollinique ou méliissopalynologie, basée sur la relation entre les grains de pollen contenus dans le miel et la plante productrice de nectar, est la méthode qui permet à la fois de vérifier une appellation florale et son origine géographique (1). Le but de ce travail a été de caractériser les miels des différentes îles selon leur origine botanique et leur provenance géographique, et de déterminer leur profil pollinique.

Cinquante-neuf échantillons de miels, dont 20 en provenance de Madagascar, 31 de Rodrigues et 8 de la Réunion ont été analysés. Les analyses ont consisté à identifier, dénombrer les taxons polliniques et déterminer les types de miel suivant les fréquences relatives du pollen dominant des différents miels. Les taxons polliniques associés au pollen dominant de chaque type de miel ont été relevés pour chaque région.

Deux principaux types de miel – miels de litchi et d'eucalyptus – ont été reconnus à travers 123 taxons polliniques rencontrés dans l'ensemble des échantillons étudiés pour lesquels 70 p. 100 se sont révélés conformes aux appellations données, attestées

par la présence d'un pollen dominant (fréquence ≥ 45 p. 100). Ce sont des miels monofloraux (2). La figure 1 montre les champs microscopiques des principaux types de miels monofloraux analysés et leur diagramme pollinique : les miels de litchi et d'eucalyptus.

La classification ascendante hiérarchique des résultats de l'analyse pollinique (figure 2) a permis de faire des regroupements par rapport à l'origine botanique et aux régions de production. Les miels de litchi de Madagascar étaient associés aux pollens de *Macaranga* spp., de *Mimosa pudica* et d'*Elaeis guineensis*, alors que ceux de la Réunion étaient caractérisés par la présence de pollens de *Casuarina* spp. et de *Schinus* spp. Chez les miels d'eucalyptus de Rodrigues, la fréquence relative du pollen d'eucalyptus a été supérieure à 65 p. 100. Les miels dits de baobab de Madagascar n'étaient pas monofloraux mais étaient caractérisés par la présence de pollens d'*Adansonia* spp. et par la prédominance des pollens de *Sorghum vulgare* et de *Ziziphus mauritiana*.

Les résultats obtenus ont permis de vérifier l'origine florale des miels étudiés et de les caractériser du point de vue de leur origine géographique. Toutefois, l'authentification des miels monofloraux mérite d'être complétée par des analyses physico-chimiques et sensorielles ; il conviendrait aussi d'augmenter le nombre d'échantillons par type de miel et par pays pour une meilleure représentativité des résultats. Des inventaires dans les îles de l'océan Indien aideraient à découvrir d'autres types de miels monofloraux.

BIBLIOGRAPHIE

1. LOUVEAUX J., MAURIZIO A., VORWOHL C., 1970. Commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. Les méthodes de la méliissopalynologie. *Apidologie*, **1** : 211-227.
2. RASOLOARIJAO T., 2012. Analyses polliniques des miels de Madagascar et de deux îles des Mascareignes (île de la Réunion – île Rodrigues). Mém. DEA, Fac. Sci., Univ. Antananarivo, Madagascar, 80 p.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

1. Laboratoire de palynologie, faculté des sciences, Antananarivo, Madagascar.

2. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

* Auteur pour la correspondance

E-mail : joari.ramamonjisoa@gmail.com

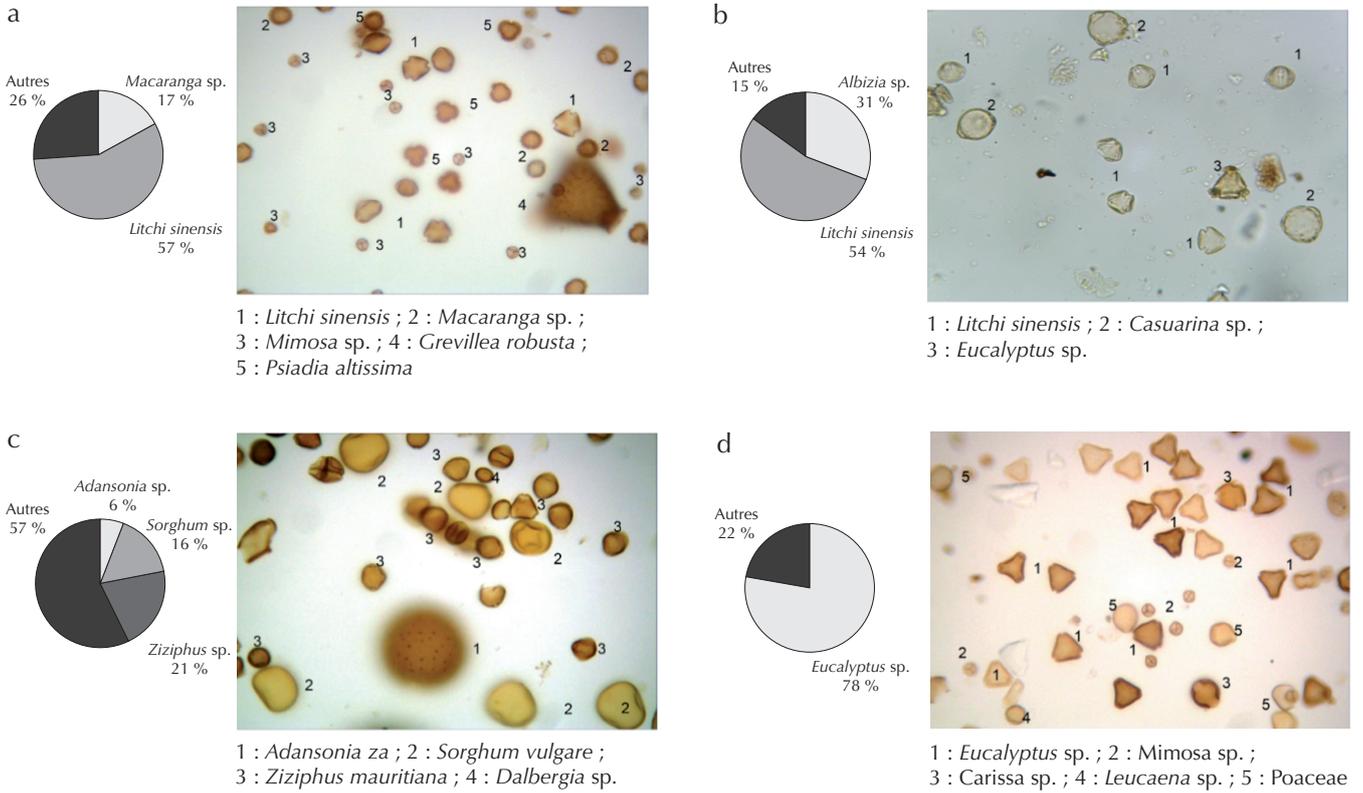


Figure 1 : champs microscopiques des principaux types de miels monofloraux analysés et leur diagramme pollinique : (a) miel de litchi de Madagascar ; (b) miel de litchi de la Réunion ; (c) miel de baobab de Madagascar ; (d) miel d'eucalyptus de Rodrigues.

