



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 17362

To cite this version :

Grangé, Tania. *Risques épidémiologiques associés à l'élevage porcin à Madagascar : cas particulier de la peste porcine africaine dans les zones d'interface avec le potamochère (potamochoerus larvatus).*

Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2016, 156 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

RISQUES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ASSOCIÉS À L'ÉLEVAGE PORCIN À MADAGASCAR : CAS PARTICULIER DE LA PESTE PORCINE AFRICAINNE DANS LES ZONES D'INTERFACE AVEC LE POTAMOCHÈRE (*POTAMOCHOERUS LARVATUS*)

THÈSE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLÔME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

GRANGÉ, Tania

Née, le 22/09/1989 à Courcouronnes (91)

Directeur de thèse : Mme Agnès WARET-SZKUTA

JURY

PRESIDENT :

M. Christophe PASQUIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Agnès WARET-SZKUTA

M. Guy-Pierre MARTINEAU

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRES INVITES :

Mme Sophie MOLIA

M. Miguel PEDRONO

Docteur vétérinaire au CIRAD de MONTPELLIER

Ecologue au CIRAD de TANANARIVE

Répartition des Enseignants-Chercheurs par Département.

Mise à jour : 06/09/2016

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

ELEVAGE ET PRODUITS/SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRINAIRE	SCIENCES BIOLOGIQUES ET FONCTIONNELLES	SCIENCES CLINIQUES DES ANIMAUX DE COMPAGNIE, DE SPORT ET DE LOISIRS
<p>Responsable : M. SANS</p> <p>ALIMENTATION ANIMALE : M. ENJALBERT Francis, PR Mme PRIYMENKO Nathalie, MC Mme MEYNADIER Annabelle, MC</p> <p>ÉPIDÉMIOLOGIE : Mme Mathilde PAUL, MC</p> <p>MALADIES RÉGLEMENTÉES-ZOONOSES- MÉDECINE PREVENTIVE DES CARNIVORES DOMESTIQUES-DROIT VÉTÉRINAIRE : M. PICAVET Dominique, PR</p> <p>PARASITOLOGIE-ZOOLOGIE : M. FRANC Michel, PR M. JACQUIET Philippe, PR M. LIENARD Emmanuel, MC Mme BOUHSIRA Emilie, MC</p> <p>HYGIÈNE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS : M. BRUGÈRE Hubert, PR M. BAILLY Jean-Denis, PR Mme BIBBAL Delphine, MC Mme COSTES Laura, AERC Mme DAVID Laura, MCC</p> <p>PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION : M. BERTHELOT Xavier, PR M. BERGONIER Dominique, MC Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, PR Mme HAGEN-PICARD Nicole, PR M. NOUVEL Laurent-Xavier, MC Mme MILA Hanna, MC</p> <p>PATHOLOGIE DES RUMINANTS : M. SCHELCHER François, PR M. FOUCRAS Gilles, PR M. CORBIÈRE Fabien, MC M. MAILLARD Renaud, MC M. MEYER Gilles, PR</p> <p>PRODUCTION ET PATHOLOGIE AVIAIRE ET PORCINE : Mme WARET-SZKUTA Agnès, MC M. JOUGLAR Jean-Yves, MC M. GUERIN Jean-Luc, PR M. LE LOC'H Guillaume, MC</p> <p>PRODUCTIONS ANIMALES AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ÉCONOMIE : M. DUCOS Alain, PR M. SANS Pierre, PR M. RABOISSON Didier, MC</p>	<p>Responsable : Mme GAYRARD</p> <p>ANATOMIE : M. MOGICATO Giovanni, MC M. LIGNÈREUX Yves, PR Mme DEVIERS Alexandra, MC</p> <p>ANATOMIE PATHOLOGIQUE - HISTOLOGIE : M. DELVERDIER Maxence, PR Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, MC Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, PR Mme LACROUX Caroline, PR</p> <p>BIOLOGIE MOLECULAIRE : Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle, MC</p> <p>MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE - MALADIES INFECTIEUSES : M. MILON Alain, PR M. BERTAGNOLI Stéphane, PR M. VOLMER Romain, MC Mme BOULLIER Séverine, MC Mme DANIELS Hélène, MC</p> <p>BIostatistiques : M. CONCORDET Didier, PR M. LYAZRHI Faouzi, MC</p> <p>PHARMACIE-TOXICOLOGIE : M. PETIT Claude, PR Mme CLAUW Martine, PR M. GUERRE Philippe, PR M. JAEG Philippe, MC</p> <p>PHYSIOLOGIE - PHARMACOLOGIE THÉRAPEUTIQUE : M. BOUSQUET-MELOU Alain, PR Mme GAYRARD-TROY Véronique, PR Mme FERRAN Aude, MC M. LEFEBVRE Hervé, PR</p> <p>BIOCHIMIE : Mme BENNIS-BRET Lydie, MC</p> <p>ANGLAIS : M. SEVERAC Benoît, PLPA Mme MICHAUD Françoes, PCEA</p>	<p>Responsable : Mme CADIERGUES</p> <p>ANESTHÉSIOLOGIE M. VERWAERDE Patrick, MC</p> <p>CHIRURGIE : M. AUTEFAGE André, PR M. ASIMUS Erik, MC M. MATHON Didier, MC Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, MC Mme PALIERNE Sophie, MC</p> <p>MÉDECINE INTERNE : Mme DIQUELOU Armelle, MC M. DOSSIN Olivier, MC Mme LAVOUE Rachel, MC Mme GAILLARD-THOMAS Elodie, MCC</p> <p>OPHTALMOLOGIE : M. DOUET Jean-Yves, MC</p> <p>DERMATOLOGIE : Mme CADIERGUES Marie-Christine, PR</p> <p>IMAGERIE MÉDICALE M. CONCHOU Fabrice, MC</p> <p>BIOLOGIE MOLECULAIRE : Mme TRUMEL Catherine, PR</p> <p>PATHOLOGIE DES ÉQUIDES : M. CUEVAS RAMOS Gabriel, MC Mme PRADIER Sophie, MC Mme LALLEMAND Elodie, AERC</p>

À Monsieur le Professeur Christophe PASQUIER

Professeur-praticien hospitalier à l'Université Paul Sabatier de TOULOUSE

Virologie

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.

Hommages respectueux.

À Madame le Docteur Agnès WARET-SZKUTA

Maitre de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Production et pathologie porcines

Qui m'a guidée tout au long de ma scolarité et dans l'élaboration de cette thèse, et qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.

Qu'elle trouve ici l'expression de mes sincères remerciements pour sa bienveillance, ses conseils et sa disponibilité.

À Monsieur le Professeur Guy-Pierre MARTINEAU

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Médecine et production porcines

Qui m'a fait l'honneur de prendre part à mon jury de thèse.

Très sincères remerciements.

À Madame le Docteur Sophie MOLIA

Docteur vétérinaire épidémiologiste au CIRAD de MONTPELLIER

Santé animale des régions tropicales – Unité Agirs

Qui m'a encadrée et soutenue depuis les prémices du projet jusqu'à l'élaboration finale de cette thèse.

Qu'elle en trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour son soutien, sa disponibilité, sa patience et sa générosité.

À Monsieur Miguel PEDRONO

Écologue au CIRAD de TANANARIVE à MADAGASCAR

Biologie de la conservation – Unité Agirs

Qui m'a encadrée et conseillée dans mon travail théorique et sur le terrain, et m'a fait découvrir les différentes facettes de la culture malgache.

Qu'il en trouve ici l'expression de mes sincères remerciements pour ses conseils avisés et sa générosité.

Misoatra betsaka.

Aux responsables du CIRAD (Messieurs François ROGER et Pascal DANTHU), et ses partenaires (Monsieur Rianja RAKOTOARIVONY, Madame Julie RAVAOMANANA et Monsieur Alain RAKOTONDRAVAO)

Pour m'avoir encadrée et aidée au cours de mon étude.

**RISQUES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ASSOCIÉS À
L'ÉLEVAGE PORCIN À MADAGASCAR :**

**Cas particulier de la peste porcine africaine
dans les zones d'interface avec le potamochère
(*Potamochoerus larvatus*)**

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	9
LISTE DES TABLEAUX	14
LISTE DES FIGURES.....	16
LISTE DES ABRÉVIATIONS	19
INTRODUCTION	21
PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE	23
1. La peste porcine africaine : généralités	25
1.1. Étiologie	25
1.2. Histoire et distribution	25
1.3. Épidémiologie.....	27
1.3.1. Hôtes	27
1.3.1.1. Porcs domestiques	27
1.3.1.2. Suidés sauvages.....	28
1.3.1.3. Tiques molles.....	29
1.3.2. Cycles de transmission	29
1.3.2.1. Cycle domestique	29
1.3.2.2. Cycle porcs-tiques	30
1.3.2.3. Cycle sylvatique	30
1.3.2.4. Cycle sylvatique et cycle domestique.....	31
1.3.3. Épidémiologie moléculaire	33
1.4. Pathogénie et signes cliniques	34
1.4.1. Pathogénie	34
1.4.2. Signes cliniques	34
1.5. Diagnostics.....	35
1.5.1. Diagnostic différentiel	35
1.5.2. Diagnostic lésionnel	35
1.5.3. Diagnostics de laboratoire	36
1.5.3.1. Diagnostic virologique direct.....	36
1.5.3.2. Diagnostic sérologique indirect.....	37

1.6.	Vaccin en développement.....	38
1.7.	Prophylaxie et facteurs de risque.....	38
2.	La peste porcine africaine à Madagascar.....	41
2.1.	Présentation du pays.....	41
2.1.1.	Biogéographie.....	41
2.1.2.	Population.....	44
2.1.3.	Politique et économie.....	44
2.1.4.	Secteur agricole.....	45
2.1.5.	Organisation des services de santé animale et d'élevage.....	46
2.2.	Élevage porcin à Madagascar.....	49
2.2.1.	Historique et place socioculturelle du porc.....	49
2.2.2.	Filière porcine.....	49
2.2.2.1.	Description du cheptel porcin.....	49
2.2.2.2.	Organisation de la filière.....	51
2.2.2.3.	Circuits de production et de consommation.....	53
2.2.3.	Conduite de l'élevage porcin.....	54
2.2.3.1.	Races porcines.....	54
2.2.3.2.	Types d'élevages.....	56
2.2.4.	Principales maladies porcines rencontrées.....	59
2.3.	Situation de la peste porcine africaine à Madagascar.....	60
2.3.1.	Historique et répartition.....	60
2.3.2.	Épidémiologie.....	61
2.3.2.1.	Cas du potamochère <i>Potamochoerus larvatus</i>	61
2.3.2.2.	Cas de la tique <i>Ornithodoros porcinus</i>	63
2.3.2.3.	Cycles et facteurs de transmission.....	65
2.3.2.4.	Épidémiologie moléculaire.....	65
2.3.3.	Impacts socio-économiques.....	65
2.3.4.	Lutte contre la PPA et relance de la filière.....	67
3.	Conclusion de la première partie.....	69
DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE.....		71
1.	Zones d'étude.....	73
1.1.	La région du Boeny.....	73
1.1.1.	Généralités.....	73
1.1.2.	Milieu social et humain.....	74

1.1.3. Agriculture et élevage	74
1.2. La région du Menabe.....	75
1.2.1. Généralités	75
1.2.2. Milieu social et humain	76
1.2.3. Agriculture et élevage	77
1.3. La région d’Atsimo-Andrefana.....	77
1.3.1. Généralités	77
1.3.2. Milieu social et humain	78
1.3.3. Agriculture et élevage	78
1.4. La région d’Atsinanana	79
1.4.1. Généralités	79
1.4.2. Milieu social et humain	80
1.4.3. Agriculture et élevage	81
1.5. La région d’Analanjirifo	81
1.5.1. Généralités	81
1.5.2. Milieu social et humain	83
1.5.3. Agriculture et élevage	83
2. Population d’étude et échantillonnage	84
2.1. Critères d’inclusion et d’exclusion.....	84
2.2. Échantillonnage	84
2.2.1. Unité d’échantillonnage	84
2.2.2. Taille de l’échantillon	84
3. Récolte des données et questionnaire	86
3.1. Elaboration du questionnaire.....	86
3.2. Enquêtes de terrains	86
3.3. Considérations éthiques.....	87
4. Outils statistiques	88
4.1. Unité d’analyse	88
4.2. Réalisation de la base de données	88
4.3. Traitement et description des données	89
4.3.1. Analyse statistique descriptive	89
4.3.2. Régression logistique	89
4.3.3. Cartographie	90

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS DE L'ÉTUDE.....	91
1. Analyses statistiques descriptives.....	94
1.1. Caractéristiques générales des élevages.....	94
1.1.1. Types d'élevage et effectifs.....	94
1.1.2. Alimentation.....	95
1.1.3. Logement.....	95
1.1.4. Reproduction.....	96
1.2. Circuits de commercialisation et pratiques d'abattage.....	96
1.2.1. Commercialisation : achats d'animaux.....	96
1.2.2. Commercialisation : ventes d'animaux.....	97
1.2.3. Abattage à domicile.....	98
1.3. Biosécurité et aspects sanitaires.....	99
1.3.1. Interactions avec d'autres Suidés.....	99
1.3.2. Personnes ayant accès à l'élevage.....	100
1.3.3. Méthodes sanitaires préventives.....	100
1.4. Caractérisations des différentes affections connues de l'élevage.....	101
1.4.1. Affections générales.....	101
1.4.2. Peste porcine africaine.....	103
1.4.3. Principales difficultés rencontrées.....	104
2. Analyses des facteurs de risque associés à la présence de PPA dans les élevages.....	105
2.1. Résultats des analyses univariées.....	105
2.2. Résultats des analyses de régressions multivariées.....	107
2.3. Modèle final de régression logistique.....	107
QUATRIÈME PARTIE : DISCUSSION.....	109
1. Limites de l'étude.....	111
1.1. Biais de sélection.....	111
1.2. Biais d'information.....	111
1.3. Avantages de l'étude transversale par questionnaire.....	112
2. Interprétation des résultats.....	113
2.1. Caractéristiques générales des élevages.....	113
2.1.1. Type d'élevage et effectifs.....	113
2.1.2. Alimentation.....	113
2.1.3. Logement.....	114
2.1.4. Reproduction.....	114

2.2.	Circuits de commercialisation et pratiques d'abattage	115
2.2.1.	Commercialisation : achats et ventes d'animaux	115
2.2.2.	Abattage à domicile	116
2.3.	Biosécurité et aspects sanitaires	116
2.3.1.	Interactions avec d'autres Suidés	116
2.3.2.	Personnes ayant accès à l'élevage	117
2.3.3.	Méthodes sanitaires préventives	117
2.4.	Caractérisations des différentes affections connues de l'élevage	118
2.5.	Peste porcine africaine	118
2.5.1.	Caractérisation des foyers	118
2.5.2.	Perception et connaissances des éleveurs	119
3.	Synthèse et recommandations	120
4.	Perspectives « OneHealth-EcoHealth »	122
CONCLUSION		123
BIBLIOGRAPHIE.....		126
ANNEXES.....		135
	Annexe 1 : Questionnaire d'enquête	136
	Annexe 2 : Liste des variables codant les différentes questions du questionnaire utilisées dans le logiciel Microsoft Excel®	140
	Annexe 3 : Script des analyses statistiques de régression linéaire dans le logiciel R version 3.2.2. (R Development Core Team, 2015)	150

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques épidémiologiques des différentes espèces de Suidés dans la transmission du virus de la peste porcine africaine (Jori et al., 2009).....	31
Tableau 2 : Principales productions agricoles par régions de Madagascar (Bretauudeau, 2008)	45
Tableau 3 : Recensement administratif des effectifs des cheptels bovins, porcins, ovins et caprins par province en 2012 à Madagascar, en nombre de têtes (MINEL, 2012a)	46
Tableau 4 : Répartition des vétérinaires sanitaires mandatés par région de Madagascar (MINEL, 2012a ; Raelina, 2012)	47
Tableau 5 : Estimation des effectifs des cheptels porcins par province entre 2010 et 2012 à Madagascar, en nombre de têtes (MINEL, 2012a).....	50
Tableau 6: Prix de vente des porcelets et des porcs engraisés en Ariary (MPE, 2005b)	53
Tableau 7: Comparaison des différentes races porcines présentes à Madagascar (Razakamahefa, 2006).....	56
Tableau 8 : Prix des différents vaccins disponibles à IMVAVET (Kofoky, 2010).....	59
Tableau 9 : Foyers déclarés à l'OIE entre 1998 et 2014 à Madagascar, et animaux malades ou morts associés (OIE et WAHIS, 2016).....	61
Tableau 10: Hiérarchisation des principales maladies porcines rencontrées à Madagascar, selon leurs impacts épidémiologiques (Andriamparany, 2012).....	66
Tableau 11 : Hiérarchisation des principales maladies porcines rencontrées à Madagascar, selon leurs impacts économiques (Andriamparany, 2012).....	67
Tableau 12 : Proportion des cheptels de volailles, bovins, ovins-caprins et porcins de la région du Boeny par district (CREAM, 2013).....	75
Tableau 13 : Proportion des cheptels de bovins, porcins, ovins-caprins et volailles de la région du Menabe par district (CREAM, 2013)	77
Tableau 14 : Proportion des cheptels d'ovins-caprins, bovins, porcins et volailles de la région d'Atsimo-Andrefana par district (CREAM, 2013).....	79
Tableau 15: Proportion des cheptels de bovins, porcins et ovins de la région d'Atsinanana par district (CREAM, 2013)	81
Tableau 16 : Proportion des cheptels de bovins, porcins, volailles et ovins-caprins de la région d'Analanjirifo par district (CREAM, 2013)	83

Tableau 17 : Résultats des analyses univariées (p-value) entre les variables explicatives qualitatives X_i et la variable dépendante Y.....	105
Tableau 18 : Résultats des analyses univariées (p-value) entre les variables explicatives quantitatives X_i et la variable dépendante Y	106
Tableau 19 : Résultats des différentes étapes de construction du modèle de régression logistique par la procédure pas à pas descendante.....	107
Tableau 20 : Comparaison entre les foyers déclarés à Madagascar à l'OIE (OIE et WAHIS, 2016) et par les élevages inclus dans l'étude, entre 2010 et 2015.....	119

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition de la peste porcine africaine en Afrique entre juillet 2012 et juillet 2016 (OIE et WAHIS, 2016).....	26
Figure 2 : Répartition de la peste porcine africaine en Europe entre juillet 2012 et juillet 2016 (OIE et WAHIS, 2016).....	27
Figure 3 : Les cycles de transmission du virus de la peste porcine africaine (Grenier, 2005) .	32
Figure 4: Répartition des différents génotypes du virus de la peste porcine africaine (Costard et al., 2009).....	33
Figure 5 : Schéma regroupant les différentes lacunes identifiées dans l'épidémiologie de la peste porcine africaine (Costard et al., 2013b).....	40
Figure 6 : Carte géographique de Madagascar : principales villes et axes routiers (FAO, 2003)	42
Figure 7 : Carte administrative de Madagascar avec ses 22 régions (FAO, 2003).....	44
Figure 8 : Organigramme du ministère de l'élevage (DSV et Ministère de l'élevage, 2016)...	48
Figure 9 : Evolution de l'effectif porcin malgache entre 1993 et 2014, en nombre de têtes (FAOSTAT, 2014).....	50
Figure 10 : Tuerie municipale d'Imerintsiatosika – Itasy (photo T. Crepieux)	52
Figure 11 : Transport de porcs vivants en vue d'abattage par un collecteur (photo T. Grangé)	52
Figure 12 : Étal de boucher (photo Pigtrop).....	52
Figure 13 : Evolution du prix des viandes de porc, de zébu et de la volaille entre 2001 et 2005 (MPE, 2005b)	54
Figure 14 : Porc de race locale (photo T. Grangé).....	55
Figure 15 : Porcs de race améliorée, type Large White (photos T. Crepieux)	55
Figure 16 : Porcs de race métisse (photos T. Grangé).....	56
Figure 17 : Porc de race locale maintenu au piquet sous un abri (photo T. Grangé)	57
Figure 18 : Élevage amélioré (photo T. Grangé)	58
Figure 19 : Distribution de la peste porcine africaine à Madagascar en mai 2001 (Rousset et al., 2001).....	60

Figure 20: <i>Potamochoerus larvatus</i> (photo W. Van Schalkwyk)	62
Figure 21 : Aire de distribution de <i>Potamochoerus larvatus</i> (Jori, 2009)	62
Figure 22 : Cycle de vie des tiques molles <i>Ornithodoros moubata</i> (Ravaomanana, 2011)	64
Figure 23 : Évolution de l'effectif du cheptel porcin malgache entre 1993 et 2014 en relation avec la présence de PPA et les mesures prophylactiques (FAO 2014 ; OIE et WAHIS, 2016).....	68
Figure 24 : Carte administrative de la région du Boeny et situation géographique (CREAM, 2013).....	74
Figure 25 : Carte administrative de la région du Menabe et situation géographique (CREAM, 2013).....	76
Figure 26 : Carte administrative de la région d'Atsimo-Andrefana et situation géographique (CREAM, 2013).....	78
Figure 27 : Carte administrative de la région d'Atsinanana et situation géographique (CREAM, 2013).....	80
Figure 28 : Carte administrative de la région d'Analanjirifo et situation géographique (CREAM, 2013).....	82
Figure 29 : Entretiens avec une éleveuse de porcs d'Andondabe – district de Tamatave II (à gauche) et un éleveur de porcs de Mahanoro – district de Mahanoro (à droite) (photos M. Pedrono)	87
Figure 30 : Répartition des 109 élevages porcins malgaches enquêtés entre mai 2015 et avril 2016 (S. Molia).....	93
Figure 31 : Effectifs porcins dans les élevages par type d'animaux et effectif porcin total	94
Figure 32 : Prix d'achat moyen des porcs achetés l'année précédente par les éleveurs	97
Figure 33 : Prix de vente moyen des porcs vendus l'année précédente par les éleveurs.....	98
Figure 34 : Nombre moyen total de porcs abattus l'année précédente à domicile par élevage et selon la motivation de l'éleveur	98
Figure 35 : Caractérisation des contacts entre porcs et potamochères, et comportement de l'éleveur vis-à-vis des potamochères	100
Figure 36 : Répartition des différents symptômes et syndromes rapportés par les éleveurs l'année précédente.....	101
Figure 37 : Taux de morbidité, de létalité et de morbidité correspondant au nombre de porcs présents, malades et morts rapportés par les éleveurs l'année précédente	102

Figure 38 : Répartition des différentes décisions prises par les éleveurs concernant les porcs malades et/ou morts l'année précédente.....	103
Figure 39 : Évolution du nombre d'élevages rapportant au moins un foyer de PPA par an, entre 2001 et 2015	103
Figure 40 : Principales difficultés rencontrées par les éleveurs porcins pour le développement de leur élevage.....	104

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AIC	Akaike information criterion
AFFSSA	Ancien nom de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES)
Ar	Ariary (1 euro = 3 600 Ariary, 1 dollar US = 3 200 Ariary)
ASF	African swine fever
ASFV	African swine fever virus
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CSRP	Commission Spéciale de Relance Porcine
DRZV	Département de Recherches Zootechniques et Vétérinaires
DSV	Direction des Services Vétérinaires
EDTA	Éthylène Diamine Tétra-Acétique
EFSA	European Food Safety Authority
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay
FAO	Food and Agriculture Organization
FIDA	Fonds International pour le Développement Agricole
FOFIFA	Centre National de Recherche Appliquée pour le Développement Rural
GDS	Groupement de Défense Sanitaire
GMQ	Gain moyen quotidien
IMVAVET	Institut Malgache des Vaccins Vétérinaires
IC	Indice de croissance
IPM	Institut Pasteur de Madagascar

LRT	Likelihood Ratio Test
MAEDI	Ministère des Affaires étrangères et du Développement international
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche
MINEL	Ministère de l'Élevage
MPE	Maison du Petit Élevage
OIE	Office International des Épizooties
ONDVM	Ordre National des Docteurs Vétérinaires Malgaches
OR	Odds ratio
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PCR	Réaction de polymérisation en chaîne
PIB	Produit Intérieur Brut
PPA	Peste porcine africaine
PPC	Peste porcine classique
PPRR	Programme de Promotion des Revenus Ruraux
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
SEDRIC	Société d'Étude pour le Développement Rural, Industrie et Culturel
TCP	Projet de Coopération Technique
UE	Union Européenne
VIF	Variance Inflation Factor
WAHIS	World Animal Health Information

INTRODUCTION

La peste porcine africaine (PPA) est une maladie virale fortement contagieuse et dévastatrice, menaçant l'industrie porcine mondiale.

En effet, il s'agit d'une maladie complexe qui touche à la fois les porcs domestiques et sauvages, caractérisée par un pouvoir de diffusion élevé et un taux de mortalité approchant les 100%. Ainsi, les conséquences socio-économiques des pays atteints sont considérables, avec une production porcine et des échanges internationaux fortement limités, compromettant la sécurité alimentaire du pays (Costard et al., 2009). De plus, l'absence de traitement et de vaccin actuellement disponibles, implique comme seuls moyens d'enrayer l'expansion de la maladie, des mesures sanitaires drastiques, un diagnostic précoce et une surveillance épidémiologique accrue (Gallardo et al., 2015). Présente de façon endémique dans la plupart des pays subsahariens, la distribution de la PPA s'est très récemment étendue à plusieurs pays d'Europe de l'Est dont la proximité avec le continent asiatique où la population porcine y est particulièrement abondante, est très préoccupante (Costard et al., 2009).

Le cas particulier de Madagascar est intéressant dans la mesure où à la suite de son introduction en 1997, la PPA y est rapidement devenue endémique (Roger et al., 2001). Elle a ainsi provoqué une importante déstabilisation de la filière porcine et eu de sévères impacts socio-économiques, qui sont toujours d'actualité. En effet, le cheptel porcin national qui avait diminué de moitié entre 1998 et 2000 peine encore à augmenter, les élevages de types industriels sont toujours absents avec des éleveurs qui craignent d'investir dans cette filière, et la viande de porc est aujourd'hui l'une des plus chères du marché (MPE, 2005b). En outre, les nombreux plans de lutte contre l'épidémie et mesures de relance de la filière porcine, n'ont pas eu les résultats espérés (MPE 2005b). Ainsi, les informations concernant les foyers de PPA ne sont pas ou très peu rapportées aux autorités et la prévalence de la PPA n'est actuellement pas connue à Madagascar. De plus, les diagnostics de laboratoire étant rarement effectués, la maladie est également souvent confondue avec d'autres pathologies porcines. Enfin, l'étude de la PPA à Madagascar revêt un intérêt particulier étant donné que les pratiques d'élevages, les circuits de commercialisation et l'épidémiologie de la PPA y sont complexes. Ainsi, le cycle sylvatique impliquant la tique *Ornithodoros porcinus* et plus particulièrement le potamochoère *Potamochoerus larvatus* est encore mal élucidé (Roger et al., 2000 ; Jori et al., 2007), constituant un obstacle supplémentaire à la maîtrise de la PPA sur le territoire.

Dans ce contexte, Madagascar constitue un terrain d'étude remarquable pour améliorer les connaissances épidémiologiques de la PPA, en répondant notamment aux questions suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques générales des élevages porcins malgaches et des foyers de PPA qui leurs sont associés ?
- Quels sont les principaux facteurs de risque et le rôle épidémiologique des potamochères vis-à-vis de la PPA ?

Dès lors, l'objectif général de l'étude est de caractériser les foyers de PPA à Madagascar et d'évaluer les facteurs de risque associés, notamment ceux en relation avec la présence de potamochères, à l'aide d'enquêtes épidémiologiques transversales réalisées auprès des éleveurs porcins dans les zones d'interface avec le potamochère.

Une première partie définit le contexte général de l'étude, puis une deuxième partie est consacrée à la présentation de la méthodologie des questionnaires et des analyses statistiques. Les résultats statistiques obtenus sont présentés dans une troisième partie, notamment les caractéristiques générales des élevages porcins, les modalités de la commercialisation des animaux, les mesures de biosécurité et sanitaires des élevages, ainsi que leurs interactions avec la PPA. Enfin, une dernière partie discute de ces résultats en prenant en compte les limites identifiées de l'étude, et envisage des recommandations et perspectives applicables dans le contexte malgache.

PREMIÈRE PARTIE :

PRÉSENTATION DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1. La peste porcine africaine : généralités

1.1. Étiologie

La peste porcine africaine (PPA) ou African swine fever (ASF) est une fièvre hémorragique porcine, inscrite sur la liste des maladies du *Code Sanitaire pour les animaux terrestres* de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), où sa notification est obligatoire (OIE, 2010).

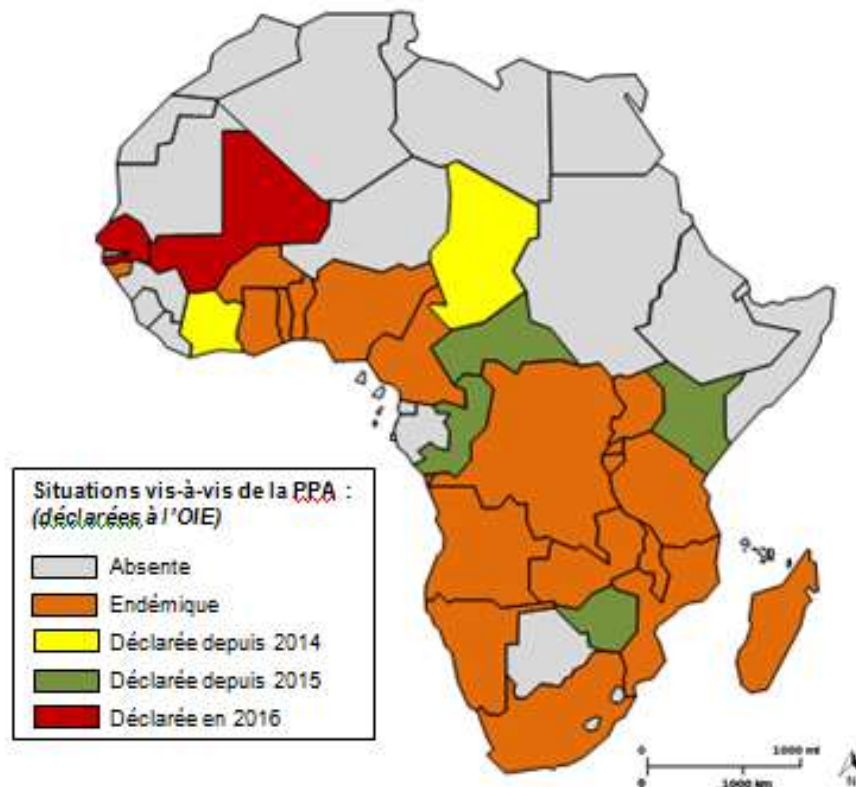
Le virus de la PPA ou African swine fever virus (ASFV) appartient à la famille des Asfaviridés, du genre *Asfivirus*, dont il est le seul représentant. Il s'agit d'un virus enveloppé de 200 nm à ADN double brin, d'une taille variant de 170 à 190 kilobases selon la souche. Il est le seul virus à ADN transmis par des arthropodes (OIE, 2014). Il se réplique principalement dans le cytoplasme des monocytes et macrophages de ses hôtes vertébrés, ainsi que des tiques molles du genre *Ornithodoros*. L'ASFV est extrêmement contagieux, causant jusqu'à 100% de morbidité dans les populations porcines encore jamais exposées, et avec une mortalité variant entre 0 et 100% selon le virus, l'hôte, la dose et le moyen de contamination (Costard, 2011).

Ce virus est extrêmement résistant à la réfrigération, la congélation, la chaleur et aux variations de pH. Il peut par exemple rester virulent 18 mois dans le sérum à température ambiante, 2 ans dans la rate à -70°C, 11 jours dans les fèces ou le sang, et plusieurs mois dans les viandes congelées. Seuls un pH inférieur à 3,9 ou supérieur à 11,5 ou une cuisson à 60°C pendant 20 minutes peuvent l'inactiver. Le virus est également sensible à la majorité des désinfectants, comme la soude et l'éther (Plowright et al., 1994 ; OIE, 2014).

1.2. Histoire et distribution

La PPA a été décrite pour la première fois au début des années 1920 au Kenya et en Afrique du Sud, comme une fièvre hémorragique hautement contagieuse touchant les Suidés domestiques et sauvages, et caractérisée par une mortalité atteignant les 100% chez les porcs domestiques, ainsi qu'un portage asymptomatique du virus chez les porcs sauvages (Montgomery, 1921). Elle s'est ensuite répandue en Afrique de l'Est, Centrale et du Sud, où des foyers ont été régulièrement rapportés entre 1930 et 1970. Plus récemment, la maladie a atteint la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest, comme le Sénégal (1959 et 1978), le Cameroun (1982), la Côte d'Ivoire (1996), le Bénin, le Togo et le Nigeria (1997), ainsi que le Ghana et le Burkina Faso en 2000 (Costard et al., 2009 ; Penrith et Vosloo, 2009).

À Madagascar, la PPA a été introduite en 1997 (Rousset et al., 2001), et plus récemment sur l'île Maurice en 2007 (Lubisi et al., 2008). Elle est actuellement endémique dans la plupart des pays subsahariens, où de nouveaux foyers sont régulièrement déclarés (Figure 1) (OIE, 2016).



**Figure 1 : Répartition de la peste porcine africaine en Afrique entre juillet 2012 et juillet 2016
(OIE et WAHIS, 2016)**

L'Europe n'a pas été épargnée, avec des premiers foyers de PPA déclarés au Portugal (1957), probablement à la suite des échanges commerciaux avec l'Angola. Puis elle s'est répandue en Espagne (1960), en France (1964), en Italie (1967), à Malte (1978), en Sardaigne (1982), en Belgique (1985) et aux Pays-Bas (1986). La PPA a ensuite touché la zone caribéenne à Cuba (1971), en République Dominicaine (1978) et à Haïti (1979), ainsi que l'Amérique du Sud au Brésil (1978), suite à l'introduction vraisemblable de viandes porcines contaminées provenant du Portugal et d'Espagne (Costard et al., 2009 ; Penrith et Vosloo, 2009). En Europe (à l'exclusion de la Sardaigne où elle est encore endémique), en Amérique du Sud et aux Caraïbes, la PPA fut finalement éradiquée grâce à des contrôles stricts et des programmes de surveillance rigoureux.

Toutefois, la PPA a été introduite récemment dans les pays du Caucase, d'abord en Géorgie (2007), puis rapidement en Arménie, en Azerbaïdjan et en Russie (2008), par manque de mesures prophylactiques. Actuellement, de nouveaux foyers sont régulièrement déclarés en Ukraine (depuis 2012), en Biélorussie (depuis 2013), ainsi que dans les pays Baltes et la Pologne (depuis 2014), représentant une menace inquiétante pour l'Union Européenne (Figure 2) (OIE, 2016).

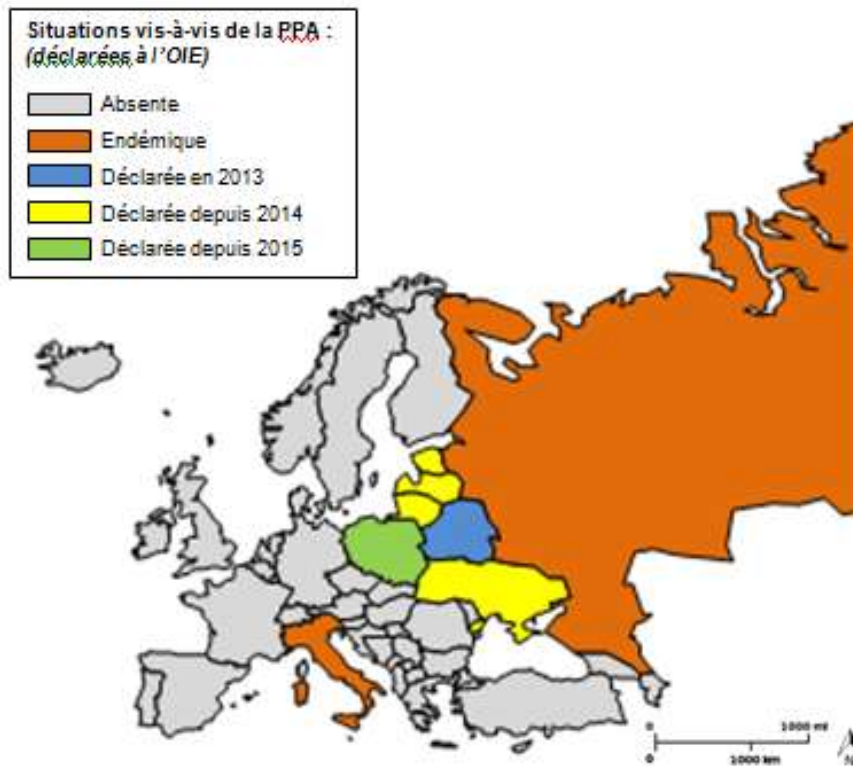


Figure 2 : Répartition de la peste porcine africaine en Europe entre juillet 2012 et juillet 2016 (OIE et WAHIS, 2016)

1.3. Épidémiologie

L'ASFV touche les porcs domestiques et sauvages, et peut impliquer les tiques en tant que vecteurs biologiques. La capacité du virus à survivre à l'intérieur d'un écosystème particulier est définie par l'écologie de la population de ses hôtes sauvages et les caractéristiques des systèmes de production animale. Ils influencent à la fois la densité des espèces hôtes et vecteurs, et leur relation (Costard et al., 2013a).

1.3.1. Hôtes

1.3.1.1. Porcs domestiques

L'introduction de la PPA dans une population porcine est caractérisée par des taux de morbidité et de mortalité élevés, une contagiosité forte et une expansion rapide des foyers. En effet, les porcs infectés peuvent transmettre pendant plusieurs semaines le virus aux porcs sensibles par contacts directs ou indirects, par l'intermédiaire des morsures de tiques ou de l'ingestion de viande de porc contaminée.

Cependant, de plus en plus de formes subcliniques ou chroniques, ainsi que des cas de guérisons sont rapportés dans les zones où la PPA est endémique, associés à des taux de mortalité en diminution (Fasina et al., 2010). Ce phénomène suggère une immunité acquise

suite à une exposition à une faible dose virale ou à un virus de faible virulence ou encore la présence de races porcines locales moins sensibles à l'infection par l'ASFV, notamment sur le continent africain (Costard et al., 2013a). Il laisse également entendre que ces animaux porteurs chroniques jouent un rôle épidémiologique important dans la persistance des zones endémiques, l'apparition sporadique de foyers et l'introduction en zones indemnes de la PPA (Penrith et al., 2004). Cependant, un portage viral durant toute la vie de l'animal n'a pas été démontré chez les porcs domestiques (Muhangi et al., 2015).

1.3.1.2. Suidés sauvages

Le rôle épidémiologique de la plupart des Suidés sauvages reste encore mal défini, malgré la reconnaissance grandissante d'un cycle viral exclusivement sylvaïque. En effet, les quatre genres de Suidés sauvages concernés : *Phacochoerus*, *Potamochoerus*, *Hylochoerus* et *Sus*, varient largement en termes de taxonomie, de distribution, d'écologie, de capacité de portage du virus, de symptomatologie ou encore de possibilité de contact avec des porcs domestiques.

Les phacochères communs (*Phacochoerus africanus*) sont considérés comme le plus ancien et le plus important réservoir de l'ASFV en Afrique (Anderson et al., 1998), et leur rôle épidémiologique est bien décrit en Afrique de l'Est et du Sud. En effet, leur large répartition géographique et écologique favorise leurs contacts à la fois avec les porcs domestiques et avec les tiques molles de l'espèce *Ornithodoros moubata*, formant ainsi un cycle sylvaïque. Les animaux sont contaminés jeunes, à la suite de morsures des tiques infectées vivant dans les terriers et deviennent porteurs asymptomatiques de la maladie. La virémie et la réplication virale ont lieu uniquement chez les jeunes animaux, mais le virus persiste dans les nœuds lymphatiques des adultes (Costard et al., 2009 ; Jori et Bastos, 2009).

Les potamochères (*Potamochoerus larvatus* et *Potamochoerus porcus*) vivent essentiellement en Afrique subsaharienne et à Madagascar où ils ont été introduits par l'homme, mais leur rôle épidémiologique apparaît généralement moins important que celui des phacochères. Bien que la possibilité de réplication de l'ASFV dans les potamochères et sa transmission aux autres hôtes ont été démontrées (Anderson et al., 1998), l'ensemble des résultats des différentes études menées suggère une circulation de l'ASFV à bas bruit chez ces espèces (Ravaomanana et al., 2011). De plus, leur mode de vie nocturne et leur faible densité dans les zones d'interface avec les porcs domestiques, limitent les contacts avec les autres hôtes (Jori et Bastos, 2009) et sous-entendent un rôle de réservoir moins important.

En Europe, il a été démontré que les porcs et sangliers sauvages (*Sus scrofa*) avaient la même sensibilité à l'ASFV que les porcs domestiques (Jori et Bastos, 2009). En Russie par exemple, plus de 400 foyers ont été déclarés parmi la population des porcs domestiques, et environ 600 cas chez les sangliers sauvages (Jori, 2014). Cependant, l'ASFV ne persistant généralement pas longtemps dans les populations de sangliers sauvages isolées, le contact

avec les populations domestiques est nécessaire pour maintenir la circulation virale dans les populations sauvages.

À l'inverse, dans les zones où la densité et l'abondance des sangliers sont importantes, la PPA peut subsister pendant de longues périodes. Ils constitueraient ainsi la principale voie de transmission de l'ASFV aux porcs domestiques, par contacts directs avec les porcs en divagation et l'ingestion de carcasses contaminées abandonnées, comme c'est le cas par exemple dans les pays du Caucase (Guinat et al., 2016).

Les hylochères (*Hylochoerus meinertzhageni*) ont également été évoqués dans les espèces sauvages sensibles à l'ASFV, mais leur rôle est négligeable dans l'épidémiologie de la PPA (Jori et Bastos, 2009).

1.3.1.3. Tiques molles

En Afrique du Sud, Centrale et à Madagascar, il a été montré que les tiques de l'espèce *Ornithodoros moubata* sont capables d'infecter les porcs domestiques et sauvages. Elles ingèrent le virus en se nourrissant du sang d'animaux contaminés, puis le transmettent en mordant d'autres animaux sensibles. Elles sont capables de porter le virus pendant plus de 15 mois après leur première infection, permettant ainsi la persistance du virus en l'absence d'hôtes virémiques. De plus, une transmission transtadiale, transovarienne et sexuelle du virus a également été démontrée chez ces tiques (Plowright et al., 1974). C'est la raison pour laquelle, *O. moubata* joue un rôle important dans le maintien de zones endémiques ainsi que dans la réémergence de foyers (Roger et al., 2001).

En Afrique de l'Ouest, des études ont démontré que la tique *Ornithodoros sonrai* était naturellement infectée par l'ASFV, mais son rôle de réservoir et de vecteur reste expérimental (Vial et al., 2007).

En Espagne et au Portugal, *Ornithodoros erraticus* a été identifiée comme vecteur biologique et réservoir sauvage de l'ASFV, et est considérée comme jouant un rôle primordial dans le maintien de la PPA à long terme (Sanchez-Bojita, 1963).

1.3.2. Cycles de transmission

1.3.2.1. Cycle domestique

L'ASFV est présent dans toutes les sécrétions (sang, fèces, urines, salive, etc.) et tissus des porcs domestiques infectés, où il est capable de persister plusieurs semaines. Sa transmission peut donc s'effectuer par contact direct entre un individu infecté et un individu sensible, sur de longues périodes après l'infection. De plus, l'ASFV est résistant aux variations quasi-extrêmes de pH et de température. Ainsi, certains procédés de transformation de la viande de porc comme la maturation, le fumage ou le séchage, ne détruisent pas le virus. Il existe alors un fort risque d'infection des porcs par ingestion de

déchets alimentaires contenant de la viande de porc non transformée contaminée, ou les produits qui en sont issus. En outre, l'ASFV est capable de résister dans l'environnement plusieurs jours, une transmission est alors également possible via tout type d'objet contaminé, comme les véhicules, le matériel, les vêtements ou les locaux (Costard, 2011).

D'après les dernières études menées, les principaux facteurs de transmission de PPA à l'échelle de la ferme se sont révélés être la divagation des porcs et l'existence d'anciens épisodes de PPA (Fasina et al., 2010 ; Muhangi et al., 2014), ainsi que la vente et l'abattage d'urgence des porcs suspects afin de limiter les pertes économiques (Costard et al., 2015 ; Dione et al., 2015), tandis que le mouvement d'animaux infectés serait le facteur essentiel de l'expansion de la maladie à l'échelle nationale (Olugasa et Ijagbone, 2007).

1.3.2.2. Cycle porcs-tiques

Le cycle de transmission entre tiques *Ornithodoros* spp. et porcs domestiques a été beaucoup décrit en Afrique et en Espagne, où la fréquence des foyers de PPA a été significativement associée à la présence de tiques. En outre, par la longue rémanence du virus dans les tiques, elles constituent un risque important de réémergence de la maladie. À Madagascar, l'ASFV a été mis en évidence chez une tique vivant dans une ferme où aucun porc n'avait été présent depuis 4 ans (Ravaomanana et al., 2010). Ainsi, les mesures de contrôle et de prévention de la PPA doivent également prendre en compte le déparasitage des animaux et des enclos.

