

Facteurs non infectieux associés à la pneumonie et à la pleurésie dans 143 élevages naisseurs-engraisseurs du Grand Ouest de la France

Christelle FABLET, Virginie DORENLOR, Florent EONO, Eric EVENO, Jean-Pierre JOLLY, Fanny PORTIER, Fabrice BIDAN, François MADEC, Nicolas ROSE

Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES), BP 53, F-22440 Ploufragan

christelle.fablet@anses.fr

Facteurs non infectieux associés à la pneumonie et à la pleurésie dans 143 élevages naisseurs-engraisseurs du Grand Ouest de la France

Une enquête est réalisée dans 143 élevages naisseurs-engraisseurs afin d'identifier les facteurs non infectieux associés à la pneumonie et à la pleurésie chez les porcs en fin d'engraissement. Pour chaque élevage, la pneumonie et la pleurésie sont notées, à l'abattoir, sur 30 porcs d'un lot. Préalablement à cet examen lésionnel, une visite en élevage permet de collecter les données relatives à la conduite et aux pratiques d'élevage et aux conditions de logement des porcs au moyen de questionnaires. Les conditions climatiques sont mesurées pendant 20 heures dans la salle de post-sevrage et la salle d'engraissement contenant les porcs faisant l'objet d'une notation des lésions pulmonaires. Les élevages sont classés en trois catégories selon la note médiane de pneumonie du lot (classe 1 : $\leq 0,5$; classe 2 : $0,5 < \text{note} \leq 3,75$; classe 3 : $> 3,75$). Un élevage est considéré affecté par de la pleurésie ns pulmonaires. De la pneumonie a été observée chez 69,1 % des porcs et 17,7% des animaux avaient une note supé porcs de quatre semaines, les salles d'engraissement de grande taille et une concentration élevée en CO₂ en engraissement sont significativement associés à la classe 2 de pneumonie. Ces facteurs sont également associés à la classe 3, auxquels s'ajoute la modalité d'introduction de l'air en post-sevrage. Une plage de ventilation courte et l'absence de traitement insecticide en maternité, les actes chirurgicaux effectués tardivement aux porcelets, une température inférieure à 23°C en engraissement et une taille d'élevage supérieure à 200 truies sont associés à de la pleurésie étendue.

Noninfectious factors associated with pneumonia and pleuritis in slaughter-aged pigs from 143 farrow-to-finish farms in western France

A cross-sectional study was carried out in 143 farrow-to-finish herds to identify non-infectious factors associated with pneumonia and pleuritis in slaughter-aged pigs. A sample of 30 randomly selected pigs per herd was scored for pneumonia and pleuritis at the slaughterhouse. Data related to herd management; husbandry and housing conditions were previously collected by questionnaire during a farm visit. Climatic conditions were measured over 20 hours in the post-weaning and fattening rooms where the slaughter pigs were kept. Herds were grouped into three categories according to their pneumonia median score (class 1: ≤ 0.5 ; class 2: $0.5 < \text{score} \leq 3.75$; class 3: > 3.75). For pleuritis, a herd was deemed affected if at least one pig had a pleuritis score > 2 (scoring on four points). An interval of less than four weeks between successive batches, large finishing room size and high mean CO₂ concentration in the finishing room significantly increased the odds for a herd to be in class 2 for pneumonia. The same risk factors were found for class 3 with, in addition, a direct fresh air inlet from outside or from the corridor in the post-weaning room *versus* an appropriate ceiling above the pigs. A short temperature range for the ventilation control rate and the lack of disinsection in the farrowing room, late surgical procedures on the piglets, a mean temperature in the fattening room below 23°C and a herd size higher than 200 sows were associated with increased risk of extensive pleuritis.

INTRODUCTION

Les maladies respiratoires constituent une préoccupation sanitaire majeure dans tous les pays producteurs de porcs où les animaux sont élevés en grandes collectivités dans des bâtiments. L'élaboration de programmes de prévention à l'égard de ces maladies requiert au préalable l'identification des facteurs qui conduisent à leur développement et à leur expression sous des formes plus ou moins sévères.

Le déterminisme des maladies pulmonaires est complexe et multifactoriel. Plusieurs agents infectieux ainsi que des facteurs non infectieux relatifs aux conditions d'élevage des animaux interviennent dans l'explication de la survenue et de la sévérité de ces maladies (Sorensen *et al.*, 2006).