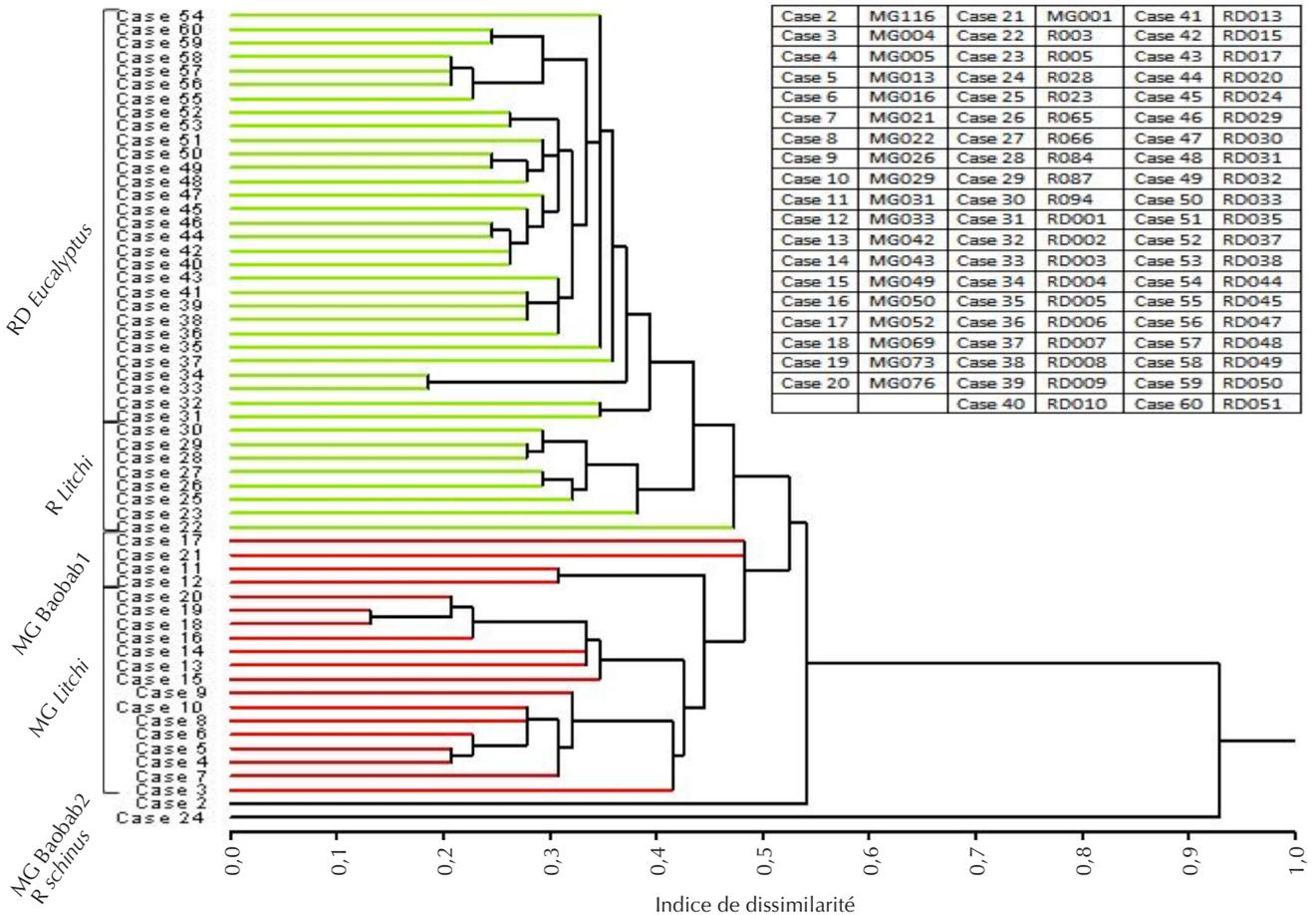


Figure 2 : classification ascendante hiérarchique des miels étudiés ; MG : Madagascar ; R : Réunion ; RD : Rodrigues (Rasoloarijao, 2012).

CARACTÉRISATION DES MIELS DE L’OCÉAN INDIEN PAR SPECTROMÉTRIE PROCHE INFRAROUGE : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

CHARACTERIZATION OF HONEYS FROM THE INDIAN OCEAN USING NEAR INFRARED SPECTROMETRY: FEASIBILITY STUDY

CARACTERIZACIÓN DE MIELES PROCEDENTES DEL OCÉANO INDICO POR ESPECTROSCOPÍA DE INFRARROJO CERCANO: ESTUDIO DE VIABILIDAD

S. Nabeneza^{1*} V. Porphyre¹ F. Davrieux²

Mots-clés : Miel – Spectroscopie proche infrarouge – Provenance – Adulteration des aliments – Océan Indien.

Keywords: Honey – Near infrared spectroscopy – Provenance – Food adulteration – Indian Ocean.

Palabras clave: Miel – Espectroscopía de infrarrojo cercano – Procedencia – Adulteración de alimentos – Océano Indico

Le miel est traditionnellement consommé dans les îles de l’océan Indien et utilisé également pour ses propriétés cosmétiques et thérapeutiques. Ce produit, issu du nectar de fleurs ou de miellat d’insectes, est collecté et transformé par les abeilles produisant ainsi un miel unique caractéristique de la flore de chaque île. A l’issue de la récolte, l’apiculteur doit normalement veiller à ce que le miel soit conforme et respecte des caractéristiques physico-chimiques spécifiques selon les recommandations du *Codex alimentarius*. De plus, il doit indiquer des informations, comme l’origine botanique et géographique, sur chaque pot de miel vendu. En pratique il est toutefois très difficile de vérifier l’exactitude de ces informations, d’autant qu’elles sont mises en avant comme argument de vente.

La spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR), basée sur les propriétés physiques d’absorption de la lumière par les composés organiques, peut être un outil de contrôle et de traçabilité des miels mis sur le marché (1, 3). L’objectif principal de cette étude a été d’évaluer la faisabilité d’un contrôle qualité (authentification de l’origine botanique et/ou géographique et détection d’adulteration) des miels commerciaux produits dans l’océan Indien. Les perspectives de cette méthode de laboratoire sont importantes dans le cadre du développement des filières apicoles, notamment lorsqu’elles sont orientées vers les marchés d’exportation et vers la promotion de leur qualité auprès de consommateurs désireux de profiter de produits d’excellence et fortement attachés à des territoires insulaires uniques.

Au total, 625 miels des pays de l’océan Indien (tableau I) ayant diverses origines botaniques (tableau II) ont été mesurés sans ajustement à 30 °C et après ajustement à 70 °Brix avec de l’eau distillée (3). La mesure a été réalisée en réflexion diffuse à l’aide d’une cellule ronde avec un fond réflecteur doré (trajet optique 0,1 mm) sur un spectromètre FOSS NIRSystem 5000 (1 100–2 500 nm, 2 nm). En parallèle, les mesures du degré Brix, de l’humidité et de la conductivité des miels bruts ont été réalisées au laboratoire. Après l’analyse en composantes principales (ACP) de la base spectrale des 625 miels et le calcul des distances H de Mahalanobis, 83 miels ont été identifiés comme spectralement atypiques et retirés du jeu de données (tableau I). Sur la base des distances spectrales (H, Mahalanobis), 64 miels représentatifs des 542 miels retenus ont été sélectionnés, ajustés à 70 °Brix, puis adulterés avec du sirop de sucre de canne du commerce (Mascarin®) à 25 et à 10 p. 100 par pesée.