1.3.2.3. Cycle sylvatique

En Afrique de l'Est et du Sud, le cycle sylvatique comprend les phacochères et les tiques molles de l'espèce *Ornithodoros moubata*. Les jeunes phacochères sont infectés par les tiques vivant dans les terriers. Il s'ensuit une virémie transitoire durant 2 à 3 semaines, suffisante à la réinfection de tiques naïves via les repas sanguins. Le virus persiste chez les phacochères adultes dans les nœuds lymphatiques, qui restent porteurs asymptomatiques à vie (Anderson et al., 1998). Néanmoins, aucune transmission verticale ou horizontale n'a été démontrée au sein des phacochères, et le maintien du virus est directement dépendant de la présence de tiques. Cependant, la présence de ces deux hôtes dans une même région n'implique pas nécessairement la présence du cycle sylvatique (Costard et al., 2009 ; Jori et Bastos, 2009) : il existe par exemple au Mozambique (Quembo et al., 2012), mais n'a jamais été démontré au Kenya (Okoth et al., 2012).

En Afrique de l'Ouest, l'existence d'un cycle sylvatique ainsi que la circulation de l'ASFV dans la population de phacochères, n'ont pas pu être démontrées (Vial et al., 2007) et seul le cycle domestique est responsable de la persistance de PPA (Sanchez-Vizcaino et al., 2009).

1.3.2.4. Cycle sylvatique et cycle domestique

Les mécanismes de transmission de la PPA entre porcs sauvages et porcs domestiques sont encore mal élucidés. Des contacts directs ainsi que des introgressions génétiques ont été rapportés uniquement entre potamochères et porcs domestiques (Stahl et al., 2014), et pourraient constituer un moyen de transmission entre cycle sylvatique et cycle domestique.

Cependant, tous les porcs sauvages pourraient potentiellement s'infecter en se nourrissant des carcasses de porcs domestiques contaminées. De la même manière, les restes de carcasses de porcs sauvages contaminés et souvent abandonnés par les chasseurs, seraient une source de contamination pour les porcs domestiques (Jori et Bastos, 2009).

Finalement, ce sont les tiques molles qui représentent le plus probable des mécanismes de transmission entre porcs sauvages et porcs domestiques, lorsqu'ils partagent les mêmes pâtures (Jori et Bastos, 2009).

Le Tableau 1 reprend les caractéristiques épidémiologiques des différentes espèces de Suidés dans la transmission de l'ASFV, et la Figure 3 regroupe les différents cycles de transmission de l'ASFV :

Tableau 1 : Caractéristiques épidémiologiques des différentes espèces de Suidés dans la transmission du virus de la peste porcine africaine (Jori et al., 2009)

	Porc domestique (<i>Sus scrofa</i>)	Phacochère (<i>Phacochoerus africanus</i>)	Potamochère (<i>Potamochoerus larvatus</i>)	Porc sauvage (<i>Sus scrofa</i>)
Mortalité après infection	Oui	Non	Non	Oui
Virémie (j)	4-28	35-79	30-90	4-5
Transmission horizontale aux porcs	-	Non	Oui	Oui
Transmission horizontale dans l'espèce	Oui	Non	Non déterminé	Oui
Transmission aux tiques molles	Oui	Oui	Oui	Oui
Contact naturel avec les tiques molles	Oui	Oui	Non	Non
Métissage avec porcs domestiques	-	Non	Rapporté	Oui

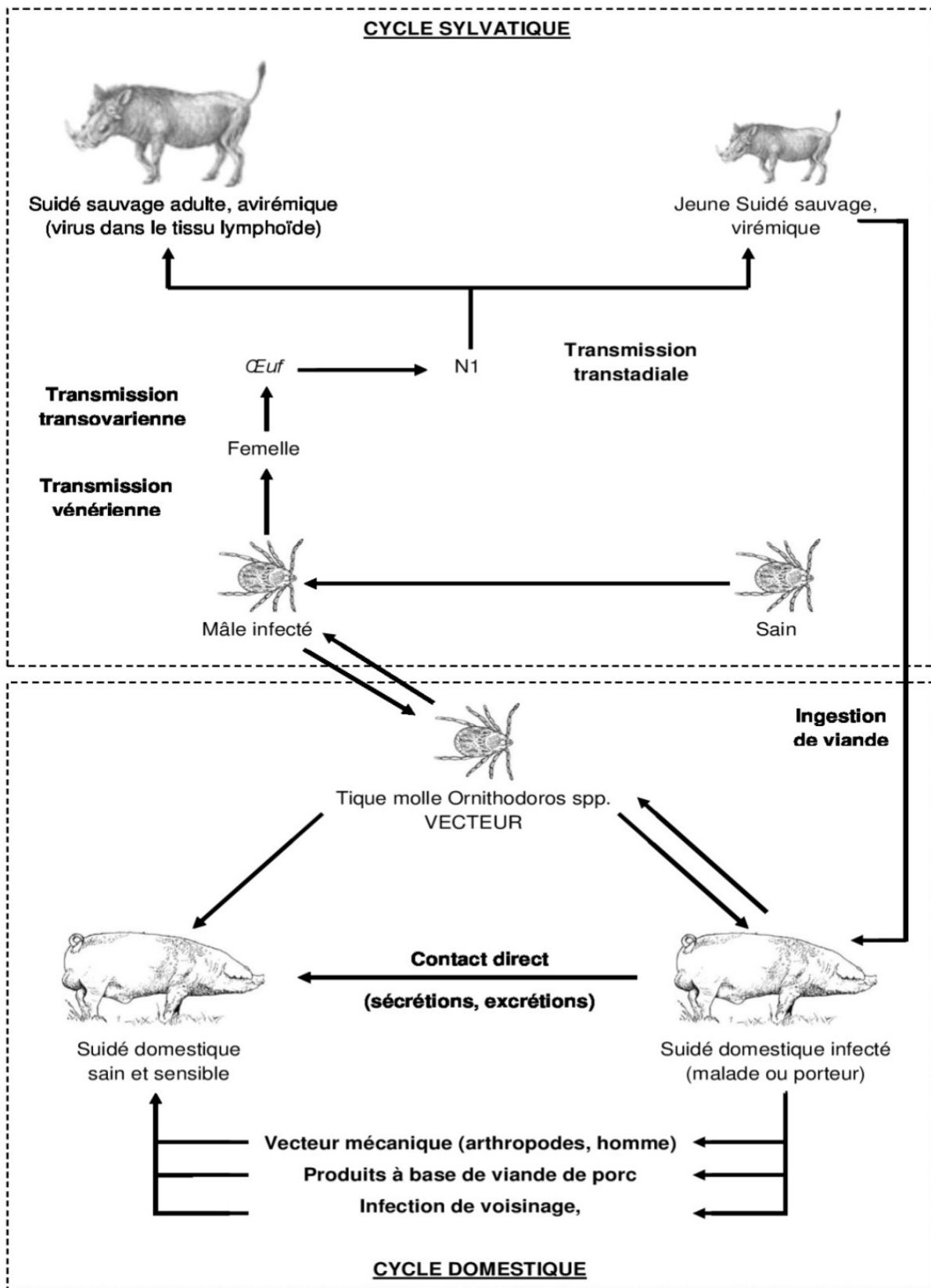


Figure 3 : Les cycles de transmission du virus de la peste porcine africaine (Grenier, 2005)

1.3.3. Épidémiologie moléculaire

L'étude de l'épidémiologie moléculaire s'est révélée utile à plusieurs reprises dans la compréhension des mécanismes de transmission et d'introduction dans de nouvelles régions. Ainsi, 22 génotypes différents ont été isolés dans les populations de porcs domestiques grâce aux séquençages et aux cartes de restriction enzymatiques, dont 13 en Afrique de l'Est et 14 en Afrique du Sud. La comparaison avec les isolats issus des populations sauvages confirme les trois cycles de transmission décrits ci-dessus. Certains génotypes paraissent spécifiques d'une région, tandis que d'autres ont une répartition plus large (Costard et al., 2009).

À Madagascar, seul le génotype II circule, confirmant sa probable introduction depuis le Mozambique et suggérant l'absence d'un cycle sylvatique (Gonzague et al., 2000 ; Bastos et al., 2003).

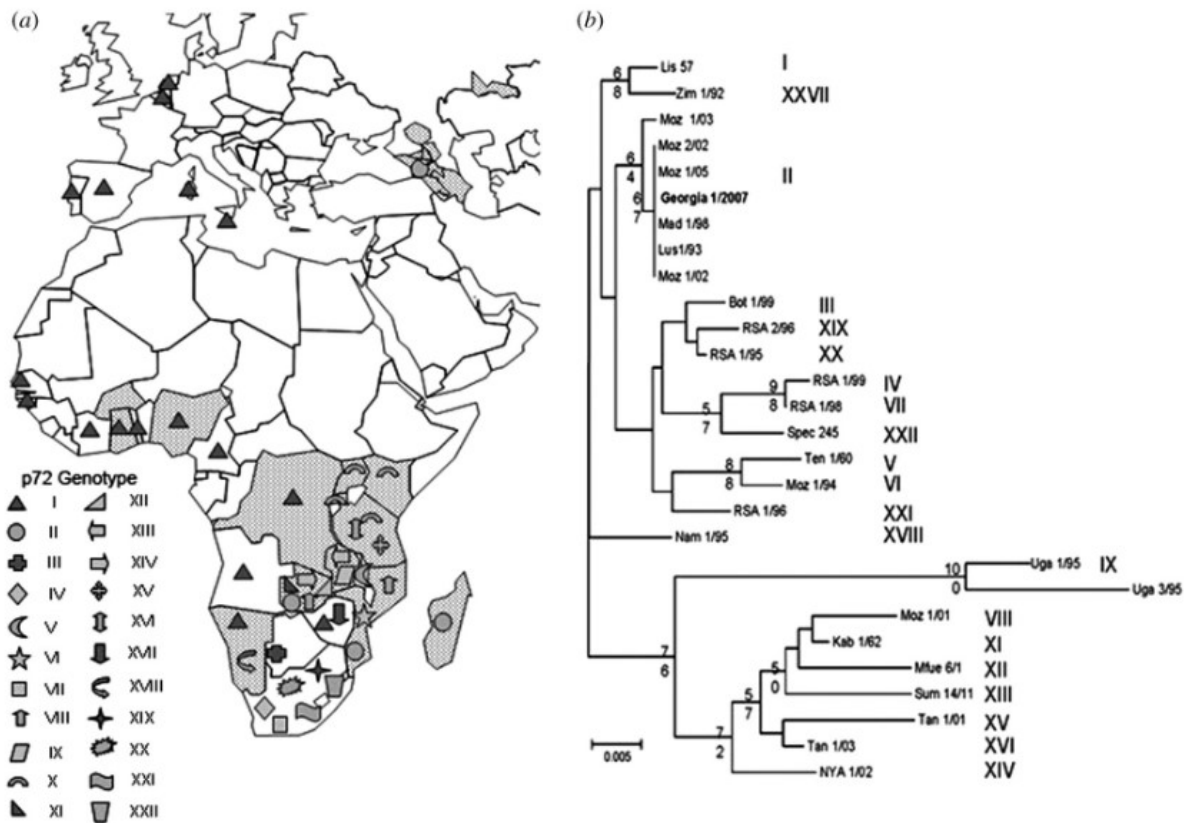


Figure 4: Répartition des différents génotypes du virus de la peste porcine africaine (Costard et al., 2009)

(a) Carte représentant les foyers déclarés entre 2003 et 2008

(b) Arbre phylogénétique des 22 génotypes de l'AFSV

1.4. Pathogénie et signes cliniques

1.4.1. Pathogénie

Les porcs sont principalement infectés par voie oro-nasale et ingestion de l'ASFV, bien que d'autres moyens de transmission soient possibles comme par l'intermédiaire de morsures de tiques.

Le virus possède un tropisme quasi-exclusif pour les monocytes et les macrophages. Il se réplique dans les cellules de la muqueuse pharyngienne et des amygdales, puis atteint les nœuds lymphatiques régionaux. Il se dissémine ensuite rapidement dans le sang par voie lymphatique, et se concentre particulièrement dans les nœuds lymphatiques, la rate, le foie, les poumons, la moelle osseuse et les reins – lieux majoritaires de réplication secondaire. L'infection généralisée apparaît entre 4 à 8 jours après exposition au virus, ou 24 à 48h avant apparition de la fièvre.

Une sévère et soudaine lymphopénie est ensuite observée, par apoptose des lymphocytes. Les mécanismes de coagulation intravasculaire disséminée et d'hémorragies font encore l'objet d'investigations, mais il semblerait qu'ils soient associés à la destruction massive des macrophages et aux produits actifs libérés perturbant l'hémostase. De plus, le virus serait capable de s'attacher aux érythrocytes et thrombocytes, provoquant une hémadsorption dans les vaisseaux sanguins.

L'excrétion du virus s'effectue principalement depuis l'appareil respiratoire supérieur, entre 24 et 48h avant l'apparition des premiers signes cliniques et persiste jusqu'à la mort de l'animal, mais il est également présent dans toutes les autres sécrétions et excréments en plus faible quantité.

Les mécanismes de réponses immunitaires sont complexes et font encore également l'objet d'études. Il semblerait néanmoins que les anticorps spécifiques produits après l'infection, ne confèreraient pas de protection efficace. Ces anticorps peuvent être néanmoins détectés entre 3 et 30 jours après infection pour les IgM et de 6 jours à 10 mois pour les IgG. De la même manière, la pathogénie des infections chroniques est mal connue, et la principale hypothèse actuelle est le dépôt des complexes immuns dans les tissus rénaux, pulmonaires et hépatiques.

1.4.2. Signes cliniques

Les signes cliniques de la PPA sont très semblables à ceux de la peste porcine classique (PPC). Elle est caractérisée par des taux de mortalité et de morbidité élevés, avec une période d'incubation variant de 4 à 19 jours selon la virulence de la souche, la dose et la voie d'exposition virale (Plowright et al., 1994 ; Penrith et al., 2004).

Plusieurs formes de PPA sont rencontrées chez les porcs domestiques selon la virulence de la souche virale, tandis que l'âge et la race ne semblent pas influencer leurs sensibilités. En Europe, les sangliers sauvages présentent également des formes aiguës à chroniques, tandis que l'infection demeure inapparente chez les porcs sauvages d'Afrique.

La forme aiguë se caractérise par une forte fièvre pouvant atteindre 42°C, des signes hémorragiques, des érythèmes cutanés multiples, une cyanose notamment auriculaire, de l'anorexie, de l'apathie et des troubles neurologiques (tremblements, incoordination, parésie, ataxie, convulsions). D'autres signes moins constants peuvent apparaître comme des vomissements, de la diarrhée, une conjonctivite, ainsi que des troubles respiratoires (toux, jetage muco-purulent, dyspnée). L'avortement est également fréquent chez les truies gravides. Les taux de morbidité et de mortalité dans les troupeaux atteignent très souvent les 100%, avec des animaux succombant à la maladie après 6 à 13 jours.

Lors de forme suraiguë, la mort survient très rapidement entre 24 et 72h sans que les signes cliniques aient pu se manifester, excepté la forte fièvre.

Dans les formes subaiguës ou chroniques, les signes cliniques sont moins sévères et moins spécifiques : amaigrissement, ulcères cutanés, fièvre récurrente, boiterie ou pneumonie. La période d'incubation est de plusieurs mois, et les signes cliniques peuvent durer entre 5 et 30 jours. Les taux de mortalité restent généralement en-dessous des 50% (Plowright et al., 1994 ; Penrith et al., 2004).

1.5. Diagnostics

1.5.1. Diagnostic différentiel

Lors d'un syndrome hémorragique fébrile aigu chez le porc, la PPA et la PPC doivent être suspectées. En effet, ni les signes cliniques, ni l'examen post-mortem ne permettent de distinguer avec certitude ces deux maladies.

La PPA fait également partie du diagnostic différentiel de la maladie de Teschen, du rouget, de la salmonellose, de la pasteurellose et des infections septicémiques (OIE, 2014).

1.5.2. Diagnostic lésionnel

Les lésions observées lors de PPA correspondent principalement aux affections du système vasculaire. Les cas de formes aiguës offrent un tableau hémorragique franc, avec des hémorragies touchant potentiellement tout organe ou tissu, une splénomégalie congestive, des pétéchies rénales, ainsi que des ecchymoses abdominales et appendiculaires. Des lésions hémorragiques s'observent également dans les formes subaiguës, au niveau des nœuds lymphatiques, des reins et de la rate, ainsi qu'un œdème ou une congestion pulmonaire. Lors d'infection chronique, les lésions sont plutôt de types

nécrotiques, avec des foyers de fibrose et de nécrose dans les différents organes (poumons, cœur et rate) (Plowright et al., 1994 ; Penrith et al., 2004).

1.5.3. Diagnostiques de laboratoire

En l'absence de signes cliniques et post-mortem pathognomoniques de la PPA, un recours aux méthodes de laboratoire est essentiel pour confirmer la maladie. Il est possible de mettre en évidence soit directement l'ASFV – notamment dans les nœuds lymphatiques où il peut rester jusqu'à 6 mois, soit indirectement les anticorps spécifiques de l'ASFV, qui suivent l'infection et persistent plusieurs mois (Penrith et al., 2004 ; Sanchez-Vizcaino et al., 2009).

1.5.3.1. Diagnostic virologique direct

La détermination de la souche virale en cause par l'intermédiaire des diagnostics virologiques est essentielle dans les pays où la PPA a été récemment introduite ou dans les cas d'épizootie.

Plusieurs types d'échantillons peuvent être soumis aux tests sérologiques, en particulier les prélèvements sanguins sur tube EDTA (Éthylène Diamine Tétra-Acétique) à 0,5% ou tube hépariné à 10 UI/ml pendant la phase fébrile précoce de l'infection, ainsi que les échantillons de rate, de nœud lymphatique, d'amygdale et de rein conservés à 4°C. Les différentes techniques décrites sont les suivantes :

- Test d'hémadsorption : isolement viral après cultures cellulaires de porc. Cette méthode autorise un diagnostic définitif si le résultat est positif. Cependant, elle nécessite un délai relativement long (plusieurs jours), et son utilisation est limitée par le fait que toutes les souches virales ne sont pas hémadsorbantes, comme celle isolée à Madagascar ;
- Test d'immunofluorescence directe : détection des antigènes de l'ASFV. Il s'agit du test le plus utilisé par les laboratoires de référence, dans la mesure où il est rapide et très sensible pour les formes aiguës. Néanmoins, il exige un coût élevé, une grande technicité, et sa sensibilité est faible pour les formes subaiguës et chroniques ;
- Amplification en chaîne par polymérase (PCR) : détection du génome viral. Cette technique est rapide (une demi-journée), avec une forte sensibilité et une forte spécificité, et résout le problème des souches non hémadsorbantes. De plus, plusieurs procédures ont été validées, permettant son utilisation sur de nombreux échantillons (organes ou sérums) et dans des conditions de conservation médiocres (putréfaction).

D'autres techniques d'isolement viral ont été décrites, comme l'inoculation chez les porcs vaccinés et non vaccinés contre la peste porcine classique, permettant un diagnostic différentiel entre PPC et PPA, mais il n'est aujourd'hui plus recommandée par l'OIE. La détection de l'antigène viral par la technique ELISA sandwich (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), a également été développée mais s'est révélée être plus coûteuse et moins sensible que la PCR à Madagascar (Randriamparany et al., 2014).

1.5.3.2. Diagnostic sérologique indirect

Le diagnostic sérologique est important dans les pays où l'ASFV circule de manière enzootique, afin de déterminer notamment l'évolution de la séroprévalence de la maladie (Sanchez-Vizcaino et al., 2009 ; OIE, 2014).

Les prélèvements des sérums à analyser, doivent être recueillis entre 8 et 21 jours post-infection chez des animaux convalescents. De nombreuses techniques ont été développées sur les porcs domestiques, notamment :

- Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) : détection des anticorps spécifiques de l'ASFV. Recommandé par l'OIE, il s'agit du test le plus communément utilisé, permettant le « screening » rapide d'un grand nombre de sérums, avec de récentes procédures impliquant également les protéines recombinantes virales. Il est cependant moins sensible pour les formes aiguës ;
- Western-blot (ou immunoblotting) et immunofluorescence indirecte : confirmation des résultats douteux obtenus avec le test ELISA.

La faible sensibilité de ces tests chez les porcs sauvages laisse supposer une réponse immunitaire diminuée chez ces animaux. De plus, il semblerait que la souche circulant à Madagascar ne déclenche pas la production d'anticorps, ainsi l'infection est uniquement détectable par PCR (Gallardo et al., données non publiées).

Plus récemment, des études ont montré l'efficacité des techniques de PCR et ELISA réalisées directement sur papier buvard (Whatman 3-MM) imprégné de sang puis séché, pour la détection et le génotypage de l'ASFV (Michaud et al., 2004 ; Michaud et al., 2007) ainsi que la détection des anticorps. Ce nouveau support permet également une meilleure conservation à long terme des prélèvements (plus de 9 mois à 25°C ou 2 mois à 37°C) dans les zones tropicales où la chaîne du froid est rarement réalisable (Randriamparany et al., 2014).

1.6. Vaccin en développement

Bien qu'il n'existe actuellement aucun vaccin disponible contre l'ASFV, il apparaît évident que son développement est possible. En effet, de récentes recherches portant sur le génome de l'ASFV, ont pu mettre en évidence la plupart des gènes impliqués dans les mécanismes de virulence et dans la réponse immunitaire déclenchée chez l'hôte. Il serait ainsi possible de supprimer, inactiver, voire permuter ces gènes, et d'obtenir des vaccins atténués, inactivés ou recombinés (de León et al., 2013).

De plus, il a également été démontré que le transfert passif d'anticorps issus de porcs immunisés à un porc naïf (Onisk et al., 1994), ainsi que l'utilisation de certaines protéines recombinantes (Ruiz-Gonzalvo et al., 1996) pouvaient conférer une protection partielle contre la maladie.

Ainsi, l'obtention d'un vaccin efficace est envisageable en améliorant les méthodes de transfert des antigènes et en poursuivant la recherche des gènes impliqués dans la virulence (Costard et al., 2009).

1.7. Prophylaxie et facteurs de risque

En l'absence de traitement et de vaccin efficaces contre la PPA, la lutte repose donc uniquement sur des mesures rigoureuses de prophylaxie sanitaire. De plus, les récents foyers, l'expansion rapide et la complexité de l'épidémiologie de la maladie, nécessitent de mettre en place des moyens de prévention et de contrôle à trois niveaux : au niveau local au point d'apparition des nouveaux foyers, au niveau régional dans les zones endémiques, et au niveau international dans les échanges commerciaux et les mouvements d'animaux en pays indemnes.

Ainsi, dans les pays indemnes de PPA, la prophylaxie défensive est cruciale et repose sur une politique d'importation stricte concernant les pays infectés. Celle-ci comprend l'interdiction absolue d'importation de porcs vivants ou de tout produit dérivé de porc, et l'élimination rigoureuse des déchets alimentaires et des objets contaminés issus des transporteurs (Sanchez-Vizcaino et al., 2011). Ces moyens s'appliquent aussi bien à l'échelle internationale qu'à l'échelle nationale, où la distinction des zones indemnes est primordiale pour mieux les préserver.

Lors de l'introduction du virus dans un pays indemne, la prophylaxie offensive se concentre sur la détection précoce des foyers, à l'aide des techniques diagnostiques de laboratoire et d'un renforcement des mesures sanitaires strictes. En effet, les techniques de diagnostic sont essentielles pour confirmer la PPA, les signes cliniques et post-mortem pouvant être confondus avec toute autre maladie hémorragique porcine. De plus, la détermination conjointe des anticorps et des antigènes présents, est également importante pour délimiter la zone infectée, confirmer ou infirmer la présence de porteurs

asymptomatiques, mais aussi pour juger de la progression des programmes de contrôle mis en place (Sanchez-Vizcaino et al., 2011). La rapidité, la facilité et l'efficacité des différents tests existant sont des critères importants à développer dans les zones où la PPA est émergente, afin de dépister et d'abattre rapidement les porcs malades. La prophylaxie comprend aussi l'élimination correcte des cadavres et des litières, le nettoyage et la désinfection complète des locaux, ainsi que le contrôle des mouvements d'animaux. En outre, l'accent se porte également sur des enquêtes épidémiologiques approfondies en amont et en aval du foyer, associées à une surveillance de la zone infectée et des pays ou zones frontalières (OIE, 2014).

Dans les zones endémiques, l'objectif consiste dans un premier temps à la réduction de l'incidence de la maladie. La prophylaxie, également offensive, s'appuie principalement sur la lutte contre la divagation porcine et sur une politique d'isolement sanitaire des élevages (OIE, 2014). Il s'agit en effet de limiter les contacts directs et indirects entre porcs domestiques, entre porcs domestiques et sauvages, et entre porcs domestiques et tiques, afin de contenir l'expansion de la maladie (Guinat et al., 2016). Davantage de recherches sont requises afin de mieux caractériser le rôle des espèces sauvages réservoirs dans le maintien de la maladie (Jori et al., 2012). Les pratiques de chasse et de capture des porcs sauvages entraîneraient par exemple une augmentation des risques de transmission et d'expansion de la maladie, liée à la fragmentation et à la dispersion des populations sauvages chassées (EFSA, 2014).

D'un point de vue plus global, la prévention de la PPA repose sur la transmission d'informations précises ainsi que la mise en place de programmes d'éducation locale pour les éleveurs les plus modestes, concernant les principales sources d'infection, les pratiques d'élevage à risque, le contrôle des mouvements des animaux et des sous-produits, ainsi que le rôle des espèces sauvages. Il est également impératif de prévoir une compensation financière raisonnable pour les pertes occasionnées et d'améliorer l'accès aux services de santé. Enfin, l'étude des dynamiques et des contraintes économiques, politiques, sociales et culturelles adaptées à chaque région est tout aussi essentielle, pour estimer les mesures réalisables et envisager leur efficacité réelle (Costard et al., 2015 ; Guinat et al., 2016).

D'autre part, la mise en évidence des principaux facteurs de risque correspondant à la région étudiée, est fondamentale pour mettre en place des mesures de contrôle ciblées (Costard et al., 2009). De manière générale, ils incluent une forte densité porcine, la divagation dans les élevages traditionnels, le manque de biosécurité dans les élevages semi-intensifs et intensifs, une filière porcine peu structurée tant au niveau de la production que de la commercialisation, ainsi qu'un manque d'organisation du réseau d'épidémiologie-surveillance de la PPA (Penrith et al., 2012). Néanmoins, la hiérarchie de ces facteurs de risque varie largement selon les caractéristiques et les dynamiques particulières à chaque région. Par exemple au Sénégal, ce sont la divagation et les échanges commerciaux illégaux avec les pays voisins infectés qui sont les principaux facteurs de risque (Etter et al., 2011),

tandis que ce sont la densité porcine et la proximité des abattoirs au Nigeria (Fasina et al., 2012). À l'inverse, l'existence de facteurs de protection contre la maladie a aussi été démontrée, comme les moyens physiques d'isolement des élevages, la fréquentation des écoles secondaires par les éleveurs, le nettoyage régulier des enclos et les mono-élevages (Dione et al., 2015). Plus récemment, un nouveau facteur majeur d'expansion de la PPA a été mis en évidence en Afrique, consistant en la vente et/ou l'abattage d'urgence des porcs suspectés d'être infectés afin de limiter les pertes économiques (Costard et al., 2015 ; Dione et al., 2015).

L'éradication de la PPA en l'absence de vaccin disponible est possible, comme l'a montré le succès des programmes d'éradication suivis en Espagne et au Portugal, où la PPA était pourtant endémique depuis de nombreuses années (Sanchez-Vizcaino et al., 2011). Cependant, dans les pays en voie de développement, le manque de moyens financiers et l'absence de contrôle des mouvements d'animaux rendent ces mesures difficilement applicables. Les objectifs doivent alors plutôt reposer sur l'amélioration des systèmes d'élevage et des mesures de biosécurité, afin de réussir à contrôler l'expansion de la maladie et préserver les zones indemnes.

La Figure 5 regroupe les différentes lacunes identifiées par des chercheurs, dans l'épidémiologie de la PPA (Costard et al., 2013b) :

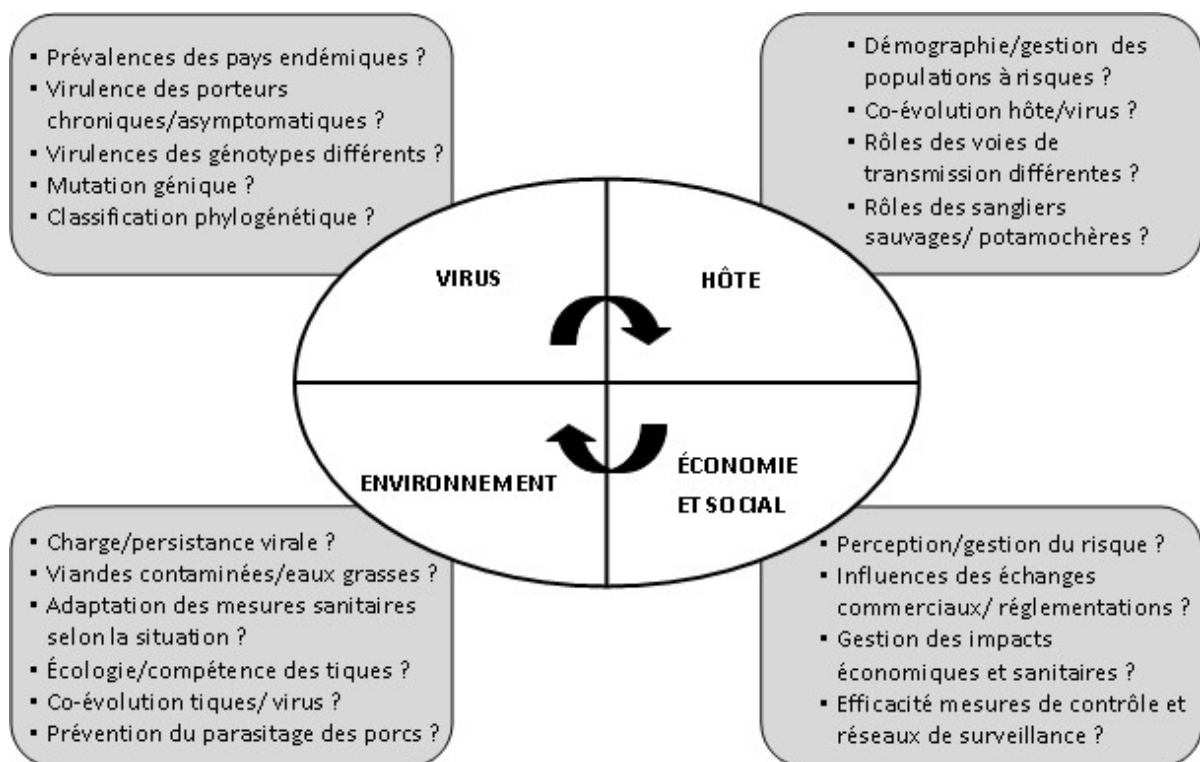


Figure 5 : Schéma regroupant les différentes lacunes identifiées dans l'épidémiologie de la peste porcine africaine (Costard et al., 2013b)

2. La peste porcine africaine à Madagascar

2.1. Présentation du pays

2.1.1. Biogéographie

Madagascar est un État insulaire situé dans l’Océan Indien (20° S, 47° E) et totalement séparé du reste du monde depuis environ 88 millions d’années, suite à l’éclatement du Gondwana. Cet isolement géographique y a permis le développement de groupes animaux et végétaux uniques au monde, caractérisé par un fort taux d’endémisme. Madagascar représente la 5^{ème} plus grande île du monde avec une superficie de 587 000 km² (Figure 6) (FAO, 2003).

Le relief et le climat varient très largement d’une région à l’autre, favorisant une grande biodiversité et constituant des écosystèmes distincts. De manière générale, l’île est divisée en une vaste région centrale – ou Hautes Terres – et des régions côtières, et est sous l’influence de deux saisons majeures : une saison des pluies du mois de novembre au mois d’avril, et une saison sèche de mai à octobre. Les températures varient également fortement selon l’altitude.

Au centre, la région des Hautes Terres est formée de plateaux et de collines, parsemés de lacs et dont l’altitude oscille entre 700 et 2 600 m. Le climat est tempéré, avec des étés chauds et pluvieux, et des hivers secs dont les températures peuvent parfois descendre sous les 10°C (Bretaudeau, 2008).

Au sud, le climat est quasi-saharien et le paysage désertique, avec une amplitude thermique variant de 6°C à 40°C. Les parties nord et nord-ouest sont marquées par des précipitations annuelles abondantes et des températures comprises entre 15°C et 37°C. La côte orientale, bordée par la forêt tropicale, est très humide et exposée annuellement aux cyclones entre les mois de janvier et mars. La partie ouest de l’île, moins pluvieuse, se compose de savanes et de forêts sèches (Bretaudeau, 2008). Tout le pays doit aujourd’hui faire face à un changement climatique marqué.

Depuis avril 2007, le découpage administratif officiel distingue 22 régions, issues de la fragmentation des six anciennes provinces : Diégo-Suarez (nord-est), Tananarive (centre), Majunga (nord-ouest), Tamatave (est), Fianarantsoa (centre-est) et Tuléar (ouest). Chaque région se divise selon les quatre niveaux suivants : districts, puis communes, *fokontany* (équivalent d’un quartier) et hameaux (Figure 7) (FAO, 2003).



Figure 6 : Carte géographique de Madagascar : principales villes et axes routiers (FAO, 2003)



LÉGENDE

- | | | | |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1- Diara | 6- Bongolava | 12- Atsinanana | 17- Astimo-Atsinanana |
| 2- Sava | 7- Sofia | 13- Analanjirifo | 18- Ihorombe |
| 3- Itasy | 8- Boeny | 14- Amoron'i Mania | 19- Menabe |
| 4- Analamanga | 9- Betsiboka | 15- Haute Matsiatra | 20- Astimo-Andrefana |
| 5- Vakinankaratra | 10- Melaky | 16- Vatovavy-Fitovinany | 21- Androy |
| | 11- Alaotra-Mangoro | | 22- Anôsy |

Figure 7 : Carte administrative de Madagascar avec ses 22 régions (FAO, 2003)

2.1.2. Population

À l'instar des paysages, les peuples malgaches sont aussi très diversifiés, issus d'un métissage de peuples venant d'horizons divers : Afrique, Indonésie, Proche-Orient, Europe. La société pluriculturelle malgache actuelle s'agence autour de dix-huit groupes culturels distincts aux traditions, modes de vie et dialectes différents. Les langues officielles sont le malgache et le français.

En 2015, la population était estimée à 24,24 millions d'habitants, dont 2,2 millions pour l'agglomération de Tananarive, avec un taux de croissance démographique de 2,8%, soit près du double de la moyenne mondiale. La mortalité infantile s'élève à 75‰ et l'espérance de vie moyenne à la naissance ne dépasse pas 65 ans (Banque Mondiale, 2015).

2.1.3. Politique et économie

Madagascar est une République démocratique à régime semi-présidentiel, dont la capitale et centre politico-économique est Tananarive (*Antananarivo* en malgache), située dans la région centrale des hauts-plateaux. Sa monnaie est l'Ariary (Ar), avec 1 euro équivalant à environ 3 600 Ar et 1 dollar US équivalant à environ 3 200 Ar (MAEDI, 2014).

Après les nombreuses crises politiques qui se sont succédées (1972, 1991-1992, 2001-2002 et 2009-2013), le pays retrouve progressivement le calme depuis l'élection de l'actuel président de la République, Hery Rajaonarimampianina, en 2014 et la nomination de son premier ministre actuel, Olivier Mahafaly Solonandrasana, en 2016. Cependant, ce régime se caractérise par une faible gouvernance, ouvrant la voie au pillage de ses ressources naturelles et minières.

La crise politique de 2009-2013 et la crise économique mondiale, ont eu un impact lourd sur le développement socio-économique du pays, qui affiche actuellement un produit intérieur brut (PIB) de 9,98 milliards US \$, soit un PIB par habitant estimé à 410 US \$ (Banque Mondiale, 2015). Madagascar est ainsi classé parmi les dix pays les plus pauvres du monde et se place au 154^{ème} rang mondial sur l'échelle de l'indicateur de développement humain du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) (Banque Mondiale, 2015).

Le PIB du pays se répartit avec 26,5% pour le secteur primaire (agriculture), 15,9% pour le secteur secondaire (industrie) et 57,6% pour le secteur tertiaire (services). Le nickel est le principal produit exporté (27% des exportations), suivi par le textile (23%) et les produits agricoles, notamment la vanille et le girofle (20%), dont les clients majoritaires sont la France, les États-Unis et la Chine. Les importations comprennent les matières premières (22% des importations), les équipements (15%), l'énergie (15%) et les biens de consommations (13%), dont les principaux fournisseurs sont la Chine et la France (MAEDI, 2014).

Depuis 2013, la croissance économique stagne aux alentours de 3%, les secteurs les plus porteurs (agroalimentaire, tourisme, exportations, travaux publics, grande consommation) nécessitant des investissements importants que l'instabilité politique persistante et des conditions économiques peu favorables ne permettent pas d'attirer (MAEDI, 2014).

2.1.4. Secteur agricole

Le secteur agricole, incluant les cultures, les productions animales, la pêche, la chasse et la sylviculture, compte pour 26,5% du PIB de Madagascar, impliquant près de 65% de la population malgache. Le pays compte plus de 2 millions d'exploitations, pour la plupart familiales, de petites tailles et fragmentées avec 0,8 hectares par ferme en moyenne (FAO et PAM, 2013 ; Banque Mondiale, 2015). La mécanisation agricole est très limitée, les travaux étant effectués manuellement ou par traction animale.

Madagascar dispose de vastes potentialités agricoles, animales et halieutiques grâce à sa diversité climatique et écologique (Tableau 2). Cependant, l'île est également fortement tributaire des changements climatiques, des passages annuels de cyclones et de l'érosion des sols. Les terres arables représentent 5 millions d'hectares, dont 30% seulement sont exploités (FAO et PAM, 2013 ; Banque Mondiale, 2015).

Les cultures vivrières représentent l'essentiel de la production, parmi lesquelles : le riz (45% des productions agricoles), le manioc, les haricots, le maïs, les patates douces et les pommes de terre. Le café, les clous de girofle, la canne à sucre, le sisal, le tabac, les litchis et la vanille (dont Madagascar est le premier producteur mondial) sont destinés au commerce et à l'industrie, et représentent 15% des productions agricoles (Blanchard, 2001 ; Bretaudeau, 2008).

Tableau 2 : Principales productions agricoles par régions de Madagascar (Bretaudeau, 2008)

HAUTS PLATEAUX	NORD	EST	OUEST	SUD
Fruits tempérés, maraîchage, thé, pomme de terre	Canne à sucre, cacao, vanille, mangue	Canne à sucre, vanille, litchis, banane, café, girofle, poivre, poissons	Tabac, canne à sucre, oignon, arachide, mangue, noix de cajou, poissons, crevettes	Coton, sisal, haricot, pois du cap, arachide

Les activités d'élevage, complémentaires à l'agriculture, procurent des revenus substantiels aux ménages ruraux et ont globalement un taux de croissance de l'ordre de 1% par an (Bretaudeau, 2008). L'animal présent de façon majoritaire est le poulet en raison de son faible coût d'achat et d'entretien, suivi du zébu puis du porc. En 2014, l'effectif total du cheptel malgache est estimé à 51 millions de têtes, dont 10 millions de bovins, 2,3 millions

d’ovins et caprins, 1,5 millions de porcs et 37 millions de volailles (FAOSTAT, 2014). Les élevages d’ovins et de caprins se concentrent dans les régions arides du sud et de l’ouest, et celui des volailles sur les Hautes Terres, où la production d’œufs, de poulets, ainsi que de canards gras est intensive. En revanche, les productions bovines et porcines se rencontrent dans tout le pays (Tableau 3) (MINEL, 2012a).

Tableau 3 : Recensement administratif des effectifs des cheptels bovins, porcins, ovins et caprins par province en 2012 à Madagascar, en nombre de têtes (MINEL, 2012a)

PROVINCE	BOVINS	PORCINS	OVINS-CAPRINS
TANANARIVE	1 831 750	618 700	29 940
DIEGO-SUAREZ	843 550	157 500	62 800
FIANARANTSOA	820 540	276 000	21 300
MAJUNGA	2 112 150	199 400	56 500
TAMATAVE	235 360	54 930	130
TULÉAR	4 194 250	211 650	2 129 860
TOTAL	10 037 600	1 518 180	2 300 530

2.1.5. Organisation des services de santé animale et d’élevage

Depuis la privatisation de la médecine vétérinaire en 1994 et le désengagement de l’État, le système de santé animale est divisé en deux entités distinctes.

La Direction des Services Vétérinaires (DSV), rattachée au Ministère de l’Élevage (Figure 8), est l’autorité compétente du secteur public, chargée de la santé animale et de la protection du consommateur. Elle est basée à Tananarive avec des annexes présentes dans chacune des régions. Les agents de la DSV sont des vétérinaires de l’État et des vétérinaires sanitaires (mandatés) qui réalisent les plans de vaccinations, les soins et la surveillance épidémiologique des maladies (Tableau 4) (DSV et Ministère de l’Elevage, 2016).

L’Ordre National des Docteurs Vétérinaires Malgaches (ONDVM) regroupe les vétérinaires du secteur privé. Estimés au nombre de 200 pour l’ensemble du pays, les vétérinaires sanitaires ont des zones d’activités très larges et un nombre moyen de visites par élevage très faible. Ainsi, les élevages les plus reculés ne bénéficient d’aucun suivi vétérinaire.

D’autres professionnels sont également en charge de la santé animale. Les techniciens d’élevage sont normalement formés par l’Etat ou par des vétérinaires, pour réaliser les vaccinations, les vermifugations, les castrations ou toutes injections, ainsi que pour la vente des médicaments dans les dépôts communaux. Les vaccinateurs s’occupent exclusivement

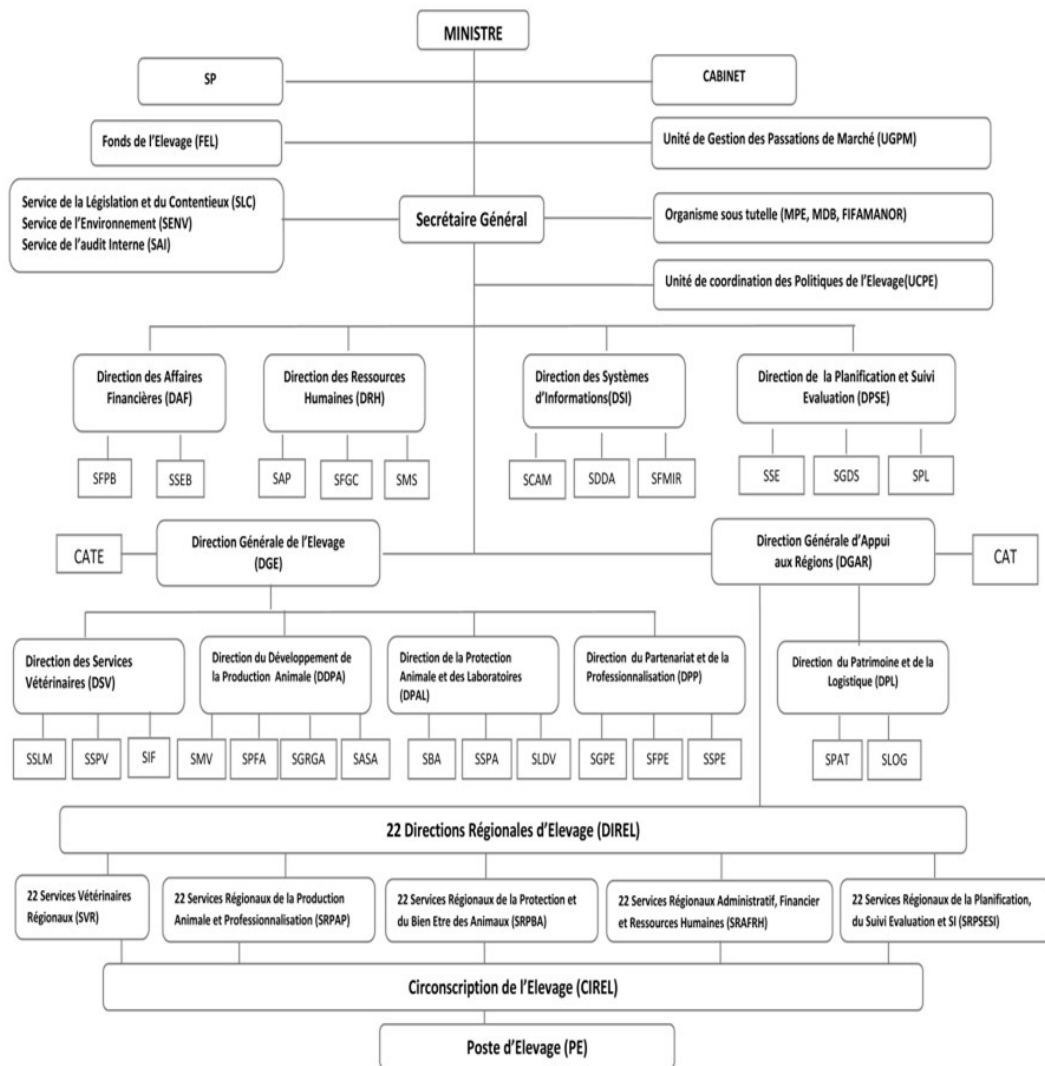
de la vaccination des élevages, notamment pendant les campagnes de vaccinations obligatoires bovines imposées par l'État. La disparité de formations des différents acteurs, le manque de moyens matériels et d'accessibilité, influencent la qualité des soins prodigués aux animaux et compromettent l'efficacité des services de santé animale (Blanchard, 2001 ; Grenier, 2005 ; Crepieux, 2014).