Les facteurs de nature non infectieuse, liés au milieu de vie des animaux, influencent l'expression et le développement des maladies respiratoires *via* leur action sur les contaminants, en particulier en agissant sur la pression d'infection à laquelle le porc est exposé, et *via* leur action « propre » sur le porc. Ils peuvent en effet contribuer à altérer la capacité des défenses naturelles (physiques et immunitaires) de l'animal et ainsi augmenter sa susceptibilité aux infections (Gonyou *et al.*, 2006). Dans les systèmes d'élevage confinés intensifs, plusieurs facteurs relatifs au milieu de vie des animaux peuvent interférer avec cette délicate balance entre population de micro-organismes potentiellement pathogènes et capacité du porc à résister aux infections.

Plusieurs enquêtes analytiques ont été réalisées pour identifier les facteurs de risque non infectieux de la pneumonie et de la pleurésie (Fablet, 2009). Cependant, une approche couplant l'évaluation objective des conditions climatiques intérieures (avec des capteurs permettant une estimation quantitative des paramètres d'intérêt) et des autres facteurs non infectieux sur un large échantillon d'élevages a rarement été réalisée. De plus, peu de travaux ont pris en compte les facteurs non infectieux liés aux premiers stades de la vie des porcs. Puisque les événements survenus précocement, *i.e.* avant le sevrage, sont susceptibles d'intervenir sur les dynamiques d'infection et les capacités du porc à résister à la pression d'infection (Fano *et al.*, 2007), le rôle de ces étapes dans l'épidémiologie des maladies pulmonaires est important à évaluer. Par ailleurs, la quantification des effets des facteurs non infectieux n'a pas toujours été réalisée, en particulier dans le contexte de l'élevage français. Or la connaissance de cette information est importante pour (i) hiérarchiser les mesures à inclure dans un programme de maîtrise (ii) paramétrer des modèles épidémiologiques d'évaluation *ex ante* de mesures de maîtrise. L'objectif de la présente enquête était d'identifier et de quantifier l'effet des facteurs non infectieux sur la pneumonie et la pleurésie chez les porcs issus d'élevages naisseurs-engraisseurs dans le Grand Ouest de la France.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Sélection des élevages

Une enquête transversale a été réalisée dans 143 élevages de porcs localisés dans les régions Bretagne, Normandie et Pays de la Loire (Novembre 2006 à Février 2008). Une liste exhaustive des élevages n'étant pas disponible, les élevages enquêtés ont été sélectionnés au sein d'une base de données constituée à l'aide des différentes organisations d'éleveurs (494 élevages).

La connaissance du statut clinique et lésionnel des élevages inclus dans la base a permis d'affecter les élevages à trois niveaux d'atteinte à l'égard des maladies pulmonaires. Puis, l'échantillon d'étude a été sélectionné par un sondage aléatoire stratifié à deux niveaux : le statut présumé d'atteinte de l'élevage et la taille de l'organisation de producteurs.

1.2. Collecte des données

1.2.1. Conduite et pratiques d'élevage

Une visite en élevage a été réalisée pour collecter les informations concernant les facteurs de risque potentiels des maladies pulmonaires. Les données relatives à la conduite et aux pratiques d'élevage et aux conditions de logement des porcs ont été recueillies au moyen d'un questionnaire. Celui-ci a été complété avec l'éleveur au cours d'un entretien. En parallèle, des mesures et des observations des animaux et des conditions d'élevage ont été réalisées en maternité, en post-sevrage et en engraissement par trois enquêteurs et renseignées sur des questionnaires spécifiques.

1.2.2. Conditions climatiques intérieures

La bande contenant les porcs les plus proches du départ pour l'abattoir a été identifiée. Les conditions climatiques à l'intérieur de la salle d'engraissement contenant ces porcs et de la salle de post-sevrage les ayant hébergés ont été évaluées. La concentration en ammoniac a été mesurée au moyen d'un capteur électrochimique entre 08h00 et 09h30 le jour de la visite (SAFECHECK 100, QUEST Technologies, ARELCO, Fontenay sous Bois, France).

La température, l'humidité relative et la concentration en CO₂ ont été mesurées et enregistrées (Testo 435-2, sonde IAQ, Testo, Lenzkirch, Allemagne) en continu pendant 20 heures à partir de 16h00 le jour de la visite. La température et l'humidité relative ont été enregistrées en parallèle à l'extérieur des locaux. La concentration en poussières respirables (<5 µm) a également été évaluée sur cette période selon deux méthodes : par gravimétrie en utilisant un cyclone (TSI, Marseille, France) et par photométrie (AM510, TSI, Marseille, France). Les appareils de mesure et d'échantillonnage ont été placés dans une caisse à environ 1,40 mètre de hauteur au dessus d'une case de porcs située au centre de la salle.