Tableau I

Origine géographique des miels de l’océan Indien

Origine géographique	Madagascar	Réunion	Rodrigues
Nombre total	262	231	132
Echantillons atypiques	33	34	16
Echantillons retenus	229	197	116

Tableau II

Origine botanique des miels de l’océan Indien

Origine botanique	Madagascar	Réunion	Rodrigues
Litchi	52	45	0
Eucalyptus	42	0	71
Mille fleurs	47	31	19
Baie rose	0	63	0
Niaouli	25	0	0

1. Cirad, UMR Selmet, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l’IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

2. Cirad, UMR QualiSud, station de Ligne-Paradis, 7 chemin de l’IRAT, 97410 Saint-Pierre, Réunion, France.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : serge.nabeneza@cirad.fr

Les modèles prédictifs des teneurs en humidité, Brix et conductivité ont été établis en utilisant la régression *modified partial least square* (M-PLS) du logiciel WinISI 3 (Infrasoft, Port Mathilda, PA, Etats-Unis). Les modèles PLS ont été réalisés sur la base des dérivées premières des spectres normalisés (SNV) et corrigés pour la ligne de base (Detrend). Pour expliquer les critères géographiques et botaniques, nous avons utilisé une méthode non supervisée de discrimination (Cluster Analysis, Unscrambler 10.3, CAMO, Oslo, Norvège), qui constitue des groupements naturels, sur la base des distances spectrales. Les spectres des miels non adultérés ont servi de base pour définir un espace multidimensionnel (ACP centrée, non réduite sur dérivée seconde des spectres bruts). La projection des spectres (dérivée seconde des spectres bruts) des miels adultérés sur cet espace a permis d'identifier un plan factoriel (CP1–CP7) expliquant 65 p. 100 de la variance totale, sur lequel les miels adultérés étaient nettement séparés des miels non adultérés. Les modèles d'étalonnage obtenus par régression PLS pour le degré Brix, l'humidité et la conductivité ont été performants avec des R^2 de l'ordre de 0,92 et des erreurs de validation croisée acceptables (tableau III) (figure 1).

Les essais de groupement des individus sur la base de leur spectre (recherche de *clusters*), de même que l'utilisation d'autres méthodes mathématiques, comme l'analyse discriminante linéaire (LDA) et la classification support vecteur machine (SVM) à partir des origines géographiques et botaniques n'ont

pas donné de résultats satisfaisants (tableau IV). Cette impossibilité de discriminer les miels de l'océan Indien serait peut-être due à une identification botanique imprécise des miels. Sans analyses polliniques des échantillons de miels, les origines botaniques ne peuvent être certifiées, en particulier les miels dits monofloraux. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'impossibilité de discriminer les miels de l'océan Indien en fonction de leur origine géographique et/ou botanique. Parmi elles, les différences chimiques caractéristiques de l'origine géographique et/ou botanique correspondent à des classes de composés (aromatiques par exemple) qui n'impactent pas suffisamment les empreintes spectrales, ne permettant pas de trouver des facteurs discriminants. La projection des miels adultérés à 25 p. 100 (figure 2), sur la base de miels non adultérés montre une séparation nette des populations. En revanche, pour un niveau d'adultération à 10 p. 100, la séparation n'est pas évidente (figure 3).

Les résultats obtenus montrent que la spectrométrie dans le proche infrarouge peut être utilisée pour prédire certains paramètres physico-chimiques des miels. Ces premiers résultats montrent que la constitution d'une base spectrale de miels adultérés à différents niveaux au laboratoire, associée à des méthodes de régression ou de discrimination devrait permettre l'identification de miels non-conformes, comme montré précédemment par Rios-Corripio et coll. (2).

Ces résultats ne permettent pas, dans l'état actuel, de différencier l'origine géographique et botanique des miels collectés dans le

Tableau III

Paramètres statistiques des modèles d'étalonnage des miels de l'océan Indien

Constituant	N	Moyenne	Min	Max	SEC	R ²	SECV
Humidité (%)	494	19,4	14	24,7	0,53	0,91	0,54
°Brix	415	79,6	74,4	84,7	0,49	0,92	0,51
Conductivité (µS)	328	1 003	201	2 682	154	0,92	211

Moyenne, Min, Max : statistiques de la population d'étalonnage ; SEC : erreur standard de calibration ; R² : coefficient de corrélation du modèle d'étalonnage ; SECV : erreur standard de validation croisée

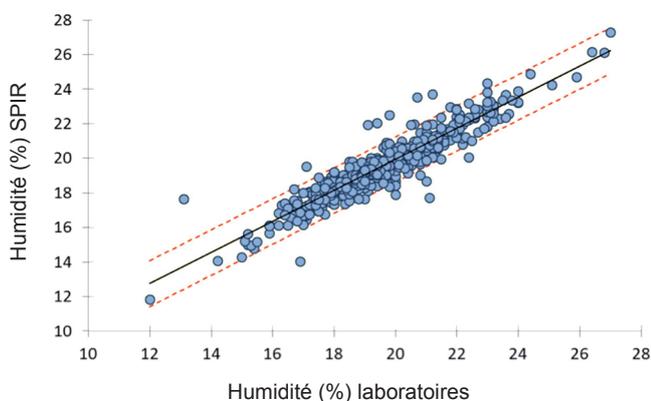


Figure 1 : corrélation entre les valeurs d'humidité au laboratoire et de la spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) des miels de l'océan Indien.

Tableau IV

Répartition des miels de l'océan Indien dans les groupes après discrimination

Groupement (cluster)	Origine géographique réelle		
	Madagascar	Réunion	Rodrigues
Madagascar	107	79	41
Réunion	41	73	55
Rodrigues	81	45	20
Nb. total de miels	229	197	116

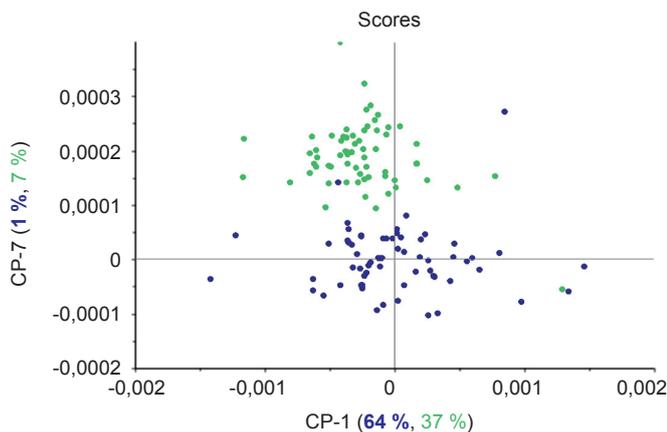


Figure 2 : projection de 64 miels de l’océan Indien adultérés à 25 p. 100 sur le plan factoriel calculé par analyse des composantes principales (ACP) à partir des 64 miels non adultérés représentatifs des 542 miels retenus.