Pour pallier cette difficulté, des organisations paysannes se sont développées ces dernières années dans les différentes régions du pays afin d'améliorer les conditions d'agriculture et d'élevage dans les zones les plus reculées. La plus populaire étant la Maison du Petit Élevage (MPE), qui soutient les activités de production et de commercialisation animales. Elle a pour objectifs de promouvoir et de développer les élevages à cycle court, en encourageant la structuration des filières et en favorisant l'accès des éleveurs à la formation professionnelle et aux outils techniques. Cependant, le désengagement de l'État et le manque de moyens, entravent une fois de plus le développement de ces actions (PigTrop et CIRAD, 2005 ; MPE 2005a).

Tableau 4 : Répartition des vétérinaires sanitaires mandatés par région de Madagascar (MINEL, 2012a ; Raelina, 2012)

PROVINCE	Vétérinaires mandatés	Communes couvertes (%)	Nombre d'animaux (bovins, porcins, ovins et caprins)	Nombre moyen d'animaux par vétérinaires
TANANARIVE	34	92 %	2 480 390	19 078
DIÉGO-SUAREZ	7	77 %	1 063 850	151 979
FIANARANTSOA	12	77 %	1 117 840	93 153
MAJUNGA	22	77 %	2 368 050	11 632
TAMATAVE	16	28 %	290 420	18 151
TULÉAR	20	94 %	6 535 760	10 583
TOTAL/MOYENNE	111	75 %	13 856 310	50 763

ORGANIGRAMME DU MINISTRE DE L'ELEVAGE



SP : Secrétaire Particulier (Chef SP)

FEL : Fond de l'Élevage

UGPM : Unité de Gestion des Marchés Publics

UCPE : Unité de Coordination des Politiques de l'Élevage

SLC : Service de la Législation et du Contentieux

SENV : Service de l'Environnement

SAI : Service Audit Interne

SPAT : Service du Patrimoine

DGE : Direction Générale de l'Élevage

DGAR : Direction Générale d'Appui aux Régions

DSV : Direction des Services Vétérinaires

DDPA : Direction du Développement de la Production Animale

DPAL : Direction de la Protection Animale et des Laboratoires

DPP : Direction de la Partenariat et de la Professionnalisation

DAF : Direction des Affaires Financières

DRH : Direction des Ressources Humaines

DSI : Direction des Systèmes de l'Information

DPSE : Direction de la Planification et du Suivi Évaluation

DPL : Direction du Patrimoine et de la Logistique

DIREL : Direction Régionale de l'Élevage

SRPAP : Service Régional de la Protection Animale et de la Professionnalisation

SVR : Service Vétérinaire Régional

SRPBA : Service Régional de la Protection et du Bien-être des Animaux

SRAFRH : Service Régional Administratif, Financier et des Ressources Humaines

SRSEPSI : Service Régional de Suivi Évaluation et de la Planification et des

Systèmes de l'Informations

CIREL : Circonscription de l'Élevage

PE : Poste de l'Élevage

SSLMA : Service de Surveillance et de Lutte contre les Maladies Animales

SSPV : Service Santé Publique Vétérinaire

SIF : Service des Inspections Frontières

SLDV : Service Laboratoire de Diagnostic Vétérinaire

SPFA : Service de la Promotion des Filières Animales

SGRGA : Service de Gestion des Ressources Génétiques Animales

SASA : Service d'Appui à la Sécurisation Alimentaire

SBA : Service du Bien-être des Animaux

SSPA : Service de Surveillance et de Protection Animales

SMV : Service Médicaments Vétérinaires

SFP : Service de la Formation et de la Professionnalisation

SGPE : Service des Grands Projets d'Élevage

SPPE : Service de la Promotion de Partenariat de l'Élevage

SFPB : Service Financier et de la Programmation Budgétaire

SSEB : Service de Suivi de l'Exécution Budgétaire

SLOG : Service de la Logistique

SAP : Service de l'Administration du Personnel

SFGC : Service de Formation et Gestion des Carrières

SMS : Service Médico-Social

SCAM : Service de la Communication et de l'Appui à la Médiation

SDDA : Service du Développement, et de la Documentation et des Archives

SFMIIR : Service de la Formation, Maintenance Information et Réseaux

SSE : Service Suivi et Évaluation

SGDS : Service de la Gestion des Données Statistiques

SPL : Service de la Planification

SOAC : Service Orientation, Animation et Coordination

SSAR : Service Suivi des Activités des Régions

CAT : Cellule d'Appui Techniques

CATE : Cellule d'Appui Technique d'Élevage

Figure 8 : Organigramme du ministère de l'élevage (DSV et Ministère de l'élevage, 2016)

2.2. Élevage porcin à Madagascar

2.2.1. Historique et place socioculturelle du porc

À Madagascar, le cheptel porcin s'est constitué à partir du XVI^{ème} siècle, avec des porcs de races rustiques importés d'Europe et d'Asie. Mais considéré comme impur et interdit à la consommation jusqu'à l'expansion du christianisme, le porc ne vit le développement de sa production qu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Elle connut un essor considérable dans les années 1920, avec l'introduction de nouvelles techniques d'élevages et de races améliorées aux caractéristiques zootechniques meilleures, correspondant à une demande locale croissante.

Le porc (ou *kisoa* en malgache), est essentiellement consommé les jours de fête, mais est exclu des rites sacrificiels et des cérémonies mortuaires. La viande de porc représente la deuxième source de protéine animale après la viande de bœuf et son critère de qualité réside dans l'épaisseur de gras. Néanmoins son prix élevé ne la rend accessible qu'aux familles aisées.

L'élevage porcin joue un rôle majeur dans la valorisation des sous-produits agricoles, notamment rizicoles. Il permet également une capitalisation des revenus, jouant le rôle de livret d'épargne en cas de besoin urgent d'argent, et fait partie des signes de promotion sociale. En outre, il représente une stratégie d'innovation pour les éleveurs plus aisés souhaitant se lancer dans une nouvelle activité plus rentable. Toutefois, l'élevage et/ou la consommation de porcs sont traditionnellement tabous (*fady* en malgache) dans certaines régions (Ramamonjisoa et al., 1998 ; Franco, 2007).

2.2.2. Filière porcine

2.2.2.1. Description du cheptel porcin

En deuxième position en termes de valeur et en troisième position en termes de nombre comparé aux autres filières (Humbert, 2006), la filière porcine occupe une place importante dans l'économie malgache et représenterait 16% du PIB du sous-secteur de l'élevage (FAOSTAT, 2014 ; Banque Mondiale, 2015).

Cependant, l'effectif porcin national connaît d'importantes fluctuations annuelles, liées à la disponibilité en matières premières alimentaires et au contexte de crises sanitaires régulières (Crepieux, 2014), notamment depuis l'apparition de la PPA sur le territoire malgache en 1997, comme le montre la Figure 9. De plus, le nombre moyen d'animaux par élevage varie fortement d'une commune à l'autre, et la quantification du cheptel porcin résulte souvent d'une estimation (MPE, 2005a).

D'après le dernier recensement effectué en 2012, le cheptel national porcin malgache s'élève à 1 518 180 têtes, dont 180 000 têtes assurent la reproduction avec 113 000 truies et 67 000 verrats (MINEL, 2012a). Madagascar se place ainsi en 9^{ème} position parmi les pays

d’Afrique en termes d’effectif de porcs vivants, après par ordre décroissant : le Nigéria, l’Angola, le Malawi, l’Ouganda, le Burkina Faso, le Mozambique, le Cameroun et l’Afrique du Sud (FAOSTAT, 2014).

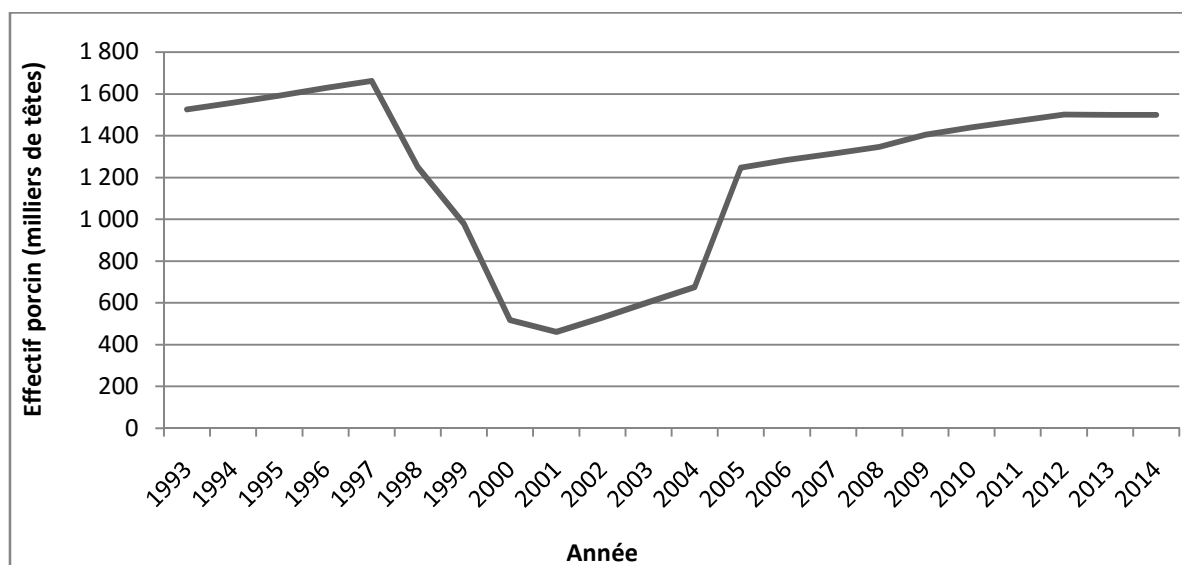


Figure 9 : Evolution de l’effectif porcin malgache entre 1993 et 2014, en nombre de têtes (FAOSTAT, 2014)

L’élevage porcin est très répandu dans tout le pays, avec néanmoins des provinces plus productrices comme celle de Tananarive qui représente plus de 40% de l’effectif national, et celle de Fianarantsoa avec presque 20% de l’effectif (MINEL, 2012a). Ces deux provinces, situées sur les Hautes Terres, sont en effet les centres historiques de l’élevage porcin et ont une meilleure accessibilité aux aliments que les autres provinces (Georges, 2015). D’autres provinces comme Majunga au nord-ouest et Diégo-Suarez au nord, sont également riches en élevages porcins. Une croissance de 7,8% de l’effectif total s’observe entre 2010 et 2012, associée à une forte augmentation de la population porcine dans la province de Diégo-Suarez, malgré une diminution dans celle de Tananarive (Tableau 5) (MINEL, 2012a).

Tableau 5 : Estimation des effectifs des cheptels porcins par province entre 2010 et 2012 à Madagascar, en nombre de têtes (MINEL, 2012a)

PROVINCE/ANNEE	2010	2011	2012
TANANARIVE	728 190	633 000	618 700
DIÉGO-SUAREZ	31 040	140 000	157 500
FIANARANTSOA	236 460	270 500	276 000
MAJUNGA	160 200	205 060	199 400
TAMATAVE	60 220	48 020	54 930
TULÉAR	192 390	179 400	211 650
TOTAL	1 408 500	1 475 980	1 518 180

2.2.2.2. Organisation de la filière

La filière porcine s'organise selon un modèle classique, dont les différents acteurs sont les suivants :

- Les éleveurs de porcs : aux pratiques essentiellement artisanales, ils sont la base de la filière et situés majoritairement en zone rurale, voire en zone périurbaine. D'après le dernier recensement effectué par le Ministère de l'agriculture entre 2004 et 2005, le nombre d'exploitations porcines s'élève à 520 624.
- Les fournisseurs d'aliments industriels et les provendiers locaux (maïs, manioc sec, son, tourteaux) : ils approvisionnent principalement les élevages moyens à grands.
- Les vétérinaires et techniciens d'élevage du secteur privé : ils assurent les suivis de troupeaux et de conduite d'élevage, le traitement des maladies et la prophylaxie (notamment lorsqu'ils sont mandatés par l'Etat). Leur faible nombre estimé à 200 pour tout le pays (Crepieux, 2014), soit un vétérinaire pour 70 000 animaux, entrave fortement leur disponibilité et la qualité des soins octroyés aux animaux.
- Les vaccinateurs villageois : anciens vétérinaires ou employés de l'administration formés à exécuter les prescriptions et/ou les traitements prophylactiques et que les éleveurs consultent à l'occasion (Grenier, 2005).
- Le secteur public : il est constitué de 90 vétérinaires, 61 ingénieurs d'élevage, 127 adjoints techniques et 197 assistants d'élevage (Andriamparany, 2012), regroupés entre le Ministère de l'Élevage, la DSV et les différentes Directions Régionales. Un statut particulier est accordé aux officiers de police judiciaire, qui regroupent les vétérinaires inspecteurs, chargés du contrôle sanitaire des produits d'origine animale et aquatique dans les marchés et aux frontières, ainsi que les ingénieurs d'élevages zootechniciens chargés du contrôle et de l'inspection de l'alimentation et de la reproduction animale. Il en est de même pour les agents inspecteurs, qui réalisent les inspections des viandes en abattoirs et dans les tueries, sous autorisations administrative et vétérinaire spéciales (Crepieux, 2014).
- Les lieux d'abattage : il en existe trois types qui diffèrent en termes de complexité infrastructurelle et de moyens dédiés à l'hygiène. Les plus rudimentaires sont les aires d'abattage, où les bouchers payent un droit d'accès pour y pratiquer l'abattage et la découpe des animaux qu'ils ont apportés. Les tueries, municipales ou privées (Figure 10), présentent une séparation des espèces et des étapes, avec du personnel réalisant l'abattage et la découpe. Les abattoirs proposent l'infrastructure la plus développée et se situent principalement à Tananarive. Ils appartiennent généralement à des grossistes qui achètent les porcs en grande quantité par

l'intermédiaire des collecteurs qui les amènent à l'abattoir. Les carcasses sont ensuite vendues directement aux bouchers (Crepieux, 2014).



Figure 10 : Tuerie municipale d'Imerintsiatosika – Itasy (photo T. Crepieux)

- Les bouchers (Figure 11), charcutiers et grossistes ; ils achètent les porcs vivants soit directement aux éleveurs soit indirectement aux collecteurs (Figure 12), puis les font abattre dans un abattoir ou une tuerie, avant de récupérer les carcasses et de les mettre en vente sur les marchés (Crepieux, 2014).



Figure 12 : Étal de boucher (photo Pigtrop)



Figure 11 : Transport de porcs vivants en vue d'abattage par un collecteur (photo T. Grangé)

2.2.2.3. Circuits de production et de consommation

La présence de la maladie de Teschen depuis les années 1950 et de la PPA depuis 1997, a fermé l'exportation de porcs vivants et de produits d'origine porcine. La commercialisation des porcs est donc exclusivement destinée à la consommation nationale. En 2010, la production annuelle de viande de porc s'élève à 55 000 tonnes, avec une augmentation de 10,1% entre 2000 et 2010. Madagascar se place ainsi en 5^{ème} position en termes de production de viande de porc en Afrique, après l'Afrique du Sud (338 000 tonnes), le Nigeria (226 000 tonnes), l'Ouganda (113 000 tonnes) et le Mozambique (97 000 tonnes) (FAOSTAT, 2013).

Plusieurs circuits de commercialisation locale sont possibles : les éleveurs vendent leurs animaux sur pieds soit directement aux bouchers, soit indirectement à des collecteurs qui viennent dans les élevages les plus reculés et revendent les animaux aux bouchers. Puis les porcs sont apportés soit dans un abattoir à Tananarive, soit plus généralement dans les tueries communales où les carcasses sont pesées et vendues sur place. Les carcasses issues des abattoirs et des tueries homologuées disposent d'une inspection vétérinaire et d'un estampillage, certifiant leur qualité sanitaire. Toutefois, de nombreuses tueries et aires d'abattages illégales existent, dépourvues de garantie sanitaire. En outre, les porcelets et les porcs en cours d'engraissement font l'objet de transactions soit entre éleveurs au marché ou dans l'élevage, soit entre éleveurs et bouchers par l'intermédiaire des collecteurs qui prospectent pour les éleveurs (Crepieux, 2014).

D'autre part, la saisonnalité de l'activité dépend fortement des besoins financiers de l'éleveur et du calendrier rizicole : les engraisseurs achètent leurs porcs après avoir vendu leur riz paddy (entre les mois de juillet et d'août pour les régions de l'ouest et de l'est, et de décembre à janvier pour celles du nord-est). À l'inverse, ils les vendent au moment du repiquage du riz (de décembre à janvier à l'ouest et à l'est de l'île, et de mai à juin dans la partie nord-est). Ainsi, il existe une grande hétérogénéité des porcs abattus en termes d'âge, de format, de race, de poids, de prix de vente (Tableau 6). Le rendement carcasse est ainsi estimé à environ 60 kg par porc en moyenne (MPE, 2005b ; Crepieux, 2014).

Tableau 6: Prix de vente des porcelets et des porcs engraisés en Ariary (MPE, 2005b)

TYPES D'ANIMAUX	Minimum	Maximum
Porc sevré (2 mois d'âge)	36 000	40 000
Porc engraisé (7 à 9 mois d'âge)	1 800	2 000

Considérée comme un produit de luxe, la viande de porc est très appréciée à Madagascar, notamment la race locale qui est recherchée pour son épaisseur de gras importante. Le prix moyen du kilo est largement variable selon le morceau choisi, la

provenance ou le lieu de vente, ainsi que la période de l'année (festivités). Il s'élevait par exemple entre 8 800 et 9 600 Ar en juin 2015 (avant la fête nationale), contre 8 000 à 8 200 Ar en mai 2015 (Georges, 2015). Toutefois, le prix de la viande de porc est globalement demeuré stable ces cinq dernières années en tenant compte de l'inflation, mais reste toujours plus élevé que celui de la viande de zébu et est équivalent à celui de la viande de volaille (Figure 13) (MPE, 2005b).

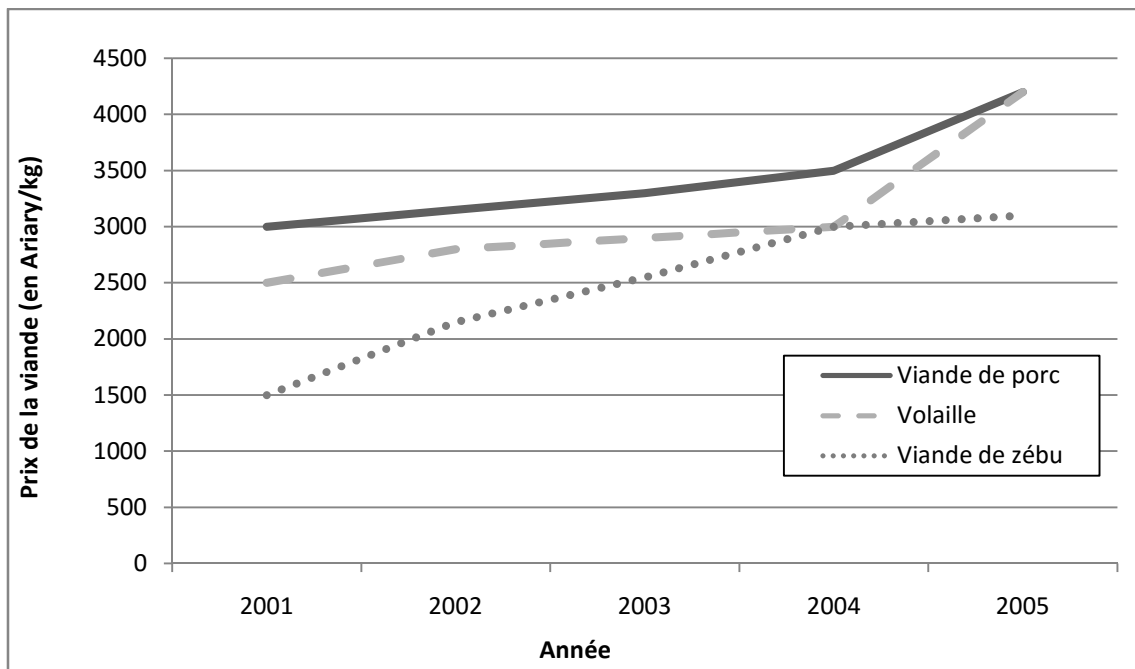


Figure 13 : Evolution du prix des viandes de porc, de zébu et de la volaille entre 2001 et 2005 (MPE, 2005b)

La consommation journalière moyenne de viande à Madagascar est très faible et estimée à environ 15g/jour/habitant, dont 85% sont constitués de viandes bovines, porcines et avicoles (FAO, 2003). Elle dépend directement du pouvoir d'achat des ménages et de la densité de la population, ainsi elle est plus élevée dans les zones urbaines et est exceptionnelle dans les régions rurales.

2.2.3. Conduite de l'élevage porcin

2.2.3.1. Races porcines

Il existe schématiquement trois types de races à Madagascar : la race locale (*kisoa zanatany* ou *kisoa gasy*), les races améliorées (*kisoa vazaha*) et les races métisses.

Les porcs de race locale se caractérisent par leur format longiligne, une robe noire ou grise, et un poids adulte aux alentours de 50 kg (Figure 14). L'avantage de cette race réside dans sa capacité d'adaptation en conditions difficiles, notamment avec des températures élevées et une alimentation pauvre, ainsi que dans sa faible exigence en termes d'entretien et de moyens financiers. Elle présente également une bonne fécondité avec des portées de

10 à 12 porcelets et 1,5 portée par an en moyenne (Crepieux, 2014). De plus, ces porcs fournissent une viande grasse très appréciée des malgaches. Néanmoins, la race locale a une croissance lente et un rendement carcasse d'environ 60% (Sedric, 1988), la rendant moins intéressante sur le plan économique que les races améliorées.



Figure 14 : Porc de race locale (photo T. Grangé)

Deux principales races dites améliorées, se rencontrent à Madagascar : la race Large White, qui se caractérise par un grand format et un port d'oreilles dressées, et la race Landrace, de grand format également mais avec un port d'oreilles horizontales vers l'avant (Figure 15). Ces deux races possèdent d'excellentes performances de prolificité et de croissance, ayant considérablement augmenté la productivité du cheptel porcin malgache depuis leur importation. Le rendement carcasse est d'environ 71% avec une bonne conformation et une viande maigre de qualité (Sedric, 1988). Ces avantages expliquent que les races améliorées sont actuellement présentes dans 58,1% des élevages (Andriamparany, 2012). Toutefois, elles restent exigeantes en termes de moyens financiers et ne s'adaptent pas à tous les milieux.



Figure 15 : Porcs de race améliorée, type Large White (photos T. Crepieux)

Les porcs métis résultent des croisements entre les races locales et les races améliorées, de plus en plus réalisés par les éleveurs afin de bénéficier des qualités des deux races (Figure 16). Ils présentent ainsi à la fois de bonnes aptitudes pour l'élevage et peu d'exigences en termes de soins (Crepieux, 2014).



Figure 16 : Porcs de race métisse (photos T. Grangé)

Le tableau 7 récapitule et compare les principales caractéristiques des races de type locale, Large White et Landrace (Razakamahefa, 2006) :

Tableau 7: Comparaison des différentes races porcines présentes à Madagascar (Razakamahefa, 2006)

RACES	ROBE	GMQ	IC	PROLIFICITE
LOCALE	Noire à grise ou pie	400 g	4	10 à 12
LARGE WHITE	Blanche	600 g	2,34	14
LANDRACE	Blanche	540 g	3	12 à 16

2.2.3.2. Types d'élevages

Trois types d'élevage se rencontrent à Madagascar : l'élevage familial de type traditionnel, l'élevage intermédiaire de type amélioré et l'élevage moderne de type intensif, dont les objectifs et les conduites d'élevage varient largement.

L'élevage traditionnel représente 70% des élevages porcins et est caractérisé par des effectifs moyens faibles par élevage (entre 1 et 10 porcs), l'utilisation de la race locale, une activité essentiellement d'engraissement (sans reproduction) et des animaux souvent élevés en divagation ou attaché au piquet (Figure 17).



Figure 17 : Porc de race locale maintenu au piquet sous un abri (photo T. Grangé)

Lorsqu'elles existent, les installations sont rudimentaires, avec des enclos en terre ou en bois. L'alimentation est principalement constituée de sous-produits agricoles et de restes de cuisine. Peu de moyens sanitaires sont mis en place, et les animaux bénéficient très rarement de traitements médicaux et antiparasitaires, ou de vaccinations. Présents exclusivement en milieu rural, l'objectif de ces élevages est alors la thésaurisation et la valorisation des ressources locales (déchets agricoles et alimentaires), dont le rendement est faible mais la rentabilité correcte grâce aux faibles investissements en intrants sanitaires et alimentaires (Grenier, 2005 ; Bretaudeau, 2008 ; Crepieux, 2014).

L'élevage amélioré se caractérise par des effectifs moyens plus importants, de l'ordre de 10 à 100 porcs, une utilisation des races métisses majoritairement et une activité d'engraissement (Figure 18). Les techniques d'élevage sont plus développées, avec une divagation moins fréquente et une alimentation complétée en maïs, son et manioc. Des mesures sanitaires et prophylactiques sont également mises en place, telles que le nettoyage régulier des bâtiments, la vaccination et la vermifugation. Situés principalement dans les zones périurbaines, ces élevages appartiennent souvent à des foyers ayant d'autres sources de revenus (employés, artisans, etc.) et dont l'objectif est d'apporter un boni (Grenier, 2005 ; Bretaudeau, 2008 ; Crepieux, 2014).



Figure 18 : Élevage amélioré (photo T. Grangé)

L'élevage moderne est de plus en plus rare à Madagascar, les crises successives et la menace de la PPA freinant fortement son développement. Il est caractérisé par des effectifs moyens de grande taille (plus de 100 porcs), l'utilisation de races améliorées et des activités de naisseur et d'engraisneur, fournissant des porcelets pour les autres élevages de la zone. Les animaux sont élevés en claustration dans des bâtiments en dur séparés en enclos, avec une alimentation rationnée et spécifique sous forme de provende achetée dans les dépôts. De plus, les éleveurs ont des connaissances concernant les contraintes hygiéniques et sanitaires, et les porcs ont généralement un suivi médical et prophylactique (Grenier, 2005 ; Bretaudeau, 2008 ; Crepieux, 2014).

D'un point de vue plus général, les élevages porcins malgaches ont une taille moyenne de 2,8 porcs par exploitation (Crepieux, 2014). Les sous-produits principaux sont les lisiers, qui servent à l'épandage pour les cultures et parfois comme aliment pour la pisciculture familiale. La reproduction est actuellement une des pratiques d'élevage les plus mal maîtrisées, impliquant une augmentation du taux de consanguinité et des risques de transmissions de maladies sexuellement transmissibles. Praticquée dans moins de 40% des exploitations (Benoît et Capo-Chichi, 2008), elle s'effectue quasi-exclusivement par monte naturelle : soit avec le verrat de l'élevage, soit avec l'intervention d'un verratier. Le mâle est alors déplacé d'élevage en élevage, et la saillie est généralement échangée contre un porcelet. Enfin, l'alimentation représente l'un des principaux freins au développement des élevages, occupant jusqu'à 85% de son coût total. Fluctuant largement en fonction des cours du marché et de la saison, ce budget alimentation n'est pas toujours à la portée des éleveurs (MPE, 2005b).

2.2.4. Principales maladies porcines rencontrées

Comme pour les autres maladies animales, la législation sur les maladies porcines à Madagascar, est incluse dans la loi n°2006/030 du 24 novembre 2006, relative à l'élevage. Les réglementations concernant la déclaration, la lutte et les mesures préventives et curatives des maladies sont décrites dans le titre V de cette loi. La filière porcine reste néanmoins soumise à de forts risques sanitaires : l'île est le seul pays africain où sont à la fois présentes la PPC, la PPA et la maladie de Teschen.

Les maladies porcines couramment rencontrées à Madagascar et leurs proportions respectives dans les élevages sont les suivantes (PigTrop et CIRAD, 2005) :

- Maladies virales : PPA (31,6%), maladie de Teschen (10,5%), PPC (5,3%) et grippe porcine
- Maladies bactériennes : pasteurellose (7,89%), colibacillose et salmonellose
- Maladies parasitaires internes (15,8%) : cysticerose, mégastrongylose, ascaridiose et trichurose
- Maladies parasitaires externes (15,8%) : gale et phtiriose

Il est par ailleurs rapporté que les porcs de races améliorées sont plus sensibles à la PPA, tandis que les porcs de race locale sont plus touchés par la cysticerose (Andriamparany, 2012).

Comme vu précédemment, le manque de connaissances concernant les pratiques sanitaires et les faibles revenus des éleveurs ne facilitent pas l'investissement dans les soins et la prophylaxie : très peu d'éleveurs vaccinent ou traitent leurs animaux contre les parasites internes et externes, et l'insécurité sanitaire menace fortement le développement de la filière porcine.

Le tableau 8 donne à titre d'exemple, le prix des différents vaccins disponibles, produits par l'Institut Malgache des Vaccins Vétérinaires (IMVAVET) (Kofoky, 2010).

Tableau 8 : Prix des différents vaccins disponibles à IMVAVET (Kofoky, 2010)

VACCINS	CONDITIONNEMENT	PRIX (Ariary)
SOVAXTRESCHEN (maladie de Teschen)	10 doses de 2 ml	8 000
RAMJIVAX (PPC)	10 doses de 1 ml	3 500
PNEUMOPORC (pneumonie)	20 doses de 1 ml	2 000

2.3. Situation de la peste porcine africaine à Madagascar

2.3.1. Historique et répartition

La peste porcine africaine a été introduite à Madagascar en 1997, probablement à partir d'eaux grasses contaminées issues des navires débarqués dans le sud de l'île (PigTrop et CIRAD, 2005).

Des foyers de mortalité porcine décimant jusqu'à 90% des cheptels touchés ont d'abord fait suspecter la PPC ou la maladie de Teschen, déjà présentes sur le territoire depuis 1947 pour la première et depuis 1965 pour la seconde (Rousset et al., 2001 ; Grenier, 2005). Ce n'est qu'en décembre 1998 que des prélèvements effectués sur des porcs malades ont confirmé la présence de PPA, par les techniques d'amplification génique et d'ELISA au laboratoire de l'AFFSSA (ancien nom de l'ANSES) de Maisons-Alfort en France (Roger et al., 2000).

Par conséquent, le diagnostic tardif ainsi que le manque de coordination nationale et de moyens préventifs, ont permis l'expansion rapide de la maladie dans le reste du pays via les grands axes routiers (Figure 19). Le pic de l'épidémie se situe entre septembre 1998 et mars 1999, causant une perte de plus de 60% du cheptel porcin national et une importante désorganisation de la filière (Rousset et al., 2001 ; Humbert, 2006).

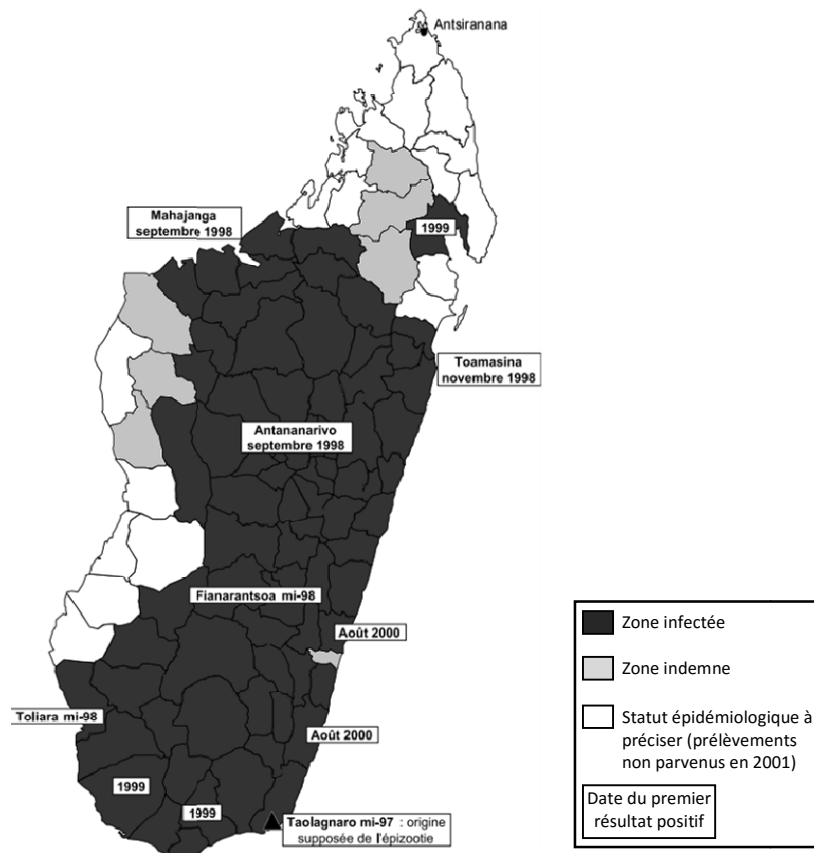


Figure 19 : Distribution de la peste porcine africaine à Madagascar en mai 2001 (Rousset et al., 2001)

Actuellement, la maladie circule à Madagascar sous forme enzootique, avec des pics sporadiques rapportés soit dans de nouveaux élevages, soit dans des élevages ayant déjà été infectés (Tableau 9). Seules quelques zones très enclavées restent encore indemnes. La maladie est entretenue par des pratiques d'élevage extensif, comprenant la divagation des porcs et une alimentation à base de restes de cuisine (PigTrop et CIRAD, 2005).

Tableau 9 : Foyers déclarés à l'OIE entre 1998 et 2014 à Madagascar, et animaux malades ou morts associés (OIE et WAHIS, 2016)

Années	Foyers déclarés	Porcs infectés	Porcs morts
1998	50	153 229	107 260
1999	85	12 088	6 156
2000	33	600	577
2001	-	-	-
2002	72	3 109	2 772
2003	41	1 680	1 576
2004	22	911	746
2005	17	382	337
2006	7	176	211
2007	-	880	875
2008	-	-	-
2009	-	-	-
2010	7	144	144
2011	4	146	146
2012	3	45	45
2013	7	47	35
2014	7	37	37
2015	3	11	11

2.3.2. Épidémiologie

À Madagascar, la présence de deux hôtes naturels sur le territoire a été rapidement mise en évidence : les tiques molles de l'espèce *Ornithodoros porcinus* et les potamochères *Potamochoerus larvatus*, (Roger et al., 2000), sans que leurs rôles épidémiologiques ne soient encore clairement définis (Jori et al., 2012).

2.3.2.1. Cas du potamochère *Potamochoerus larvatus*

Le potamochère *Potamochoerus larvatus* (*lambo*, *lambo dia* ou *lambo ala* en malgache) est un Suidé sauvage, seul représentant de l'ordre des Artiodactyles et le plus grand mammifère sauvage présent à Madagascar depuis l'extinction de la mégafaune. Exogène,

son introduction humaine depuis l'est du continent africain remonterait à au moins 1 500 ans. Caractérisé par un pelage de couleur marron foncé et un museau allongé (Figure 20), *P. larvatus* a une activité essentiellement nocturne et se rencontre principalement dans les zones forestières sèches à humides (Figure 21), avec de fortes fluctuations dans la densité de ses populations selon l'abondance en nourriture et la pression de chasse (Ramy-Ratiarison, 2014 ; PigTrop et CIRAD, 2007).



Figure 20: Potamochoerus larvatus (photo W. Van Schalkwyk)

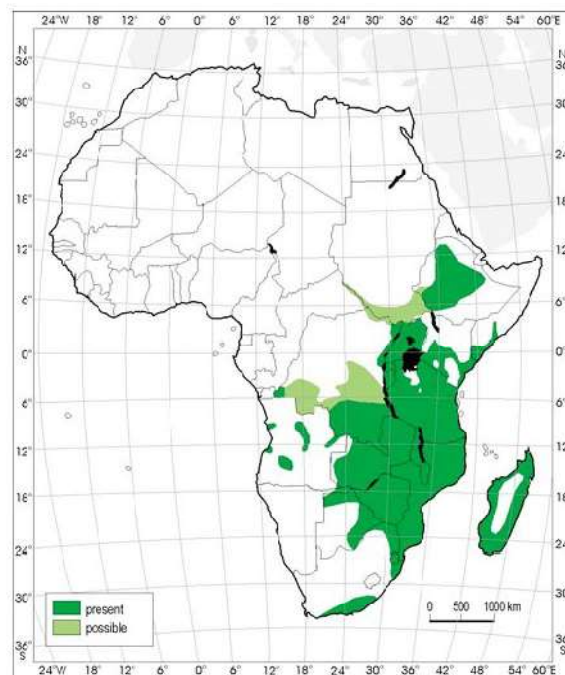


Figure 21 : Aire de distribution de Potamochoerus larvatus (Jori, 2009)

D'un point de vue socio-économique, la viande de potamochère représente une ressource importante de protéines animales accessibles aux foyers les plus modestes (deux à trois fois moins chère que la viande de porc), ainsi qu'un complément de revenu pour les villageois des zones rurales, permettant d'affronter les périodes de soudure, notamment depuis l'apparition de la PPA qui a décimé une grande partie du cheptel porcin (PigTrop et CIRAD, 2007 ; Ramy-Ratiarison, 2014).

Le rôle épidémiologique des potamochères sur la PPA reste encore mal défini. Il a été montré qu'ils étaient naturellement infectés par l'ASFV sans manifestation de signes cliniques ni de virémie, et avec un taux de prévalence de l'infection faible (Jori et al., 2009 ; Stahl et al., 2014).

La transmission directe de l'ASFV aux porcs domestiques a été mise en évidence expérimentalement, ainsi qu'une persistance du virus dans les nœuds lymphatiques pendant 34 semaines (Anderson et al., 1998). D'autre part, les potamochères sont capables d'approcher de très près les villages durant la nuit, dans le but de consommer les produits des cultures, en particulier le maïs et le manioc, supposant une transmission directe ou indirecte possible avec les porcs domestiques. En revanche, les cas isolés d'hybridation entre porc et potamochère qui ont été rapportés par les villageois n'ont jamais pu être vérifiés, suggérant davantage de recherches concernant la nature réelle et la quantification des interfaces entre porcs et potamochères (Rouillé et al., 2014 ; Stahl et al., 2014).

Néanmoins, ce sont plus probablement les pratiques de chasse des potamochères qui font l'objet d'une transmission indirecte du virus. En effet, les potamochères sont soit apportés vivants au village et stockés dans les enclos des porcs, soit abattus en forêt puis éviscérés au village et leurs carcasses stockées dans des endroits potentiellement accessibles aux porcs, soit éviscérés directement en forêt (Ramy-Ratiarison, 2014). Ainsi, les porcs domestiques sont fortement susceptibles de se contaminer en ingérant les carcasses et viscères infectés de potamochères, aussi bien dans leurs enclos qu'en divagation dans la forêt à proximité.

2.3.2.2. Cas de la tique *Ornithodoros porcinus*

La tique *Ornithodoros porcinus*, est une tique molle de la famille des Argasidés appartenant au complexe d'espèces *Ornithodoros moubata*, seul réservoir invertébré de l'ASFV (Sanchez-Bojita, 1963).

Son cycle de développement de vie comprend trois stades (larvaire, nymphal et adulte) et dure entre 76 et 155 jours, selon les conditions environnementales (Figure 22). Ce sont des tiques hématophages, endophiles et photophobes. En effet, elles se détachent de leurs hôtes immédiatement après leurs repas sanguins qui durent 15 à 60 min, et vivent dans le sol, la terre ou le sable, mais peuvent aussi se rencontrer dans les habitations humaines ou les porcheries (Ravaomanana, 2011).

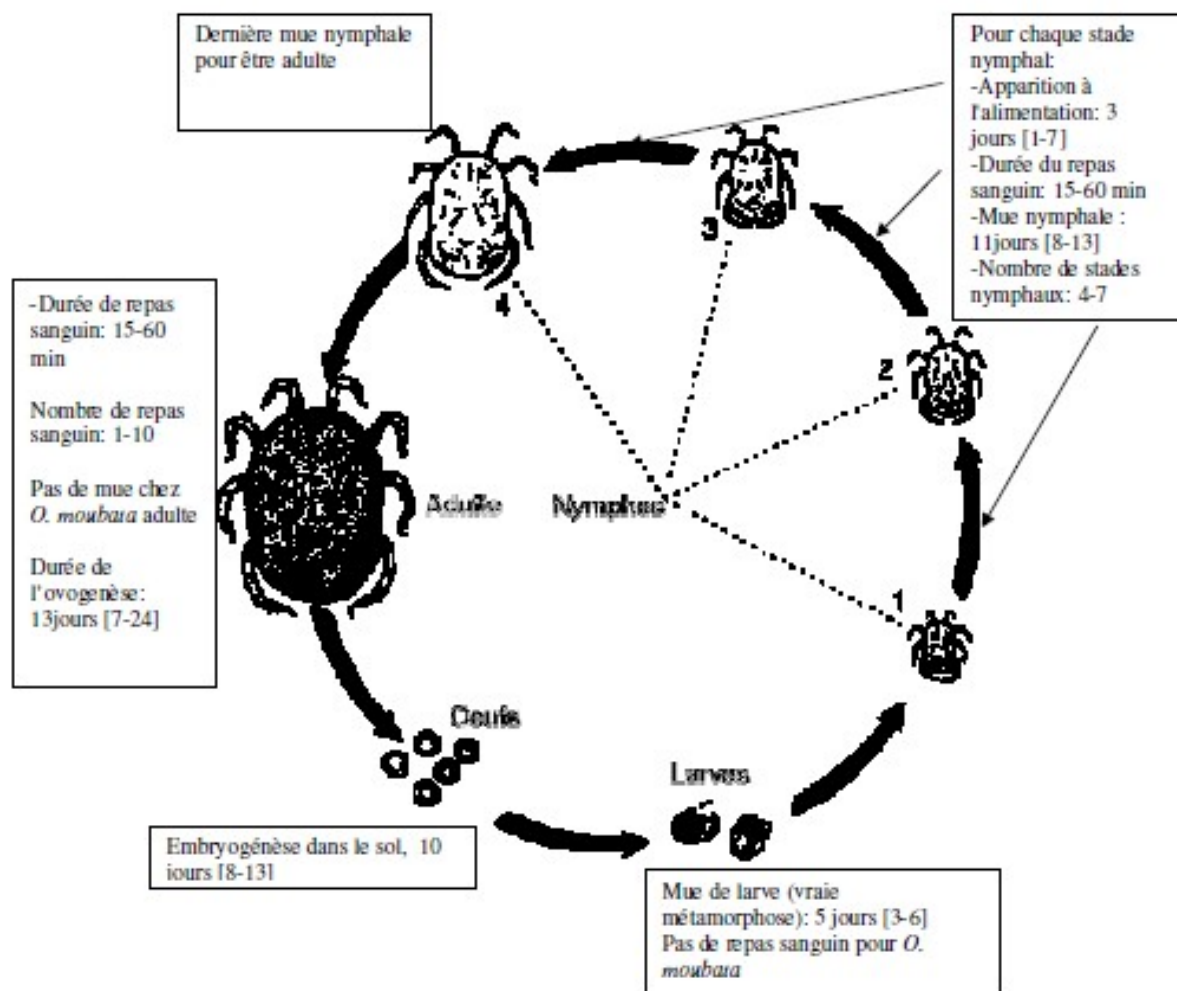


Figure 22 : Cycle de vie des tiques molles *Ornithodoros moubata* (Ravaomanana, 2011)

Encore peu étudiées à Madagascar, leur association étroite avec les porcs domestiques et certains foyers de PPA, a rapidement suggéré que les tiques *O. porcinus* jouaient un rôle dans la transmission et/ou le maintien de la PPA à Madagascar (Roger et al., 2001). Bien que *O. porcinus* montre une préférence pour les phacochères et les porcs domestiques, le parasitage des potamochères a été également démontré expérimentalement (Anderson et al., 1998). Néanmoins, la transmission du virus aux tiques *O. porcinus* semble peu probable dans la mesure où les potamochères ne creusent pas de terriers favorables à l'hébergement de tiques (Ravaomanana, 2011).

La présence d'ASFV, plus précisément du génotype II chez *O. porcinus*, a été mise en évidence à quatre ans d'intervalle dans une ferme où aucune introduction de porcs infectés n'avait eu lieu (Ravaomanana et al., 2010). Ce fait illustre la capacité de persistance à long terme du virus chez ces tiques et confirme leur rôle de réservoir naturel et de vecteur compétent de la PPA à Madagascar. De plus, le contact entre porcs domestiques et tiques molles a également été démontré, alors que celui entre potamochères et tiques molles reste très peu probable (Ravaomanana et al., 2011). Néanmoins, la répartition géographique restreinte de *O. porcinus* à Madagascar limite son rôle épidémiologique.