1.2.3. Examen lésionnel à l'abattoir

Une visite en abattoir a été réalisée entre une et trois semaines après la visite en élevage, lorsque le lot de porcs envoyé à l'abattoir regroupait principalement les animaux ayant fait l'objet d'une évaluation des conditions climatiques en fin d'engraissement. Pour chaque élevage, les poumons d'un échantillon de 30 porcs, sélectionnés de manière aléatoire, ont été récupérés sur la chaîne d'abattage et soumis à un examen macroscopique de lésions. La pneumonie a été notée sur 28 points et la pleurésie sur quatre points selon la grille de Madec et Kobisch (1982).

1.3. Analyses statistiques

1.3.1. Définition des variables à expliquer et des variables explicatives

L'unité épidémiologique d'étude est l'élevage. La note médiane de pneumonie et la fréquence de porcs présentant des lésions étendues de pleurésie (>2) ont été calculées sur l'échantillon de 30 porcs. Concernant la pneumonie, les élevages ont été répartis en trois catégories selon la note

médiane du lot : classe 1 : note médiane $\leq 0,5$ (32 élevages) ; classe 2 : $0,5 < \text{note} \leq 3,75$ (64 élevages) ; classe 3 : note $> 3,75$ (35 élevages). La variable à expliquer concernant la pneumonie possédait donc trois niveaux. Pour la pleurésie, un élevage a été considéré atteint par de la pleurésie étendue lorsqu'au moins un porc présentait une note supérieure à 2. La variable à expliquer relative à la pleurésie était donc dichotomique.

Les variables explicatives quantitatives ont été mises en classes en fonction de l'allure des distributions tout en s'assurant d'un effectif minimal par catégorie supérieur à 10%.

1.3.2. Analyses statistiques

Deux analyses ont été conduites l'une prenant pour variable d'intérêt la pneumonie, l'autre la pleurésie. Quelle que soit la variable à expliquer, la recherche des facteurs de risque a été effectuée selon une procédure en deux étapes. Dans une première phase, chaque variable potentiellement explicative a été mise en relation avec la variable à expliquer. Seules les variables significativement associées à la variable à expliquer ont été sélectionnées pour une analyse multivariée (test du χ^2 , $P < 0,25$). Dans le cas de relations mettant en évidence une colinéarité forte entre variables explicatives ($P < 0,05$), la variable la plus liée à la variable à expliquer et possédant une signification biologique a été retenue.

Dans une seconde étape, des modèles de régression logistique multivariés ont été élaborés en incluant les variables sélectionnées lors de la première étape (PROC LOGISTIC, SAS, 2001). Les modèles ont été élaborés selon la méthode décrite par Hosmer et Lemeshow (1989) en utilisant une procédure pas à pas descendante au seuil $P < 0,05$.

Compte tenu de la répartition en trois classes de la variable à expliquer relative à la pneumonie et de l'absence de respect de l'hypothèse des risques proportionnels des variables explicatives, un modèle multinomial a été élaboré pour identifier et quantifier l'effet des facteurs de risque non infectieux au travers d'*odds-ratios* (OR). La catégorie prise comme référence dans ce modèle comprenait les élevages dont la note médiane de pneumonie était inférieure ou égale à 0,5 (classe 1).

Le modèle a ainsi permis d'évaluer la probabilité d'être en classe deux ou trois par rapport à la classe de référence. La validité du modèle a été évaluée à partir des modèles binaires de comparaison de la classe deux à la classe un et de la classe trois à la classe un (déviante, test de χ^2 de Pearson et de Hosmer et Lemeshow) (Hosmer et Lemeshow, 1989). Concernant la pleurésie, un modèle logistique binomial multivarié a été élaboré. La validité du modèle a été évaluée sur la base de la déviante, du test de χ^2 de Pearson et du test de Hosmer et Lemeshow.

2. RESULTATS

2.1. Description de l'échantillon

Les élevages inclus dans l'étude étaient principalement localisés en Bretagne (88,1%). Les résultats techniques des élevages de l'échantillon ne diffèrent pas des résultats techniques moyens des élevages bretons (Tableau 1). Toutefois, le nombre moyen de truies présentes dans les élevages suivis est significativement plus élevé.