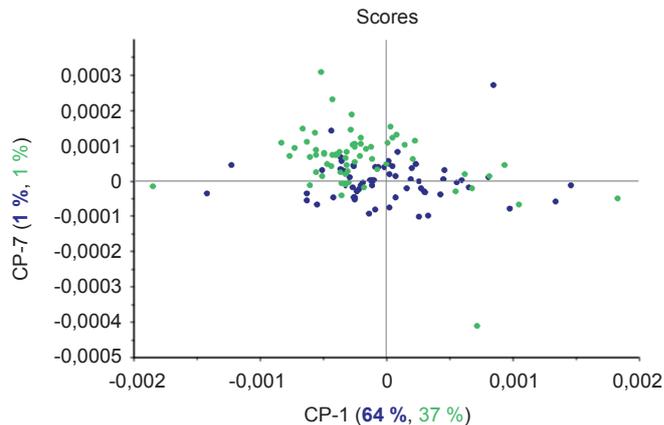


Figure 3 : projection de 64 miels de l’océan Indien adultérés à 10 p. 100 sur le plan factoriel calculé par analyse des composantes principales (ACP) à partir des 64 miels non adultérés représentatifs des 542 miels retenus.

commerce. La limite de détection des miels adultérés par du sucre de canne devra être déterminée. Elle se trouve entre 10 et 25 p. 100. Les fraudeurs adultérant fréquemment les miels avec du glucose, il serait important de poursuivre les essais avec ce produit. Il est donc possible de détecter, par la technique SPIR, des altérations importantes du miel par ajout de sucre de canne.

BIBLIOGRAPHIE

1. COZZOLINO D., CORBELLA E., SMYTH H.E., 2011. Quality control of honey using infrared spectroscopy: A Review. *Appl. Spectrosc. Rev.*, **46**: 523-538. DOI:10.1080/05704928.2011.587857

2. RIOS-CORRIPIO M.A., ROJAS-LOPEZ M., DELGADO-MACUIL R., 2012. Analysis of adulteration in honey with standard sugar solutions and syrups using attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy and multivariate methods. *CyTA – J. Food*, **10**: 119-122. DOI: 10.1080/19476337.2011.596576

3. WOODCOCK T., DOWNEY G., O’DONNELL C.P., 2009. Near infrared spectral fingerprinting for confirmation of claimed PDO provenance of honey. *Food Chem.* **114**: 742-746. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.10.034

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

MILK AND DAIRY PRODUCT ANALYSES AT THE DAIRY CHEMISTRY DIVISION IN MAURITIUS: AN OVERVIEW

ANALYSE DE LAIT ET DE PRODUITS LAITIERS À LA DAIRY CHEMISTRY DIVISION À L'ÎLE MAURICE : UN APERÇU

ANÁLISIS DE LECHE Y DE PRODUCTOS LACTEOS EN LA DIVISION DE QUÍMICA LÁCTEA EN LAS ISLAS MAURICIO: PANORAMA GENERAL

S.A. Neeliah^{1*} S. Buldewo¹ B.R. Kureemun¹

Keywords: Dairy cattle – Milk – Chemical composition – Product quality – Microbiology – Mauritius.

Mots-clés : Bovin laitier – Lait – Composition chimique – Qualité des produits – Microbiologie – Maurice.

Palabras clave: Ganado de leche – Leche – Composición química – Calidad del producto – Microbiología – Mauricio.

The Government of Mauritius has continuously supported the dairy sector. In a 2011 speech, the Acting President pointed out that the implementation of schemes under the Food Security Fund strategic plan yielded satisfactory results such as an increase in milk production by 55%. One institution which has played a key role in boosting the sector is the Dairy Chemistry Division (DCD). DCD forms part of the Agricultural Services which fall under the aegis of the Ministry of Agro-Industry and Food Security (MOAFS). It has been at the forefront of milk testing, constantly innovating with respect to analytical methods and instrumentation use. It has thus evolved from a laboratory that had the responsibility of monitoring the quality of milk in Government dairies and, later on, of locally-produced fresh raw milk under the Pilot Milk Scheme, to an institution providing analytical, advisory and technical services in various fields of food science and technology. From 1999 to 2014, more than 116,000 samples have been tested. The fat and microbial contents, and percentage adulteration with water varied depending on the client. The laboratory was accredited in 2012 by Mauritas, the local accreditation body, for certain microbiological parameters. The aim of this paper was to describe the evolution in DCD activities with a focus on milk testing.

The paper is based on a review of DCD past annual reports and relevant technical documents pertaining to the local milk sector. Food testing started in the 1920s in the Agricultural Services of MOAFS. The main activities were the analysis of morning and evening milk samples from Government dairies for fat, solids non-fat and lactose. The milk was assessed as being of fairly

good chemical quality. Table I provides a summary of results of analyses of milk collected from Government dairies.

DCD was created in 1973 in line with the Government policy to support the dairy sector. Apart from testing activities DCD has been involved from then on in research, particularly in mastitis surveys, has trained stakeholders and has provided analytical support to stations of the Animal Production Division. Over the years, DCD expanded its services to cover the various stakeholders of the dairy sector. From 1986 until closure of the three Government stations, DCD monitored, weekly, the morning and afternoon milk quality of these stations. DCD also monitored the quality of dairy products manufactured locally by performing chemical and microbiological analyses at the request of major local food manufacturers, importers and micro-entrepreneurs. Technical assistance was provided to other governmental and non-governmental organizations such as the Mauritius Standards Bureau, the Food and Agricultural Research and Extension Institute, the Mauritius Livestock Marketing Cooperative Federation, and the Ministry of Health and Quality of Life. Figure 1 shows the change in the number of samples submitted at DCD from 1999 to 2014. Years 2004 to 2007 were marked by investments in staff training, purchase of new equipment, and culminated with the transfer to new premises. Figure 2 shows the trend (2004–2007) in the monthly average fat content in raw milk submitted by the Agricultural Marketing Board.

In 2006, DCD moved to its new location and added to its usual activities at the Food Technology Laboratory new responsibilities in the fields of microbiological testing, product development, and activities pertaining to the operation of the Codex Contact Point. Following integration of the Food Hygiene Laboratory of the Veterinary Services under the Food Technology Laboratory

Table I

Fat and total solids content of milk collected from Government dairies in Mauritius

Parameter	Morning milk (%)	Evening Milk (%)
Fat	2.6–4.2	3.1–4.9
Total solids	10.9–12.9	11.6–13.8

1. Dairy Chemistry Division, Food Technology Laboratory, Agricultural Services, Ministry of Agro-Industry and Food Security, Reduit, Mauritius.

* Corresponding author

E-mail: moa-dairy-chem@govmu.org

complex in 2006, the scope of activities has broadened. The different units have been fully equipped with state-of-the-art equipment and the personnel have been regularly trained to meet the growing requirements of the local agro-business sector. Since 2005, there has been a marked decrease in the number of samples tested. The number of samples received at the Microbiology Section has concomitantly increased. The drop in the number of milk samples submitted to DCD coincides with the phasing out of the Pilot Milk Marketing Scheme and the ceasing of milk collection, pasteurization and distribution in May 2008. However, with the incentives provided under the Food Security Fund Strategic Plan (2008–2011), other operators have emerged which explains why DCD has been continuously involved in milk sample testing. The number of submitted samples further decreased with the introduction of fees for provision of analytical services in 2012. However, 404 samples were submitted in 2014 to determine milk chemical characteristics, representing a 31% increase in the number of samples compared to 2012; it is thus relevant to maintain the milk testing facility for stakeholders.