2.3.2.3. Cycles et facteurs de transmission

Par conséquent, le cycle de transmission de la PPA à Madagascar est caractérisé par une large prédominance du cycle domestique entre porcs, devant le cycle porcs-tiques et le cycle sylvatique potamochères-tiques qui apparaît négligeable (Costard et al., 2007). La PPA concerne donc majoritairement les populations de porcs domestiques, avec des pics saisonniers de foyers ainsi que des symptômes peu spécifiques rapportés par les éleveurs. Bien que la circulation actuelle de l'ASFV au sein des élevages porcins soit confirmée (Costard et al., 2013a), l'estimation de la prévalence de la maladie dans la population porcine n'est pas disponible. Elle se confronte en effet à de nombreuses difficultés en termes de moyens, d'accès et d'absence de diagnostic de certitude en laboratoire.

Les principaux facteurs de transmission et de maintien de la maladie résident dans les contacts directs entre porcs, favorisés par des pratiques d'élevage qui facilitent l'expansion et la persistance du virus : la divagation des porcs, les marchés vivants d'animaux, l'absence de mise en quarantaine lors de l'introduction d'un nouvel animal dans l'élevage, les méthodes de reproduction naturelles, l'abattage familial et la vente des porcs supposés infectés pour éviter les pertes économiques (Costard et al., 2013a). La présence d'anciens foyers de PPA et les contacts entre porcs sont également des facteurs significatifs d'introduction de la maladie dans de nouveaux élevages, devant les risques présentés par la nourriture ou les objets contaminés (Randriamparany et al., 2005 ; Costard et al., 2007).

2.3.2.4. Épidémiologie moléculaire

L'analyse phylogénétique du virus circulant à Madagascar, a mis en évidence la présence d'un virus dont la séquence présente 99,2% d'homologie avec le virus responsable des foyers de 1994 au Mozambique, confirmant la probable introduction de la PPA depuis le Mozambique. De plus, la culture cellulaire sur des leucocytes porcins a permis la caractérisation d'un virus non hémadsorbant et non cytopathogène, contrairement à la majorité des souches d'ASFV existantes (Gonzague et al., 2001). Enfin, les méthodes de séquençages par PCR ont mis en évidence la circulation d'un unique génotype à Madagascar ces dix dernières années : le génotype II, suggérant notamment une stabilité de la souche liée à l'absence d'un cycle sylvatique, ainsi qu'un contrôle frontalier rigoureux (Bastos et al., 2003 ; Rakotoarisoa, 2015).

2.3.3. Impacts socio-économiques

Les pertes dues à la PPA depuis son arrivée en 1997 à Madagascar, ont été extrêmement désastreuses (Grenier, 2005 ; MPE, 2005b ; Franco, 2007) :

- Diminution du cheptel national de plus de la moitié entre 1997 et 1999 (Figure 23) : mortalités directes et abattages sanitaires représentant une perte estimée à plus de 21 millions d'euros par an ;

- Pertes économiques pour les éleveurs ;
- Arrêt des activités d'élevage porcin d'environ un éleveur sur cinq et disparition de la majorité des élevages modernes : éleveurs démobilisés et réticents à investir dans l'élevage porcin ;
- Diminution du nombre et de l'effectif des troupeaux avec une baisse significative de la technicité des éleveurs actuels ;
- Disparition des animaux de bonne valeur zootechnique : pertes de la majorité de la génétique améliorée développée avant 1997 et augmentation du taux de consanguinité ;
- Diminution importante de l'immunisation contre les autres maladies porcines (PPC et maladie de Teschen) : efficacité des vaccins remise en cause par les éleveurs devant la mortalité porcine ;
- Disparition des provenderies industrielles ;
- Diminution du chiffre d'affaire des vétérinaires privés ;
- Développement des importations des viandes porcines congelées ou réfrigérées ;
- Interdiction des exportations de viandes porcines ;
- Augmentation du prix de la viande de porc et baisse de la consommation ;
- Diminution des protéines animales disponibles.

Ces pertes ont concerné la quasi-totalité du territoire, en particulier les régions où la densité de la population porcine était plus élevée : la région d'Alaotra-Mangoro (85% du cheptel entre 1997 et 2002), la région de Vakinankaratra (76% du cheptel entre 1998 et 2003) et la région d'Itasy et Bongovalala (70% du cheptel) (MPE, 2005a).

Une étude évaluant les impacts économiques des principales maladies porcines à Madagascar, place la PPA au 2^{ème} rang en termes d'importance épidémiologique (Tableau 10) et au 3^{ème} rang en termes d'importance économique (Tableau 11), parmi la cysticercose, la maladie de Teschen et la PPC (Andriamparany, 2012). Elle estime également que sans maladies porcines, l'élevage porcin pourrait contribuer à 1% du PIB du pays (Andriamparany, 2012).

Tableau 10: Hiérarchisation des principales maladies porcines rencontrées à Madagascar, selon leurs impacts épidémiologiques (Andriamparany, 2012)

Maladies	Caractère zoonotique	Mortalité	Prévalence	Chute de production	Avortement	Total	Rang
Cysticercose	15	12	9	6	0	42	1 ^{er}
PPA	0	20	12	4	2	38	2^{ème}
PPC	0	16	15	4	1	36	3 ^{ème}
Maladie de Teschen	0	16	9	4	1	30	4 ^{ème}

Tableau 11 : Hiérarchisation des principales maladies porcines rencontrées à Madagascar, selon leurs impacts économiques (Andriamparany, 2012)

Maladies	Coûts directs (millions Ar)	Coûts indirects (millions Ar)	Coûts de lutte (millions Ar)	Total (millions Ar)	Rang
Cysticercose	35 254	981 120	0	1 013 374	1 ^{er}
Maladie de Teschen	38 645	17,6	55 528	38 818	2 ^{ème}
PPA	32 092	8,2	18,2	32 118	3^{ème}
PPC	16 150	5,3	21	16 176	4 ^{ème}

2.3.4. Lutte contre la PPA et relance de la filière

Face à cette catastrophe, des mesures gouvernementales ont été instaurées pour endiguer l'épizootie et limiter ses impacts désastreux (Arrêté Interministériel du 13 janvier 1999).

À partir de 1999, un réseau d'épidémiologie-surveillance a été mis en place par les services vétérinaires dans le cadre d'un Projet de Coopération Technique (TCP) financé par la FAO (Blanchard, 2001), ainsi qu'une section de diagnostic à l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM), des barrages sanitaires et des campagnes d'informations et de sensibilisation (Figure 23).

En 2003, une Commission Spéciale de Relance Porcine (CSRP) a été établie par le Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP) en collaboration notamment avec la DSV et la Maison du Petit Elevage (MPE) (Figure 23). En renforcement des dispositions et réglementations déjà établies, ses objectifs étaient les suivants (MPE, 2005a ; Grenier, 2005 ; Franco, 2007) :

- Interdiction stricte de l'état de divagation des porcs (Arrêté Interministériel du 8 mars 2000) ;
- Déclaration des élevages aux maires de la commune ;
- Contrôle des mouvements d'animaux (Arrêtés Interministériels du 4 octobre et du 13 décembre 2001) et des abattages ;
- Vaccination obligatoire contre la maladie de Teschen et la PPC ;
- Normes techniques de l'élevage porcin (Arrêté Interministériel du 17 août 2000) : emplacement, choix des bâtiments, normes d'alimentation, etc. ;
- Amélioration des techniques de reproduction : importation de reproducteurs sains à haute valeur génétique et développement de l'insémination artificielle ;
- Campagnes de sensibilisation, d'informations et de formations des éleveurs à travers la création de Groupements de Défense Sanitaire (GDS).

Malgré tout, ces actions n’ont pas eu les effets attendus et la politique nationale de relance porcine n’est plus clairement définie. En effet, l’implication de nombreux acteurs privés et publics, le manque de clarté de la répartition des tâches, les problèmes de disponibilité des moyens humains et matériels, ainsi que le manque d’investissements financiers, ont complexifié la mise en œuvre de ces programmes. De plus, les pratiques d’élevage traditionnel et le manque de ressources allouées aux services vétérinaires rendent difficile l’application de l’interdiction de la divagation et le maintien du réseau d’épidémiologie-surveillance (MPE, 2005a ; Grenier, 2005 ; Rakotoarisoa, 2015). Le nombre de foyers annuels déclarés par Madagascar à l’OIE est ainsi très peu élevé en raison d’une remontée déficiente de l’information sanitaire des éleveurs vers les vétérinaires sanitaires.

Néanmoins, les nombreuses initiatives des éleveurs, motivés par la reprise de leurs activités et souhaitant améliorer leurs techniques de production, sont soutenues par la MPE qui montre certaines performances, comme l’ouverture du premier laboratoire d’insémination artificielle à Tananarive en 2012 (MINEL, 2012b). Le Programme de Promotion des Revenus Ruraux (PPRR) financé par le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA), œuvre également depuis quelques années à l’appui technique et à la formation des producteurs vulnérables de la région de la côte est de Madagascar (Benoît et Capo-Chichi 2008 ; Georges, 2015) et affiche de bons résultats (Capo-Chichi, 2008).

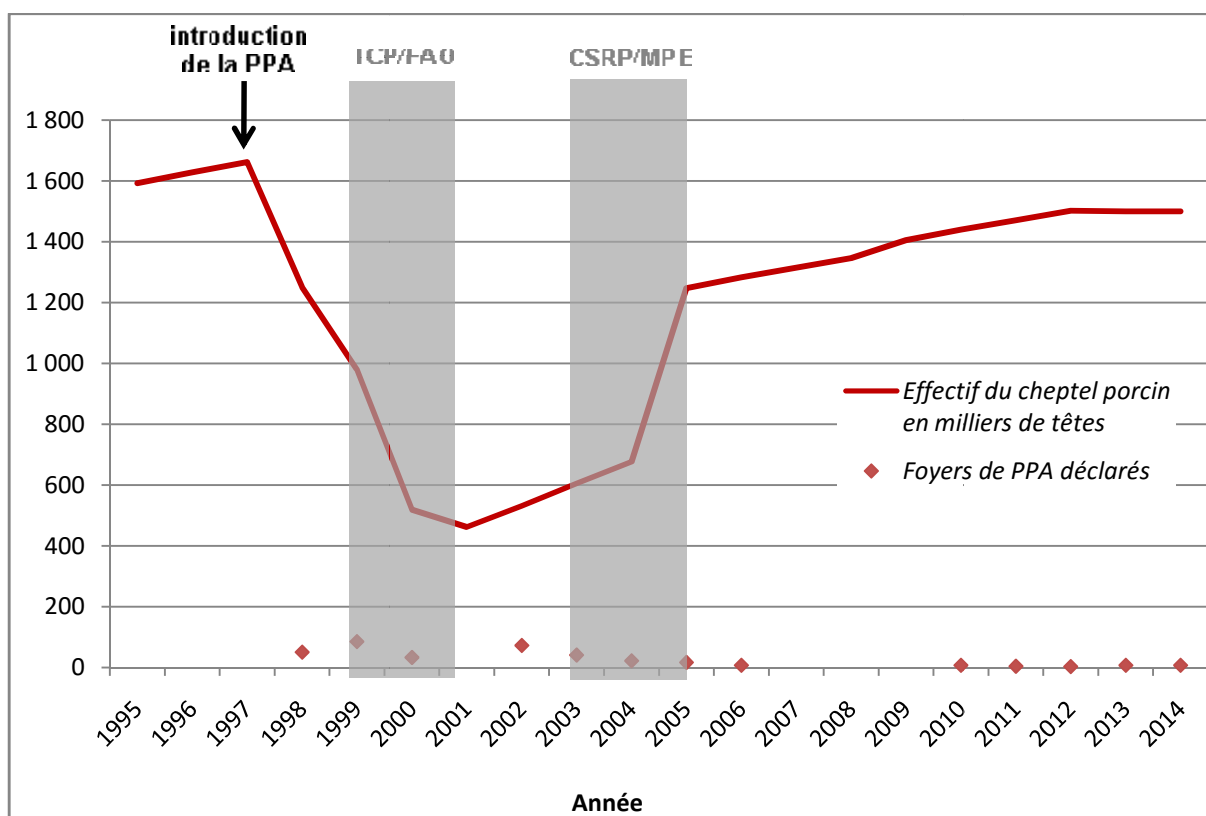


Figure 23 : Évolution de l’effectif du cheptel porcine malgache entre 1993 et 2014 en relation avec la présence de PPA et les mesures prophylactiques (FAO 2014 ; OIE et WAHIS, 2016)

3. Conclusion de la première partie

Lors de son introduction sur le territoire malgache à la fin des années 1990, les autorités ont tardé à réagir et la PPA est rapidement devenue endémique, causant de sévères impacts socio-économiques et une importante déstabilisation de la filière porcine. L'absence de traitement ou de vaccin efficace à l'heure actuelle, impose la mise en place de mesures sanitaires drastiques et permanentes, pour espérer éradiquer la maladie ou du moins endiguer son expansion. Malgré la succession de plusieurs plans de relance de la filière ces dernières années visant à améliorer les conditions techniques et sanitaires des élevages et à sécuriser les revenus, les résultats restent fragiles et il n'existe actuellement pas de réelle lutte nationale et durable contre la PPA à Madagascar. Ainsi, toujours d'actualité, la maladie constitue une menace permanente pour les éleveurs qui se découragent et limitent leurs investissements par peur des pertes conséquentes en cas d'épidémie, entravant considérablement le développement de la filière porcine.

De plus, la caractérisation de la PPA à Madagascar, en termes de prévalence, de foyers et de répartition spatio-temporelle, est extrêmement difficile. En effet, très peu d'informations concernant les foyers sont rapportées à la DSV par les éleveurs qui craignent les conséquences économiques des abattages sanitaires. Il n'existe également pas de réseau d'épidémiologie-surveillance efficace avec des agents sentinelles répartis sur l'ensemble du territoire pour recenser les foyers. À l'inverse, l'absence de réalisation systématique des tests diagnostics de certitude, favorise l'attribution de la PPA à presque toutes les épidémies observées.

Les chances d'éradication de la maladie sont également fortement réduites par la difficulté d'évaluer la part respective des facteurs de risque, tels que la biosécurité des élevages, le commerce des animaux et le cycle sauvage potentiel de transmission du virus. D'autre part, le rôle épidémiologique des potamochères *P. larvatus* est encore mal élucidé, et les interfaces potamochères-porc domestiques mal définies.

Dans ce contexte, l'objectif général de notre étude est donc de caractériser les élevages porcins et les foyers de PPA, ainsi que d'évaluer les facteurs de risque qui leur sont associés, notamment ceux en relation avec la présence de potamochères, à l'aide d'enquêtes épidémiologiques transversales réalisées auprès des éleveurs porcins dans les zones d'interface avec le potamochère. Elle s'inscrit en parallèle et en complémentarité d'enquêtes effectuées auprès des chasseurs, exploitées et présentées dans la thèse vétérinaire de Rianja Rakotoarivony, étudiant les enjeux socio-épidémiologiques de la filière potamochère. La coordination de ces deux études vise à aboutir à une approche « *OneHealth-EcoHealth* », c'est-à-dire à une analyse globale de la santé animale et humaine à l'interface homme-animal, rattachée aux contextes écologiques, socio-économiques et politiques, dont Madagascar représente un terrain d'étude privilégié.

DEUXIÈME PARTIE :
MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

L'étude a été menée sous forme d'une enquête transversale, qui s'est déroulée selon une première phase d'enquête pilote en 2014, puis quatre périodes d'enquête respectivement en mai 2015, septembre 2015, décembre 2015 et mars 2016. Le choix des périodes d'enquête a été fait en fonction des périodes d'accessibilité des zones d'étude et de la disponibilité des enquêteurs. La récolte des données sur le terrain a été suivie d'une phase de saisie puis de traitement des données.

1. Zones d'étude

Le choix des zones d'étude s'est donc effectué en fonction des zones d'interface porcs domestiques-potamochères, c'est-à-dire des zones recoupant densité de population porcine et probabilité de présence de potamochères moyennes à élevées. En outre, la sélection s'est également portée sur des zones où très peu voire aucune information n'avait encore été recueillie, la majorité des travaux précédents sur la PPA en élevage porcin s'étant en effet déroulée dans les régions des Hautes Terres ou du lac Alaotra.

Ainsi, compte tenu de ces conditions et d'après les chercheurs du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), les vétérinaires de la DSV et les chercheurs du Département de Recherches Zootechniques Vétérinaires (DRZV) de Madagascar, les aires les plus fructueuses et intéressantes pour notre étude étaient situées dans les régions du Boeny, du Menabe, d'Atsimo-Andrefana, d'Atsinanana et d'Analanjirifo, dans les zones à proximité des forêts et des points d'eau.

1.1. La région du Boeny

1.1.1. Généralités

Située le long du littoral nord-ouest de Madagascar, la région du Boeny est composée de six districts : Majunga I, Majunga II, Soalala, Mitsnijo, Marovoay et Ambato-Boeny dont la ville de Majunga est le chef-lieu (Figure 24).

Son relief se compose de plaines (à moins de 800 m d'altitude en moyenne) qui longent le fleuve Betsiboka et de zones sablo-gréseuses. Le climat est de type tropical semi-humide avec une saison humide et chaude de novembre à avril, et une saison sèche et fraîche de mai à octobre (CREAM, 2013).

Le district de Marovoay abrite une vaste forêt naturelle et protégée de 130 026 ha : le Parc National de l'Ankarafantsika, constituant un habitat idéal pour les potamochères dont les populations présentent une forte densité (Goutard, 1999). En effet, l'arbuste fruitier *Strychnos spinosa* y est abondant et très apprécié des potamochères (Rouillé et al., 2014).

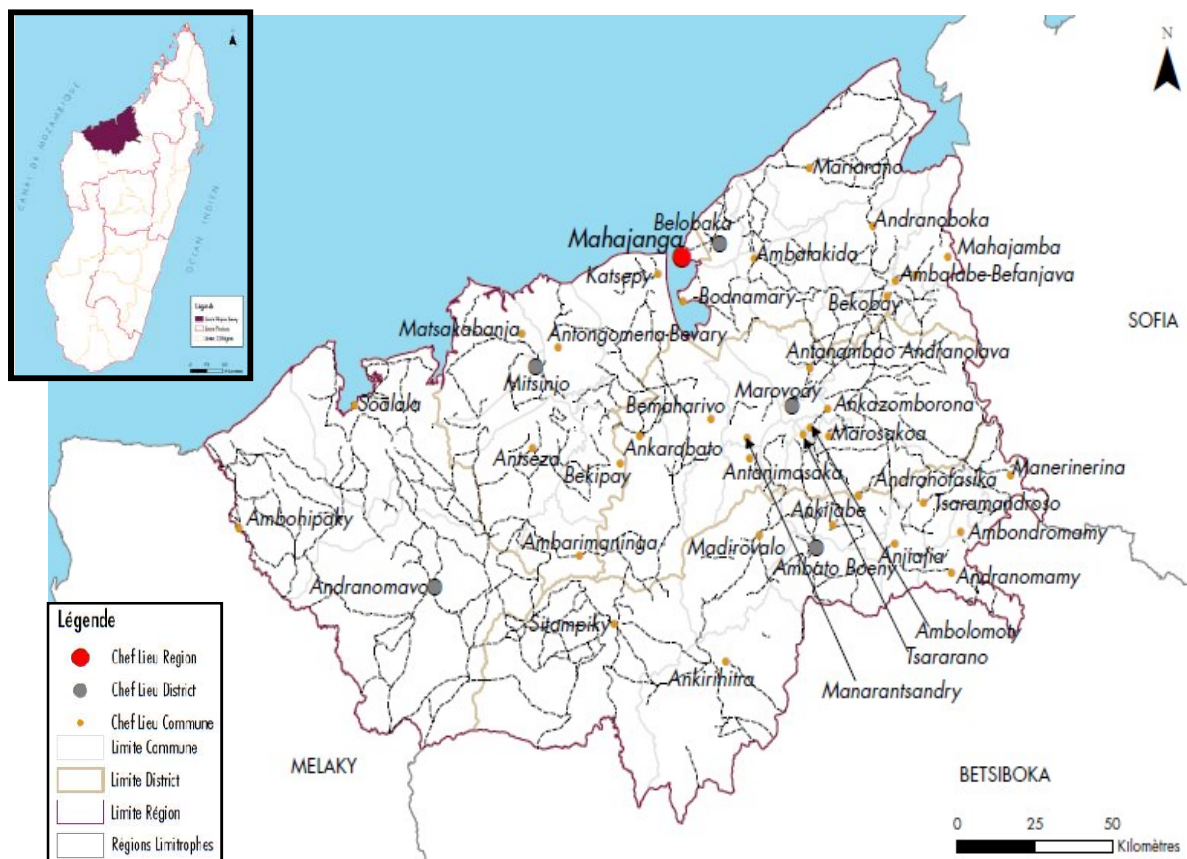


Figure 24 : Carte administrative de la région du Boeny et situation géographique (CREAM, 2013)

1.1.2. Milieu social et humain

La population de la région du Boeny représente 3,9% de la population nationale et se concentre principalement dans le district d'Ambato-Boeny. Le taux de scolarisation est faible, comme dans la plupart des régions de Madagascar, avec un taux d'individus ayant suivi une instruction de 60% (CREAM, 2013).

L'ethnie *Sakalava* et des immigrants des Hautes Terres constituent la grande majorité de la population de la région. L'animisme traditionnel est la religion la plus pratiquée, suivie de la religion musulmane.

La région est constituée à 70,6% d'une population rurale, le secteur agricole occupant 67% de ses habitants (CREAM, 2013).

1.1.3. Agriculture et élevage

La riziculture est l'activité dominante (70% du secteur agricole) de la région du Boeny surnommée le deuxième grenier à riz de Madagascar. Elle est suivie par la culture du manioc, du maïs, de l'arachide, du tabac, du coton et de la canne à sucre. Ces productions sont destinées à l'autoconsommation ou à la commercialisation vers Majunga et Tananarive (CREAM, 2013).

L'aquaculture tient également une place importante dans l'économie régionale. En effet, le grand port de pêche de Majunga spécialisé dans la production de crevettes, permet à la région du Boeny d'être la première région crevetteière du pays.

Les conditions naturelles de la région sont assez favorables à l'élevage, tourné principalement vers l'élevage de volailles et de bovins. L'élevage porcin occupe la 3^{ème} place avec un cheptel de 24 900 têtes (MINEL, 2012a) réparties principalement dans les districts d'Ambato-Boeny et de Marovoay (60% de l'effectif régional) (Tableau 12), malgré le tabou (*fady*) du porc résidant chez les *Sakalava* et dans la religion musulmane, relativement important dans ces districts (CREAM, 2013).

Tableau 12 : Proportion des cheptels de volailles, bovins, ovins-caprins et porcins de la région du Boeny par district (CREAM, 2013)

DISTRICT	VOLAILLES	BOVINS	OVINS-CAPRINS	PORCINS
AMBATO-BOENY	47,7%	42,1%	36,5%	33,9%
MAJUNGA I	1,2%	0,1%	2,7%	5,8%
MAJUNGA II	2,4%	13,5%	20,8%	2,1%
MAROVOAY	29,2%	17,6%	19,8%	31,8%
MITSINJO	9,4%	10,3%	10,4%	26%
SOALALA	10%	16,4%	9,8%	0,4%
% NATIONAL	3,6%	7,3%	3,2%	1,6%

1.2. La région du Menabe

1.2.1. Généralités

Située sur la côte centre-ouest de Madagascar, la région du Menabe est composée de cinq districts : Belo-sur-Tsiribihina, Mahabi, Manja, Miandrivazo et Morondava qui est également le chef-lieu (Figure 25).

Son paysage très diversifié se compose de zones côtières avec des mangroves, des massifs culminant entre 1 000 et 1 300 m d'altitude au nord, ainsi que des plaines et des plateaux au centre traversés par les fleuves Tsiribihina, Morondava et Manambolo (CREAM, 2013). Le climat est caractérisé par une longue saison chaude et sèche d'avril à décembre, et une saison humide courte entre la fin du mois de décembre et le mois de mars.

La disponibilité naturelle en eau, en couverture forestière et en nourriture, fournit également un habitat favorable aux potamochères.



Figure 25 : Carte administrative de la région du Menabe et situation géographique (CREAM, 2013)

1.2.2. Milieu social et humain

La population de la région du Menabe représente 3% de la population nationale, dont la moitié est répartie entre les districts de Mahabo et de Belo-sur-Tsiribihina. Le taux d'individus ayant suivi une instruction de 55% (CREAM, 2013).

Ancien centre de migration, cette région compte plus d'une dizaine d'ethnies différentes. La religion protestante luthérienne est la plus représentée, suivie de la religion catholique.

La région est constituée à 77,5% d'une population rurale, le secteur agricole occupant plus de 75% de ses habitants (CREAM, 2013).

1.2.3. Agriculture et élevage

Outre son attraction touristique, la région du Menabe possède une forte potentialité agricole. En effet, le secteur de l'agriculture constitue un atout important dans l'économie de la région, réputée pour sa production de riz de haute qualité et à rendement élevé. D'autres cultures sont présentes, comme celles du pois du cap, du haricot, de l'arachide, du maïs, de la lentille et de la patate douce (CREAM, 2013).

L'élevage bovin y est particulièrement développé, avec des élevages de types extensif, domestique et semi-extensif. Quant à l'élevage porcin, il est constitué de 96 500 animaux (MINEL, 2012a), répartis principalement dans les districts de Morondava et de Mahabo (47% de l'effectif régional) (Tableau 13) (CREAM, 2013). Les produits agricoles, animaliers et halieutiques sont principalement destinés à la commercialisation régionale lors des marchés locaux (CREAM, 2013).

Tableau 13 : Proportion des cheptels de bovins, porcins, ovins-caprins et volailles de la région du Menabe par district (CREAM, 2013)

DISTRICT	BOVINS	PORCINS	OVINS-CAPRINS	VOLAILLES
BELO-SUR-TSIRIBIHINA	21%	16,2%	7,7%	18,3%
MAHABO	28,5%	24,8%	36,5%	19,4%
MANJA	14,9%	8%	5,7%	15,4%
MIANDRIVAZO	27,8%	17,7%	27,6%	27,1%
MORONDAVA	7,9%	33,2%	22,5%	19,9%
% NATIONAL	5,2%	4,1%	5,8%	2,8%

1.3. La région d'Atsimo-Andrefana

1.3.1. Généralités

Située le long du littoral sud-ouest de Madagascar, la région d'Atsimo-Andrefana est composée de neuf districts : Tuléar I, son chef-lieu, Tuléar II, Ampanihy-Ouest, Ankazoambo, Benenitra, Beroroha, Betioky-Sud, Morobe et Sakaraha (Figure 26).

Son relief est marqué par la présence de deux grands types de paysages : un domaine côtier occidental de 800 km avec des mangroves, et des massifs calcaro-gréseux dont le plus important est celui de l'Isalo à l'est qui culmine à 1 300 m d'altitude. Le climat est subaride avec des hivers tempérés et des périodes de sécheresse durant jusqu'à 9 mois (CREAM, 2013).

Les potamochères sont susceptibles de se rencontrer dans les forêts qui sont de deux types : denses et sèches au sud, et claires sclérophylles à l'est (CREAM, 2013).



Figure 26 : Carte administrative de la région d'Atsimo-Andrefana et situation géographique (CREAM, 2013)

1.3.2. Milieu social et humain

La population de la région d'Atsimo-Andrefana représente 6,2 % de la population nationale et se concentre principalement dans les districts de Tuléar II et d'Ampanihy. La région est constituée à 59% d'une population rurale, le secteur agricole occupant 70% de ses habitants (CREAM, 2013).

Les ethnies principales composant la population de la région sont les *Masikoro*, les *Sakalava*, les *Vezo* (« pêcheurs nomades »), les Mahafaly et les Bara. L'animisme traditionnel est la religion la plus pratiquée et la plus représentée, suivie de la religion protestante.

1.3.3. Agriculture et élevage

Dotée d'une vocation économique et touristique importante, la région possède également une surface cultivable dépassant largement la moyenne nationale. Les conditions

naturelles environnementales permettent de distinguer trois types de cultures dans la région : les cultures irriguées, qui sont les plus spéculatives et les plus récentes (riz de deuxième saison, maïs, manioc, patate et arachide), les cultures de décrue (riz de première saison, maïs, manioc et patate) et les cultures traditionnelles pluviales (maïs, manioc et patate) (CREAM, 2013).

L'élevage est principalement tourné vers celui des ovins et des caprins (notamment celui de la chèvre Angora), représentant plus de la moitié du cheptel national (CREAM, 2013). Le cheptel porcine est composé de 63 800 animaux (MINEL, 2012a), dont les districts les plus producteurs sont ceux d'Ampanihy-Ouest, de Morombe, de Tuléar II et de Beroroha (Tableau 14).

Tableau 14 : Proportion des cheptels d'ovins-caprins, bovins, porcins et volailles de la région d'Atsimo-Andrefana par district (CREAM, 2013)

DISTRICT	OVINS-CAPRINS	BOVINS	PORCINS	VOLAILLES
AMPANIHY-OUEST	54,5%	30,8%	21,7%	27,9%
ANKOZOABO	1,7%	11,9%	7,4%	9,4%
BENENITRA	6,7%	5,4%	6,2%	5,8%
BEROROHA	1,1%	4,7%	15,7%	7,8%
BETIOKY-SUD	25,9%	20,1%	6,2%	20,2%
MOROMBE	0,3%	3,1%	18,3%	6,4%
SAKARAHA	0,9%	10,7%	8,1%	7,2%
TULÉAR I	0%	0%	0%	0%
TULÉAR II	9%	13,4%	16,5%	15,3%
% NATIONAL	50,6%	11,7%	1,5%	1,4%

1.4. La région d'Atsinanana

1.4.1. Généralités

Située sur la côte est de Madagascar, la région d'Atsinanana, dont la ville de Tamatave est le chef-lieu, est composée de sept districts : Tamatave I, Tamatave II, Brickaville, Vatomandry, Antanambao-Manampotsy, Mahanoro et Marolambo (Figure 27).

Son paysage se décompose à travers les domaines côtiers à l'est, juxtaposés à une bande de plaines fertiles et un relief plus accidenté à l'ouest (entre 900 et 1 200 m d'altitude en moyenne). Le climat fait partie du type tropical humide, avec une forte pluviométrie annuelle et le passage régulier de cyclones dévastateurs (CREAM, 2013).

La disponibilité en eau et la présence de forêts naturelles primaires denses et ombrophiles dans la partie sud de la région, sont favorables à la présence de potamochères (CREAM, 2013).



Figure 27 : Carte administrative de la région d'Atsinanana et situation géographique (CREAM, 2013)

1.4.2. Milieu social et humain

La population de la région d'Atsinanana représente 5,6% de la population nationale, avec un habitant sur cinq vivant dans le district de Tamatave II. Le taux de scolarisation est plus élevé que dans les autres régions de Madagascar, avec un taux d'alphabétisation de plus de 70% (CREAM, 2013).

L'ethnie *Betsimisaraka* est la plus représentée dans cette région, suivie par celles des *Bezanozano* et des *Sihanaka*. D'importantes communautés chinoises, françaises et indiennes revendiquent aussi leur identité malgache. L'animisme traditionnel est encore une fois la religion la plus répandue, devant la religion protestante.

La région est constituée à 24% d'une population urbaine, le secteur agricole occupant moins de 60% de ses habitants (CREAM, 2013).

1.4.3. Agriculture et élevage

L'économie de la région d'Atsinanana est principalement tournée vers la culture de rente, la pêche, le tourisme et le transport. Les cultures vivrières (riz sur brûlis (ou *tavy* en malgache), manioc, maïs et patate) représentent 20% de la culture totale, derrière les cultures fruitières (banane, litchi, ananas et agrume) qui représentent 40% et les cultures de rente (canne à sucre, café, girofle et poivre) avec 30% de la culture totale (CREAM, 2013). Ces dernières sont essentiellement destinées à la commercialisation vers Tananarive et à l'exportation.

L'élevage connaît de nombreux freins liés aux conditions climatiques naturelles. L'élevage de bovins reste majoritaire malgré un effectif bien en-dessous de la moyenne nationale. L'élevage porcin comprend un cheptel de 32 430 animaux (MINEL, 2012a), concentré dans les districts de Brickaville, d'Antanambao-Manampotsy et de Tamatave II (Tableau 15) (CREAM, 2013).

Tableau 15: Proportion des cheptels de bovins, porcins et ovins de la région d'Atsinanana par district (CREAM, 2013)

DISTRICT	BOVINS	PORCINS	OVINS
TAMATAVE I	3,6%	5,8%	0%
TAMATAVE II	31,1%	17,4%	100%
ANTANAMBAO-MANAMPOTSY	22,3%	19,8%	0%
BRICKAVILLE	8,6%	36,4%	0%
MAHANORO	0%	0%	0%
MAROLAMBO	19,7%	15,4%	0%
VATOMANDRY	14,8%	5,2%	0%
% NATIONAL	1,2%	4,2%	0%

1.5. La région d'Analanjirifo

1.5.1. Généralités

Surnommée la « capitale malgache du girofle », la région d'Analanjirifo est située le long du littoral nord-est de Madagascar, partageant sa frontière sud avec la région d'Atsinanana. Elle est composée de six districts : Fenerive-Est, Maroantsetra, Mananara-Nord, Soanierana-Ivongo, Sainte-Marie et Vavatenina dont la ville de Fenerive-Est est le chef-lieu (Figure 28).

Son relief ressemble à celui de la région d'Atsinanana, avec un secteur littoral à l'est et un secteur de hauts massifs à l'ouest culminant à 1 300 m d'altitude. Soumis à une influence océanique et à une pluviométrie très élevée, le climat d'Analanjirifo est l'un des plus

humides du pays avec une hygrométrie oscillant entre 70 et 80% ainsi qu'une chaleur constante. La période la plus humide s'étend de janvier à août, tandis que la période plus sèche se situe entre septembre et décembre (CREAM, 2013).

Ce climat offre à la région une grande disponibilité en eau et en ressources naturelles, favorables à la présence de potamochères. La couverture forestière, composée de forêts humides et littorales, compte pour presque 80% de la superficie régionale avec de nombreuses aires protégées (CREAM, 2013).

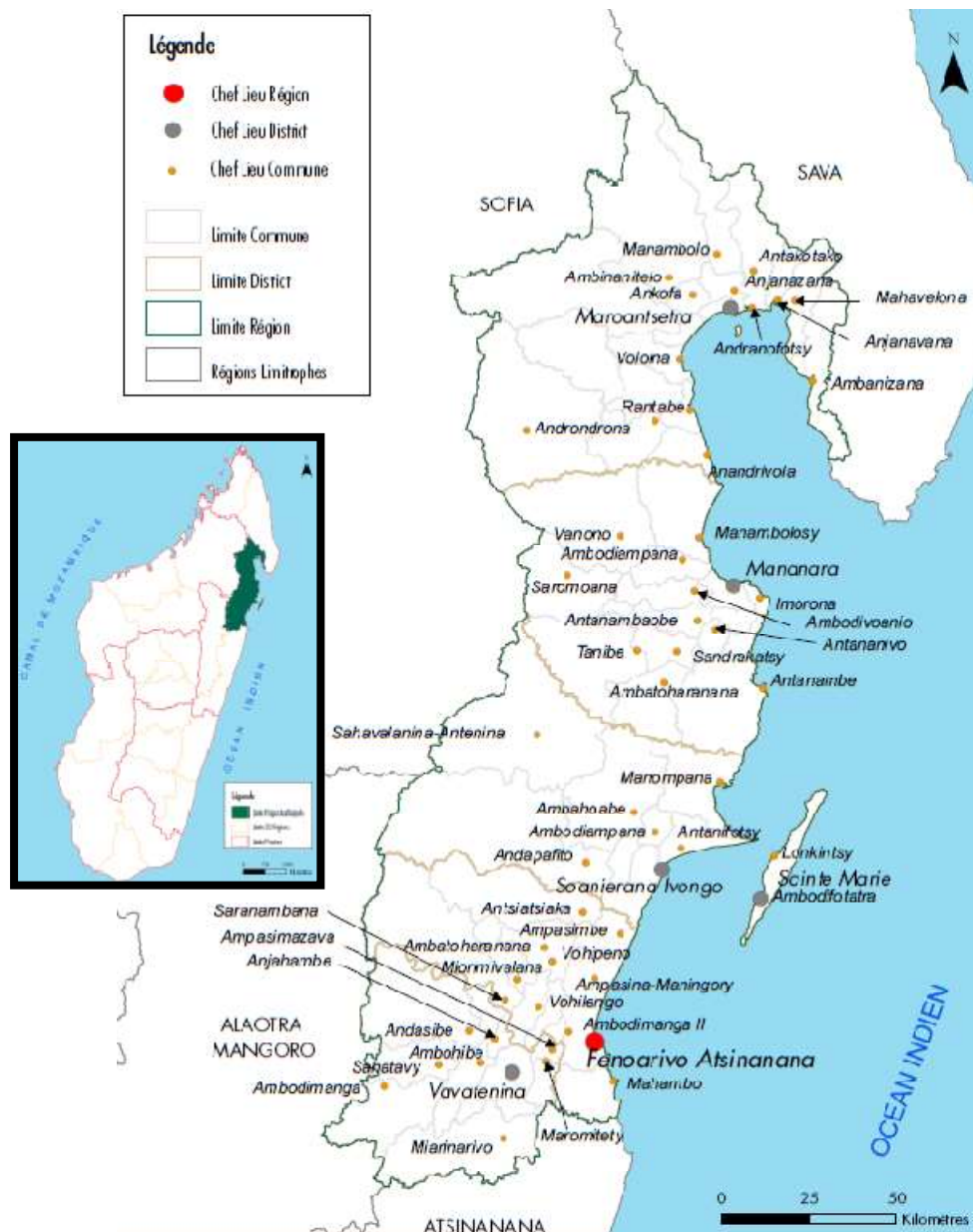


Figure 28 : Carte administrative de la région d'Analanjirifo et situation géographique (CREAM, 2013)

1.5.2. Milieu social et humain

La population de la région d'Analanjirifo représente 4,7% de la population nationale, avec plus d'un tiers des habitants vivant dans le district de Fenerive-Est. Le taux d'alphabétisation est très en-dessous de la moyenne nationale (62,9%) et lié à une forte population rurale (81,4%) (CREAM, 2013).

L'ethnie *Betsimisaraka* constitue la grande majorité de la population, suivie des immigrants *Betsileo* et *Merina* (« marchands ambulants »), ainsi qu'une population d'origine chinoise très intégrée aux populations locales. Après l'animisme traditionnel, c'est la religion protestante luthérienne qui est la plus pratiquée, suivie de la religion anglicane (CREAM, 2013).

1.5.3. Agriculture et élevage

La région d'Analanjirifo se distingue par des cultures de rente et vivrières, notamment fruitières. L'économie de la région repose majoritairement sur la vente des produits de rente qui constitue 50% du revenu des paysans. La culture du girofle fait la renommée de la région et représente le 2^{ème} produit d'exportation du pays. Les deux autres types de cultures prédominantes sont le café et la vanille, grâce aux conditions écologiques favorables, également tournées vers l'exportation. La riziculture s'y développe aussi grâce à la présence de plaines et de bas-fonds, et la pêche côtière est pratiquée dans environ 46% des communes de la région (CREAM, 2013).

L'élevage bovin se trouve largement répandu dans la région ainsi que l'élevage porcin qui occupe la 2^{ème} position avec 22 500 têtes (MINEL, 2012a) et les produits de basse-cour (Tableau 16).

Tableau 16 : Proportion des cheptels de bovins, porcins, volailles et ovins-caprins de la région d'Analanjirifo par district (CREAM, 2013)

DISTRICT	BOVINS	PORCINS	VOLAILLES	OVINS-CAPRINS
FENERIVE-EST	21,8%	8,3%	10,7%	0%
MANANARA-NORD	22,3%	21%	29,3%	0%
MAROANTSETRA	33,2%	13,8%	26,1%	100%
SAINTE-MARIE	0,9%	0,4%	3,1%	0%
SOANIERANA- IVONGO	8,8%	6,6%	10,9%	0%
VAVATENINA	13%	49,8%	19,9%	0%
% NATIONAL	1,6%	1,4%	4,5%	-

2. Population d'étude et échantillonnage

2.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

La population étudiée est exclusivement représentée par les éleveurs de porcs, vivant dans les cinq zones d'étude choisies, c'est-à-dire par toute personne possédant et élevant au moins un porc avec l'intention de l'abattre pour sa consommation directe et/ou sa commercialisation.

Seules les personnes incapables de répondre aux questions ou refusant d'y répondre devaient être exclues de l'étude. Néanmoins, aucune des personnes interrogées au cours des différentes enquêtes n'a présenté ces critères. D'autre part, le fait de ne jamais avoir été confronté à la PPA ou de ne pas être en contact avec les potamochères n'a pas été un critère d'exclusion de l'étude.

2.2. Échantillonnage

2.2.1. Unité d'échantillonnage

Chaque éleveur interviewé représente une unité d'échantillonnage. Comme il n'existe aucun recensement des éleveurs de porcs à Madagascar et compte-tenu du temps limité disponible pour chaque mission de terrain, un échantillonnage non probabiliste en « boule de neige » a été privilégié. Ainsi, le premier village situé sur la route principale traversant chaque zone d'étude a été investigué et un premier éleveur identifié sur la base des informations fournies par les villageois. Après avoir sélectionné ce premier éleveur, les suivants ont été recrutés d'après le réseau relationnel du précédent.

2.2.2. Taille de l'échantillon

La taille totale de la population des éleveurs de porcs dans les zones étudiées, a été estimée à 5 000 éleveurs. Un degré de précision de 10% et un degré de confiance de 95%, soit un risque d'erreur de 5%, ont été retenus pour le calcul de la taille de l'échantillon. Néanmoins, aucune information relative aux prévalences de chacun des critères étudiés n'étant disponible, la prévalence attendue a été fixée à 50% afin d'obtenir une taille d'échantillon maximale.

Les formules utilisées pour le calcul de la taille de l'échantillon sont les suivantes :

$$n = p(1 - p) \frac{Z_{\alpha}^2}{i^2} \quad \text{et} \quad n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

n = taille d'échantillon
 p = prévalence attendue
 Z_{α} = valeur de la distribution normale centrée réduite correspondant à une probabilité $\alpha = 5\%$
 i = précision
 N = taille totale de la population
 n' = taille d'échantillon corrigée pour une population finie

Les résultats obtenus sont alors :

$$n = 0,5(1 - 0,5) \frac{1,96^2}{0,1^2} = 96,04 \quad \text{et} \quad n' = \frac{96,04}{1 + \frac{96,04}{5000}} = 94,23$$

Il a donc été choisi d'interroger au minimum 95 éleveurs porcins.

3. Récolte des données et questionnaire

L'objectif général de l'étude étant de caractériser les foyers de PPA et d'évaluer les facteurs de risque associés à la PPA, le choix méthodologique s'est porté sur un recueil des données lors d'entretiens directs auprès des éleveurs de porcs, avec le support d'un questionnaire.

3.1. Elaboration du questionnaire

Le questionnaire a été élaboré en deux étapes : une première étude pilote s'est déroulée entre mai et octobre 2014 où 29 éleveurs avaient été interrogés avec une première version du questionnaire, puis plusieurs modifications ont été apportées au vu de la qualité des réponses recueillies (simplifications, ajouts de questions, questions ouvertes transposées en questions fermées, etc.) avant d'obtenir la version finale du questionnaire utilisée dans cette étude (Annexe 1).

La première partie du questionnaire concerne les caractéristiques générales de l'élevage porcin : sa situation géographique, le profil de l'éleveur, les caractéristiques des animaux, de l'alimentation et du logement, ainsi que les méthodes de reproduction. La deuxième partie se concentre sur les circuits de commercialisation des animaux et les pratiques d'abattage. La troisième partie se rapporte à la biosécurité et aux aspects sanitaires de l'élevage : les contacts avec les autres Suidés, les personnes autorisées à entrer dans l'élevage et les méthodes sanitaires préventives. La dernière partie vise les différentes affections connues de l'élevage, et plus particulièrement la PPA et sa perception par les éleveurs.

Le questionnaire comporte au total 36 questions, avec une majorité de questions fermées, de types multi-dichotomiques à réponses uniques ou multiples. Quelques questions de types numériques ont été utilisées notamment pour les nombres d'animaux, mais très peu de questions étaient ouvertes afin de permettre une rapidité de réponse et d'exploitation des données.

3.2. Enquêtes de terrains

Les enquêtes ont été réalisées directement chez les éleveurs de porcs, dans les cinq zones précédemment définies, entre le mois de mai 2015 et le mois de mars 2016.

Les entretiens ont été menés de façon directive par deux enquêteurs différents, ayant suivi la même formation préliminaire et sous la supervision de la même personne, Miguel Pedrono (écologue au CIRAD), dans le but de limiter le biais généré par la différence d'enquêteurs. Ils se sont déroulés en langue malgache, soit directement par l'enquêteur, soit par l'intermédiaire d'un traducteur malgache-français. La durée globale de remplissage du questionnaire prévue était d'environ 30 minutes, néanmoins un délai supplémentaire était

accordé pour les éleveurs nécessitant plus de temps pour répondre. Les réponses ont été reportées simultanément sur les questionnaires préalablement imprimés (Figure 29).



Figure 29 : Entretien avec une éleveuse de porcs d'Andondabe – district de Tamatave II (à gauche) et un éleveur de porcs de Mahanoro – district de Mahanoro (à droite) (photos M. Pedrono)

3.3. Considérations éthiques

La participation des éleveurs s'effectuant sur la base du volontariat, une conversation préalable sur les objectifs de l'étude a été menée avant chaque entretien, afin d'obtenir l'accord des éleveurs et de gagner leur confiance. Ils ont été informés :

- Des objectifs et modalités de l'étude (types de questions posées, du déroulement et de la durée de l'entretien) ;
- Des droits d'interrompre ou de refuser la participation à l'étude, sans justification ni quelconque conséquence négative ;
- Qu'aucune rémunération sous quelque forme que ce soit ne sera attribuée en contrepartie de la participation ;
- De la confidentialité des données et leur utilisation exclusive pour cette étude.

D'autre part, les autorités locales ont également été informées des objectifs et des modalités de l'étude.

4. Outils statistiques

4.1. Unité d'analyse

Chaque personne interviewée, correspondant à un questionnaire, représente une unité d'analyse. Les questionnaires très incomplets ayant été exclus de l'analyse, un total de 109 questionnaires à analyser a été recueilli.

4.2. Réalisation de la base de données

L'ensemble des données collectées ont été saisies dans Microsoft Excel[®], où chaque ligne correspond à une unité d'analyse numérotée (un questionnaire) et chaque colonne à une question ou partie de question.

Selon leur nature, les questions ou parties de question ont été codées en variables de la façon suivante :

- Les questions numériques : sont codées en variables quantitatives discrètes, et les valeurs correspondantes sont directement saisies ;
- Les questions fermées dichotomiques : sont codées en variables qualitatives binaires, et les valeurs saisies sont 0/1 ou ½ ;
- Les questions fermées à réponse unique : sont codées en variables qualitatives nominales, et les valeurs saisies correspondent aux numéros des modalités de réponse ;
- Les questions fermées à réponses multiples : correspondent à autant de questions dichotomiques que de modalités de réponses, et sont codées de la même façon en variables qualitatives nominales avec des valeurs saisies 0/1 ou 1/2 ;
- Les réponses manquantes (non répondues ou incorrectement) sont codées par des cellules vides.

Un total de 335 variables a été ainsi obtenu, correspondant aux 36 questions du questionnaire, et de 109 observations (Annexe 2). La saisie des données s'est déroulée immédiatement au retour des missions respectives, et a été systématiquement vérifiée par une tierce personne.

4.3. Traitement et description des données

4.3.1. Analyse statistique descriptive

Une première analyse descriptive des données a été réalisée grâce au même logiciel (Microsoft Excel®) en utilisant principalement les fonctions de tri-à-plat, de tableau dynamique croisé et de représentation graphique (histogramme, camembert, diagramme en boîte, etc.). Les variables qualitatives ont ainsi été décrites par leurs effectifs et pourcentages, tandis que les variables quantitatives ont été décrites par leurs moyennes, médianes, écarts-types, quartiles de distributions, etc.

Cette première étape analytique a également permis de mettre en valeur les principaux facteurs de risque associés à la PPA, et a été utile pour la deuxième étape d'analyse par régression logistique.

4.3.2. Régression logistique

Dans un deuxième temps, une régression linéaire logistique a été effectuée à l'aide du logiciel R version 3.2.2. ([R Development Core Team, 2015](#)) – après un ajustement sur R réalisé par la fonction **glm (package lme4)** – afin d'élaborer un modèle explicatif de la présence de PPA dans les élevages (Annexe 3).

En effet, la régression logistique appartient à la famille des modèles linéaires généralisés et permet d'expliquer, de prévoir et/ou de décrire les valeurs d'une variable qualitative Y à partir de plusieurs variables explicatives prédictives $X = (X_1, \dots, X_p)$ qualitatives et quantitatives. Le but de cette analyse est de mesurer l'association entre la survenue d'un événement et les facteurs susceptibles de l'influencer, dont le modèle logistique s'écrit généralement :

$$\ln\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = \text{logit}(p(x)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

$p(x)$: la probabilité $\mathbb{P}(Y=1|X=x)$
 $x = (x_1, \dots, x_p)$: la réalisation de $X = (X_1, \dots, X_p)$
 β_1, \dots, β_p : coefficients estimés par la méthode du maximum de vraisemblance à partir de n observations
 $H_0 : \forall i \alpha_i = 0$ contre $H_1 : \exists i \alpha_i \neq 0$

Dans notre étude, la variable expliquée Y est binaire et représente le fait que l'élevage ait connu ($Y=1$) ou non ($Y=0$) un foyer de PPA. Les variables explicatives $X = (X_1, \dots, X_p)$ sont les facteurs de risque de PPA mis en avant par cette étude et identifiés selon la méthode détaillée ci-après. L'objectif de notre étude descriptive est d'explorer l'ensemble

de nos données obtenues par les questionnaires, et de vérifier les liaisons possibles entre chaque variable explicative et la variable expliquée, suggérant des hypothèses sur la survenue de la PPA dans les élevages.

Une première étape d'identification et de sélection des variables explicatives s'est appuyée sur les connaissances épidémiologiques de la PPA et les facteurs connus de transmission, afin d'inclure les variables explicatives les plus pertinentes dans la régression logistique.

La deuxième étape a consisté en la réalisation d'analyses univariées entre chacune des variables explicatives X_i et la variable dépendante Y , en utilisant les tests du χ^2 et de Fischer exact pour les variables qualitatives, et de Wilcoxon pour les variables quantitatives. Toutes les variables dont le degré de significativité p est inférieur à 0,20 ont été retenues dans le modèle initial de régression logistique multiple. Ce choix de seuil arbitraire, inférieur au seuil classique de 0,05, permet de conserver un maximum d'informations possibles et de tenir compte des prédicteurs ayant une contribution plus faible ou pouvant être des facteurs de confusion ou d'interaction.

Puis une troisième étape de sélection a été effectuée afin d'exclure les variables redondantes – c'est-à-dire trop liées entre elles – et/ou n'ayant pas suffisamment de valeurs, et d'obtenir un modèle de meilleure qualité. Ainsi, la colinéarité entre les variables a été vérifiée au moyen de la fonction VIF du package « **car** », et celles ayant un facteur d'inflation de la variance (ou VIF pour *Variance Inflation Factor*) supérieur à 5 ont été écartées du modèle. De la même manière, les variables ayant au moins un tiers de valeurs manquantes ont été exclues dans un souci de qualité du modèle.

Le modèle final de la régression logistique a été obtenu selon une procédure de pas à pas descendante (ou *backward stepwise model*). En partant du modèle contenant toutes les variables identifiées selon les sélections précédentes, les variables explicatives X_i non significativement liée à Y ($p > 0,05$) sont retirées progressivement du modèle à l'aide d'un test de rapport de vraisemblance (LRT pour *Likelihood Ratio Test*) et du critère d'information d'Akaike (AIC pour *Akaike information criterion*) mesurant la qualité du modèle. Puis, les interactions entre les variables résultantes ont été une nouvelle fois vérifiées.

Enfin, une fois les variables intégrées dans l'équation de la régression logistique, l'adéquation du modèle ainsi obtenu a été validée en vérifiant si cette conjonction produit un effet significatif sur la variable dépendante et en le mesurant en termes de surcroît de risque (ou OR pour *odds ratio*).

4.3.3. Cartographie

Une représentation cartographique a également été réalisée à l'aide du logiciel ArcMap version 10.1 (ArcGIS, ESRI, 2012), afin de figurer les différents élevages enquêtés.

TROISIÈME PARTIE :
RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

Un total de 142 éleveurs a été recruté dans l'étude : 29 éleveurs ont été interrogés lors de la phase pilote en 2014, et 113 ont été interrogés entre mai 2015 et mars 2016. Les analyses statistiques présentées ci-après ne porteront que sur 109 éleveurs, tous enquêtés au moyen du même questionnaire et pour lesquels les réponses étaient suffisamment complètes.

Parmi ces 109 éleveurs, 62 ont été interviewés par l'enquêteur Rianja Rakotoarivony (26 dans la région de Boeny, 20 dans la région du Menabe et 16 dans la région d'Atsimo-Andrefana) et 47 par moi-même (40 dans la région d'Atsinanana et 7 dans la région d'Analanjirifo) (Figure 30).

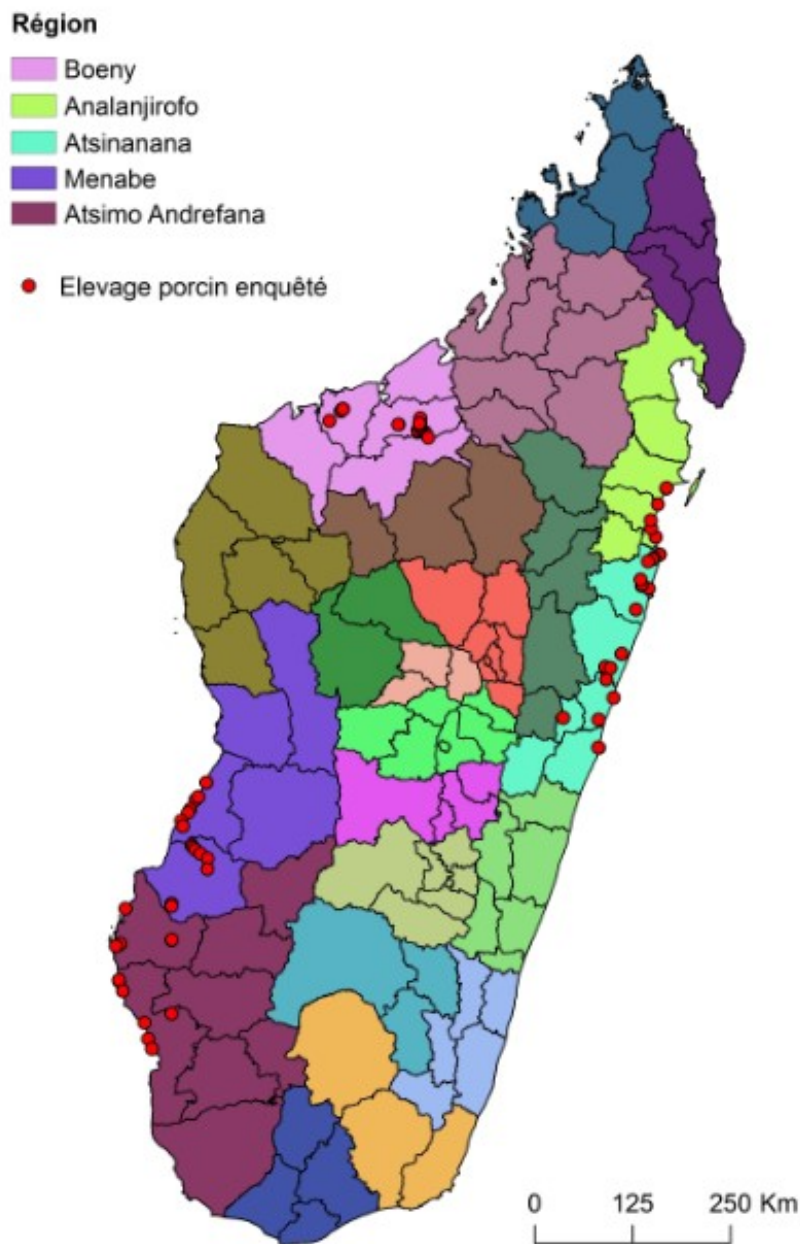


Figure 30 : Répartition des 109 élevages porcins malgaches enquêtés entre mai 2015 et avril 2016 (S. Molia)

1. Analyses statistiques descriptives

1.1. Caractéristiques générales des élevages

1.1.1. Types d'élevage et effectifs

Les éleveurs recrutés ont été répartis dans les catégories d'âge suivantes : aucun éleveur n'avait moins de 20 ans, 49 (46%) avaient entre 20 et 40 ans et 58 (54%) avaient plus de 40 ans. La grande majorité des éleveurs pratiquaient l'élevage comme une source de revenu additionnel (91%) ou comme un mélange de revenu additionnel et de source de consommation familiale (2%). Seulement 7% des éleveurs pratiquaient l'élevage comme une source de revenu principal.

La plupart (58%) des éleveurs étaient des naisseurs-engraisseurs, 29% étaient engraisseurs et 13% naisseurs. La race porcine locale était exploitée par 44% des éleveurs tandis que les races mixtes (mélange de races locales et améliorées) étaient exploitées par 48% des éleveurs, et les races améliorées (de type Large White ou Landrace) par 7%. 1% des éleveurs élevaient en même temps les races locales et mixtes.

Chaque éleveur possédait en moyenne 6,6 porcs (minimum 1, médiane 4, maximum 50, écart-type 8,0), et seuls deux éleveurs déclaraient détenir actuellement un verrat (soit moins de 2%) (Figure 31).

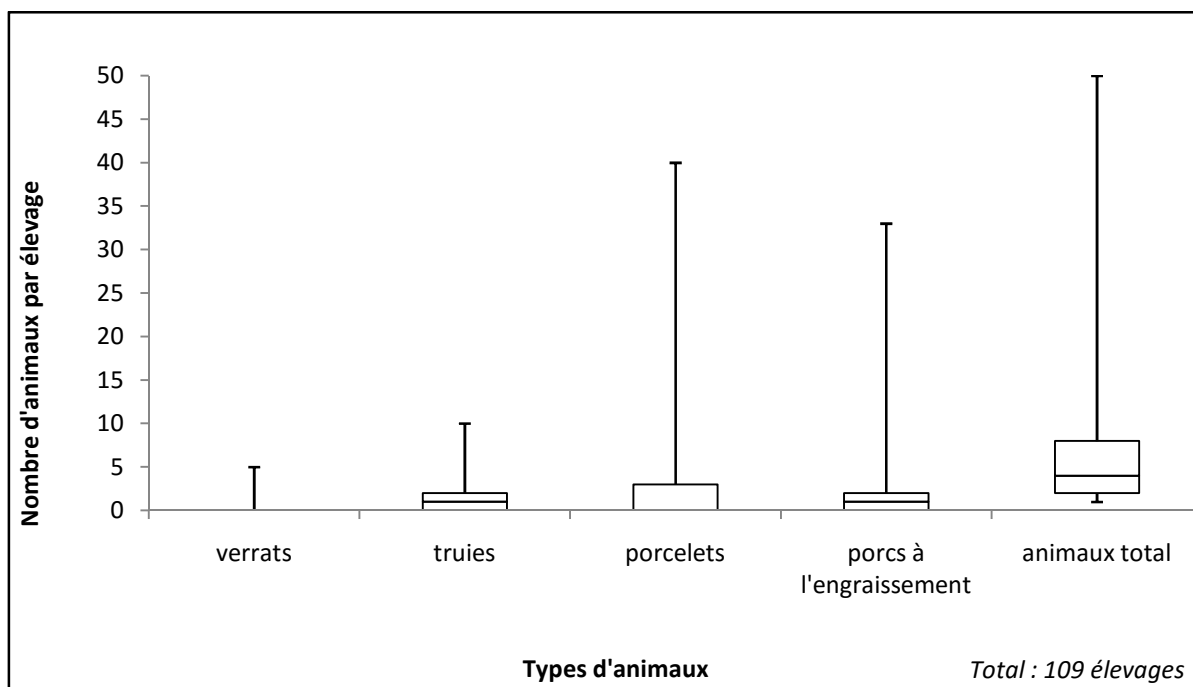


Figure 31 : Effectifs porcins dans les élevages par type d'animaux et effectif porcin total

Enfin, le recensement des porcs a également permis la classification des élevages selon les types suivants : 79% d'élevages traditionnels (moins de 10 porcs), 21% d'élevages améliorés (entre 10 et 100 porcs) et aucun élevage moderne (supérieur à 100 porcs).

1.1.2. Alimentation

L'utilisation d'aliment industriel (provende) était très rare avec seulement 3% des éleveurs en donnant à leurs porcs. La très grande majorité des éleveurs (92%) utilisaient une combinaison de sous-produits de culture – notamment du son de riz – et de déchets de cuisine (93% des éleveurs). En fonction des disponibilités, 73% des éleveurs apportaient aussi d'autres aliments tels que des tubercules (manioc, patate douce, igname), des fruits (banane, papaye, pastèque, mangue, pomme de jacque), des poissons séchés, des feuilles (brèdes, feuilles de citrouille, d'igname, de patate douce) ou du maïs.

Une caractéristique intéressante en termes de risque épidémiologique pour la PPA, était qu'il arrivait à 25% des éleveurs de donner à leurs porcs des restes de cuisine contenant du porc, et à 12% des éleveurs de donner à leurs porcs des restes de cuisine contenant du potamochère.

L'eau utilisée dans les élevages était en grande majorité issue des puits publics (41%) ou individuels (13%) et du recueil des eaux naturelles superficielles (pluie, lac, rivière, etc. à 34%). Peu d'éleveurs utilisaient de l'eau du robinet (12%).

1.1.3. Logement

La très grande majorité des éleveurs (71%) maintenaient leurs porcs en claustration stricte. Tandis que 21% des éleveurs alternaient claustration, divagation et contention au piquet, selon les heures de la journée, les stades physiologiques des animaux et/ou les disponibilités en aliments. Une faible proportion d'éleveurs utilisaient uniquement la divagation totale (6%) ou uniquement la contention au piquet (moins de 2%), représentant notamment les éleveurs ne possédant pas de bâtiments ou d'enclos.

Parmi les éleveurs disposant de bâtiments ou d'enclos, les murs de ces derniers étaient quasiment tous construits à l'aide de poteaux en bois ou de planches espacées (92%), parfois associés à du grillage (4%) voire, plus rarement, à du ciment (1%). Une très faible minorité des éleveurs utilisaient d'autres matériaux comme de la paille (2%) ou des palissades en bois sans espaces (1%).

Les sols des enclos étaient soit recouverts d'un plancher en bois (45%), soit directement en terre et/ou en sable selon la localisation géologique de l'élevage (47%). Le reste des éleveurs utilisaient le ciment (7%). De plus, la quasi-totalité des sols n'étaient pas recouverts de litière (88%). Lorsqu'une litière était ajoutée (12%), les éleveurs utilisaient en majorité de la paille (64%), parfois des sous-produits de riziculture (27%) ou des copeaux de bois (9%).

Lorsque les enclos disposaient de toits (chez 90% des éleveurs), ceux-ci étaient en grande partie construits à l'aide de paille ou de feuilles (89%), parfois en tôles (8%) et plus rarement en plastique (2%) ou en bambou (1%). Enfin, les éleveurs séparaient leurs animaux dans différentes cases ou logettes dans 63% des cas.

1.1.4. Reproduction

Presque un tiers des éleveurs (32%) n'exerçaient pas d'activité de reproduction. Dans les autres cas, les méthodes de reproduction pratiquées étaient exclusivement la monte naturelle, constituant un risque de transmission de maladies et notamment de la PPA. De plus, une majorité des éleveurs (59%) utilisaient un verrat extérieur à leur élevage, contre 41% qui utilisaient leur propre verrat.

Concernant le déplacement des animaux pour la reproduction, les truies restaient dans le même village dans 54% des cas. Elles allaient parfois dans un autre village du même *fokontany* (31%), voire dans un *fokontany* différent mais du même district (24%). Quant aux verrats, ils restaient dans le même *fokontany* dans la grande majorité des cas (89%), et allaient quelquefois dans un *fokontany* voisin (11%).

1.2. Circuits de commercialisation et pratiques d'abattage

1.2.1. Commercialisation : achats d'animaux

Au cours de l'année précédente, chaque éleveur avait acheté en moyenne 1,4 porc (minimum 0, médiane 1, maximum 15, écart-type 2,2), dont 47% des éleveurs déclarant ne pas avoir acheté de porcs.

Parmi les éleveurs ayant acheté des animaux, 18% les avaient achetés dans au moins deux localités différentes. Le lieu d'achat était situé dans le même *fokontany* pour 57% des achats, dans un *fokontany* différent du même district pour 40% des achats et dans un district différent pour 3% des achats. La distance moyenne séparant les élevages du lieu d'achat était de 17,4 km (minimum 0, médiane 1, maximum 350, écart-type 56,7).

Les achats correspondants avaient été effectués en grande majorité entre le mois de novembre et le mois de janvier (38%), correspondant à la période de récolte du riz, et au cours du mois de juin (17%), correspondant à la fête nationale malgache.

D'autre part, la quasi-totalité des animaux avaient été achetés auprès d'autres éleveurs (99%), et une faible minorité auprès de collecteurs (1%). Le prix moyen d'un porc acheté était de 99 925 Ar (minimum 5 000, médiane 80 000, maximum 500 000, écart-type 87 078), avec 75% des prix compris entre 50 000 et 100 000 Ar (Figure 32).

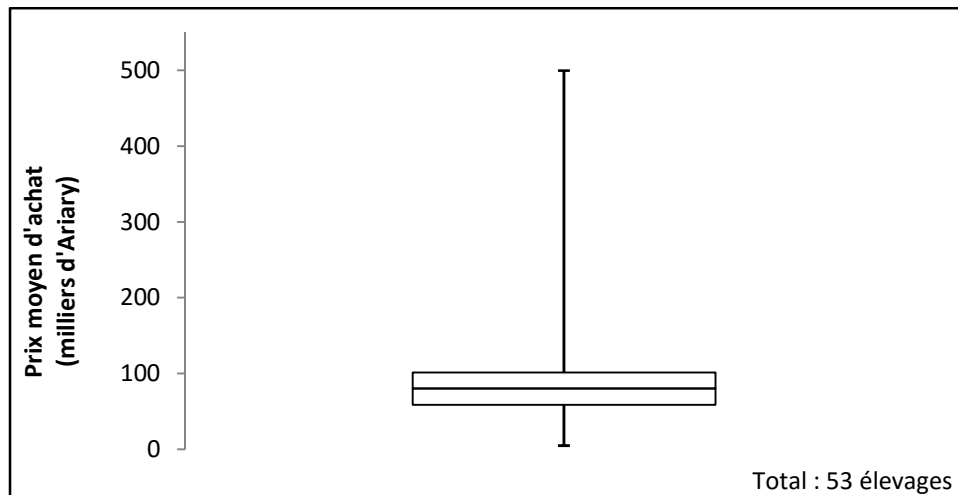


Figure 32 : Prix d'achat moyen des porcs achetés l'année précédente par les éleveurs

Enfin, la plupart des éleveurs considéraient qu'il n'existe pas de période plus favorable à l'achat de porcs (88%). Pour les autres, c'étaient les mois de janvier, de février, de juin et de novembre qui étaient les plus propices.

1.2.2. Commercialisation : ventes d'animaux

Au cours de l'année précédente, chaque éleveur avait vendu en moyenne 2,2 porcs (minimum 0, médiane 1, maximum 18, écart-type 3,0), dont 36% des éleveurs déclarant ne pas avoir vendu de porcs.

Parmi les éleveurs ayant vendu des animaux, 22% avaient vendu des porcs à destination d'au moins deux localités différentes. Le lieu de destination des porcs vendus était situé dans le même *fokontany* pour 26% des ventes, dans un *fokontany* différent du même district pour 39% des ventes, et dans un district différent pour 35% des ventes – parmi ces dernières, un tiers environ étaient des ventes vers Tananarive. La distance moyenne séparant les élevages du lieu de destination des porcs vendus était de 35,9 km (minimum 0, médiane 9, maximum 260, écart-type 59,1).

Les mois où le plus de ventes avaient lieu étaient ceux de décembre, novembre et juin (respectivement 38%, 17% et 15% des ventes), correspondant à la période de soudure et à la fête nationale malgache.

De plus, les animaux étaient vendus à 42% à des bouchers, à 38% à des collecteurs, à 14% à d'autres éleveurs et à 6% à des villageois. Le prix moyen de vente d'un porc était de 307 619 Ar (minimum 70 000, médiane 250 000, maximum 1 150 000, écart-type 205 385), avec 51% des prix compris entre 200 000 et 300 000 Ar (Figure 33).

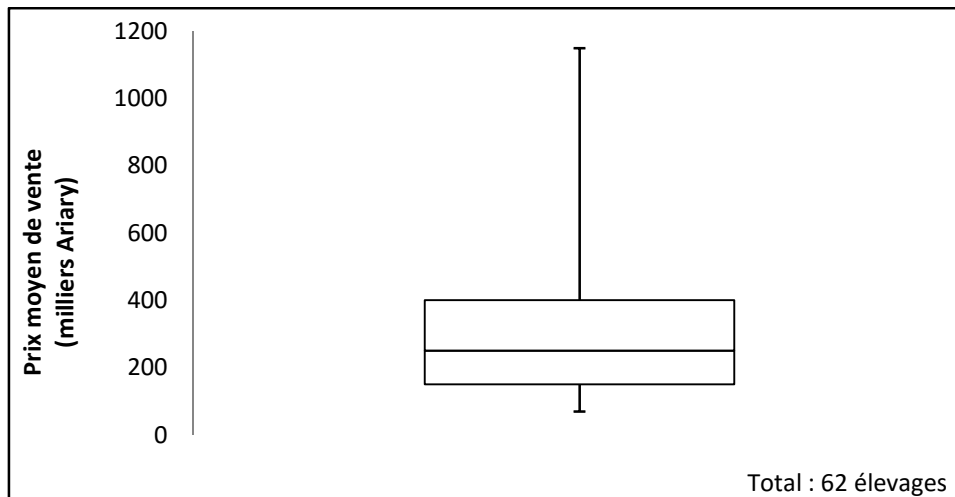


Figure 33 : Prix de vente moyen des porcs vendus l'année précédente par les éleveurs

Enfin, la plupart des éleveurs considéraient qu'il n'existait pas de période plus favorable à la vente de porcs (74%). Pour les autres, c'étaient les mois de décembre et de juin qui étaient les plus propices.

1.2.3. Abattage à domicile

Parmi les éleveurs interrogés, 17% déclaraient pratiquer l'abattage à domicile, avec pour principales motivations la vente de la viande (à partir d'animaux sains) en premier lieu, et la consommation familiale en second lieu. Le nombre moyen de porcs abattus l'année précédente était de 1,9 (minimum 1, médiane 1, maximum 6, écart-type 1,7) (Figure 34).

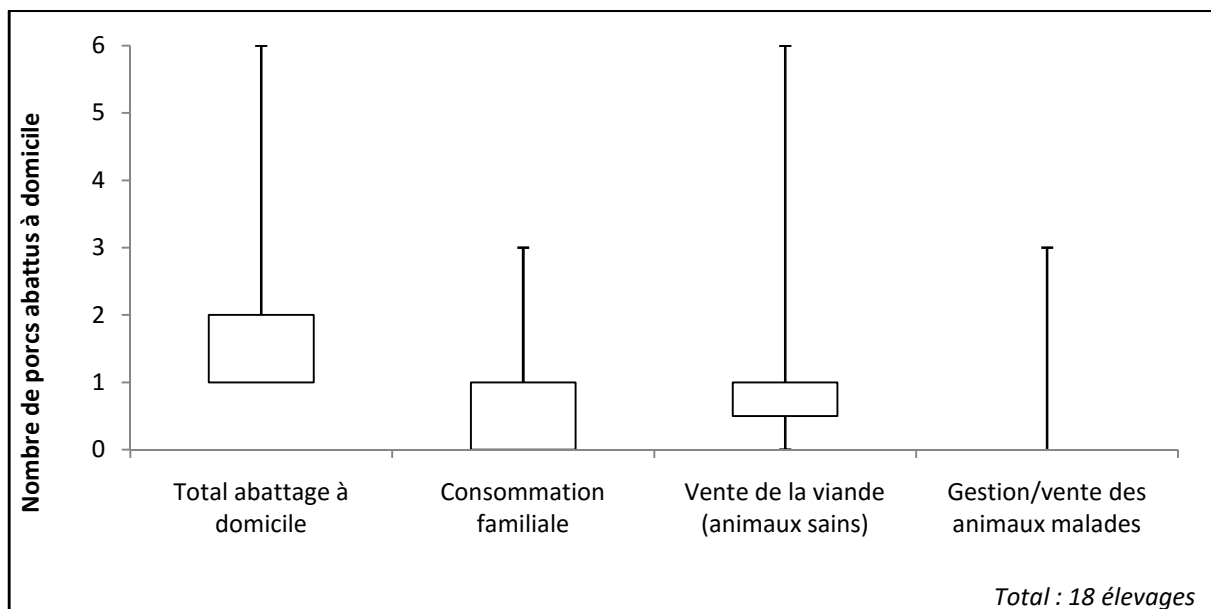


Figure 34 : Nombre moyen total de porcs abattus l'année précédente à domicile par élevage et selon la motivation de l'éleveur

Une caractéristique notable concernant les risques épidémiologiques pour la PPA, était qu'un éleveur avait rapporté avoir également abattu trois de ses animaux malades l'année précédente afin de maîtriser la maladie, et que ces animaux avaient ensuite été vendus à des habitants du village voisin. Inversement, aucun éleveur n'a mentionné l'abattage d'animaux sains à titre préventif.

Parmi les 18 éleveurs vendant la viande de porcs après abattage à domicile, les acheteurs comprenaient en majorité les villageois ou les membres de la famille (14 réponses), ainsi que des bouchers (4 réponses). Enfin, les lieux de vente se situaient pour la très grande majorité à moins de 1 km de l'élevage (95%). Seul un éleveur rapportait avoir vendu un porc à 20 km de son élevage.

1.3. Biosécurité et aspects sanitaires

1.3.1. Interactions avec d'autres Suidés

Parmi les éleveurs signalant une proximité de leur élevage avec d'autres élevages de porcs (79%), 34% considéraient que des contacts étaient possibles entre les animaux, soit 27% de la population totale d'éleveurs, constituant un facteur de risque de transmission pour la PPA en termes de contacts directs entre porcs domestiques.

D'autre part, parmi les éleveurs signalant une proximité avec des potamochères (6%), 43% estimaient que des contacts étaient possibles entre eux (soit 3% de la population totale d'éleveurs), 43% dénotaient un partage des mêmes aires de pâture entre les deux espèces et 14% rapportaient des animaux hybrides au sein de leur élevage (1% de la population totale). La majorité de ces éleveurs (67%) protégeaient leurs cultures des potamochères et consommaient de la viande de potamochère (86%). Une plus faible proportion les chassait (43%) (Figure 35). Ces caractéristiques sont également très intéressantes en termes de risque de transmission de la PPA entre porcs domestiques et potamochères.

Enfin, selon ces mêmes éleveurs, la période de l'année la plus favorable à la présence de potamochères à proximité de l'élevage se situait entre les mois de juin et août, ainsi qu'au cours du mois de décembre. Une grande partie considérait également que la population de potamochères avait augmenté ces dix dernières années (83%), et 17% qu'il y en avait moins.

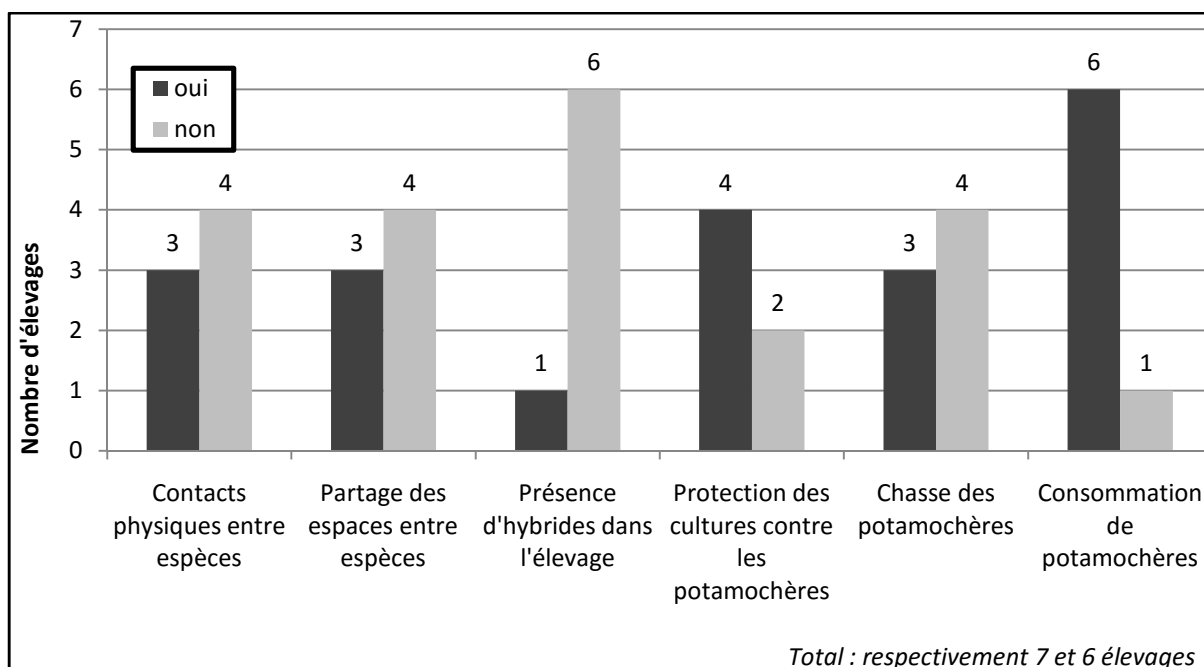


Figure 35 : Caractérisation des contacts entre porcs et potamochères, et comportement de l'éleveur vis-à-vis des potamochères

1.3.2. Personnes ayant accès à l'élevage

L'autorisation d'accès à l'élevage uniquement au vétérinaire ou technicien vétérinaire, était très rare avec seulement 4%. Les élevages étant principalement de type familial, la très grande majorité des éleveurs (86%) permettaient aux membres de la famille de rentrer dans l'élevage. En fonction de leurs moyens de commercialisation, ils autorisaient également l'accès aux collecteurs (11%) et aux bouchers (2%), pouvant constituer un facteur d'introduction de la PPA par l'intermédiaire d'objets contaminés.

Autre caractéristique notable en termes de risque épidémiologique pour la PPA : 22% des éleveurs laissent entrer dans l'élevage d'autres éleveurs de porcs, et 4% des personnes chassant le potamochère.

1.3.3. Méthodes sanitaires préventives

Concernant les moyens de prévention sanitaire, les éleveurs pratiquaient en premier lieu la vermifugation (79% des éleveurs), puis l'administration de vitamines et/ou de fer (59%), et enfin celle d'antiparasitaires externes (53%). Le nettoyage des bâtiments était effectué dans 40% des cas. En revanche, la vaccination n'était suivie que par 12% des éleveurs interrogés. D'autres mesures, comme la désinfection des bâtiments (2%), la pose de clôtures autour de l'élevage (6%), la mise en quarantaine (0,9%) ou le vide sanitaire (3%), étaient très rarement évoquées. En regroupant toutes les mesures sanitaires mentionnées, les éleveurs cumulaient en moyenne 2,5 méthodes différentes par élevage (minimum 0, médiane 3, maximum 6, écart-type 1,7).

La fréquence moyenne d'administration variait entre 8,7 fois/an pour la vermifugation (minimum 1, médiane 6, maximum 24), 9,8 fois/an pour l'administration de vitamines et/ou de fer (minimum 1, médiane 12, maximum 24), 8,4 fois/an pour les antiparasitaires externes (minimum 1, médiane 6, maximum 24), et 294 fois/an pour le nettoyage des bâtiments (minimum 12, médiane 365, maximum 730).

Les actes de médecine préventive, notamment la vaccination, la vermifugation, l'administration de vitamines et/ou de fer ainsi que la maîtrise de la reproduction, étaient effectués la plupart du temps par les techniciens vétérinaires (77%). Les éleveurs réalisaient eux-mêmes certains actes, comme la vermifugation et l'administration de vitamines et de fer dans 18% des cas. L'intervention du vétérinaire pour tout acte confondu était très rare (4%).

Le peu de moyens de biosécurité employés et la relative faible fréquence d'administration des traitements médicaux (moins d'une fois par mois en moyenne), révèlent une faiblesse en termes de contrôle des pathogènes dans l'élevage.

1.4. Caractérisations des différentes affections connues de l'élevage

1.4.1. Affections générales

Au cours de l'année précédente, 20% des éleveurs rapportaient avoir eu des animaux malades et/ou morts. Les symptômes rapportés étaient variés, avec une majorité d'abattement et anorexie (52%), de tremblements (9%) et de mortalité aiguë (6%). Une caractéristique intéressante était que 9% des éleveurs rapportaient des syndromes de pestes porcines et 3% associaient les symptômes à la PPA (Figure 36).

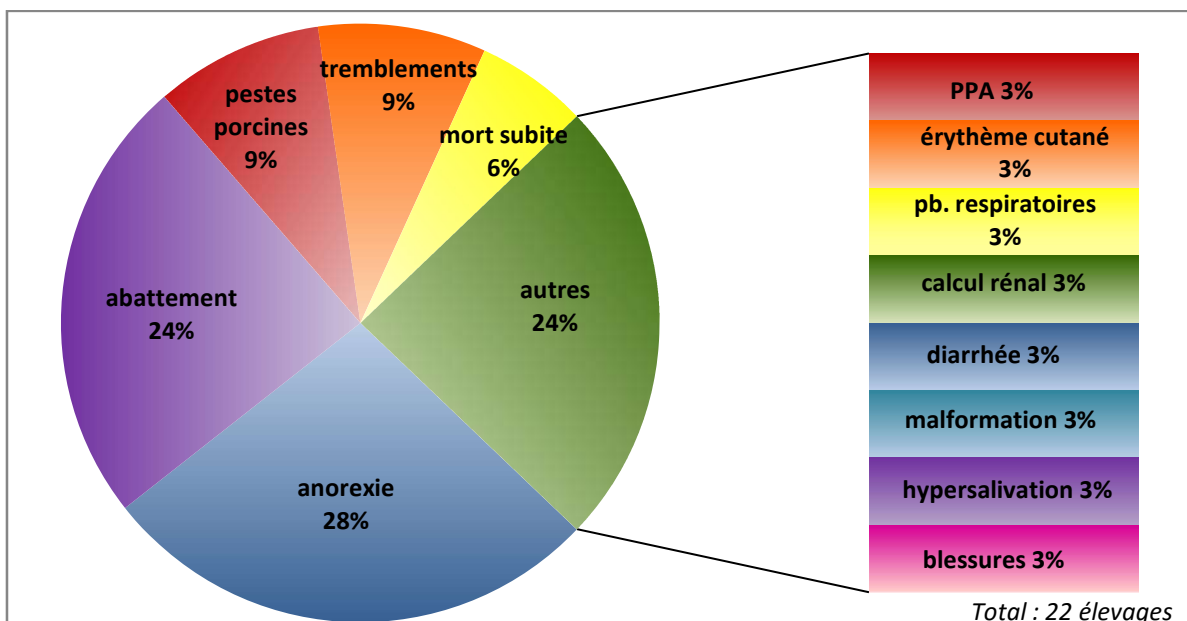


Figure 36 : Répartition des différents symptômes et syndromes rapportés par les éleveurs l'année précédente

Lors de ces épisodes, les éleveurs avaient compté en moyenne : 6,7 porcs présents (minimum 2, médiane 5, maximum 18, écart-type 4,8), 3,0 porcs malades (minimum 0, médiane 1, maximum 13, écart-type 3,9) et 2,8 porcs morts (minimum 0, médiane 1, maximum 13, écart-type 3,9) correspondant à des taux moyens de morbidité de 39% (minimum 0, médiane 38, maximum 100, écart-type 36), de létalité de 67% (minimum 0, médiane 100, maximum 100, écart-type 50) et de mortalité de 38% (minimum 0, médiane 45, maximum 100, écart-type 37) (Figure 37).

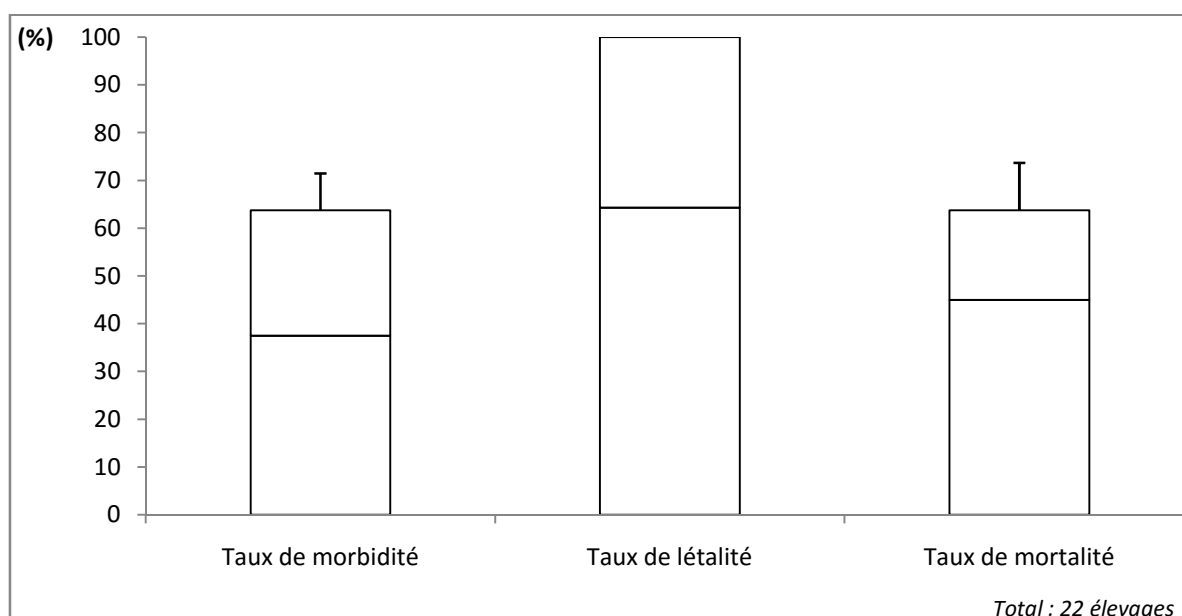


Figure 37 : Taux de morbidité, de létalité et de mortalité correspondant au nombre de porcs présents, malades et morts rapportés par les éleveurs l'année précédente

Face à ces épisodes qui s'étaient déroulés plus souvent lors des mois de mars, août et novembre, les décisions des éleveurs étaient très variées. La moitié des éleveurs avait abattu les porcs malades (50%) ou les avaient vendus (27%). Certains avaient consulté un vétérinaire ou un technicien (18%), effectué un traitement par eux-mêmes (14%), vendu les animaux encore sains (18%) ou plus rarement avaient séparé les animaux sains des animaux malades (9%) (Figure 38).

Plusieurs caractéristiques importantes en termes de risque épidémiologique pour la PPA étaient à noter : de nombreux éleveurs avaient vendu les animaux malades (27%) voire plus rarement les animaux déjà morts (8%). À l'inverse, très peu d'entre eux avaient effectué une désinfection des bâtiments (4%) et certains avaient consommé la viande des porcs morts ou malades (8%) (Figure 38).

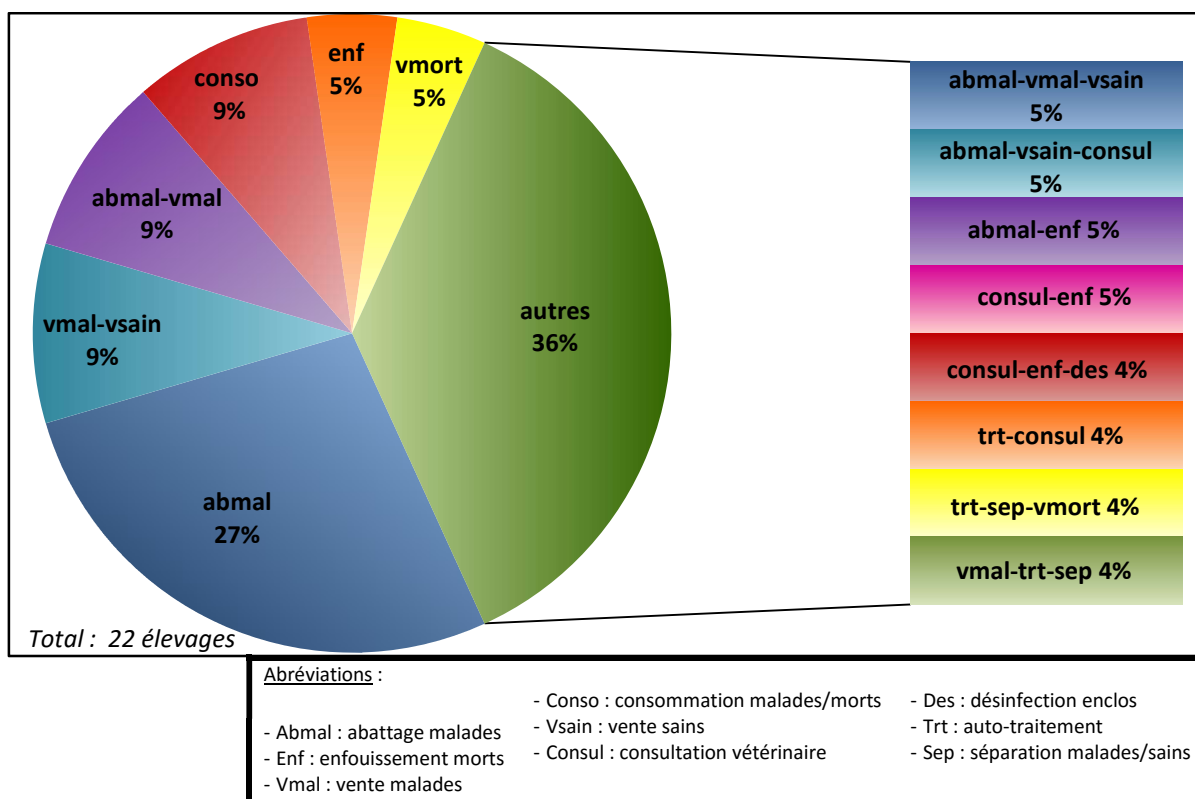


Figure 38 : Répartition des différentes décisions prises par les éleveurs concernant les porcs malades et/ou morts l'année précédente

1.4.2. Peste porcine africaine

Plus d'un quart des éleveurs interrogés déclaraient avoir déjà eu un foyer de PPA dans leur élevage (27%). L'ensemble des foyers s'étendait largement entre 2001 et 2015 avec un pic entre 2012 et 2015 (Figure 39). Certains affirmaient en outre, avoir eu plusieurs foyers successifs (11%), jusqu'à quatre foyers. Ils estimaient également les pertes animales induites à 73% de leur cheptel en moyenne (minimum 20, médiane 78, maximum 100, écart-type 27).