Since 2012 the laboratory has been accredited for six microbiological parameters. It has recently (in 2014) applied for international accreditation for additional parameters with the National Accreditation Bureau of India. In December 2014, the activities under the Pilot Plant were reinitiated with the assistance of the Chinese Agricultural Technical Team. Novel agrofood products, such as cucumber candy, sweet potato and pumpkin cake, are currently being developed.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

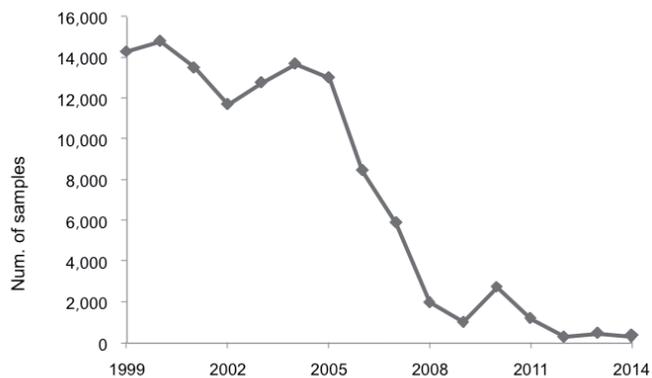


Figure 1: Number of samples tested at the Dairy Chemistry Division in Mauritius (1999–2014).

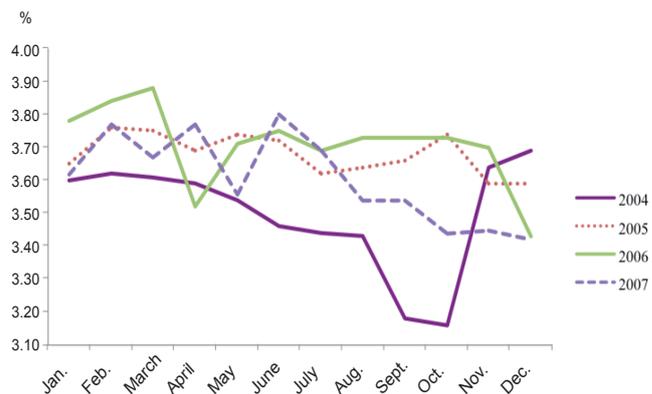


Figure 2: Monthly average fat content in raw milk submitted by the Agricultural Marketing Board in Mauritius (2004–2007).

EVALUATION DE LA QUALITÉ DES PRODUITS DU CANARD GRAS ‡

EVALUATION OF THE QUALITY OF FAT DUCK PRODUCTS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PRODUCTOS DE PATO

D. Bastianelli¹* L. Bonnal¹

Mots-clés : Canard – Qualité des aliments – Spectrométrie dans le proche infrarouge.

Keywords: Duck – Food quality – Near infrared spectroscopy.

Palabras clave: Pato – Calidad de los alimentos – Espectroscopía de infrarrojo cercano.

La caractérisation des produits animaux est importante autant pour le suivi de leur qualité que pour la recherche de leur amélioration par des voies d'amélioration génétique ou de procédés technologiques. L'enjeu est particulièrement important pour des filières à forte valeur ajoutée, comme le canard gras.

Dans le cadre d'essais sur l'amélioration génétique du canard (2), des méthodes rapides – spectroscopie proche infrarouge (SPIR) – de prédiction de la qualité ont été testées pour le foie gras et pour le filet (magret). Il s'agissait de permettre la mesure sur un grand nombre d'échantillons de paramètres dont la méthode de référence est particulièrement longue (matières grasses [MG] par extraction Folch, rendement technologique, entre autres) et d'étudier la possibilité de les appliquer ensuite dans l'industrie.

Les spectres des échantillons ont été acquis sur un spectromètre ASD Labspec, directement sur le produit entier (foie ou magret), sans préparation. L'étalonnage a été réalisé avec des mesures de composition chimique (matière sèche [MS], minéraux, protéines, MG) ou technologique (par exemple taux de fonte pour le foie, pertes à la cuisson pour le filet) (1).

La précision des étalonnages a varié selon les paramètres (tableau I). Les paramètres de composition proximale ont globalement été bien prédits (MS, MG, protéines) avec des valeurs de R^2 comprises entre 0,80 et 0,90. Certains constituants biochimiques comme le collagène ont été moins facilement prédits ($R^2 = 0,19$), soit par manque de variabilité dans la population, soit par des défauts dans les mesures de référence. Les propriétés technologiques du filet sont difficiles à approcher par SPIR, avec par exemple une valeur de $R^2 = 0,19$ pour la prédiction de la perte à la cuisson. En revanche, la qualité technologique du foie

Tableau I

Précision des étalonnages obtenus pour la qualité du foie et du magret

	Moyenne (%)	Erreur de mesure (SECV)	R ²
Foie			
Matières grasses	51,0	2,24	0,89
Protéines	8,1	0,72	0,79
Collagène	1,5	0,24	0,19
Taux de fonte	35,8	6,50	0,85
Magret			
Matières grasses	4,9	0,53	0,81
Perte cuisson	22,2	3,10	0,25

SECV : erreur standard de validation croisée

évaluée par le taux de fonte est assez bien prédite ($R^2=0,85$) pour permettre une évaluation objective du produit.

Dans un second temps les étalonnages réalisés ont été appliqués à l'étude de la variabilité intra-échantillon : 46 spectres acquis sur toute la surface d'un foie gras ont permis d'établir des cartes de répartition des constituants et des propriétés des foies, comme le montre la figure 1 pour le taux de fonte.

Les calibrations réalisées ont permis de prédire la composition chimique de plusieurs milliers d'échantillons, et d'évaluer les paramètres génétiques (héritabilité) et de rechercher des locus de caractères quantitatifs (2). La base de données générée a également permis de décrire la variabilité des paramètres de qualité. L'étude de la variabilité de composition au sein même d'un échantillon permet de mieux comprendre l'élaboration des propriétés technologiques. Par ailleurs des essais sont actuellement en cours chez un industriel pour utiliser ces résultats dans la caractérisation du foie en routine.

BIBLIOGRAPHIE

- BASTIANELLI D., BRACHET M., BONNAL L., 2013. Comment un étalonnage global peut-il décrire l'hétérogénéité intra-échantillon ? Exemples sur le foie gras. In : 14^{es} Rencontres Hélio-SPIR, Spectrométrie proche infrarouge et hétérogénéité, Montpellier, France, 13 nov. 2013.
- MARIE-ETANCELIN C., VITEZICA Z.G., BONNAL L., FERNANDEZ X., BASTIANELLI D., 2014. Selecting the quality of mule duck fatty liver based on near-infrared spectroscopy. *Gen. Sel. Evol.*, **46**: 38.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

1. Cirad, UMR Selmet, TAC112/A, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : denis.bastianelli@cirad.fr

‡ Ce texte est issu d'une communication orale présentée aux journées scientifiques QualiREG 2014. L'ensemble des résultats a ensuite fait l'objet d'une publication scientifique (Marie-Etancelin et coll., 2014).

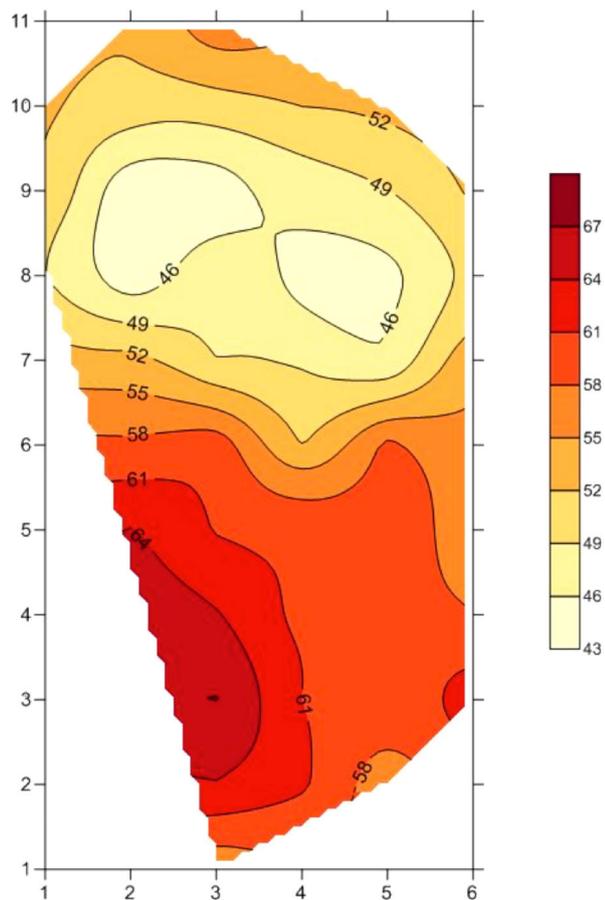


Figure 1 : répartition du taux de fonte au sein d'un échantillon de foie gras.

VALORISATION DES COPRODUITS DE CREVETTE (*PENAEUS* SPP.) PAR HYDROLYSE ENZYMATIQUE

VALORIZATION OF SHRIMP BY-PRODUCTS (*PENAEUS* SPP.) BY ENZYMATIC HYDROLYSIS

VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE CAMARONES (*PENAEUS* SPP.) POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

M. Ravoninjatovo^{1*} Z. Randriamahatody¹ C. Ravonizafy¹ B. Ramananjaona¹
M. Rajaonarivony¹ H. Randrianatoro¹ A. Rajoelisoa¹

Mots-clés : Crevette – Sous-produit – Hydrolyse enzymatique – Pepsine – Propriété physicochimique – Madagascar.

Keywords: Prawns and shrimps – By-product – Enzymatic hydrolysis – Pepsin – Chemico-physical property – Madagascar.

Palabras clave: Gambas y camarones – Subproducto – Hidrólisis enzimática – Pepsina – Propiedad físicoquímica – Madagascar.

À Madagascar, la production halieutique annuelle est estimée à 150 000 tonnes. La crevette occupe une place importante dans l'économie malgache et constitue 73 p. 100 des exportations de produits halieutiques (2). Cependant, une grande partie des produits entiers n'est pas destinée à la consommation humaine, étant constituée essentiellement par les carapaces et les têtes dont l'élimination peut poser un problème pour l'environnement. Pourtant, ces déchets contiennent des composants valorisables, notamment des protéines, des lipides et des minéraux, pour l'amélioration de l'alimentation humaine. L'objectif de cette étude a été d'extraire par hydrolyse enzymatique les composés contenus dans les coproduits de crevettes, de les caractériser et de déterminer les propriétés fonctionnelles des fractions obtenues après hydrolyse.

Pour l'hydrolyse, le processus décrit dans une étude antérieure (3) a été adopté avec quelques modifications : les carapaces et les têtes de crevettes ont été hydrolysées en présence de 2 p. 100 de pepsine pendant 2 h à 37 °C et à pH 2. Cette hydrolyse a permis d'obtenir trois fractions : le surnageant, l'eau de lavage du culot, et les résidus de lavage après inactivation de l'enzyme par neutralisation du milieu, centrifugation et lavage. Ces fractions ont été caractérisées (matières sèches, protéines, lipides et cendres brutes) et les propriétés fonctionnelles (propriété moussante, propriété d'absorption de lipides et propriété d'adsorption d'eau) du surnageant et de l'eau de lavage du culot ont été déterminées.

Pour la détermination de la propriété moussante, 20 ml de la solution préparée à 1 p. 100 de l'échantillon ont été homogénéisés

à 9 500 tr/min pendant 1 min. Le volume de la mousse formée a été mesuré à 0, 30 s, et à 5, 10, 40 et 60 min. La capacité moussante a été exprimée par le pourcentage de l'augmentation du volume de la mousse à 0 min tandis que la stabilité de la mousse a été exprimée par l'expansion de la mousse durant 60 min (1, 5). La propriété d'absorption de lipides a été obtenue par la détermination du volume d'huile absorbé par gramme de protéine après homogénéisation de 500 mg d'échantillon et 10 ml d'huile, avec agitation toutes les 10 min pendant 30 min et centrifugation à 2 500 tr/min pendant 25 min (1, 4). La propriété d'adsorption d'eau a été obtenue par la détermination du volume d'eau absorbé par gramme de protéine après homogénéisation de 500 mg d'échantillon et 10 ml d'eau avec agitation toutes les 10 min pendant 30 min et centrifugation à 2 500 tr/min pendant 25 min (4).

Les têtes de crevettes sont riches en protéines et les carapaces contiennent une quantité considérable de cendres brutes. Après hydrolyse pepsique, le taux d'hydrolyse des carapaces (57 p. 100) a été plus élevé que celui des têtes de crevettes (48 p. 100) (figure 1). Les résultats de la caractérisation des fractions obtenues ont montré que le surnageant contenait une quantité importante de protéines et présentait une propriété moussante intéressante (figures 2 et 3). En effet, l'hydrolyse enzymatique a donné lieu à des protéines de plus petite taille, augmentant leur solubilité et donc leur passage dans la phase soluble. Les résidus de lavage ont représenté une fraction chitineuse pauvre en cendres (tableau I). Le culot a montré une propriété d'absorption de lipides et d'adsorption d'eau non négligeable qui mérite d'être valorisée (figures 3 et 4).

L'hydrolyse des coproduits de crevettes avec la pepsine a permis de séparer diverses molécules dans plusieurs fractions dont certaines possèdent des propriétés fonctionnelles intéressantes. Elle peut ainsi constituer une voie de valorisation permettant de récupérer différentes molécules d'intérêt.

Actuellement, des études sur la toxicité des produits sont effectuées et leur utilisation en alimentation est envisagée. En outre, des études sur la composition des acides aminés des protéines du surnageant des carapaces et des têtes de crevettes, ainsi que sur la composition des acides gras contenus dans les lipides du culot sont envisagées pour la valorisation de chaque fraction issue de l'hydrolyse.

1. Centre national de recherches sur l'environnement, 39 rue Rasamimanana Fiadanana, BP 1739, Antananarivo 101, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : rmboahangy@gmail.com

Tableau I

Composition biochimique des fractions obtenues après deux heures d'hydrolyse pepsique

Paramètres	Composition moyenne (g / 100 g de MS ± écart-type)					
	Têtes			Carapaces		
	Surnageant	Culot	Résidus	Surnageant	Culot	Résidus
Protéines totales	48,85 ± 1,28	30,55 ± 0,89	28,63 ± 0,52	47,92 ± 0,44	32,91 ± 0,09	22,86 ± 0,98
Lipides totaux	1,96 ± 0,01	16,90 ± 0,96	1,40 ± 0,06	0,55 ± 0,18	3,10 ± 0,74	1,24 ± 0,18
Cendres brutes	43,80 ± 1,37	35,64 ± 0,00	9,77 ± 0,07	47,91 ± 0,51	52,53 ± 0,61	2,74 ± 0,13

MS : matière sèche

■ CARACTERISATION ET VALORISATION

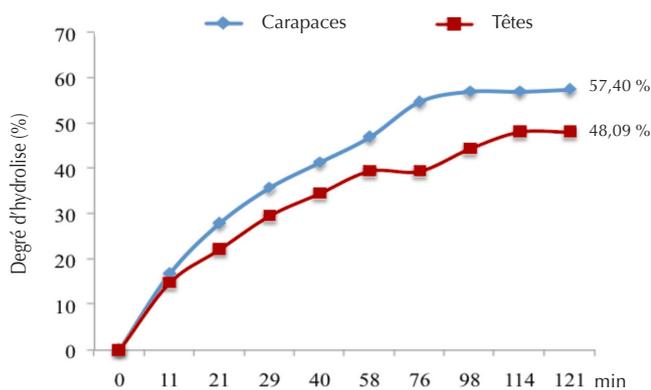


Figure 1 : hydrolyse enzymatique des têtes et des carapaces de crevettes avec la pepsine 2 %.