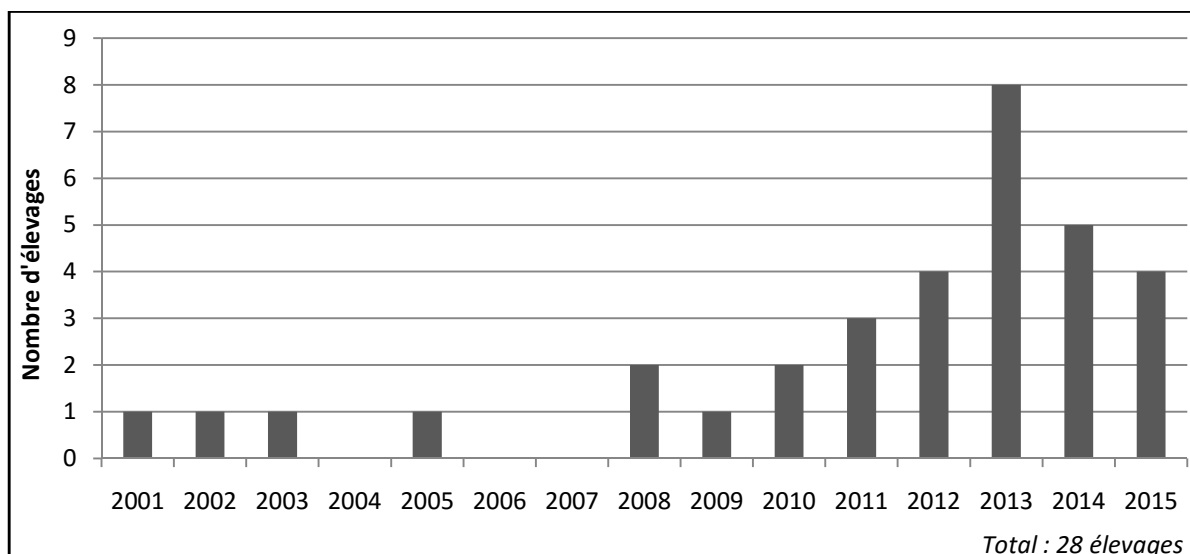


Figure 39 : Évolution du nombre d'élevages rapportant au moins un foyer de PPA par an, entre 2001 et 2015

Aucun des éleveurs n'avait eu la confirmation de la PPA grâce aux méthodes diagnostiques. La majorité s'appuyait sur les rumeurs circulant dans le cercle des villageois ou des bouchers (59%), d'autres sur les symptômes évocateurs de la maladie (36%). Plus rarement, certains se basaient sur l'annonce officielle à la radio de la présence de PPA (1%).

Parmi les éleveurs considérant qu'il existait une période plus à risque de PPA (47%), les mois les plus mentionnés étaient ceux de juin à novembre (saison sèche) et celui de mars (fin de la saison des pluies).

1.4.3. Principales difficultés rencontrées

Une dernière question plus générale concernait les problèmes les plus préjudiciables à l'élevage porcin selon les éleveurs. La majorité d'entre eux estimait que l'alimentation constituait le principal frein à leur élevage (34%), et 21% incriminaient les différentes maladies et affections porcines (Figure 40).

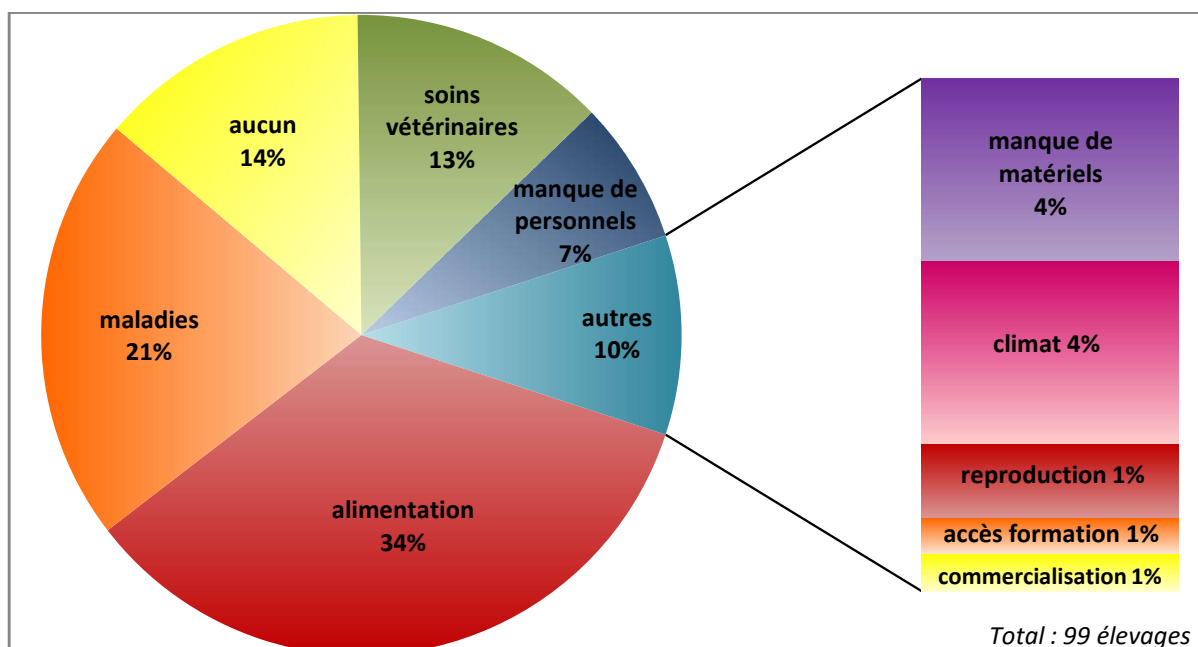


Figure 40 : Principales difficultés rencontrées par les éleveurs porcins pour le développement de leur élevage

Plus précisément, les éleveurs rapportaient des difficultés d'alimentation liées au prix (29%), à l'accès et la disponibilité (13%) et à la qualité (6%). Concernant les soins vétérinaires, ils accusaient la difficulté d'accès aux soins et aux médicaments (33%), le manque de professionnels (33%), le prix (28%) et l'efficacité des vaccins et traitements (6%). Enfin, les maladies porcines les plus préjudiciables étaient les pestes porcines (30%), la maladie de Teschen (10%) et la cysticerose (7%).

2. Analyses des facteurs de risque associés à la présence de PPA dans les élevages porcins

2.1. Résultats des analyses univariées

Au total, 47 variables explicatives X_i ont été préalablement sélectionnées représentant les facteurs de risque potentiels de présence de PPA dans les élevages, dont 43 variables qualitatives et 4 variables quantitatives. La variable expliquée Y est binaire et représente le fait que l'élevage ait connu ($Y=1$) ou non ($Y=0$) un foyer de PPA. Les résultats des analyses univariées entre chacune des variables X_i et la variable dépendante Y sont représentés respectivement dans les Tableaux 17 et 18.

Tableau 17 : Résultats des analyses univariées (p-value) entre les variables explicatives qualitatives X_i et la variable dépendante Y

VARIABLES EXPLICATIVES QUALITATIVES	TEST χ^2 <i>p-value</i>	TEST FISHER <i>p-value</i>
Zone de l'élevage	0,01614 ¹	-
Age de l'éleveur	0,1991	0,1819
Type d'élevage	0,4694 ¹	-
Races porcines	0,01084 ¹	-
Déchets alimentaires	0,7973 ¹	0,6808
Déchets alimentaires contenant du porc	1	1
Déchets alimentaires contenant du potamochère	0,5701 ¹	0,5023
Puits individuel	1 ¹	1
Puits public	0,4246	0,3803
Autres sources d'eau	0,1099	0,07676
Claustration permanente	1	1
Alternance claustration et divagation	0,1321	0,1008
Divagation totale	0,357 ¹	0,2792
Contention au piquet	1 ¹	1
Aucune méthode de reproduction	1	1
Monte naturelle en interne	0,8875	0,8095
Monte naturelle en externe	1	1
Prêt de verrat	0,4104	0,3737
Période d'achat préférentielle	0,1199	0,06578

¹ Approximation par le test du χ^2 probablement incorrecte

Abattage à domicile	0,0096	0,00774
Abattage à domicile de porcs malades	1 ¹	1
Elevage de porcs à proximité	0,3375	0,2748
Contacts avec des porcs d'autres élevages	0,145	0,1137
Potamochères à proximité	1 ¹	1
Contacts avec des potamochères	1 ¹	1
Partage des espaces avec les potamochères	1 ¹	1
Evolution du nombre de potamochères	1 ¹	1
Chasse du potamochère	1 ¹	1
Consommation de viande de potamochère	0,6084 ¹	0,2857
Accès du collecteur	0,726 ¹	0,4878
Accès d'autres éleveurs	0,03428	0,01891
Accès de la famille/amis	1 ¹	1
Accès des chasseurs de potamochères	1 ¹	1
Vaccination	0,2862 ¹	0,2788
Vermifugation	0,4145	0,4207
Administration de vitamines	0,5892	0,5086
Antiparasitaires externes	0,7628	0,6652
Nettoyage des bâtiments	1	1
Désinfection des bâtiments	0,9398 ¹	1
Vide sanitaire	0,3722 ¹	0,181
Mise en quarantaine	0,6098 ¹	0,2736
Présence de cysticercose porcine	0,8629 ¹	0,6076

Tableau 18 : Résultats des analyses univariées (p-value) entre les variables explicatives quantitatives X_i et la variable dépendante Y

VARIABLES EXPLICATIVES QUANTITATIVES	TEST WILCOXON <i>p-value</i>
Altitude de l'élevage	0,6168
Nombre total de porcs	0,503
Nombre total de porcs achetés	0,829
Nombre total de porcs vendus	0,006138

Ainsi, un total de 10 variables explicatives ont été retenues avec un degré de significativité p inférieur à 0,20 pour le modèle initial de régression logistique multiple : l'âge des éleveurs, les races porcines utilisées, l'utilisation d'autres sources d'eau, l'alternance de claustration et de divagation, l'existence d'une période d'achat préférentielle, la pratique de l'abattage à domicile, les contacts possibles avec des porcs d'autres élevages, l'accès à l'éleveur dans l'élevage et la pratique du vide sanitaire.

2.2. Résultats des analyses de régressions multivariées

Les résultats des analyses de régressions multivariées ont permis d'exclure la variable redondante « pratique du vide sanitaire » qui n'était pas suffisamment discriminatoire (106 valeurs de $X_i=0$ contre seulement 3 valeurs de $X_i=1$), ainsi que la variable « existence d'une période d'achat préférentielle » comme elle ne comprenait pas suffisamment de valeurs (seulement 59 valeurs de X_i). De cette manière, 8 variables ont été identifiées, dont chacune avait un VIF inférieur à 3 et représentant un total de 74 observations.

2.3. Modèle final de régression logistique

Les résultats des différentes étapes de construction du modèle par la procédure pas à pas descendante à partir des 8 variables identifiées par les précédentes sélections, sont représentés dans le Tableau 19 :

Tableau 19 : Résultats des différentes étapes de construction du modèle de régression logistique par la procédure pas à pas descendante

MODÈLES DE RÉGRESSION LOGISTIQUE	VARIABLES EXPLICATIVES EXCLUES	AIC	LRT p-value
Modèle à 8 variables	-	78,037	-
Modèle à 5 variables	« Age de l'éleveur » « Races porcines »	74,029	0,4071
Modèle à 4 variables	« Nombre total de porcs Vendus »	73,141	0,2916
Modèle à 3 variables	« Autres sources d'eau »	73,357	0,1366
Modèle à 2 variables	« Alternance claustration et divagation »	75,094	0,05322

Un modèle final de régression logistique à 3 variables explicatives a ainsi été obtenu, dont l'équation peut s'écrire de la façon suivante :

$$\text{logit} (\mathbb{P} (Y = 1|X = x)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

$$\beta_0 = -1,381 ; \beta_1 = 1,545 ; \beta_2 = 1,583 ; \beta_3 = -1,892$$

Y : « présence de PPA dans l'élevage »

- $Y=1$: l'élevage a connu la présence de PPA
- $Y=0$: l'élevage n'a pas connu la présence de PPA

X_1 : « pratique de la divagation des porcs en alternance avec leur claustration »
(OR=4,69 (intervalle de confiance à 95% : 0,95-23,05))

- $X_1=1$: facteur présent
- $X_1=0$: facteur absent

X_2 : « pratique de l'abattage à domicile »
(OR=4,87 (intervalle de confiance à 95% : 1,07-22,13))

- $X_2=1$: facteur présent
- $X_2=0$: facteur absent

X_3 : « contacts possibles avec des porcs d'autres élevages »
(OR=0,15 (intervalle de confiance à 95% : 0,03-0,81))

- $X_3=1$: facteur présent
- $X_3=0$: facteur absent

$x = (x_1, x_2, x_3)$: la réalisation de $X = (X_1, X_2, X_3)$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ et β_3 : coefficients estimés par la méthode du maximum de vraisemblance à partir de n observations

$H_0 : \forall i \alpha_i = 0$ contre $H_1 : \exists i \alpha_i \neq 0$

En conclusion, les facteurs dégagés par cette étude constituant un risque épidémiologique potentiel pour la PPA et influençant probablement sa présence, sont : la pratique de la divagation des animaux en alternance avec leur claustration, la pratique de l'abattage à domicile et la possibilité de contact direct avec des porcs d'un autre élevage. Les deux premiers se révèlent être des facteurs de risque (OR > 1), tandis que les contacts entre porcs s'avèrent être un facteur de protection (OR < 1).

QUATRIÈME PARTIE :

DISCUSSION

1. Limites de l'étude

1.1. Biais de sélection

En l'absence de liste des éleveurs et donc de cadre d'échantillonnage, il n'a pas été possible de faire un tirage au sort aléatoire des éleveurs recrutés pour l'étude. Ceci conduit à interpréter les résultats avec précaution du fait d'un manque de connaissance de la représentativité des élevages enquêtés.

Les contraintes de terrain liées au temps disponible et à l'accessibilité de certaines zones, ont exclu malheureusement les localités les plus reculées, souvent les plus pauvres, où l'élevage s'effectue selon des modalités et un contexte potentiellement différents. Cependant, des enquêtes ont intentionnellement été effectuées dans certaines zones isolées afin de combler ce déficit.

À l'inverse, les élevages situés près des axes de communication principaux, souvent plus enclins à être touchés par les maladies et plus couramment inclus dans les circuits de collecte et de vente, ont été davantage représentés. Ils ont constitué ainsi un avantage pour l'étude de la commercialisation des animaux et l'interaction des élevages avec les différentes affections porcines.

Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus sont à nuancer en fonction de la localisation et de l'isolement de l'élevage.

1.2. Biais d'information

Les enquêtes se sont déroulées à différentes saisons. Certains facteurs (maladies, alimentation) sont variables selon les saisons, et les éleveurs répondent davantage aux questions selon leurs préoccupations actuelles. Les saisons influencent également la disponibilité des éleveurs et donc la qualité de l'interview, selon la quantité de travail demandée dans les champs. Toutefois, il est à noter qu'aucun refus de répondre au questionnaire ne s'est manifesté au cours de l'étude.

De plus, certains élevages interrogés étaient récents (moins de 2 ans), ainsi les réponses faisant référence aux connaissances générales et aux expériences passées des éleveurs ont pu être biaisées. Néanmoins, cette caractéristique confirme par la même occasion, leur crainte d'investir dans l'élevage porcin (Grenier, 2005 ; MPE, 2005b ; Franco, 2007).

D'autre part, une certaine appréhension des éleveurs représentée par l'arrivée des enquêteurs a pu être informellement identifiée, malgré les discussions préliminaires les informant des objectifs et de la confidentialité de l'étude. Ainsi, ils ont pu ne pas toujours déclarer avec exactitude le nombre précis de porcs vendus ou la présence de PPA dans leur élevage, craignant les sanctions financières.

Enfin, il est important de noter que les analyses des facteurs de risque liés à la PPA ont pu être biaisées, dans la mesure où les informations sur les pratiques d'élevage recensées ont pu évoluer entre les épisodes de PPA déclarés et la période où les enquêtes se sont déroulées. De surcroît, un biais réside également dans la variable explicative utilisée dans cette même analyse, à savoir « Présence d'un foyer de PPA dans l'élevage », comme cette dernière correspond à une opinion de l'éleveur qui n'a pas été confirmée par un diagnostic de certitude en laboratoire.

Il n'est cependant pas possible d'évaluer dans quel sens ces différents biais ont pu influencer les résultats obtenus.

1.3. Avantages de l'étude transversale par questionnaire

Malgré les biais identifiés, la méthodologie par questionnaire s'est révélée être un outil efficace, facile et relativement peu coûteux à mettre en place. Elle a été utile pour centraliser les caractéristiques générales de l'élevage porcin malgache afin d'obtenir un point de vue global sur la filière porcine à un temps précis dans des zones d'interface avec le potamochère. Elle a également apporté des informations abondantes et uniques sur des potentiels facteurs de risque et de protection liés à la PPA, constituant des arguments afin de bâtir des enquêtes futures de type cohorte ou cas-témoins.

D'autre part, les entretiens ont permis un recueil d'informations davantage informelles concernant par exemple les contraintes socioculturelles des éleveurs, leurs connaissances de la PPA et leur lien avec les autorités. Toutefois, la méthode par questionnaire indirecte pourrait également être intéressante pour outrepasser les limites liées à la présence des enquêteurs et à la sincérité des informations collectées (Randrianantoandro et al., 2015).

2. Interprétation des résultats

2.1. Caractéristiques générales des élevages

2.1.1. Type d'élevage et effectifs

La typologie des élevages associée au nombre total d'animaux rapporté par chacun des éleveurs interrogés, est en accord avec les données recueillies par la bibliographie (Grenier, 2005 ; Franco, 2007 ; Bretaudeau, 2008), c'est-à-dire une grande majorité d'élevages traditionnels et de très rares élevages modernes. Ces résultats confirment la tendance à l'abandon des élevages modernes considérés comme risqués, au bénéfice d'une nette préférence pour les élevages traditionnels.

En revanche, les proportions obtenues concernant les différentes races porcines utilisées ne sont pas tout à fait cohérentes avec la précédente typologie des élevages (Andriamparany, 2012). En effet, ces données sont probablement partiellement erronées, dans la mesure où il est difficile pour beaucoup d'éleveurs de distinguer les différentes races porcines.

En outre, les élevages enquêtés ont témoigné pour la grande majorité, d'une pratique de l'élevage porcin en tant que source additionnelle de revenus (91%), confirmant une fois de plus la crainte des éleveurs d'investir dans cette activité.

De plus, une diminution des activités d'engraissement seul (29%) s'observe au profit des activités mixtes de naisseurs-engraisseurs (58%). Cette tendance peut s'expliquer par une diminution de la rentabilité de cette activité liée à l'augmentation du prix des matières premières.

Enfin, les répartitions obtenues en termes d'âge des éleveurs interrogés, sont à mettre en relation avec le fait que l'élevage porcin malgache est essentiellement familial (Grenier, 2005 ; Bretaudeau, 2008 ; Crepieux, 2014). Ainsi, les adultes s'occupent au quotidien de l'élevage tandis que la divagation des porcs est souvent surveillée par les enfants. Cette dernière caractéristique n'a pas été ici mise en évidence (aucun éleveur interrogé n'avait moins de 20 ans), puisque ce sont légitimement les adultes qui interagissaient avec les enquêteurs.

2.1.2. Alimentation

L'apport de restes de cuisine contenant de la viande de porc et/ou de potamochères dans l'alimentation se pratique encore, malgré le risque connu de transmission de la PPA par les éleveurs. Plus globalement, l'alimentation est en relation étroite avec la mise en divagation des animaux qui constitue, elle aussi, un facteur de risque de transmission de la PPA (Costard et al., 2013a). En effet, les éleveurs compensent les carences alimentaires par

la divagation, surtout durant les périodes agricoles les difficiles (MPE, 2005b ; Crepieux, 2014).

En outre, l'alimentation est considérée par les éleveurs comme le principal frein au développement de leur élevage, tant par sa difficulté d'accès que par ses prix élevés. C'est pourquoi, même dans les rares cas d'utilisation de provendes, ces dernières sont toujours mélangées avec les sous-produits de l'agriculture et/ou des déchets alimentaires.

Ainsi, représentant à la fois un facteur de risque de transmission de PPA et un obstacle au développement de l'activité, l'alimentation apparaît comme un maillon clé de l'élevage porcin malgache.

2.1.3. Logement

La pratique de la divagation, même en alternance avec la claustration des animaux, a été évaluée comme l'un des trois facteurs principaux influençant la présence de PPA dans les élevages, confirmant les dernières études menées (Costard et al., 2013a). Malgré ce risque, elle est encore présente dans de nombreux élevages (27%), témoignant par la même occasion du non-respect de la loi interdisant la divagation et de sa difficulté d'application (Grenier, 2005 ; MPE, 2005a ; Rakotoarisoa, 2015).

Cependant, elle n'apparaît pas dépendante de l'investissement financier consacré à l'élaboration des enclos, dans la mesure où les matériaux basiques utilisés pour leur construction (planches, feuilles, absence de plancher ou de séparation) représenteraient un coût très faible pour l'éleveur. Toutefois, ces matériaux mettent en évidence également une difficulté pour effectuer les nettoyages sanitaires et une favorisation des contacts directs entre les porcs d'un même élevage quels que soient leur âge et leur stade physiologique, constituant un certain facteur de risque de maintien et de transmission des maladies.

2.1.4. Reproduction

La très faible proportion d'éleveurs verratiers (2%) soutient l'idée d'un taux de consanguinité relativement élevé dans le cheptel porcin malgache et d'une faible valeur génétique des animaux (MPE, 2005a ; Benoît et Capo-Chichi 2008).

D'autre part, la reproduction s'effectuant exclusivement par monte naturelle, le risque de transmission de maladies, notamment de la PPA, est élevé. Ainsi, l'utilisation des méthodes d'insémination artificielle apparaît encore très rare et peu accessible, malgré les efforts de développement déployés par certaines organisations paysannes comme la MPE (MPE 2005a).

Néanmoins, les méthodes de reproduction ne se sont pas révélées jouer un rôle principal dans l'épidémiologie de la PPA dans notre étude. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les acheminements des truies et des verrats, s'effectuent dans la grande majorité

des cas sur de très courtes distances, et au sein du même village. Cette caractéristique suggère ainsi une expansion limitée des maladies par l'intermédiaire de la reproduction, ainsi qu'un certain microbisme propre à un village.

2.2. Circuits de commercialisation et pratiques d'abattage

2.2.1. Commercialisation : achats et ventes d'animaux

De la même façon, bien que les animaux soient le plus souvent transportés vivants, la commercialisation des animaux n'est pas apparue être un facteur majeur d'expansion de la PPA dans notre étude. En effet, les achats se réalisent également à très grande proximité de l'élevage (médiane 1 km), de même que les lieux de vente (médiane 9 km). Le choix d'acheter et de vendre des animaux sur pied ou sur les étals est variable selon les habitudes de la population locale, mais l'absence fréquente de moyen de conservation de la viande favorise les échanges d'animaux vivants.

Ces échanges s'effectuent soit entre éleveurs (majorité des achats), soit par l'intermédiaire de collecteurs qui sillonnent les différents élevages, ou encore de bouchers auxquels les éleveurs apportent directement leurs animaux. Dans les trois cas, les porcs sont transportés à pieds, en charrette ou en « taxi-brousse » (camionnette), suggérant un risque de transmission entre les animaux ainsi rassemblés. Le choix de vendre à un boucher ou à un collecteur particulier semble s'effectuer selon l'habitude de l'éleveur, et il n'existe pas de réelle compétition entre les différents acteurs. La commercialisation des porcs sur les marchés n'a pas été étudiée ici, bien qu'elle représente également un facteur de transmission important puisque de nombreux porcs vivants y sont rassemblés (Costard et al., 2013a).

La grande variation des prix d'achat et de vente recensés reflète l'instabilité de la filière porcine malgache. Elle est néanmoins à mettre en relation avec la variation des prix des matières premières, de la conformation des animaux (races, âges, tailles, poids, etc.), de l'offre et la demande, ainsi que des pathologies porcines présentes (MPE, 2005b ; Crepieux, 2014). En effet, la suspicion ou même la confirmation d'un porc malade, ne sont pas rédhibitoires pour sa vente. En revanche, son prix est fortement diminué, comme c'est le cas pour les porcs suspectés de PPA.

Enfin, il aurait été également intéressant d'étudier les différents lieux de consommation et leur influence sur les mouvements d'animaux. En effet, les grands axes routiers et les « gargotes » (restaurants populaires) par exemple, sont d'importants lieux de passage et la demande des consommateurs en viande de porc y est élevée. Ainsi, les porcs y sont acheminés en grande quantité, parfois depuis des villages très éloignés, constituant un potentiel facteur de risque épidémiologique pour la PPA.

Les périodes de vente et d'achat des animaux les plus fréquemment recensées sont cohérentes avec la saisonnalité signalée par les études précédentes (Ramamonjisoa et al., 1998 ; Franco, 2007 ; Bretaudeau, 2008), avec toutefois certaines disparités inhérentes aux variabilités climatiques régionales. Ainsi, les ventes se déroulent de préférence à la période de soudure rizicole entre novembre et décembre, et les achats s'effectuent après la période de récolte du riz entre novembre et janvier (en général après le mois de juin dans la littérature).

De plus, d'après les éleveurs interrogés, la commercialisation semble plus propice pendant la saison des pluies, entre novembre et mars. Des ventes et des achats sont également davantage constatés au cours du mois de juin, correspondant à la fête nationale malgache. D'autres mois de l'année ont été mentionnés par les éleveurs dans une moindre proportion, pouvant correspondre à des besoins d'argent ponctuels plus aléatoires (rentrée scolaire, deuil, maladie, etc.).

2.2.2. Abattage à domicile

L'abattage à domicile est encore souvent pratiqué dans les élevages, dont les très faibles mesures sanitaires constituent l'un des trois principaux risques de transmission pour la PPA mis en évidence dans cette étude. Ce risque est d'autant plus élevé que certains éleveurs le pratiquent afin de maîtriser une maladie ou de valoriser la viande en la vendant. Le recours à la vente d'urgence des animaux infectés, en particulier de PPA, pour éviter les pertes financières, est un facteur crucial d'expansion de la maladie (Costard et al., 2013a). Malgré ce risque, il semble exister une certaine solidarité entre les villageois, où l'achat des porcs malades permet d'aider l'éleveur en difficulté.

Cependant, le nombre d'animaux abattus à domicile étant faible (1,9 porc en moyenne, médiane 1) et la viande infectée étant destinée soit à la consommation familiale soit à la vente au sein du village, l'expansion de la maladie semblerait limitée.

2.3. Biosécurité et aspects sanitaires

2.3.1. Interactions avec d'autres Suidés

Des contacts directs entre porcs de différents élevages sont rapportés dans presque un tiers des élevages (27%) correspondant exactement aux élevages pratiquant la divagation des animaux. Classiquement considéré comme un facteur essentiel de transmission et d'expansion de la PPA (Costard et al., 2013a), le facteur « contacts directs entre porcs » apparaît dans notre étude comme un facteur protecteur de sa présence (OR < 1). Ce résultat inhabituel peut être mis en relation avec une certaine entraide technique existant entre les éleveurs, un équilibre microbien s'installant entre les élevages régulièrement en contacts, ainsi qu'une méthode préventive de « bouche à oreille » efficace avec des éleveurs isolant momentanément leurs animaux lors d'annonce de foyer de PPA dans les élevages voisins.

En outre, certains éleveurs mentionnent également la possibilité de contacts directs et de partage des pâtures entre les potamochères et leurs porcs, confirmant les données des précédentes études (Jori et al., 2009 ; Stahl et al., 2014). En revanche, les rares cas d'hybridations rapportés par les éleveurs, sont à considérer avec précaution dans la mesure où ils n'ont pas pu être vérifiés sur le terrain, malgré nos recherches fréquentes. Ces mêmes éleveurs évaluent la période la plus favorable à la présence des potamochères entre les mois de juin et d'août, correspondant à la période sèche où les potamochères s'approchent davantage des villages à la recherche de nourriture (Rouillé et al., 2014).

Pourtant, l'influence des facteurs « présence de potamochères » et « types de contacts entre potamochères et les porcs », s'est révélée négligeable dans cette étude à l'égard de l'existence de PPA dans les élevages. Ces résultats renforcent fortement l'idée du faible rôle épidémiologique des potamochères à Madagascar (Costard et al., 2007), et cela malgré l'existence avérée de contacts directs avec les porcs domestiques.

2.3.2. Personnes ayant accès à l'élevage

Principalement de type traditionnel familial, les élevages porcins malgaches sont ouverts aux membres de la famille et aux amis dans la grande majorité des cas (86%). Ce résultat est en accord avec le fait que toute la famille participe aux activités de l'élevage, comme décrit ci-dessus (Grenier, 2005 ; Bretaudeau, 2008 ; Crepieux, 2014).

De plus, les autres éleveurs de porcs sont également souvent autorisés à entrer dans l'élevage (22%), ainsi que les bouchers et collecteurs (13%). Cette caractéristique est en relation avec les modalités de la commercialisation des animaux, dans la mesure où les ventes et les achats s'effectuent principalement entre éleveurs, comme il a été vu précédemment

Ainsi, très peu de filtres sont mis en place à l'entrée des élevages qui sont au final peu isolés des autres, facilitant l'introduction de divers pathogènes (Costard et al., 2009)

2.3.3. Méthodes sanitaires préventives

De manière globale, très rares sont les mesures de biosécurité mises en place dans les élevages. En effet, aucun élevage ne disposait de pédiluve, presque aucun élevage ne mettait en quarantaine les nouveaux animaux introduits, et très peu d'élevages pratiquaient un vide sanitaire ou une désinfection des enclos. Néanmoins cette dernière caractéristique est à nuancer, étant donné que certains éleveurs effectuaient une destruction totale des enclos à la suite notamment des épidémies suspectées de PPA, puis une reconstruction.

La faible proportion des éleveurs pratiquant la vaccination de leurs animaux (12%), confirme la tendance à l'abandon de la vaccination, en particulier contre la PPC, jugée à tort

inefficace suite à la confusion avec l'épidémie de PPA (Grenier, 2005 ; MPE, 2005b ; Franco, 2007).

Enfin, les actes de médecine préventive sont en grande majorité effectués par les techniciens vétérinaires (77%). Cependant, il a été souligné plus haut que peu de techniciens étaient disponibles à Madagascar (Blanchard, 2001 ; Grenier, 2005 ; Crepieux, 2014), ce qui explique en partie la faible fréquence d'administration des traitements. En outre, que les éleveurs n'effectuent pas eux-mêmes certains actes comme les traitements antiparasitaires et les injections de vitamines ou de fer, confirme le manque de disponibilité et d'accessibilité des médicaments, voire les carences de formations technique.

Ainsi, cette faible biosécurité des élevages porcins, en termes de diversité et de fréquence des actes, favorise l'introduction et le maintien de pathogènes dans l'élevage (Costard et al., 2009). Elle reflète également l'absence de technicité et/ou d'investissements financiers des éleveurs.

2.4. Caractérisations des différentes affections connues de l'élevage

La saison des pluies étant plus favorable à la présence de pathogènes, la plupart des éleveurs avaient eu des cas d'animaux morts et/ou malades uniquement à cette saison. Les proportions de syndromes de « pestes porcines » (9%) et de « PPA » (3%) sont seulement une indication, dans la mesure où la confusion entre PPC et PPA est fréquente et les diagnostics de certitude en laboratoire rares.

Face à ces épisodes de morbidité et de mortalité, les éleveurs font très rarement appel aux vétérinaires ou techniciens, et très peu réalisent des traitements par eux-mêmes. Cette caractéristique peut expliquer notamment les taux élevés de létalité, morbidité et mortalité obtenus, et souligne le faible suivi médical des animaux. Elle met également une nouvelle fois en évidence, les contraintes financières des éleveurs et la faible disponibilité des professionnels et des médicaments en termes de coût et d'accessibilité.

Enfin, la vente et la consommation des animaux malades ou morts par crainte des pertes financières, complètent les données bibliographiques (Costard et al., 2009 ; Costard et al., 2013a) et constituent un important facteur de risque d'expansion de la PPA.

2.5. Peste porcine africaine

2.5.1. Caractérisation des foyers

Dans notre étude, 27% des éleveurs considéraient avoir déjà été confronté à la PPA. Cette valeur a pu être soit sous-estimée puisque d'une part de nombreux élevages visités étaient récents, et d'autre part que certains éleveurs avaient des réticences à déclarer la PPA dans leur élevage ; soit au contraire, la valeur a pu être surestimée comme la PPA est très

fréquemment suspectée et attribuée aux mortalités porcines, sans confirmation diagnostique. En outre, il n'existe actuellement pas de taux de prévalence de la maladie disponible à Madagascar, pour confronter cette valeur.

D'autre part, la comparaison du nombre de foyers déclarés sur l'ensemble du territoire malgache à l'OIE avec celui rapporté par les 119 éleveurs interrogés dans cette étude entre 2010 et 2015 (Tableau 20), met en évidence l'absence de remontée des informations sur les foyers à la DSV et le fossé existant entre les éleveurs et les autorités. Ce désaccord complique la mise en place de mesures sanitaires et de réseau de surveillance concernant la PPA, par manque de données réelles sur la situation épidémiologique.

Tableau 20 : Comparaison entre les foyers déclarés à Madagascar à l'OIE (OIE et WAHIS, 2016) et par les élevages inclus dans l'étude, entre 2010 et 2015

Années	Foyers déclarés	
	à Madagascar (OIE)	dans notre étude
2010	7	3
2011	4	3
2012	3	5
2013	7	9
2014	7	7
2015	3	4

Il est également intéressant de noter que certains éleveurs avaient déclaré avoir eu la PPA dans leur élevage l'année précédente, mais n'ont pas cessé leur activité pour autant. D'autre part, très peu de ceux interrogés avaient subi plusieurs foyers successifs, et le facteur « présence d'anciens foyers de PPA dans l'élevage » n'a pu être ici étudié pour le risque de PPA, alors qu'il a déjà été dégagé dans de précédentes études (Randriamparany et al., 2005 ; Costard et al., 2007).

2.5.2. Perception et connaissances des éleveurs

Les diagnostics de certitude étant exceptionnels, le « bouche à oreille » est le moyen de communication le plus développé pour informer de la présence de PPA dans les élevages voisins. Il permet une transmission rapide de l'information dans le village et les éleveurs s'empressent d'isoler leurs élevages dès qu'ils en sont avertis.

La PPA fait partie des principaux freins au développement de l'élevage, considérés par les éleveurs. Néanmoins, elle n'est pas perçue comme une fatalité et les éleveurs ont développé des moyens de lutte personnels, tels que l'isolement des élevages et l'arrêt des commerces liés aux porcs en cas de foyers de PPA proches, ou la destruction par le feu des enclos lorsqu'ils ont été victimes d'une épidémie. La plupart affirme avoir également cessé de consommer de la viande de porc.

3. Synthèse et recommandations

La synthèse des principaux facteurs de risque associés à la PPA et des caractéristiques des élevages porcins malgaches mis en avant dans cette étude, permet la suggestion de recommandations dans le but à la fois d'améliorer la productivité de l'élevage et de réduire le risque d'introduction de maladies contagieuses. Toutefois, une attention singulière doit être portée sur l'élaboration de ces recommandations, et il est essentiel que celles-ci soient ciblées sur les particularités de l'élevage et hiérarchisées selon leur importance relative. En effet, les éleveurs ont des ressources financières très limitées et ne peuvent changer que quelques pratiques d'élevage. Ainsi, une prophylaxie liée aux principaux facteurs de risque et adaptées aux contraintes des éleveurs, est à préférer à une longue liste de pratiques sanitaires qu'ils ne pourraient pas mettre en œuvre.

L'alimentation s'est avérée à plusieurs reprises être un maillon crucial dans l'élevage porcine malgache. Elle représente effectivement tout d'abord un frein à la productivité par sa difficulté d'accès et son prix élevé, mais aussi un facteur de risque de transmission de PPA à cause de sa qualité (liée particulièrement aux déchets alimentaires contenant de la viande de porc ou de potamochère) et de sa quantité (liée notamment à la divagation des animaux pour rechercher de la nourriture). En second lieu, l'absence de mesures sanitaires (difficulté d'accès aux médicaments, faible disponibilité des professionnels, etc.) et de biosécurité suffisantes (perméabilité à de nombreuses catégories de personnes différentes, introduction de nouveaux animaux sans mise en quarantaine, etc.) est également un facteur de risque important. À l'échelle locale voire régionale, ce sont l'abattage à domicile, notamment d'animaux malades, et la reproduction par monte naturelle qui sont les principaux facteurs de risque. À l'inverse, les contacts directs entre porcs semblent être un facteur protecteur de l'élevage, tandis que ceux avec les potamochères ne semblent pas jouer un rôle épidémiologique important.

Ainsi, les différents groupements et associations d'éleveurs déjà mis en place dans certaines régions (MPE, 2005b), pourraient être utilisés en ciblant davantage sur la mise en commun des provendes et des médicaments vétérinaires, afin de permettre une meilleure accessibilité en termes de prix et de proximité.

De plus, il serait également intéressant de pouvoir y assigner périodiquement un vétérinaire ou technicien, favorisant l'accès aux soins et aux conseils techniques, ainsi qu'aux recueils réguliers des informations sanitaires sur les élevages (comme le rapport des foyers de PPA). En même temps, la distribution de papiers buvards aux vétérinaires, techniciens et éleveurs, en tant que support de prélèvements pour la détection de PPA par PCR ou ELISA (Michaud et al., 2004 ; Michaud et al., 2007), pourrait être très utile pour permettre un diagnostic rétrospectif de la cause des épidémies, et ainsi éviter la confusion entre PPA et

PPC et les biais qui en résultent. Néanmoins, elle nécessiterait au préalable une étude pilote afin d'identifier les zones où les différents acteurs seraient motivés.

En outre, il pourrait être plus fructueux et durable d'ouvrir ces groupements ou associations à tous types d'élevages et d'agricultures, voire à la santé humaine, de façon à créer un pôle sanitaire humain et animal qui serait par la même occasion plus solide face aux politiques et aux demandes de subventions.

Toutefois, la difficulté d'instauration de ces organismes et en particulier de leur application face aux réalités sociales et économiques, est à prendre en compte. En effet, ces regroupements ne sont pas toujours en adéquation avec la culture malgache et les habitudes des différentes ethnies, notamment dans les zones les plus reculées. Il serait ainsi plus judicieux de les mettre en place dans des zones où la population y est sensible, par exemple dans les zones plus urbaines où la population porcine est également plus élevée, ou bien de créer de petits groupements à une échelle plus locale de type « communautés-pilotes ». Une étude de type « jeu de rôles » ou axée sur l'anthropologie de la santé animale serait ainsi intéressante à mener aux seins des différentes populations, afin d'établir des scénarii adaptés aux caractéristiques socioculturelles et aux demandes réelles des éleveurs.

De la même manière, la mise en place d'une compensation financière contre l'abattage sanitaire des animaux paraît une solution adaptée afin de limiter les abattages à domicile des animaux malades. Cependant, les risques d'une déstabilisation économique de la filière porcine sont à craindre, si la compensation devient plus rentable pour l'éleveur que la vente de la viande. C'est pourquoi, une étude préalable approfondie sur l'économie de la filière porcine est indispensable.

Enfin, l'importance relative des facteurs de risque identifiés dans cette étude est à nuancer avec la pratique de mesures protectrices qui ont été relevées, comme l'entraide technique et informative entre éleveurs, l'isolement des animaux (arrêt de la commercialisation et de la reproduction, interdiction des visites de personnes) et l'arrêt de la consommation de viande de porc pendant les périodes à risque de PPA. Il serait même très intéressant de mener une étude davantage sociale, ciblée sur l'identification et la mesure de l'importance des différentes pratiques protectrices réalisées par les éleveurs, afin d'ajuster au mieux les mesures prophylactiques aux besoins des éleveurs.

4. Perspectives « OneHealth-EcoHealth »

L'étude de la caractérisation des élevages porcins malgaches et des facteurs de risque associés à la PPA dans les zones d'interface avec le potamochère, s'est ainsi révélée faire partie d'une dynamique plus globale de la santé animale et humaine. En effet, elle s'inscrit à l'interface homme-animal, à la fois domestique et sauvage, et est rattachée à des contextes écologiques, socio-économiques, culturels et politiques spécifiques de Madagascar.

De cette façon, l'approche « *OneHealth-EcoHealth* » (pour « UneSanté-EcoSanté ») apparaît particulièrement adaptée à l'étude de cette thématique, dans la mesure où elle encourage l'inter et la transdisciplinarité, selon une vision socio-écosystémique qui intègre les populations humaines et les contraintes environnementales et sociales de la santé aux réflexions et aux décisions (Roger et al., 2016). Elle apparaît appropriée aux pays en voie de développement comme Madagascar, comme elle présente l'avantage de mutualiser les ressources humaines, informationnelles et financières (Roger et al., 2015), mais aussi car le développement humain repose largement sur l'exploitation des ressources naturelles.

Ainsi, notre étude a été menée en parallèle et en complémentarité d'une analyse de la filière potamochère et de ses enjeux socio-épidémiologiques, présentée dans la thèse vétérinaire de Rianja Rakotoarivony. Le rapprochement de ces deux études menées de front sera essentiel pour mettre en évidence la relation entre la filière « potamochères » et la filière « porcs domestiques », dont l'effondrement de l'une à la suite de la PPA a favorisé l'émergence de l'autre afin d'assurer la sécurité alimentaire des populations locales. En outre, ce rapprochement apportera une compréhension plus globale des dynamiques qui s'articulent autour de cette thématique, et ainsi l'élaboration de recommandations plus adaptées. Enfin, la comparaison de ces deux études permettra d'une part, de mesurer les divergences et les similitudes des approches *OneHealth* et *EcoHealth*, et d'autre part, d'optimiser les bénéfices escomptés des travaux futurs qui pourront être menés à Madagascar et ailleurs en santé animale et humaine.

CONCLUSION

Malgré les biais de sélection et d'informations relatifs aux contraintes du terrain, les enquêtes épidémiologiques transversales réalisées dans cette étude auprès des éleveurs porcins malgaches dans les zones d'interfaces avec le potamochère, ont permis de recueillir une base de données conséquente concernant les caractéristiques générales des élevages, les pratiques des éleveurs et leurs interactions vis-à-vis de la PPA. Plus particulièrement, il a été possible de mettre en évidence les principaux facteurs de risque et de protection associés à la PPA dans ces élevages.

Ainsi, les élevages porcins sont majoritairement traditionnels, avec des effectifs de petites tailles et des races porcines locales voire améliorées. L'élevage porcin représente une source de revenu additionnel pour les ménages qui craignent de s'investir totalement dans cette activité jugée encore trop aléatoire. Les premières contraintes rencontrées sont la difficulté d'accès à l'alimentation et aux soins vétérinaires en termes de proximité, de prix et de qualité, ainsi que les maladies et affections porcines touchant l'élevage, dont la PPA.

De nombreuses pratiques à risque sont encore souvent adoptées malgré la connaissance de leur danger par les éleveurs. Aussi, les principaux facteurs de risque associés à la PPA mis en avant dans cette étude sont : l'alimentation avec des déchets de cuisine pouvant contenir de la viande de porc ou de potamochère, l'alternance entre la claustration et la divagation des animaux, l'abattage à domicile notamment des porcs malades, l'absence de biosécurité et de mesures sanitaires, ainsi que la reproduction par monte naturelle. Néanmoins, en dépit de la proximité et des contacts directs existant entre les porcs domestiques et les potamochères, notre étude a confirmé le faible rôle des potamochères dans l'épidémiologie de la PPA.