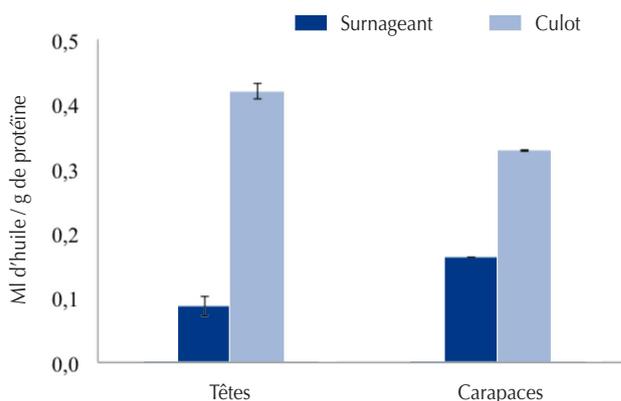


Figure 4 : propriété d'absorption de lipides du surnageant et du culot des carapaces et des têtes de crevettes.

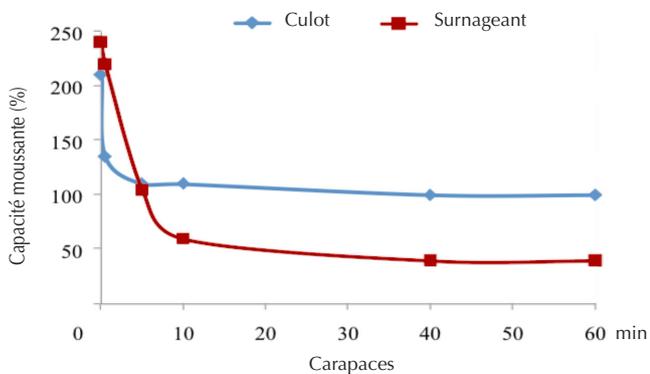


Figure 2 : capacité moussante du culot et du surnageant des carapaces de crevettes.

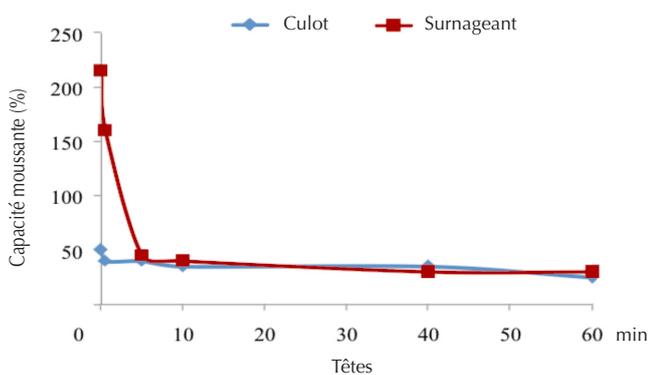


Figure 3 : capacité moussante du culot et du surnageant des têtes de crevettes.

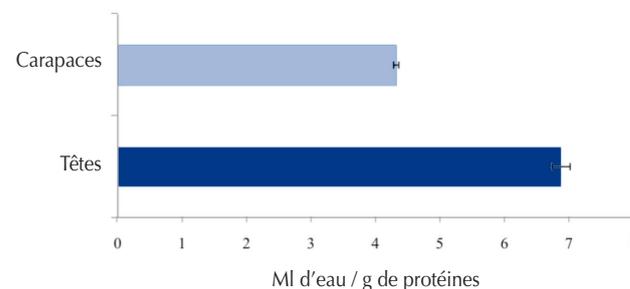


Figure 5 : propriété d'adsorption d'eau du culot des carapaces et des têtes de crevettes.

BIBLIOGRAPHIE

- LIMAM Z., SADOK S., EL ABED A., 2008. Enzymatic hydrolysis of shrimp head waste: functional and biochemical properties. *Food Biotechnol.*, **22**: 352-362.
- MISSION ECONOMIQUE DE TANANARIVE, 2008. Le secteur halieutique à Madagascar. UBIFRANCE, 4 p.
- RANDRIAMAHATODY Z., SYLLA K.S.B., NGUYEN H.T.M., DONNAY-MORENO C., RAZANAMPARANY L., BOURGOUNON N., BERGE J.P., 2011. Proteolysis of shrimp by-products (*Penaeus monodon*) from Madagascar. *CyTA - J. Food*, **9**: 220-228. DOI: 10.1080/19476337.2010.518250
- SATHIVEL S., SMILEY S., PRINYAWIWATKULW., BECHTEL P.J., 2005. Functional and nutritional properties of red salmon (*Oncorhynchus nerka*) enzymatic hydrolysates. *J. Food Sci.*, **70**: c401-c406.
- THIANSILAKUL Y., BENJAKUL S., SHAHIDI F., 2006. Composition, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadsi*). *Food Chem.*, **103**: 1385-1394.

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2014, 67 (3) : 87-140

VALORISATION DES SOUS-PRODUITS DE LA PÊCHE POUR L'ALIMENTATION DES POULETS

ENHANCING FISHERY BY-PRODUCTS BY INTRODUCING THEM INTO CHICKEN FEED

VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA PESCA PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS

C.E. Raheriniaina^{1*} Z. Randriamahatody² E. Fanjara¹ E.M. Fitahia¹ D. Andrianasolo¹
H.I. Hantanirina³ L. Razanamparany⁴

Mots-clés : Volaille – Sous-produit – Alimentation des animaux – Poulpe – Calmar – Protéine animale – Performance animale.

Keywords: Poultry – By-product – Feed formulation – Animal feeding – Octopus – Squid – Animal protein – Animal performance.

Palabras clave: Ave de corral – Subproducto – Alimentación de los animales – Pulpo – Calamar – Proteína de origen animal – Desempeño animal.

Le traitement, le conditionnement et la transformation des produits de la pêche génèrent une quantité importante de sous-produits de la pêche (SPP). Ces derniers sont constitués notamment par des têtes, des viscères, de la peau, des écailles, des arêtes, des queues, etc. A défaut d'une stratégie de valorisation, ils sont jetés et deviennent alors source de pollution, ce qui pose un problème environnemental et sanitaire. Face à cette contrainte, l'équipe du laboratoire Valoremar de l'Institut halieutique et des sciences marines a mis en œuvre un programme de recherche étudiant la possibilité de valoriser les SPP en alimentation avicole. L'étude a été initiée en raison de la présence probable de molécules valorisables dans les SPP, notamment des protéines. Nous avons ainsi constitué la base protéique de l'alimentation des poulets avec de la farine de SPP (1), mélangée à d'autres ingrédients disponibles, sources de matières énergétiques, minéraux, vitamines...

Au laboratoire, la farine a été préparée avec des sous-produits de poulpe et de calmar fournis par une société de pêche basée à Toliara, suivant le procédé de transformation rapporté par le département de la pêche de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (2). Il s'agit d'un traitement thermique visant à séparer les fractions solides, huileuses et

aqueuses. La farine de SPP a été produite à partir des fractions solides et a permis d'élaborer les rations expérimentales (1) (tableau I). L'introduction des farines de poulpe et de calmar s'est faite en remplaçant 50 p. 100 (lots C50 et P50) ou 100 p. 100 (lots C100 et P100) du tourteau d'arachide dans un aliment à base de son de maïs et de son de riz.

Les poulets étaient des mâles de race locale d'un poids moyen de 250 g à l'entrée et de 485 g en moyenne après la quarantaine. Le test a été réalisé en station sur cinq lots de 25 poulets dont un lot témoin. Les poulets ont été élevés dans les mêmes conditions d'habitat et ont reçu leur nourriture respective de 120 g par tête par jour, en deux distributions (matin et après-midi). La croissance des animaux a été suivie jusqu'à 12 semaines. Un autre essai, utilisant des régimes comparables, a porté sur le transfert des techniques aux bénéficiaires. Il a été réalisé dans une ferme pilote et conduit par l'association Ezaka de Saint Augustin, district de Toliara II, région Atsimo Andrefana.

Le rendement de la production de farines de SPP a été de 15 p. 100. Les farines produites étaient très riches en protéines,

Tableau I
Composition des aliments expérimentaux
dans la ration de poulets tests

Matière première	Ration* (g/kg)				
	Lot témoin	Lot P50	Lot C50	Lot P100	Lot C100
Son de maïs	613	613	613	613	613
Son de riz fin	153	153	153	153	153
Son de riz fort	77	77	77	77	77
Arachide broyée	153	76,5	76,5	0	0
Farine de SP de calmar	0	0	76,5	0	153
Farine de SP de poulpe	0	76,5	0	153	0
Sel	4	4	4	4	4

* Remplacement de 50 ou 100 % du tourteau d'arachide par des farines de SP de poulpe (P50, P100) ou de calmar (C50, C100)
SP : sous-produit

1. Institut halieutique et des sciences marines, université de Toliara, BP 141, route du Port, avenue de France, Toliara 601, Madagascar.

2. Centre national de recherches sur l'environnement, 39 rue Rasamimanana Fiadanana, BP 1739, Antananarivo 101, Madagascar.

3. Ecole supérieure des sciences agronomiques, université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

4. Faculté des sciences, université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance

E-mail : raheriniaina.christian@gmail.com

avec des teneurs de 60,8 p. 100 pour les sous-produits de poulpe et de 52,1 p. 100 pour ceux de calmar. Introduites dans les aliments composés (tableau I), les farines des sous-produits de poulpe et de calmar ont permis un gain moyen de poids quotidien allant jusqu'à 17,4 g pour le lot P100. La figure 1 montre que le poids vif des poulets des cinq lots a varié, après 12 semaines d'expérience, en fonction de la nature et de la quantité des SPP utilisés, avec des valeurs atteignant 1 943 g pour le lot P100 et 1 614 g pour le lot C100, contre 1 199 g pour le lot témoin.

Dans la ferme pilote de Saint Augustin, les bénéficiaires ont utilisé les sous-produits des poissons (figure 2). Le poids vif final de 1 683 g pour les poulets nourris avec des aliments à base de la farine de sous-produits de poisson a été supérieur à celui du lot témoin.

Cette étude montre que les SPP, existant en quantité importante sur le littoral sud-ouest de Madagascar, peuvent être valorisés. Si Toliara abonde en SPP, essentiellement des sous-produits de poulpe et de calmar générés par les sociétés de pêche, Saint Augustin génère plutôt des SPP issus des ménages ou des restaurants. On estime par exemple que 200 tonnes par an de SPP sont générées par une société d'exportation des produits halieutiques basée à Toliara.

Le transfert des techniques de valorisation des SPP aux bénéficiaires a été réalisé à travers la mise en place d'une ferme pilote. Ceci permet de confirmer l'impact de l'étude dans le monde rural. Le développement de la filière avicole serait ainsi accueilli favorablement dans cette localité en tant qu'activité générant des revenus après la pêche. Au laboratoire, l'étude d'une voie de valorisation en alimentation piscicole a attiré l'attention de l'équipe en utilisant non seulement les farines des SPP mais aussi les hydrolysats des protéines des SPP.

Les auteurs remercient le Service de coopération et d'actions culturelles de l'ambassade de France à Madagascar pour l'appui financier du projet SPP.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDELMOULEH H., EL ABED A., BOUAIN A., 1998. Effet du produit fabriqué à base des déchets de seiche sur la croissance des poulets de chair. *Bull. Inst. Nat. Sci. Technol. Mer* (n° spécial) : 48-51.
2. FAO, 1986. The production of fish meal and fish oil. Rome, Italy, FAO, 63 p. (Fisheries technical papers n° 142)

Accepted 30 April 2015; Online publication June 2015

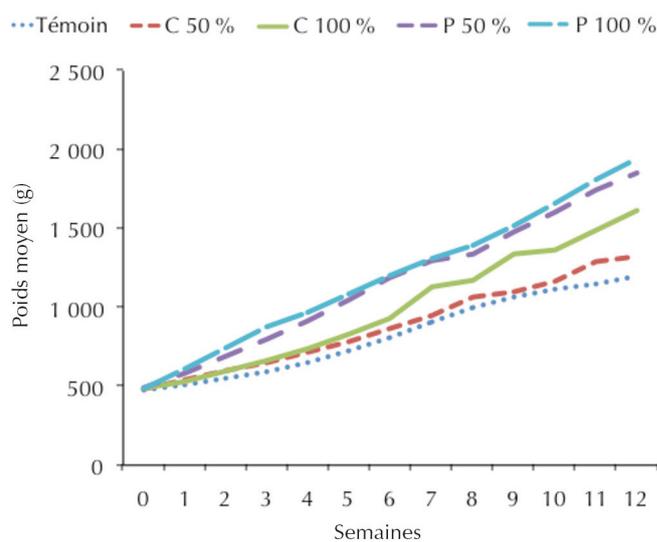


Figure 1 : croissance pondérale des cinq lots des poulets dans l'essai expérimental. C : calmar ; P : poulpe.

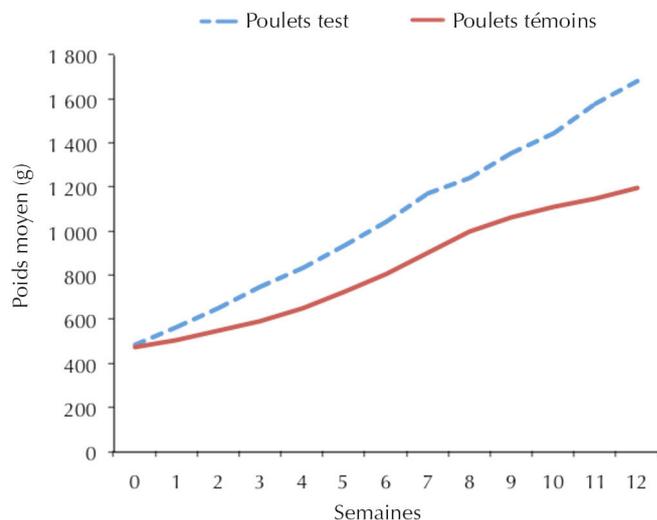


Figure 2: croissance pondérale des poulets lors de l'essai de terrain réalisé à la ferme pilote de Saint Augustin, Madagascar.