Les éleveurs porcins sont encore régulièrement confrontés à la menace de la PPA, comme le montrent les nombreux foyers rapportés par cette étude, qui confirment également l'absence de remontée des informations sur les foyers à la DSV et le fossé existant entre les éleveurs et les autorités. Ils ont cependant développé des moyens de lutte personnels, comme l'entraide technique et informative entre éleveurs, l'arrêt de la consommation de viande de porc et l'isolement des animaux pendant les périodes à risque de PPA (arrêt de la commercialisation et de la reproduction, interdiction des visites de personnes par exemple). Et les contacts directs entre porcs sont alors apparus comme un facteur protecteur de la présence de PPA dans les élevages.

L'ensemble de ces résultats met en évidence la fragilité de la filière porcine et le danger constant de la PPA dans les élevages porcins malgaches. Il souligne également la complexité des contraintes économiques et sociales spécifiques de Madagascar. C'est la raison pour laquelle, il est essentiel d'établir des mesures prophylactiques ciblées sur les principaux facteurs de risque, mais aussi d'intégrer les facteurs de protection.

Davantage d'études sont aussi nécessaires afin de déterminer plus précisément les dynamiques sociales, économiques, politiques et écologiques faisant partie intégrante de la thématique de la PPA à Madagascar. Ainsi, l'approche « *OneHealth-EcoHealth* » semble constituée une solution d'avenir davantage adaptée et durable, dans la mesure où elle mutualise les ressources humaines, informationnelles et financières du pays, qui pourra être applicable à d'autres problématiques touchant aux domaines aussi complexes que la santé humaine et animale, comme la PPA.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, WARET-SZKUTA Agnès, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **GRANGE Tania** intitulée « **Risques épidémiologiques associés à l'élevage porcin à Madagascar : cas particulier de la peste porcine Africaine dans les zones d'interface avec le potamochoère (*Potamochoerus Larvatus*)** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

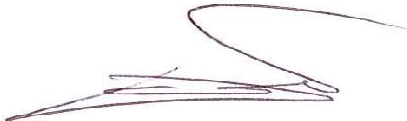
Fait à Toulouse, le 22 novembre 2016
Docteur Agnès WARET-SZKUTA
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Christophe PASQUIER



Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU

Régine ANDRÉ-OBRECHT

Melle GRANGE Tania
a été admis(e) sur concours en : 2011
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 25/06/2015
a validé son année d'approfondissement le : 03/11/2016
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON E.C, HUTCHINGS G.H, MUKARATI N, WILKINSON P.J (1998). *African swine fever virus infection of the bushpig (Potamochoerus porcus) and its significance in the epidemiology of the disease*. Veterinary Microbiology 62, p.1-15
- ANDRIAMPARANY H.M (2012). *Evaluation des impacts économiques des maladies porcines importantes à Madagascar*. Thèse de doctorat vétérinaire, Université d'Antananarivo Madagascar - Faculté de médecine département d'enseignement des sciences et de médecine vétérinaire, 126p.
- BANQUE MONDIALE (2015). *La Banque Mondiale | Madagascar | Data* [en ligne]. Disponible sur : <http://donnees.banquemondiale.org/pays/madagascar> (consulté le 01/10/2016).
- BASTOS A.D.S, CRUCIERE C, EDRICH C, HUTCHINGS G.H, ROGER F, COUACY-HYMAN E, THOMSON R (2003). *Genotyping field strains of African swine fever virus by partial p72 gene characterisation*. Archives of Virology 148, p. 693–706.
- BENOÎT T, CAPO-CHICHI M (2008). *L'élevage porcin dans la région d'Analanjorofo à Madagascar*. *PigTrop - The information center about pig production in developing countries* [en ligne]. Disponible sur : http://pigtrop.cirad.fr/subjects/rural_development/l_elevage_porcin_dans_la_region_d_analanjorofo_a_madagascar (consulté le 1/10/2016).
- BLANCHARD I (2001). *L'épizootie de peste porcine africaine à Madagascar - Etude générale et place du diagnostic de laboratoire dans la lutte*. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Lyon - France, 97p.
- BRETAUDEAU A (2008). *Etude des systèmes d'élevage porcin dans la commune d'Arivonimano I, à Madagascar*. Rapport de stage de 2ème année de master, Université Montpellier II - France, 68p.
- CAPO-CHICHI M (2008). *L'élevage porcin dans la région d'Analanjorofo - Tamatave, Madagascar*. Rapport du programme FIDA (Fonds International pour le Développement Agricole). Institut Supérieur Technique d'Outre Mer - Madagascar, 19p.
- COSTARD S, MUR L, LUBROTH J, SANCHEZ-VIZCAINO J.M, PFEIFFER D.U (2013a). *Epidemiology of African swine fever virus*. Virus Research 173, p. 191–197.
- COSTARD S, WIELAND B, DE GLANVILLE W, JORI F, ROWLANDS R, VOSLOO W, ROGER F, PFEIFFER D.U, DIXON L.K (2009). *African swine fever: how can global spread be*

prevented? Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences 364, p. 2683–2696.

COSTARD S, ETTER E, STAHL K, BELTRAN-ALCRUDO D, SANCHEZ-VIZCAINO J.M, RODRIGUEZ L, FASINA F.O, MASEMBE C, LOEFFEN W, SNELSON H, BURRAGE T (2013). Gap analysis and countermeasures assessment report for African swine fever epidemiology. In : *National Veterinary Stockpile: African swine fever gap analysis and countermeasures Workshop*. Plum Island Animal Disease Center (PIADC), New York -USA, p.1-8.

COSTARD S, WIELAND B, GUITIAN J, PFEIFFER D.U (2007). Expert opinion elicitation on African swine fever introduction risk for pig herds in Madagascar. In : *12th International conference of the Association of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Montpellier - France*, p.73–77.

COSTARD S (2011). *Epidemiological Investigations of African Swine Fever in Madagascar*. Thèse universitaire. Grande-Bretagne : The Royal Veterinary College - University of London, 238p.

COSTARD S, ZAGMUTT F.J, PORPHYRE T, PFEIFFER D.U (2015). *Small-scale pig farmers' behavior, silent release of African swine fever virus and consequences for disease spread*. Scientific Reports 5, p. 17074.

CREAM, Centre de recherches, d'études et d'appui à l'analyse économiques à Madagascar, (2013) *Monographie des 22 régions de Madagascar* [en ligne]. Disponible sur: <http://www.monographiemada.com/> (consulté le 01/10/2016).

CREPIEUX T (2014). *Analyse de l'usage du médicament vétérinaire en élevage porcin en relation avec la présence de résidus dans les viandes porcine, Madagascar*. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Lyon - France, 116p.

DE LEÓN P, BUSTOS M.J, CARRASCOSA A.L (2013). *Laboratory methods to study African swine fever virus*. Virus Research 173, p. 168–179.

DIONE M.M, AKOL J, ROESEL K, KUNGU J, OUMA E.A, WIELAND B, PEZO D (2015). *Risk Factors for African Swine Fever in Smallholder Pig Production Systems in Uganda*. Transboundary and Emerging Diseases, p.12452.

DSV, MINISTÈRE DE L'ELEVAGE (2016). Rôle et Mission | Ministère de l'Élevage. *Ministère auprès de la présidence en charge de l'agriculture et de l'élevage* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.elevage.gov.mg/role-et-mission-3/> (consulté le 01/10/2016).

EFSA (2014). *Advices on control measures to reduce the spread of ASF in wild boar*. Veterinary Record 174, p.288-289.

- ETTER E, SECK I, GROBOIS V, FERRAN J, BLANCO E, VIAL L, AKAKPO A.J, BADA-ALHAMBEDJI R, KONE P, ROGER F (2011). *Seroprevalence of African Swine Fever in Senegal*. Emerging Infectious Diseases 17, no. 1. p.49-54.
- FAO, PAM (2013). *Mission FAO/PAM d'évaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar*. Rapport spécial de la mission FAO/PAM d'évaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar, 75p.
- FAO (2003). *Rapport national sur l'état des ressources génétiques animales à Madagascar*. Rapport national sur l'état des ressources zoogénétiques dans le monde, Comité Consulatif National de Madagascar. 68p.
- FAOSTAT (2013). Production de viande de porc en Afrique. *3trois3 - Le site de la filière porc* [en ligne]. Disponible sur : https://www.3trois3.com/en-cherchant-bien/production-de-viande-de-porc-en-afrique_10316/ (consulté le 01/10/2016).
- FAOSTAT (2014). *FAOSTAT*. FAOSTAT [en ligne]. Disponible sur : <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E> (consulté le 01/10/2016).
- FASINA F.O, AGBAJE M, AJANI F.L, TALABI O.A, LAZARUS D.D, GALLARDO C, THOMPSON P.N, BASTOS A.D (2012). *Risk factors for farm-level African swine fever infection in major pig-production areas in Nigeria, 1997-2011*. Preventive Veterinary Medicine 74, p. 65–75.
- FASINA F.O, SHAMAKI D, MAKINDE A.A, LOMBIN L.H, LAZARUS D.D, RUFAI S.A, ADAMU S.S, AGOM D, PELAYO V, SOLER A, SIMON A, ADEDEJI A.J, YAKUBU M.B, MANTIP S, BENSHEK A.J, OKEKE I, ANAGOR P, MANDENG D.C, AKANBI B.O, AJIBABE A.A, FARAMADE I, KAZEEM M.M, ENURAH L.U, BISHOP R, ANCHUELO R, MARTIN J.H, GALLARDO C (2010). *Surveillance for african Swine Fever in Nigeria, 2006-2009*. Transboundary and Emerging Diseases 57, p. 244–253.
- FRANCO S (2007). *Epidémiologie de la peste porcine africaine dans la région du lac Alaotra, Madagascar : étude des facteurs de risque et estimation de la prévalence*. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Toulouse - France, 130p.
- GALLARDO M.C, REOYO A.T, FERNÁNDEZ-PINERO J, IGLESIAS I, MUÑOZ M.J, ARIAS M.L (2015). *African swine fever: a global view of the current challenge*. Porcine Health Management 1, p.1-21.
- GEORGES R (2015). *Filière porcine : la baisse de la production et les maladies font monter les prix*. Reflet, p. 3.
- GONZAGUE M, ROGER F, BASTOS A.D, BURGER C, RANDRIAMPARANY T, SMONDACK S, CRUCIERE C (2000). *Isolation of a non-haemadsorbing, non-cytopathic strain of*

African swine fever virus in Madagascar. *Epidemiology and Infection* 126, p. 453–459.

GRENIER A (2005). *Quel avenir pour la filière porcine au lac Alaotra (Madagascar)?* Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Toulouse - France, 114p.

GUINAT C, GOGIN A, BLOME S, KEIL G, POLLIN R, PFEIFFER D.U, DIXON L (2016). *Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions*. *Veterinary Record* 178, p.262–267.

HUMBERT C (2006). *Etude épidémiologique de la peste porcine africaine dans la région de Marovoay (Madagascar) - Etude de la filière porcine selon une approche participative et étude de prévalence*. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Toulouse - France, 61p.

JORI F, BASTOS A.D (2009). *Role of Wild Suids in the Epidemiology of African Swine Fever*. *EcoHealth* 6, p.296-310.

JORI F, VIAL L, PENRITH M.L, PÉREZ-SANCHEZ R, ETTER E, ALBINA E, MICHAUD V, ROGER F (2012). *Review of the sylvatic cycle of African swine fever in sub-Saharan Africa and the Indian ocean*. *Virus Research* 173, p.212-227.

JORI F, VIAL L, RAVAOMANANA J, LE GLAUNEC G, ETTER E, AKAKPO A.J, SARR J, COSTARD S, PEREZ R, ROGER F (2007). *The role of wild hosts (wild pigs and ticks) in the epidemiology of african swine fever in West African and Madagascar*. In : *12th International conference of the Association of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Montpellier - France*, p. 79–83.

JORI F (2014). *African swine fever and the risks of its spread to new territories and wild pig species*. *Suiform Soundings* 13(1), p. 21–23.

KOFOKY C.F (2010). *Contribution à l'étude de la situation actuelle et perspectives d'avenir de l'élevage porcin dans le district de Vangaindrano, région Astimo-Atsinana*. Mémoire Ingénieur Agronome. Université d'Antananarivo, Madagascar : Ecole supérieure des sciences agronomiques, département élevage. 98p.

LUBISI B.A, DWARKA R.M, MEENOWA D, JAUMALLY R (2008). *An Investigation into the First Outbreak of African Swine Fever in the Republic of Mauritius*. *Transboundary and Emerging Diseases* 56, p.178–188.

MAEDI (2014). *Présentation de Madagascar*. *France Diplomatie : Ministère des Affaires étrangères et du Développement international* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/madagascar/presentation-de-madagascar/> (consulté le 01/10/2016).

- MICHAUD V, DIXON L, ROMERO L, LE POTIER M-F, ROGER F, ALBINA E (2004). *PCR directe pour la détection du génome du virus de la peste porcine africaine à partir de prélèvements de sang sur buvard*. Journées Recherche Porcine 36, p. 323–326.
- MICHAUD V, GIL P, KWIATEK O, PROME S, DIXON L, ROMERO L, LE POTIER M-, ARIAS M, COUACY-HYMANN E, ROGER F, LIBEAU G, ALBINA E (2007). *Long-term storage at tropical temperature of dried-blood filter papers for detection and genotyping of RNA and DNA viruses by direct PCR*. Journal of Virological Methods 146, p. 257–265.
- MINEL (2012a). Estimation des effectifs des animaux d'élevages terrestres par région et par année (2010-2012) à Madagascar. *Ministère auprès de la présidence en charge de l'agriculture et de l'élevage* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.elevage.gov.mg/> (consulté le 01/10/2016).
- MINEL (2012b). Le premier laboratoire d'insémination artificielle porcine à Madagascar. *Ministère auprès de la présidence en charge de l'agriculture et de l'élevage* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.elevage.gov.mg/blog/2012/10/16/le-premier-laboratoire-dinsemination-artificielle-porcine-a-madagascar/> (consulté le 01/10/2016).
- MONTGOMERY R (1921). *On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony)*. Journal of Comparative Pathology 34, p. 159–191, 243–262.
- MPE (2005a). *Etude sur les perspectives de développement des filières d'élevage à cycle court dans la région du lac Alaotra*. Maison du Petit Elevage, Ambatondrazaka, Madagascar, p. 163.
- MPE (2005b). *Projet de relance porcine à Madagascar*. Maison du Petit Elevage, Madagascar, 30p.
- MUHANGI D, MASEMBE C, BERG M, OCAIDO M (2014). *Practices in the pig value chain in Uganda ; implications to African swine fever transmission*. Livestock Research for Rural Development 26, p. 5-12.
- MUHANGI D, MASEMBE C, EMANUELSON U, BOQVIST S, MAYEGA L, ADEMUN R.O, BISHOP R, OCAIDO M, BERG M, STAHL K (2015). *A longitudinal survey of African swine fever in Uganda reveals high apparent disease incidence rates in domestic pigs, but absence of detectable persistent virus infections in blood and serum*. BioMed Central Veterinay Research 106, p. 11-22.
- OIE, WAHID (2016). World Animal Health Information Database. *World Organisation for Animal Health* [en ligne]. Disponible sur : http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/diseasehome (consulté le 01/10/2016).

- OIE (2010). Terrestrial Animal Health Code. *World Organisation for Animal Health* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.oie.int/doc/ged/D10905.PDF> (consulté le 01/10/2016).
- OIE (2014). Disease cards : African Swine Fever. *World Organisation for Animal Health* [en ligne]. Disponible sur : http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/ASF-FR.pdf (consulté le 01/10/2016).
- OKOTH E, GALLARDO C, MACHARIA J.M, OMORE A, PELAYO V, BULIMO D.W, ARIAS M, KITALA P, BABOON K, LEKOLOL I, MIJELE D, BISHOP R (2012). *Comparison of African swine fever virus prevalence and risk in two contrasting pig-farming systems in South-west and Central Kenya*. *Preventive Veterinary Medicine* 110, p. 198–205.
- OLUGASA B.O, IJAGBONE I.F (2007). *Pattern of spread of African swine fever in south-western Nigeria, 1997-2005*. *Vet Ital* 43, p. 621–628.
- ONISK D.V, BORCA M.V, KRAMER E, KUTISH G, IRUSTA P, ROCK D.L (1994). *Passively transferred African swine fever virus-antibodies protect swine against lethal infection*. *Virology* 198, p. 350–354.
- PENRITH M.L, THOMSON G.R, BASTOS A.D (2004). *African swine fever*. *Infectious diseases of livestock* 2, p. 1088–1119.
- PENRITH M.L, VOSLOO W, JORI F, BASTOS A.D (2012). *African swine fever virus eradication in Africa*. *Virus Research* 173, p. 228–246.
- PENRITH M.L, VOSLOO W (2009). *Review of African swine fever : transmission, spread and control*. *Journal of the South African Veterinary Association* Oorsigartikel 80(2), p. 59–62.
- PIGTROP, CIRAD (2005). MPE in Madagascar. *PigTrop - The information center about pig production in developing countries* [en ligne] Disponible sur : http://pigtrop.cirad.fr/subjects/rural_development/mpe_in_madagascar (consulté le 01/10/2016).
- PIGTROP, CIRAD (2007). Le potamochère de Madagascar. *PigTrop - The information center about pig production in developing countries* [en ligne]. Disponible sur : http://pigtrop.cirad.fr/initiatives/wild_hogs_and_peccaries/articles/le_potamoche_re_de_madagascar (consulté le 01/10/2016).
- PLOWRIGHT W, PERRY C.T, GREIG A (1974). *Sexual transmission of African swine fever virus in the tick, Ornithodoros moubata porcinus*. *Res.Vet.Sci.* 17, p. 106–113.
- PLOWRIGHT W, THOMSON G.R, NESER J.A, COETZER J.A.W, TUSTIN R.C (1994). *Infectious diseases of livestock with special reference to southern Africa : African Swine Fever*. Oxford University Press, Cape Town, p. 567–599.

- QUEMBO C.J, FERRAN J, HEATH L, PÉREZ-SANCHEZ R, VOSLOO W (2012). *Investigation into epidemiology of African swine fever virus at the wildlife - domestic interface of the Gorongosa National Park, Central Mozambique*. *Transboundary and Emerging Diseases*, p. 12289.
- R Development Core Team (2015). *R : A language and environnement for statistical computing* (Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing).
- RAKOTOARISOA T (2015). *Génotypage des souches de virus de la peste porcine africaine isolées à Imerinsiatosika*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université d'Antananarivo, Madagascar - Faculté de médecine : département d'enseignement des sciences et de médecine vétérinaire, 86p.
- RAMAMONJISOA S, RANDRIANASOLO S.A, RANDRIANARIVONY R (1998). *Etude des aspects socioculturels de l'extension et de la consommation du porc à Madagascar*. Comité de coordination des 2èmes journées de la filière porcine de l'Océan Indien, Antananarivo, Madagascar, 78p.
- RAMY-RATIARISON R (2014). *Exploration des maladies du potamochète (Potamochoerus larvatus) transmissibles aux porcs et/ou à l'Homme*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université d'Antananarivo, Madagascar - Faculté de médecine : département d'enseignement des sciences et de médecine vétérinaire, 135p.
- RANDRIAMIHAJA H (1999). *Impacts de la peste porcine africaine sur la distribution des intrants vétérinaires à Madagascar : cas d'INTERKEM*. Mémoire Ingénieur Agronome. Université d'Antananarivo, Madagascar - Ecole supérieure des sciences agronomiques : département élevage, 128p.
- RANDRIAMPARANY T, GRENIER A, TOURETTE I, RAHANTAMALALA C, ROUSSET D, LANCELOT R (2005). *Situation épidémiologique de la peste porcine africaine dans la région du lac Alaotra (Madagascar) et conséquences possibles pour l'organisation de la lutte et de la surveillance*. *Elev. Méd. vét. Pays trop.* 58, p. 15–20.
- RANDRIAMPARANY T, KOUAKOU K.V, MICHAUD V, FERNANDEZ-PINERO J, GALLARDO C, LE POTIER M-F, RABENARIVAHINY R, COUACY-HYMANN E, RAHERIMANDIMBY M, ALBINA E (2014). *African Swine Fever Diagnosis Adapted to Tropical Conditions by the Use of Dried-blood Filter Papers*. *Transboundary and Emerging Diseases*, p.12295.
- RANDRIANANTOANDRO T, KONO H, KUBOTA S (2015). *Knowledge and behavior in an animal disease outbreak - Evidence from the item count technique in a case of African swine fever in Madagascar*. *Preventive Veterinary Medicine* 118, p. 483–487.

- RAVAOMANANA J, JORI F, VIAL L, PÉREZ-SÁNCHEZ R, BLANCO E, MICHAUD V, ROGER F (2011). *Assessment of interactions between African swine fever virus, bushpigs (Potamochoerus larvatus), Ornithodoros ticks and domestic pigs in north-western Madagascar: ASFV and its Potential Reservoir Hosts in Madagascar*. *Transboundary and Emerging Diseases* 58 (3), p. 247–254.
- RAVAOMANANA J, MICHAUD V, JORI F, ANDRIATSIMAHAVANDY A, ROGER F, ALBINA E, VIAL L (2010). *First detection of African Swine Fever Virus in Ornithodoros porcinus in Madagascar and new insights into tick distribution and taxonomy*. *Parasites & vectors* 3(1), p.115.
- RAVAOMANANA J (2011). *La peste porcine africaine à Madagascar : évaluation de l'existence potentielle de compartiments sauvages et de leurs impacts épidémiologiques*. Thèse universitaire. Université d'Antananarivo, Madagascar - Faculté des sciences : département de biochimie fondamentale et appliquée, p.251.
- RAZAKAMAHEFA A.L (2006). *Situation de l'élevage porcin à Madagascar, une stratégie de repeuplement porcin : cas de la ville de Tsiroanomandidy*. Mémoire Ingénieur Agronome. Université d'Antananarivo, Madagascar - Ecole supérieure des sciences agronomiques, p.105.
- ROGER F, BONNET P, STEINMETZ P, SALIGNON P, PEYRE M, (2015). *Le concept "Une seule santé" pour mieux articuler politiques sanitaires et changement climatique*. Exemple auteur, 11p.
- ROGER F, CARON A, MORAND S, PEDRONO M, GARINE-WICHATITSKY M, CHEVALIER V, TRAN A, GAIDET N, FIGUIÉ M, VISSCHER M-N, BINOT A (2016). *One Health and EcoHealth: the same wine in different bottles?* *Infection Ecology & Epidemiology* 6, p.30978.
- ROGER F, CRUCIERE C, RANDRIAMAHEFA N, ZELLER H, UILENBERG G, RANDRIAMPARANY T, GONZAGUE M, ROUSSET D, BENKIRANE A, DIALLO A (2000). *African Swine Fever in Madagascar : epidemiological assessment of the recent epizootic*. In : *9th Symposium on Beterinary Epidemiology and Economics* [en ligne]. Disponible sur: www.sciquest.org.nz (consulté le 01/10/2016).
- ROGER F, RATO Von JATO J, VOLA P, UILENBERG G (2001). *Ornithodoros porcinus ticks, bushpigs, and African swine fever in Madagascar*. *Experimental and Applied Acarology* 25, p. 263–269.
- ROUILLÉ A, PEDRONO M, RAKOTOMALALA E, GROSBOIS V, RAMY-RATIARISON R, ROGER F (2014). *Abondance du potamochère, Potamochoerus larvatus, dans les savanes du Nord-Ouest de Madagascar et risques épidémiologiques associés*. *Bois et forêts des tropiques* 320, p. 75–82.

- ROUSSET D, RANDRIAMPARANY T, MAHARAVO RAHANTAMALALA C.Y, RANDRIAMAHEFA N, ZELLER H, RAKOTO-ANDRIANARIVELO M, ROGER F (2001). *Introduction de la Peste Porcine Africaine à Madagascar, histoire et leçons d'une émergence*. Arch.Inst.Pasteur Madagascar, p. 31–33.
- RUIZ-GONZALVO F, RODRIGUEZ F, ESCRIBANO J.M (1996). *Functional and immunological properties of the baculovirus: expressed hemagglutinin of African swine fever virus*. Virology 218, p. 285–289.
- SANCHEZ-BOJITA A (1963). *Reservorios de virus de la pesta porcina Africana. Investigacion del virus de la PPA en los artropodos mediante la pureba de la hemoadsorcion*. Bull. Off. Int. Epizoot. 60, p. 895–899.
- SANCHEZ-VIZCAINO J.M, MARTINEZ-LOPEZ B, MARTINEZ-AVILES M, MARTINS C, BOINAS F, VIAL L, MICHAUD V, JORI F, ETTER E, ALBINA E, ROGER F (2009). Scientific review on African swine fever. In : *Scientific Report submitted to EFSA*, p. 141.
- SANCHEZ-VIZCAINO J.M, MUR L, MARTINEZ-LOPEZ B (2011). *African Swine Fever : An Epidemiological Update*. Transboundary and Emerging Diseases 59, p.1-9.
- SEDRIC (1988). *Etude de la filière porcine à Madagascar*. Ministère de la Production Animale, des Eaux et des Forêts, France : Société d'Etude pour le Développement Rural Industriel et Culturel, 175p.
- STAHL K, OGWENG P, OKOTH E, ALIRO T, MUHANGI D, LEBLANC N, ATIMNEDI P, BERG M, BISHOP R, RASMUSSEN H.B, MASEMBE C (2014). *Understanding the dynamics and spread of African swine fever virus at the wildlife-livestock interface : insights into the potential role of the bushpig, Potamochoerus larvatus*. Suiform Soundings 13(1), p. 24–28.
- TRABUCCO B, CHARRIER F, JORI F, MAESTRINI O, CORNELIS D, ETTER E, MOLIA S, RELUN A, CASABIANCA F (2013). Stakeholder's practices and representations of contacts between domestic and wild pigs : a new approach for disease risk assessment ? In : *8th international symposium on the Mediterranean pig*. Ljubljana, Slovenia, p.119-122.
- VIAL L, WIELAND B, JORI F, ETTER E, DIXON L, ROGER F (2007). *African swine fever virus DNA in soft ticks, Senegal*. Emerging Infectious Diseases 13(12), p. 1928–1931.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

Questionnaire d'enquête d'éleveurs de porcs n° :

- 1 Date :
- 2 Enquêteur :
- 3 Latitude : S.....
- 4 Longitude : E
- 5 Altitude :
- 6 District :
- 7 Commune :
- 8 Fokontany :
- 9 Localité :
- 10 Nom/Prénom de l'éleveur.....
- 11 Age de l'éleveur :
 <20 ans Entre 20 et 40 ans >40 ans
- 12 Principale motivation pour l'élevage de porc :
 Principale source de revenus Source additionnelle de revenus
 Consommation familiale Autre :

Animaux

- 13 Type d'Elevage :
 Naisseur Naisseur-Engraisseeur
 Engraisseeur Verratier
- 14 Race :
 Locale Améliorée (Landrace, Duroc, Large White, etc.)
 Mixte
- 15 Nombre de porcs :
 Truies Porcelets sous la mère
- Verrats Porcs à l'engraisseeur

Alimentation

- 16 Type d'aliment donné aux porcs :
 Aliment industriel Sous-produits de récolte (son de riz, etc.)

- Déchets alimentaires/restes de cuisine
 - Autre :
- 16.1 Si déchets alimentaires/reste de cuisine, ceux-ci contiennent-ils parfois :
 Du porc (viande, sang, autres éléments de carcasse, etc.)
 Du potamochère (viande, sang, autres éléments de carcasse, etc.)
 - 17 Source d'eau pour les porcs :
 Robinet (JIRAMA) Puits individuel Puits public
 Autre.....

Logement

- 18 Clausturation des porcs :Clausturation permanente dans un enclos/bâtiment
 En liberté quelques heures par jour, enclos/bâtiment le reste du temps
 Divagation totale
 Au piquet
 Autre :
- 18.1 Si divagation totale, préciser le lieu de couchage des porcs :.....
- 19 Si utilisation d'enclos/bâtiment, nombre d'enclos/bâtiments :
- 19.1 Murs/clôtures :
 Ciment /béton Planches/poteaux en bois (avec espaces)
 Enduit/terre Palissage en bois (sans espaces)
 Briques Grillage
 Pierres Tôles
 Autre :
- 19.2 Sol :
 Ciment /béton Terre
 Sable Plancher en bois
 Autre :
- 19.3 Litière :
 Pas de litière Paille Copeaux de bois
 Autre :
- 19.4 Toit :
 Pas de toit
 Tôles Paille/feuilles Bois
 Autre :

19.5 Séparation de l'enclos/bâtiment en plusieurs cases :

- Pas de séparation Séparation (préciser type).....

Reproduction

20 Méthode de reproduction :

- Aucune Monte naturelle avec verrat de l'élevage
 Monte naturelle avec verrat d'un autre élevage (préciser lieu/ fok/ districts d'origine.....)

21 Prêtez-vous vos verrats à d'autres éleveurs pour la monte naturelle ?

- Oui Non

21.1 Si oui, précisez les localités/ fokontanys/ districts où vont vos verrats

Abattage et commercialisation

22 Nombre de porcs (quels que soient âge/sexe) achetés l'an dernier :

22.1 Si achat ≥1, à quel(s) mois avez-vous acheté : J F M A M J J A S O N D

22.2 Si achat ≥1, précisez la(les) origine(s):

Localité <small>(marché? village?)</small>	Fokontany	District	Distance	Vendeur	Nb porcs
				<input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Autre.....	
				<input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Autre.....	
				<input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Autre.....	
				<input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Autre.....	

22.3 Si achat ≥1, prix d'achat moyen :

22.4 Si achat ≥1, y-a-t-il une période de l'année où vous achetez plus ?

- Oui Non

22.4.1 Si oui, précisez les mois de l'année : J F M A M J J A S O N D

23 Nombre de porcs (quels que soient âge/sexe) vendus vivants l'an dernier :

23.1 Si vente ≥1, à quel(s) mois avez-vous vendu : J F M A M J J A S O N D

23.2 Si vente ≥1, précisez la(les) destination(s) :

Localité <small>(marché? village?)</small>	Fokontany	District	Distance	Acheteur	Nb porcs
				<input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : . Sain :
				<input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : . Sain :
				<input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : . Sain :
				<input type="checkbox"/> Eleveur <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : . Sain :

23.3 Si vente ≥1, prix de vente moyen :

23.4 Si vente ≥1, y-a-t-il une période de l'année où vous vendez plus ?

- Oui Non

23.4.1 Si oui, précisez les mois de l'année : J F M A M J J A S O N D

24 Faites-vous de l'abattage à domicile ? Oui Non

24.1 Si Oui, nombre de porcs (quels que soient âge/sexe) abattus l'an dernier pour :

Consommation familiale Vente de la viande.....

Gestion des animaux malades Prévention d'infection

Autre.....

24.2 Si vente de viande de porcs abattus à domicile, précisez destination(s) :

Localité <small>(marché? village?)</small>	Fokontany	District	Distance	Acheteur	Nb porcs
				<input type="checkbox"/> Boucher <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : Sain :
				<input type="checkbox"/> Boucher <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : Sain :
				<input type="checkbox"/> Boucher <input type="checkbox"/> Collecteur <input type="checkbox"/> Autre.....	Malade : Sain :

Présence d'autres suidés

- 25 Présence d'autres élevages de porcs à proximité: Oui Non
 25.1 Si oui, combien dans un rayon de 200 mètres :
- 25.2 Si oui, contact possible avec les porcs de l'élevage : Oui Non
- 26 Y-a-t-il une forêt à proximité: Oui Non
 26.1 Si oui, à quelle distance de la ferme : (mètres)
- 27 Présence de potamochères à proximité: Oui Non
 27.1 Si oui, à quel(s) mois de l'année : J F M A M J J A S O N D
 27.2 Si oui, contact possible avec les porcs de l'élevage : Oui Non
 27.3 Si oui, partage des mêmes espaces avec les potamochères : Oui Non
 27.3.1 Si oui, où
- 27.4 Si oui, hybrides déjà observés au sein de l'élevage : Oui Non
 27.5 Si oui, protégez-vous vos cultures des potamochères ? Oui Non
 27.5.1 Si oui, comment
- 27.6 Si oui, nombre de potamochères par rapport à il y a 10 ans?
 Moins qu'il y a 10 ans Autant Plus qu'il y a 10 ans
- 27.7 Si oui, combien de chasseurs de potamochères dans le village ?.....
- 27.8 Si oui, vous arrive-t-il de chasser le potamochère : Oui Non
 27.9 Si oui, vous arrive-t-il de manger du potamochère : Oui Non

Personnes ayant accès à l'élevage de porcs

- 28 Personnes autorisées à rentrer dans l'élevage :
- Personne n'est autorisé Personnel travaillant pour vous
 - Collecteurs Bouchers
 - Autres éleveurs de porcs Techniciens / Vétérinaires
 - Amis/Famille Autre :
- 29 Parmi les personnes autorisées à rentrer dans l'élevage, est-ce que certaines
- Elèvent aussi des porcs
 - Chassent le potamochère
 - Consomment de la viande de potamochère

Aspects sanitaires

- 30 Méthodes de prévention des maladies (préciser produit/protocole/fréquence/intervenant)
- Vaccination.....
 - Vermifugation
 - Traitement des porcs contre les parasites externes
 - Traitement des bâtiments/enclos contre les rongeurs.....
 - Traitement des bâtiments/enclos contre les insectes.....
 - Nettoyage des bâtiments/enclos.....
 - Désinfection des bâtiments/enclos.....
 - Vide sanitaire.....
 - Quarantaine.....
 - Clôture extérieure de l'élevage.....
 - Autre :
- 31 Y-a-t-il eu des porcs malades ou morts l'année dernière ? Oui Non
 31.1 Si oui, préciser:

Maladie/Syndrome	Période	Nombre de porcs		
		présents	malades	morts
	J F M A M J J A S O N D			
	J F M A M J J A S O N D			
	J F M A M J J A S O N D			

- 31.2 Si oui, qu'avez-vous fait :
- Abattage des animaux malades Abattage des animaux sains
 - Vente des animaux malades Vente des animaux sains
 - Auto-traitement Séparation malades/sains
 - Consulte personnel de soin (vété/autre)
 - Autre :

- 32 Y-a-t-il eu des porcs ladres dans votre élevage ? Oui Non
 32.1 Si oui, en quelle(s) année(s) ?
- 32.2 Si oui, combien ont été détectés par langage :.....
- 32.3 Si oui, combien ont été détectés lors de l'inspection de la viande :.....
- 33 Y-a-t-il déjà eu de la peste porcine dans votre élevage? Oui Non

- 33.1 Si Oui, en quelle(s) année(s) ?.....
- 33.2 Si Oui, % de porcs morts ?.....
- 34 Comment étiez-vous sûr qu'il s'agissait de peste porcine
- Symptôme on dit que le porc du voisin est mort du PP
 - Annonce officielle à la radio de la présence de PP Autres :
- 35 Est ce que vous considérez qu'il y a une période de l'année ou il y a plus de risque que PPA arrive : Oui Non
- 35.1 Si Oui, quel mois J F M A M J J A S O N D
- 35.2 Avez-vous une idée de pourquoi il y en a plus à cette période ?
.....
- 36 Quels problèmes de santé des porcs considérez-vous comme les plus préjudiciables dans votre élevage ?

Notes

Source de revenus principale :

Types de culture pratiquées et saisonnalité :

Facteurs de présence de potamochères (culture, fruits, etc ?) et saisonnalité :

Autres :

Annexe 2 : Liste des variables codant les différentes questions du questionnaire utilisées dans le logiciel Microsoft Excel®

	Code	Descriptif	Commentaires
1	qid	numéro du questionnaire	nombre
2	date	date de l'enquête	format JJ/MM/AA
3	enq	prénom de l'enquêteur	1=Rianja ; 2=Tania-Alain
4	lat	latitude	WGS84 degrés décimaux à 5 chiffres
5	long	longitude	WGS84 degrés décimaux à 5 chiffres
6	alt	altitude	mètres
7	dis	district	nom OCHA
8	com	commune	nom OCHA
9	fok	fokontany	nom OCHA
10	loc	localité	texte libre
11	nom	nom et prénom de l'éleveur	Nom en Majuscule, prénom en minuscule
12	age	âge de l'éleveur	1= <20 ; 2= 20-40 ; 3= >40
13	motiv	principale motivation pour l'élevage	1=revenu principal ; 2=revenu additionnel ; 3=conso familiale
14	type_n	type d'élevage naisseur	1=oui ; 0=non
15	type_ne	type d'élevage naisseur-engraisseur	1=oui ; 0=non
16	type_e	type d'élevage engraisseur	1=oui ; 0=non
17	type_v	type d'élevage verratier	1=oui ; 0=non
18	race_l	race locale exploitée	1=oui ; 0=non
19	race_a	race améliorée exploitée	1=oui ; 0=non
20	race_m	race mixte exploitée	1=oui ; 0=non
21	nb_t	nombre de truies	nombre
22	nb_pt	nombre de porcelets sous la mère	nombre
23	nb_v	nombre de verrats	nombre
24	nb_pe	nombre de porcs à l'engraissement	nombre
25	alim_indu	aliment industriel	1=oui ; 0=non
26	alim_sprod	aliment sous-produit de récolte	1=oui ; 0=non
27	alim_dech	déchets alimentaires/reste de cuisine	1=oui ; 0=non
28	alim_aut	autre type d'aliment	1=oui ; 0=non
29	alim_aut_p	autre type d'aliment, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)

30	alim_dech_pc	déchets alimentaires/reste de cuisine contenant de porc	1=oui ; 0=non
31	alim_dech_pota	déchets alimentaires/reste de cuisine contenant de pota	1=oui ; 0=non
32	eau_jir	source d'eau pour les porcs: JIRAMA	1=oui ; 0=non
33	eau_p_ind	source d'eau pour les porcs: puits individuel	1=oui ; 0=non
34	eau_p_pub	source d'eau pour les porcs: puits publique	1=oui ; 0=non
35	eau_aut	autre source d'eau pour les porcs	1=oui ; 0=non
36	eau_aut_p	autre source d'eau pour les porcs, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
37	claus_perm	claustration des porcs: permanente	1=oui ; 0=non
38	claus_lib	claustration des porcs: liberté quelques heures par jour, enclos/ bâtiment le reste du temps	1=oui ; 0=non
39	claus_divag	claustration des porcs: en divagation totale	1=oui ; 0=non
40	claus_piq	claustration des porcs: au piquet	1=oui ; 0=non
41	claus_aut	claustration des porcs: autre mesure	1=oui ; 0=non
42	claus_aut_p	claustration des porcs: autre mesure, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
43	lieu_couch	si divagation totale, lieu de couchage des porcs	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
44	enclos_nb	nombre d'enclos/bâtiments	nombre
45	mur_cim	murs/clôtures en ciment/béton	1=oui ; 0=non
46	mur_pot	murs/clôtures en planches/poteaux (avec espaces)	1=oui ; 0=non
47	mur_end	murs/clôtures en enduit/terre	1=oui ; 0=non
48	mur_pal	murs/clôtures en palissage en bois (sans espace)	1=oui ; 0=non
49	mur_briq	murs/clôtures en briques	1=oui ; 0=non
50	mur_gri	murs/clôtures en grillage	1=oui ; 0=non
51	mur_pier	murs/clôtures en pierres	1=oui ; 0=non
52	mur_tol	murs/clôtures en tôles	1=oui ; 0=non
53	mur_aut	murs/clôtures en autre matériel	1=oui ; 0=non
54	mur_aut_p	murs/clôtures en autre matériel, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
55	sol_cim	sol en ciment	1=oui ; 0=non
56	sol_ter	sol en terre	1=oui ; 0=non
57	sol_sab	sol en sable	1=oui ; 0=non
58	sol_pla	sol en plancher en bois	1=oui ; 0=non
59	sol_aut	sol en autre matière première	1=oui ; 0=non
60	sol_aut_p	sol en autre matière, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
61	lit_pas	pas de litière	1=oui ; 0=non
62	lit_pai	litière en paille	1=oui ; 0=non
63	lit_cop	litière en copeaux de bois	1=oui ; 0=non

64	lit_aut	litière en autre matière	1=oui ; 0=non
65	lit_aut_p	litière en autre matière, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
66	toi_pas	pas de toit	1=oui ; 0=non
67	toi_tol	toit en tôles	1=oui ; 0=non
68	toi_pai	toit en paille/feuilles	1=oui ; 0=non
69	toi_boi	toit en bois	1=oui ; 0=non
70	toi_aut	toit en autre matière	1=oui ; 0=non
71	toit_aut_p	toit en autre matière, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
72	sep	séparation entre les bâtiments/enclos	1=oui ; 0=non
73	sep_p	séparation entre les bâtiments/enclos, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
74	repro_auc	méthode de reproduction: aucune	1=oui ; 0=non
75	repro_el	méthode de reproduction: monte naturelle avec un verrat de l'élevage	1=oui ; 0=non
76	repro_aut	monte naturelle avec un verrat d'un autre élevage	1=oui ; 0=non
77	repro_aut_loc	monte naturelle avec un verrat d'un autre élevage: localité d'origine	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
78	repro_aut_fok	monte naturelle avec un verrat d'un autre élevage: fokontany d'origine	nom OCHA
79	repro_aut_dis	monte naturelle avec un verrat d'un autre élevage: district d'origine	nom OCHA
80	prt_mn	prêt de verrat à d'autres éleveurs pour une monte naturelle	1=oui ; 0=non
81	prt_mn_loc	prêt de verrat à d'autres éleveurs pour une monte naturelle: localité	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
82	prt_mn_fok	prêt de verrat à d'autres éleveurs pour une monte naturelle: fokontany	nom OCHA
83	prt_mn_dis	prêt de verrat à d'autres éleveurs pour une monte naturelle: district	nom OCHA
84	acht_nb	nombre de porcs achetés l'an dernier	nombre
85	acht_m01	date d'achat des porcs inclut janvier	1=oui ; 0=non
86	acht_m02	date d'achat des porcs inclut février	1=oui ; 0=non
87	acht_m03	date d'achat des porcs inclut mars	1=oui ; 0=non
88	acht_m04	date d'achat des porcs inclut avril	1=oui ; 0=non
89	acht_m05	date d'achat des porcs inclut mai	1=oui ; 0=non
90	acht_m06	date d'achat des porcs inclut juin	1=oui ; 0=non
91	acht_m07	date d'achat des porcs inclut juillet	1=oui ; 0=non
92	acht_m08	date d'achat des porcs inclut août	1=oui ; 0=non
93	acht_m09	date d'achat des porcs inclut septembre	1=oui ; 0=non
94	acht_m10	date d'achat des porcs inclut octobre	1=oui ; 0=non
95	acht_m11	date d'achat des porcs inclut novembre	1=oui ; 0=non
96	acht_m12	date d'achat des porcs inclut décembre	1=oui ; 0=non
97	a1_loc	lieu d'achat 1: localité	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
98	a1_fok	lieu d'achat 1: fokontany	nom OCHA

99	a1_dis	lieu d'achat 1: district	nom OCHA
100	a1_dist	lieu d'achat 1: distance	kilomètres
101	a1_v_col	lieu d'achat 1: vendeur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
102	a1_v_el	lieu d'achat 1: vendeur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
103	a1_v_aut	lieu d'achat 1: vendeur inclut autre type de vendeur	1=oui ; 0=non
104	a1_v_aut_p	lieu d'achat 1: vendeur inclut autre type de vendeur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
105	a1_nb	lieu d'achat 1: nombre de porcs achetés l'an dernier	nombre
106	a2_loc	lieu d'achat 2: localité	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
107	a2_fok	lieu d'achat 2: fokontany	nom OCHA
108	a2_dis	lieu d'achat 2: district	nom OCHA
109	a2_dist	lieu d'achat 2: distance	kilomètres
110	a2_v_col	lieu d'achat 2: vendeur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
111	a2_v_el	lieu d'achat 2: vendeur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
112	a2_v_aut	lieu d'achat 2: vendeur inclut autre type de vendeur	1=oui ; 0=non
113	a2_v_aut_p	lieu d'achat 2: vendeur inclut autre type de vendeur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
114	a2_nb	lieu d'achat 2: nombre de porcs achetés l'an dernier	nombre
115	a3_loc	lieu d'achat 3: localité	nom OCHA
116	a3_fok	lieu d'achat 3: fokontany	nom OCHA
117	a3_dis	lieu d'achat 3: district	nom OCHA
118	a3_dist	lieu d'achat 3: distance	kilomètres
119	a3_v_col	lieu d'achat 3: vendeur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
120	a3_v_el	lieu d'achat 3: vendeur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
121	a3_v_aut	lieu d'achat 3: vendeur inclut autre type de vendeur	1=oui ; 0=non
122	a3_v_aut_p	lieu d'achat 3: vendeur inclut autre type de vendeur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
123	a3_nb	lieu d'achat 3: nombre de porcs achetés l'an dernier	nombre
124	acht_prix	prix d'achat moyen d'un porc	Ariary
125	acht_plus	achat plus de porcs à une période de l'année	1=oui ; 0=non
126	acht_plus_m01	période où plus d'achat de porcs inclut janvier	1=oui ; 0=non
127	acht_plus_m02	période où plus d'achat de porcs inclut février	1=oui ; 0=non
128	acht_plus_m03	période où plus d'achat de porcs inclut mars	1=oui ; 0=non
129	acht_plus_m04	période où plus d'achat de porcs inclut avril	1=oui ; 0=non
130	acht_plus_m05	période où plus d'achat de porcs inclut mai	1=oui ; 0=non
131	acht_plus_m06	période où plus d'achat de porcs inclut juin	1=oui ; 0=non
132	acht_plus_m07	période où plus d'achat de porcs inclut juillet	1=oui ; 0=non
133	acht_plus_m08	période où plus d'achat de porcs inclut août	1=oui ; 0=non

134	acht_plus_m09	période où plus d'achat de porcs inclut septembre	1=oui ; 0=non
135	acht_plus_m10	période où plus d'achat de porcs inclut octobre	1=oui ; 0=non
136	acht_plus_m11	période où plus d'achat de porcs inclut novembre	1=oui ; 0=non
137	acht_plus_m12	période où plus d'achat de porcs inclut décembre	1=oui ; 0=non
138	ven_nb	nombre de porcs vivants vendus l'an dernier	nombre
139	ven_m01	date de vente des porcs inclut janvier	1=oui ; 0=non
140	ven_m02	date de vente des porcs inclut février	1=oui ; 0=non
141	ven_m03	date de vente des porcs inclut mars	1=oui ; 0=non
142	ven_m04	date de vente des porcs inclut avril	1=oui ; 0=non
143	ven_m05	date de vente des porcs inclut mai	1=oui ; 0=non
144	ven_m06	date de vente des porcs inclut juin	1=oui ; 0=non
145	ven_m07	date de vente des porcs inclut juillet	1=oui ; 0=non
146	ven_m08	date de vente des porcs inclut août	1=oui ; 0=non
147	ven_m09	date de vente des porcs inclut septembre	1=oui ; 0=non
148	ven_m10	date de vente des porcs inclut octobre	1=oui ; 0=non
149	ven_m11	date de vente des porcs inclut novembre	1=oui ; 0=non
150	ven_m12	date de vente des porcs inclut décembre	1=oui ; 0=non
151	v1_loc	lieu de vente 1: localité	nom OCHA
152	v1_fok	lieu de vente 1: fokontany	nom OCHA
153	v1_dis	lieu de vente 1: district	nom OCHA
154	v1_dist	lieu de vente 1: distance	kilomètres
155	v1_ach_el	lieu de vente 1: acheteur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
156	v1_ach_col	lieu de vente 1: acheteur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
157	v1_ach_aut	lieu de vente 1: acheteur inclut autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
158	v1_ach_aut_p	lieu de vente 1: acheteur inclut autre type d'acheteur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
159	v1_nb	lieu de vente 1: nombre de porcs vivants vendus l'an dernier	nombre
160	v2_loc	lieu de vente 2: localité	nom OCHA
161	v2_fok	lieu de vente 2: fokontany	nom OCHA
162	v2_dis	lieu de vente 2: district	nom OCHA
163	v2_dist	lieu de vente 2: distance	kilomètres
164	v2_ach_el	lieu de vente 2: acheteur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
165	v2_ach_col	lieu de vente 2: acheteur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
166	v2_ach_aut	lieu de vente 2: acheteur inclut autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
167	v2_ach_aut_p	lieu de vente 2: acheteur inclut autre type d'acheteur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
168	v2_nb	lieu de vente 2: nombre de porcs vivants vendus l'an dernier	nombre

169	v3_loc	lieu de vente 3: localité	nom OCHA
170	v3_fok	lieu de vente 3: fokontany	nom OCHA
171	v3_dis	lieu de vente 3: district	nom OCHA
172	v3_dist	lieu de vente 3: distance	kilomètres
173	v3_ach_el	lieu de vente 3: acheteur inclut éleveur	1=oui ; 0=non
174	v3_ach_col	lieu de vente 3: acheteur inclut collecteur	1=oui ; 0=non
175	v3_ach_aut	lieu de vente 3: acheteur inclut autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
176	v3_ach_aut_p	lieu de vente 3: acheteur inclut autre type d'acheteur, précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
177	v3_nb	lieu de vente 3: nombre de porcs vivants vendus l'an dernier	nombre
178	ven_prix	prix de vente moyen d'un porc	Ariary
179	ven_plus	vente plus de porcs à une période de l'année	1=oui ; 0=non
180	ven_plus_m01	période où plus de vente de porcs inclut janvier	1=oui ; 0=non
181	ven_plus_m02	période où plus de vente de porcs inclut février	1=oui ; 0=non
182	ven_plus_m03	période où plus de vente de porcs inclut mars	1=oui ; 0=non
183	ven_plus_m04	période où plus de vente de porcs inclut avril	1=oui ; 0=non
184	ven_plus_m05	période où plus de vente de porcs inclut mai	1=oui ; 0=non
185	ven_plus_m06	période où plus de vente de porcs inclut juin	1=oui ; 0=non
186	ven_plus_m07	période où plus de vente de porcs inclut juillet	1=oui ; 0=non
187	ven_plus_m08	période où plus de vente de porcs inclut août	1=oui ; 0=non
188	ven_plus_m09	période où plus de vente de porcs inclut septembre	1=oui ; 0=non
189	ven_plus_m10	période où plus de vente de porcs inclut octobre	1=oui ; 0=non
190	ven_plus_m11	période où plus de vente de porcs inclut novembre	1=oui ; 0=non
191	ven_plus_m12	période où plus de vente de porcs inclut décembre	1=oui ; 0=non
192	abat_dom	abattage de porcs à domicile	1=oui ; 0=non
193	abat_conso	nombre de porcs abattus l'an dernier pour la consommation familiale	nombre
194	abat_ven	nombre de porcs abattus l'an dernier pour la vente de viande	nombre
195	abat_mld	nombre de porcs abattus l'an dernier pour la gestion d'animaux malades	nombre
196	abat_aut	nombre de porcs abattus l'an dernier pour autre raison	nombre
197	abat_aut_p	nombre de porcs abattus l'an dernier pour autre raison, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
198	d1_loc	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: localité	nom OCHA
199	d1_fok	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: fokontany	nom OCHA
200	d1_dis	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: district	nom OCHA
201	d1_dist	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: distance	kilomètres
202	d1_ach_rest	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: restaurateur	1=oui ; 0=non
203	d1_ach_vil	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: villageois	1=oui ; 0=non

204	d1_ach_aut	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
205	d1_ach_aut_p	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
206	d1_nb	lieu de destination des porcs abattus à domicile 1: nombre de porcs abattus vendus l'an dernier	nombre
207	d2_loc	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: localité	nom OCHA
208	d2_fok	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: fokontany	nom OCHA
209	d2_dis	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: district	nom OCHA
210	d2_dist	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: distance	kilomètres
211	d2_ach_rest	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: restaurateur	1=oui ; 0=non
212	d2_ach_vil	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: villageois	1=oui ; 0=non
213	d2_ach_aut	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
214	d2_ach_aut_p	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
215	d2_nb	lieu de destination des porcs abattus à domicile 2: nombre de porcs abattus vendus l'an dernier	nombre
216	d3_loc	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: localité	nom OCHA
217	d3_fok	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: fokontany	nom OCHA
218	d3_dis	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: district	nom OCHA
219	d3_dist	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: distance	kilomètres
220	d3_ach_rest	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: restaurateur	1=oui ; 0=non
221	d3_ach_vil	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: villageois	1=oui ; 0=non
222	d3_ach_aut	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: autre type d'acheteur	1=oui ; 0=non
223	d3_ach_aut_p	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: précisions	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
224	d3_nb	lieu de destination des porcs abattus à domicile 3: nombre de porcs abattus vendus l'an dernier	nombre
225	pc_prox	présence d'élevage de porcs à proximité	1=oui ; 0=non
226	pc_prox_dist	présence d'élevage de porcs à proximité: dans un rayon de 200 m	nombre
227	pc_prox_cont	présence d'élevage de porcs à proximité: contact possible avec les porcs de l'élevage	1=oui ; 0=non
228	for_prox	présence de forêt à proximité de l'élevage	1=oui ; 0=non
229	for_prox_dist	présence de forêt à proximité de l'élevage: distance séparant la ferme	kilomètres
230	pota_prox	présence de pota à proximité de l'élevage	1=oui ; 0=non
231	pota_prox_m01	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut janvier	1=oui ; 0=non
232	pota_prox_m02	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut février	1=oui ; 0=non
233	pota_prox_m03	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut mars	1=oui ; 0=non
234	pota_prox_m04	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut avril	1=oui ; 0=non
235	pota_prox_m05	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut mai	1=oui ; 0=non

236	pota_prox_m06	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut juin	1=oui ; 0=non
237	pota_prox_m07	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut juillet	1=oui ; 0=non
238	pota_prox_m08	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut août	1=oui ; 0=non
239	pota_prox_m09	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut septembre	1=oui ; 0=non
240	pota_prox_m10	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut octobre	1=oui ; 0=non
241	pota_prox_m11	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut novembre	1=oui ; 0=non
242	pota_prox_m12	mois de présence de pota à proximité de l'élevage inclut décembre	1=oui ; 0=non
243	pota_prox_cont	présence de pota à proximité contact possible avec les porcs de l'élevage	1=oui ; 0=non
244	pota_prox_part	présence de pota à proximité: partage de mêmes espaces	1=oui ; 0=non
245	pota_prox_part_p	présence de pota à proximité: partage des mêmes espaces, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
246	pota_prox_hyb	présence de pota à proximité: observation d'hybrides dans l'élevage	1=oui ; 0=non
247	pota_prox_prot	présence de pota à proximité: protection de la culture	1=oui ; 0=non
248	pota_prox_prot_p	présence de pota à proximité: protection de la culture, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
249	pota_prox_nb	présence de pota à proximité: nombre par rapport à il y a 10 ans	1=moins qu'il y a 10 ans ; 2=autant ; 3=plus qu'il y a 10 ans
250	pota_prox_nbchas	présence de pota à proximité: nombre de chasseur dans le village	nombre
251	pota_prox_chass	présence de pota à proximité: l'éleveur chasse-t-il le pota	1=oui ; 0=non
252	pota_prox_mang	présence de pota à proximité: l'éleveur mange-t-il du pota	1=oui ; 0=non
253	pers_auc	personne n'est autorisé à rentrer dans l'élevage	1=oui ; 0=non
254	pers_pers	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: personnel	1=oui ; 0=non
255	pers_col	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: collecteurs	1=oui ; 0=non
256	pers_bou	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: boucher	1=oui ; 0=non
257	pers_el	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: éleveur	1=oui ; 0=non
258	pers_vet	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: vétérinaires/techniciens	1=oui ; 0=non
259	pers_fam	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: amis/famille	1=oui ; 0=non
260	pers_aut	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: autre personne	1=oui ; 0=non
261	pers_aut_p	personne autorisée à rentrer dans l'élevage: autre personne, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
262	auto_el	les personnes autorisées à rentrer dans l'élevage élèvent des porcs	1=oui ; 0=non
263	auto_chas	les personnes autorisées à rentrer dans l'élevage chassent le potamochère	1=oui ; 0=non
264	auto_conso	les personnes autorisées à rentrer dans l'élevage consomment de la viande de potamochère	1=oui ; 0=non
265	prev_vacc	prévention des maladies: vaccination	1=oui ; 0=non
266	prev_ver	prévention des maladies: vermifugation	1=oui ; 0=non
267	prev_vit	prévention des maladies: vitamines	1=oui ; 0=non
268	prev_ext	prévention des maladies: traitement des porcs contre parasites externes	1=oui ; 0=non

269	prev_rong	prévention des maladies: traitement des bâtiments contre rongeurs	1=oui ; 0=non
270	prev_ins	prévention des maladies: traitement des bâtiments contre insectes	1=oui ; 0=non
271	prev_net	prévention des maladies: nettoyage des bâtiments	1=oui ; 0=non
272	prev_des	prévention des maladies: désinfection des bâtiments	1=oui ; 0=non
273	prev_vs	prévention des maladies: vide sanitaire	1=oui ; 0=non
274	prev_quar	prévention des maladies: quarantaine	1=oui ; 0=non
275	prev_clot	prévention des maladies: clôture extérieure de l'élevage	1=oui ; 0=non
276	prev_ped	prévention des maladies: pédiluve à l'entrée des bâtiments	1=oui ; 0=non
277	prev_vest	prévention des maladies: vestiaire et douche à l'entrée des bâtiments	1=oui ; 0=non
278	prev_aut	prévention des maladies: autre mesure	1=oui ; 0=non
279	prev_aut_p	prévention des maladies: autre mesure, précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
280	prod_vacc	produit utilisé pour la vaccination	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
281	prod_des	produit utilisé pour la désinfection des bâtiments	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
282	fq_vacc	fréquence de vaccination	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
283	fq_ver	fréquence de vermifugation	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
284	fq_vit	fréquence du traitement vitaminique	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
285	fq_ext	fréquence du traitement contre les parasites externes	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
286	fq_aut	fréquence du traitement contraceptif	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
287	fq_net	fréquence du nettoyage du bâtiment	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
288	fq_rong	fréquence du traitement des bâtiments/enclos contre les rongeurs	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
289	inter_vacc	intervenant pour la vaccination	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
290	inter_ver	intervenant pour la vermifugation	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
291	inter_vit	intervenant pour le traitement vitaminique	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
292	inter_ext	intervenant pour le traitement des bâtiments	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
293	inter_aut	intervenant pour les autres traitements	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
294	inter_rong	intervenant pour le traitement des rongeurs	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
295	inter_ins	intervenant pour le traitement des insectes	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
296	mal_por	existence de porcs malades ou morts l'année dernière	1=oui ; 0=non
297	mal_synd	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: maladie	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
298	mal_m01	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de janvier	1=oui ; 0=non
299	mal_m02	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de février	1=oui ; 0=non
300	mal_m03	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de mars	1=oui ; 0=non
301	mal_m04	existence de porcs malades ou morts pendant le mois d'avril	1=oui ; 0=non
302	mal_m05	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de mai	1=oui ; 0=non
303	mal_m06	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de juin	1=oui ; 0=non

304	mal_m07	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de juillet	1=oui ; 0=non
305	mal_m08	existence de porcs malades ou morts pendant le mois d'août	1=oui ; 0=non
306	mal_m09	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de septembre	1=oui ; 0=non
307	mal_m10	existence de porcs malades ou morts pendant le mois d'octobre	1=oui ; 0=non
308	mal_m11	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de novembre	1=oui ; 0=non
309	mal_m12	existence de porcs malades ou morts pendant le mois de décembre	1=oui ; 0=non
310	mal_nb_pres	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: nombre de porcs présents	nombre
311	mal_nb_mal	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: nombre de porcs malades	nombre
312	mal_nb_mor	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: nombre de porcs morts	nombre
313	mal_m_abmal	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: abattage des animaux malades	1=oui ; 0=non
314	mal_m_absain	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: abattage des animaux sains	1=oui ; 0=non
315	mal_m_vmal	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: vente des animaux malades	1=oui ; 0=non
316	mal_m_vsain	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: vente des animaux sains	1=oui ; 0=non
317	mal_m_auto	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: auto-traitement	1=oui ; 0=non
318	mal_m_sep	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: séparation malades/sains	1=oui ; 0=non
319	mal_m_consul	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: consultation d'un personnel de soin	1=oui ; 0=non
320	mal_m_aut	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: autre mesure	1=oui ; 0=non
321	mal_m_aut_p	existence de porcs malades ou morts l'année dernière: précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
322	ladr	existence de porcs ladres dans l'élevage (maintenant ou par le passé)	1=oui ; 0=non
323	ladr_an	existence de porcs ladres dans l'élevage: année d'apparition	année
324	ladr_nb_lang	existence de porcs ladres dans l'élevage: nombre de porcs détectés par langage	nombre
325	ladr_nb_insp	existence de porcs ladres dans l'élevage: nombre de porcs détectés lors de l'inspection de la viande	nombre
326	pest	existence de pestes porcines dans l'élevage (maintenant ou par le passé)	1=oui ; 0=non
327	pest_an	existence de pestes porcines dans l'élevage: année d'apparition	année
328	pest_nb	existence de pestes porcines dans l'élevage: nombre de porcs morts	nombre
329	pest_symp	identification de la PP basée sur les symptômes	1=oui ; 0=non
330	pest_vois	identification de la PP basée sur les informations des voisins	1=oui ; 0=non
331	pest_rad	identification de la PP basée sur l'annonce officielle à la radio	1=oui ; 0=non
332	pest_aut	identification de la PP basée sur d'autre information	1=oui ; 0=non
333	pest_aut_p	identification de la PP basée sur d'autre information précision	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
334	pb	problèmes les plus préjudiciables dans l'élevage	texte libre (recodé en variable nominale à postériori)
335	notes	notes additionnelles	texte libre

Annexe 3 : Script des analyses statistiques de régression linéaire dans le logiciel R version 3.2.2. (R Development Core Team, 2015)

```
##=====
## Facteurs de risque associés à la PPA dans les élevages porcins à Madagascar :
cas particulier des zones d'interface avec le potamochoère (Potamochoerus
larvatus)
##
## Sophie MOLIA <sophie.molia@cirad.fr>
## Miguel PEDRONO <miguel.pedrono@cirad.fr>
## Tania GRANGE <t.grange_11@envt.fr>
##
## Novembre 2016
##=====

## Chargement des packages
packg <- c("car","lme4","tdisplay","MASS","knitr","ggplot2","ggmap", "stargazer",
"lattice") for (i in packg) { if (!require(i,character.only=TRUE))
{ install.packages(i,dependencies=TRUE) require(i,character.only=TRUE) }} for
(i in packg) { update.packages(i) }

## Création du répertoire de travail
setwd("D:/Regression linéaire/madapig")
dat <- read.table("madapig.csv", header=TRUE, sep = ";", dec =
",",na.strings="NA", stringsAsFactors=FALSE)

##=====
#### 1. Gestion des données
##=====

str(dat)      # 109 observations de 348 variables
names(dat)
```

Identification des variables catégorielles

```
variables.fact=c("qid","enq","zone","dis","com","fok","loc","nom","age","motiv",
"type","race","alim_indu","alim_sprod","alim_dech","alim_aut","alim_aut_p","ali
m","alim_dech_pc","alim_dech_pota","eau_jir","eau_p_ind","eau_p_pub","eau_
aut","eau_aut_p","eau","claus_perm","claus_lib","claus_divag","claus_piq","clau
s","mur_cim","mur_pot","mur_end","mur_pal","mur_briq","mur_gri","mur_pier
","mur_tol","mur","sol_cim","sol_ter","sol_sab","sol_pla","sol","lit_pas","lit_pai
","lit_cop","lit_aut","lit_aut_p","lit","toi_pas","toi_tol","toi_pai","toi_boi","toi_aut
","toit_aut_p","toit","sep","repro_auc","repro_el","repro_aut","repro","repro_a
ut_loc","repro_aut_fok","repro_aut_dis","repro_aut_lieu","prt_mn","prt_mn_loc
","prt_mn_fok","prt_mn_dis","prt_mn_lieu","acht_m01","acht_m02","acht_m03
","acht_m04","acht_m05","acht_m06","acht_m07","acht_m08","acht_m09","ach
t_m10","acht_m11","acht_m12","a1_loc","a1_fok","a1_dis","a1_dist","a1_v_col"
,"a1_v_el","a1_v_aut","a1_v_aut_p","a1_v","a2_loc","a2_fok","a2_dis","a2_lieu"
,"a2_v_col","a2_v_el","a2_v_aut","a2_v_aut_p","a2_v","a3_loc","a3_fok","a3_di
s","a3_lieu","a3_v_col","a3_v_el","a3_v_aut","a3_v_aut_p","acht_plus","acht_pl
us_m01","acht_plus_m02","acht_plus_m03","acht_plus_m04","acht_plus_m05",
"acht_plus_m06","acht_plus_m07","acht_plus_m08","acht_plus_m09","acht_plu
s_m10","acht_plus_m11","acht_plus_m12","ven_m01","ven_m02","ven_m03","
ven_m04","ven_m05","ven_m06","ven_m07","ven_m08","ven_m09","ven_m10",
"ven_m11","ven_m12","v1_loc","v1_fok","v1_dis","v1_lieu","v1_ach_el","v1_ac
h_col","v1_ach_aut","v1_ach_aut_p","v1_ach","v2_loc","v2_fok","v2_dis","v2_li
eu","v2_ach_el","v2_ach_col","v2_ach_aut","v2_ach_aut_p","v2_ach","v3_loc","
v3_fok","v3_dis","v3_lieu","v3_ach_el","v3_ach_col","v3_ach_aut","v3_ach_aut
_p","v3_ach","ven_plus","ven_plus_m01","ven_plus_m02","ven_plus_m03","ven_
plus_m04","ven_plus_m05","ven_plus_m06","ven_plus_m07","ven_plus_m08","
ven_plus_m09","ven_plus_m10","ven_plus_m11","ven_plus_m12","abat_dom",
"d1_loc","d1_fok","d1_dis","d1_ach_rest","d1_ach_vil","d1_ach_aut","d1_ach_a
ut_p","d1_ach","pc_prox","pc_prox_cont","for_prox","pota_prox","pota_prox_m
01","pota_prox_m02","pota_prox_m03","pota_prox_m04","pota_prox_m05","p
ota_prox_m06","pota_prox_m07","pota_prox_m08","pota_prox_m09","pota_pr
ox_m10","pota_prox_m11","pota_prox_m12","pota_prox_cont","pota_prox_par
t","pota_prox_part_p","pota_prox_hyb","pota_prox_prot","pota_prox_nb","pot
a_prox_chass","pota_prox_mang","pers_col","pers_el","pers_vet","pers_fam","p
ers_aut_p","pers_auto","auto_el","auto_chas","auto_conso","prev_vacc","prev_
ver","prev_vit","prev_ext","prev_rong","prev_ins","prev_net","prev_des","prev_
vs","prev_quar","prev_clot","prev_ped","prev_vest","prev","prod_vacc","prod_
```

```

des,"fq_ver","fq_vit","fq_ext","fq_aut","fq_net","inter_vacc","inter_ver","inter_
vit","inter_aut","mal_por","mal_synd","mal_m01","mal_m02","mal_m03","mal_
m04","mal_m05","mal_m06","mal_m07","mal_m08","mal_m09","mal_m10","m
al_m11","mal_m12","mal_m_abmal","mal_m_absain","mal_m_vmal","mal_m_v
sain","mal_m_auto","mal_m_sep","mal_m_consul","mal_m_aut","mal_m_aut_p
","mal_m","ladr","pest","pest_symp","pest_vois","pest_rad","pest_sav","pest_ris
q","pest_risq_m01","pest_risq_m02","pest_risq_m03","pest_risq_m04","pest_ris
q_m05","pest_risq_m06","pest_risq_m07","pest_risq_m08","pest_risq_m09","p
est_risq_m10","pest_risq_m11","pest_risq_m12","pb","notes" )
for(fact in variables.fact) { dat[,fact]<- factor(dat[,fact]) }
str(dat)
#rm(variables.fact)

```

Identification des variables numériques

```

variables.num =
c("lat","long","alt","nb_t","nb_pt","nb_v","nb_pe","nb","alim_nb","eau_nb","cla
us_nb","enclos_nb","mur_nb","sol_nb","lit_nb","toit_nb","acht_nb","a1_lieu","a
1_v_nb","a1_nb","a2_dist","a2_nb","a3_dist","a3_v","a3_nb","acht_prix","ven_n
b","v1_dist","v1_ach_nb","v1_nb","v2_dist","v2_nb","v3_dist","v3_nb","ven_prix
","abat_conso","abat_ven","abat_mld","abat_aut","abat_nb","d1_dist","d1_nb",
"pc_prox_dist","for_prox_dist","pers_nb","prev_nb","mal_nb_pres","mal_nb_m
al","mal_nb_mor","mal_tx_mal","mal_tx_mor","mal_tx_let","mal_m_nb","ladr_a
n","ladr_nb_lang","ladr_nb_insp","pest_an","pest_nb","pest_pourctg","pest_sav
_nb")
for(num in variables.num) { dat[,num]<- as.numeric(as.character(dat[,num])) }
#rm(variables.num)
str(dat)

```

Identification des variables de type « date »

```

dat[, "date"]<- as.Date(dat[, "date"],origin="1900-01-01" )

```

Descriptions des variables numériques

```

summary(dat[,variables.num])
stargazer(dat, type = "text", title="Descriptive statistics for numeric variables",
digits=1, out="Desc stats numeric variables.txt", median = TRUE, iqr = TRUE)

```

```

#####
## 2. Tests univariés
#####

```

Altitude de l'élevage « alt »

```

aggregate(dat$alt ~ dat$pest, FUN=mean)
aggregate(dat$alt ~ dat$pest, FUN=median)
aggregate(dat$alt ~ dat$pest, FUN=sd)
histogram(~dat$alt | dat$pest)
bwplot(dat[, "alt"]~ dat$pest)
wilcox.test(alt ~ pest, data=dat) # p-value = 0.6168

```

Zone de l'élevage « zone »

```

table(dat$zone,dat$pest)
chisq.test(table(dat$zone,dat$pest))
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$zone,dat$pest))$expected

```

Âge de l'éleveur « age »

```

table(dat$age,dat$pest)
chisq.test(table(dat$age,dat$pest)) # p-value = 0.1991
chisq.test(table(dat$age,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$age,dat$pest) # p-value = 0.1819
round(100*prop.table(table(dat$age,dat$pest),1), digits = 0)

```

Types d'élevage « type »

```

table(dat$type,dat$pest)
dat$type2<-NA
dat$type2<-replace(dat$type2,dat$type=="e","e")
dat$type2<-replace(dat$type2,dat$type=="n","n")
dat$type2<-replace(dat$type2,dat$type=="ne","ne")
dat$type2<-replace(dat$type2,dat$type=="ne-v","ne")
dat$type2<-as.factor(dat$type2)
summary(dat$type2)
table(dat$type2,dat$pest)
chisq.test(table(dat$type2,dat$pest)) # p-value = 0.4694
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$type2,dat$pest))$expected

```



```

## Races porcines « race »
table(dat$race,dat$pest)
dat$race2<-NA
dat$race2<-replace(dat$race2,dat$race=="amelio","amelio")
dat$race2<-replace(dat$race2,dat$race=="locale","locale")
dat$race2<-replace(dat$race2,dat$race=="mixte","mixte")
dat$race2<-as.factor(dat$race2)
summary(dat$race2)
table(dat$race2,dat$pest)
chisq.test(table(dat$race2,dat$pest)) # p-value = 0.01084
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$race2,dat$pest))$expected

## Nombre total d'animaux « nb »
aggregate(dat$nb ~ dat$pest, FUN=mean)
aggregate(dat$nb ~ dat$pest, FUN=median)
aggregate(dat$nb ~ dat$pest, FUN=sd)
histogram(~dat$nb | dat$pest)
bwplot(dat[, "nb"] ~ dat$pest)
wilcox.test(nb ~ pest, data=dat) # p-value = 0.503

## Utilisation de déchets alimentaires « alim_dech »
table(dat$alim_dech,dat$pest)
chisq.test(table(dat$alim_dech,dat$pest)) # p-value = 0.7973
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$alim_dech,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$alim_dech,dat$pest) # p-value = 0.6808

## Utilisation de déchets alimentaires contenant du porc « alim_dech_pc »
table(dat$alim_dech_pc,dat$pest)
chisq.test(table(dat$alim_dech_pc,dat$pest)) # p-value = 1
chisq.test(table(dat$alim_dech_pc,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$alim_dech_pc,dat$pest) # p-value = 1

## Utilisation de déchets alimentaires contenant du potamochère  
« alim_dech_pota »
table(dat$alim_dech_pota,dat$pest)

```

```

chisq.test(table(dat$alim_dech_pota,dat$pest)) # p-value = 0.5701
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$alim_dech_pota,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$alim_dech_pota,dat$pest) # p-value = 0.5023

## Utilisation d'eau du robinet « eau_jir »
table(dat$eau_jir,dat$pest)
chisq.test(table(dat$eau_jir,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$eau_jir,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$eau_jir,dat$pest) # p-value = 0.7481

## Utilisation d'eau de puits individuel « eau_p_ind »
table(dat$eau_p_ind,dat$pest)
chisq.test(table(dat$eau_p_ind,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$eau_p_ind,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$eau_p_ind,dat$pest) # p-value = 1

## Utilisation d'eau de puits public « eau_p_pub »
table(dat$eau_p_pub,dat$pest)
chisq.test(table(dat$eau_p_pub,dat$pest)) # p-value = 0.4246
chisq.test(table(dat$eau_p_pub,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$eau_p_pub,dat$pest) # p-value = 0.3803

## Utilisation d'autres sources d'eau « eau_aut »
table(dat$eau_aut,dat$pest)
chisq.test(table(dat$eau_aut,dat$pest)) # p-value = 0.1099
chisq.test(table(dat$eau_aut,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$eau_aut,dat$pest) # p-value = 0.07676
round(100*prop.table(table(dat$eau_aut,dat$pest),1), digits = 0)

## Clausturation permanente « claus_perm »
table(dat$claus_perm,dat$pest)
chisq.test(table(dat$claus_perm,dat$pest)) # p-value = 1
chisq.test(table(dat$claus_perm,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$claus_perm,dat$pest) # p-value = 1

```

Alternance claustration et divagation « claus_lib »

```
table(dat$claus_lib,dat$pest)
chisq.test(table(dat$claus_lib,dat$pest)) # p-value = 0.1321
chisq.test(table(dat$claus_lib,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$claus_lib,dat$pest) # p-value = 0.1008
round(100*prop.table(table(dat$claus_lib,dat$pest),1), digits = 0)
```

Divagation totale « claus_divag »

```
table(dat$claus_divag,dat$pest)
chisq.test(table(dat$claus_divag,dat$pest)) # p-value = 0.357
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$claus_divag,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$claus_divag,dat$pest) # p-value = 0.2792
```

Contention au piquet « claus_piq »

```
table(dat$claus_piq,dat$pest)
chisq.test(table(dat$claus_piq,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$claus_piq,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$claus_piq,dat$pest) # p-value = 1
```

Aucune reproduction « repro_auc »

```
table(dat$repro_auc,dat$pest)
chisq.test(table(dat$repro_auc,dat$pest)) # p-value = 1
chisq.test(table(dat$repro_auc,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$repro_auc,dat$pest) # p-value = 1
```

Monte naturelle en interne « repro_el »

```
table(dat$repro_el,dat$pest)
chisq.test(table(dat$repro_el,dat$pest)) # p-value = 0.8875
chisq.test(table(dat$repro_el,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$repro_el,dat$pest) # p-value = 0.8095
```

Monte naturelle en externe « repro_aut »

```
table(dat$repro_aut,dat$pest)
chisq.test(table(dat$repro_aut,dat$pest)) # p-value = 1
chisq.test(table(dat$repro_aut,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$repro_aut,dat$pest) # p-value = 1
```

Prêt de verrat « prt_mn »

```
table(dat$prt_mn,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prt_mn,dat$pest)) # p-value = 0.4104
chisq.test(table(dat$prt_mn,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prt_mn,dat$pest) # p-value = 0.3737
```

Nombre total de porcs achetés « acht_nb »

```
aggregate(dat$acht_nb ~ dat$pest, FUN=mean)
aggregate(dat$acht_nb ~ dat$pest, FUN=median)
aggregate(dat$acht_nb ~ dat$pest, FUN=sd)
histogram(~dat$acht_nb | dat$pest)
bwplot(dat[, "acht_nb"] ~ dat$pest)
wilcox.test(acht_nb ~ pest, data=dat) # p-value = 0.829
```

Période d'achat préférentielle « acht_plus »

```
table(dat$acht_plus,dat$pest)
chisq.test(table(dat$acht_plus,dat$pest)) # p-value = 0.1199
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$acht_plus,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$acht_plus,dat$pest) # p-value = 0.06578
round(100*prop.table(table(dat$acht_plus,dat$pest)), digits = 0)
```

Nombre total de porcs vendus « ven_nb »

```
aggregate(dat$ven_nb ~ dat$pest, FUN=mean)
aggregate(dat$ven_nb ~ dat$pest, FUN=median)
aggregate(dat$ven_nb ~ dat$pest, FUN=sd)
histogram(~dat$ven_nb | dat$pest)
bwplot(dat[, "ven_nb"] ~ dat$pest)
wilcox.test(ven_nb ~ pest, data=dat) # p-value = 0.006138
```

Abattage à domicile « abat_dom »

```
table(dat$abat_dom,dat$pest)
chisq.test(table(dat$abat_dom,dat$pest)) # p-value = 0.00774
chisq.test(table(dat$abat_dom,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$abat_dom,dat$pest) # p-value = 0.00774
round(100*prop.table(table(dat$abat_dom,dat$pest),1), digits = 0)
```

```

## Abattage à domicile de porcs malades « abat_mld »
table(dat$abat_mld,dat$pest)
chisq.test(table(dat$abat_mld,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$abat_mld,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$abat_mld,dat$pest) # p-value = 1

## Elevage de porcs à proximité « pc_prox »
table(dat$pc_prox,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pc_prox,dat$pest)) # p-value = 0.3375
chisq.test(table(dat$pc_prox,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pc_prox,dat$pest) # p-value = 0.2748

## Contacts avec des porcs d'autres élevages « pc_prox_cont »
table(dat$pc_prox_cont,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pc_prox_cont,dat$pest)) # p-value = 0.145
chisq.test(table(dat$pc_prox_cont,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pc_prox_cont,dat$pest) # p-value = 0.1137
round(100*prop.table(table(dat$pc_prox_cont,dat$pest),1), digits = 0)

## Potamochères à proximité « pota_prox »
table(dat$pota_prox,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox,dat$pest) # p-value = 1

## Contacts avec des potamochères « pota_prox_cont »
table(dat$pota_prox_cont,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox_cont,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox_cont,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox_cont,dat$pest) # p-value = 1

## Partage des espaces avec les potamochères « pota_prox_part »
table(dat$pota_prox_part,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox_part,dat$pest)) # p-value = 1

```

```

# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox_part,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox_part,dat$pest) # p-value = 1

## Evolution du nombre de potamochères « pota_prox_nb »
table(dat$pota_prox_nb,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox_nb,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox_nb,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox_nb,dat$pest) # p-value = 1

## Chasse du potamochère « pota_prox_chas »
table(dat$pota_prox_chas,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox_chas,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox_chas,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox_chas,dat$pest) # p-value = 1

## Consommation de viande de potamochère « pota_prox_mang »
table(dat$pota_prox_mang,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pota_prox_mang,dat$pest)) # p-value = 0.6084
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pota_prox_mang,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pota_prox_mang,dat$pest) # p-value = 0.2857

## Accès du collecteur « pers_col »
table(dat$pers_col,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pers_col,dat$pest)) # p-value = 0.726
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pers_col,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pers_col,dat$pest) # p-value = 0.4878

## Accès d'autres éleveurs « pers_el »
table(dat$pers_el,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pers_el,dat$pest)) # p-value = 0.03428
chisq.test(table(dat$pers_el,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pers_el,dat$pest) # p-value = 0.01891

```

```
round(100*prop.table(table(dat$pers_el,dat$pest),1), digits = 0)
```

Accès de la famille/amis « pers_fam »

```
table(dat$pers_fam,dat$pest)
chisq.test(table(dat$pers_fam,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$pers_fam,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$pers_fam,dat$pest) # p-value = 1
```

Accès des chasseurs de potamochères « auto_chas »

```
table(dat$auto_chas,dat$pest)
chisq.test(table(dat$auto_chas,dat$pest)) # p-value = 1
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$auto_chas,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$auto_chas,dat$pest) # p-value = 1
```

Vaccination « prev_vacc »

```
table(dat$prev_vacc,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_vacc,dat$pest)) # p-value = 0.2862
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$prev_vacc,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_vacc,dat$pest) # p-value = 0.2788
```

Vermifugation « prev_ver »

```
table(dat$prev_ver,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_ver,dat$pest)) # p-value = 0.4145
chisq.test(table(dat$prev_ver,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_ver,dat$pest) # p-value = 0.4207
```

Administration de vitamines « prev_vit »

```
table(dat$prev_vit,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_vit,dat$pest)) # p-value = 0.5892
chisq.test(table(dat$prev_vit,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_vit,dat$pest) # p-value = 0.5086
```

Antiparasitaires externes « prev_ext »

```
table(dat$prev_ext,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_ext,dat$pest)) # p-value = 0.7628
```

```
chisq.test(table(dat$prev_ext,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_ext,dat$pest) # p-value = 0.6652
```

Nettoyage des bâtiments « prev_net »

```
table(dat$prev_net,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_net,dat$pest)) # p-value = 1
chisq.test(table(dat$prev_net,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_net,dat$pest) # p-value = 1
```

Désinfection des bâtiments « prev_des »

```
table(dat$prev_des,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_des,dat$pest)) # p-value = 0.9398
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$prev_des,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_des,dat$pest) # p-value = 1
```

Vide sanitaire « prev_vs »

```
table(dat$prev_vs,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_vs,dat$pest)) # p-value = 0.3722
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$prev_vs,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_vs,dat$pest) # p-value = 0.181
round(100*prop.table(table(dat$prev_vs,dat$pest),1), digits = 0)
```

Mise en quarantaine « prev_quar »

```
table(dat$prev_quar,dat$pest)
chisq.test(table(dat$prev_quar,dat$pest)) # p-value = 0.6098
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$prev_quar,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$prev_quar,dat$pest) # p-value = 0.2736
```

Présence de cystivercose porcine « ladr »

```
table(dat$ladr,dat$pest)
chisq.test(table(dat$ladr,dat$pest)) # p-value = 0.8629
# Approximation par le test du X2 peut être incorrecte
chisq.test(table(dat$ladr,dat$pest))$expected
fisher.test(dat$ladr,dat$pest) # p-value = 0.6076
```

```
##=====
## 3. Régressions multivariées
##=====
```

Vérification de la colinéarité

```
full1<-glm(pest ~ age + race2 + eau_aut + claus_lib + acht_plus + ven_nb +
abat_dom + pc_prox_cont + pers_el + prev_vs, family = binomial, data = dat)
```

Exclusion de la variable prev_vs qui n'est pas suffisamment discriminatoire

```
full2<-glm(pest ~ age + race2 + eau_aut + claus_lib + acht_plus + ven_nb +
abat_dom + pc_prox_cont + pers_el, family = binomial, data = dat) vif(full2)
# Aucun facteur avec un VIF >5
```

Calcul du nombre de valeurs manquantes

```
dat2<-dat[!is.na(dat$age)&!is.na(dat$race2)&!is.na(dat$eau_aut)&!is.na(dat$claus_lib)&!is.na(dat$acht_plus)&!is.na(dat$ven_nb)&!is.na(dat$abat_dom)&!is.na(dat$pc_prox_con)&!is.na(dat$pers_el),]
```

34 observations → pas suffisant

```
summary(dat$age)
summary(dat$race2)
summary(dat$eau_aut)
summary(dat$claus_lib)
summary(dat$acht_plus) #50 NA
summary(dat$ven_nb)
summary(dat$abat_dom)
```

Exclusion de la variable acht_plus qui n'a pas suffisamment de valeurs

```
dat3<-dat[!is.na(dat$age)&!is.na(dat$race2)&!is.na(dat$eau_aut)&!is.na(dat$claus_lib)&!is.na(dat$ven_nb)&!is.na(dat$abat_dom)&!is.na(dat$pc_prox_con)&!is.na(dat$pers_el),]
```

#74 observations → ok

Construction du modèle de régression logistique (pas à pas descendant)

```
full3<-glm(pest ~ age + race2 + eau_aut + claus_lib + ven_nb + abat_dom +
pc_prox_cont + pers_el, family = binomial, data = dat3)
summary(full3) #AIC 78.037
stepAIC(full3)
```

```
full3min1<-glm(pest ~ eau_aut + claus_lib + ven_nb + abat_dom + pc_prox_cont,
family = binomial, data = dat3)
summary(full3min1) #AIC: 74.029
anova(full3,full3min1,test="LRT") # p= 0.4071
full3min2<-glm(pest ~ eau_aut + claus_lib + abat_dom + pc_prox_cont, family =
binomial, data = dat3)
summary(full3min2) #AIC: 73.141
anova(full3min2,full3min1,test="LRT") # p= 0.2916
full3min3<-glm(pest ~ claus_lib + abat_dom + pc_prox_cont , family = binomial,
data = dat3)
summary(full3min3) #AIC: 73.357
anova(full3min2,full3min3,test="LRT") # p= 0.1366
full3min4<-glm(pest ~ abat_dom + pc_prox_cont , family = binomial, data = dat3)
summary(full3min4) #AIC: 75.094
```

Vérifications des interactions

```
inter1<-glm(pest ~ claus_lib + abat_dom + pc_prox_cont +
claus_lib:pc_prox_cont, family = binomial, data = dat3)
summary(inter1) #AIC: 77.776
```

Modèle final

```
final<-glm(pest ~ claus_lib + abat_dom + pc_prox_cont , family = binomial, data =
dat3)
summary(final)
```

OR & CI

```
alpha <- 0.05
model <- final
b <- coef(model)
v <- as.matrix(vcov(model)) # Matrice de variance-covariance des effets fixes
se <- sqrt(diag(v)) # Ecart-type de b
q <- qnorm(1 - alpha/2) # Quantile pour la loi normale
orci <- exp(cbind(or = b, lower = b - q * se, upper = b + q * se))
orci
```

```
##=====
## Fin du script
##=====
```


Toulouse, 2016

NOM : GRANGÉ

PRÉNOM : TANIA

TITRE : RISQUES EPIDEMIOLOGIQUES ASSOCIES A L'ELEVAGE PORCIN A MADAGASCAR : CAS PARTICULIER DE LA PESTE PORCINE AFRICAINE DANS LES ZONES D'INTERFACE AVEC LE POTAMOCHERE (*POTAMOCHOERUS LARVATUS*).

RÉSUMÉ :

La peste porcine africaine (PPA) est une fièvre hémorragique virale touchant les porcs domestiques et sauvages, présente en Afrique subsaharienne, en Sardaigne et en Europe de l'Est. Hautement contagieuse et avec un taux de mortalité approchant les 100%, ses conséquences économiques et sociales sont dévastatrices dans les pays atteints. C'est le cas de Madagascar, où la PPA y est endémique depuis son introduction en 1998. L'objectif de cette étude est de caractériser les élevages porcins malgaches et les facteurs de risque associés à la PPA, notamment ceux en relation avec la présence de potamochères, à l'aide d'enquêtes épidémiologiques transversales réalisées auprès des éleveurs porcins.

Les résultats statistiques montrent une filière porcine encore très fragile, avec des éleveurs craignant d'investir dans une activité jugée aléatoire, ainsi qu'un danger constant de la PPA. Les principaux facteurs de risque identifiés sont l'alimentation à base de déchets de cuisine contenant de la viande de porc ou de potamochère, la divagation, l'abattage à domicile et l'absence de biosécurité et de mesures sanitaires. A l'inverse, le rôle épidémiologique des potamochères apparaît négligeable, malgré les contacts existant avec les porcs domestiques. Néanmoins, des facteurs de protection ont pu être mis en évidence comme l'entraide entre éleveurs, l'arrêt de la consommation de viande de porc ou de potamochère, et l'isolement des animaux pendant les périodes à risque de PPA.

L'approche globale « *OneHealth-EcoHealth* » semble une solution adaptée et durable afin d'intégrer les problématiques d'ordre socioéconomique, politique et écologique propres à Madagascar et inhérentes à la compréhension d'une maladie complexe telle que la PPA.

MOTS-CLÉS :

PESTE PORCINE AFRICAINE, PPA, EPIDEMIOLOGIE, ELEVAGE PORCIN, PORC, POTAMOCHERE, MADAGASCAR, ONEHEALTH, ECOHEALTH

TITLE : EPIDEMIOLOGICAL RISKS RELATED TO PIG FARMS IN MADAGASCAR : PARTICULAR CASE OF AFRICAN SWINE FEVER AT THE BUSHPIG (*POTAMOCHOERUS LARVATUS*) INTERFACE.

ABSTRACT :

African swine fever (ASF) is a viral haemorrhagic fever of domestic and wild pigs, present in Sub-Saharan Africa, Sardinia and Eastern Europe. Highly contagious and causing mortality rates nearing 100%, its social and economical impacts are devastating the affected countries. This is the case with Madagascar, where ASF remains endemic since its introduction in 1998.

This study aims to characterize Malagasy pig farms and risk factors related to ASF, particularly at the bushpig interface, via a questionnaire survey intended to pig farmers.

The statistic results show that pig production remains disrupted, with farmers afraid of investing in this unpredictable industry, and highlight the continual threat of ASF. The main risk factors identified are food waste containing pork or bushpig products, free-ranging, home slaughtering and the lack of biosecurity standards and sanitary measures. On the contrary, the role of the bushpig in the epidemiology of ASF seems not to be significant. Nevertheless, protective factors have been identified such as a technical and informative cooperation between farmers, the interruption of pork and bushpig meats consumption and animal isolation during AS outbreaks.

The « *OneHealth-EcoHealth* » approach seems to be an adapted and sustainable solution in order to integrate the socioeconomic, political and ecological issues, which are specific of Madagascar and inherent in understanding a complex disease such as ASF.

KEY WORDS :

AFRICAN SWINE FEVER, ASF, EPIDEMIOLOGY, PIG FARM, PIG, BUSHPIG, MADAGASCAR, ONEHEALTH, ECOHEALTH