Tableau 1 - Comparaison des résultats GTTT et GTE des élevages naisseurs-engraisseurs inclus dans l'étude à la base bretonne

	Echantillon d'étude		Bretagne (2006)*	
	Moyenne	σ	Moyenne	σ
Nombre de truies présentes/élevage	238,6	159,3	200,8	127,5
Nombre de porcs produits/truie/an	22,4	2,5	21,4	2,2
Indice de Consommation (8-115kg)	2,61	0,13	2,61	0,14
Gain Moyen Quotidien (g/jour de 8 à 115kg)	675	34	674	37
% de pertes sevrage-vente	6,3	2,3	6,6	2,2

*(IFIP, 2007)

Au total, 4293 porcs issus des 143 élevages ont fait l'objet d'une notation du type et de la sévérité des lésions pulmonaires. De la pneumonie a été observée chez 69,1 % des porcs et 17,7% des animaux avaient une note supérieure à sept. Les notes médianes de pneumonie des lots varient entre 0 et 14 (Figure 1).

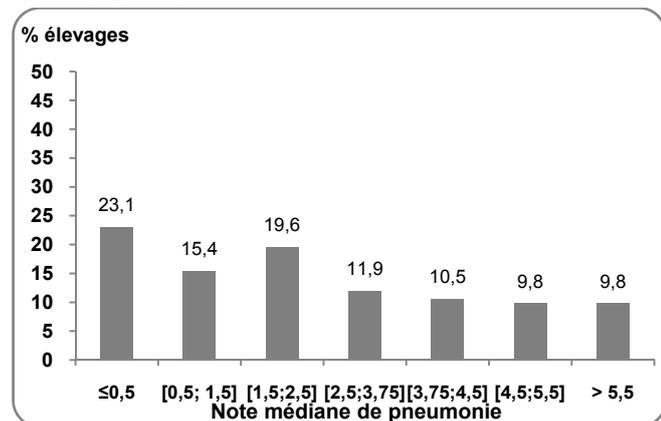


Figure 1 - Répartition des notes médianes de pneumonie (143 élevages, Grand Ouest de la France, 2006-2008).

De la pleurésie a été notée chez 14,4% des porcs. De la pleurésie étendue (note > 2) a été observée dans 40,6% des élevages. La fréquence de porcs atteints de pleurésie étendue varie entre 0 et 36,7% selon les élevages, avec une fréquence moyenne intra-lot de 2,9% ($\sigma = 5,8$).

2.2. Recherche des facteurs associés à la pneumonie

L'analyse a été conduite sur un échantillon de 131 élevages. Un groupe de 12 élevages sévèrement atteints par de la pleurésie et affectés à différents degrés de sévérité par de la pneumonie a été écarté de l'analyse afin d'obtenir un échantillon plus homogène au regard de la pneumonie et d'identifier des facteurs strictement associés à la pneumonie. Au terme de l'analyse multivariée, quatre variables ont été retenues dans le modèle final (Tableau 2). Un intervalle entre les bandes de porcs inférieur à quatre semaines, les salles d'engraissement de grande taille et une concentration élevée en CO_2 en engraissement augmentent significativement la probabilité qu'un lot ait une note médiane de pneumonie comprise entre 0,5 et 3,75 (classe 2). Ces facteurs sont également associés à une note médiane de pneumonie élevée ($> 3,75$), auxquels s'ajoute la modalité d'introduction de l'air en post-sevrage.

Tableau 2 - Facteurs non infectieux associés à différents niveaux de sévérité de la pneumonie chez les porcs en croissance (Grand Ouest, 2006-2008, *Odds Ratios* (OR) et Intervalle de Confiance à 95% (IC), modèle de régression logistique multinomiale)

Facteur	Note médiane de pneumonie			
] 0,5 ; 3,75]		> 3,75	
	OR	IC 95%	OR	IC 95%
Intervalle entre les bandes (semaines)				
. ≤ 3	4,5	1,5-13,6	5,9	1,5-23,3
. ≥ 4	1	-	1	-
Origine de l'air en post-sevrage				
. Combles	1	-	1	-
. Extérieur ou couloir de service	1,7	0,5-6,1	5,1	1,4-18,8
Nombre de porcs dans la salle d'engraissement				
. ≤ 90	1	-	1	-
. > 90	4,3	1,6-11,6	3,9	1,2-12,5
Concentration moyenne en CO ₂ en engraissement (enregistrement pendant 20 heures, en ppm)				
. ≤ 1600	1	-	1	-
. >1600	4,2	1,6-11,3	4,9	1,6-15,2

2.3. Recherche des facteurs associés à la pleurésie

L'analyse a été réalisée sur l'échantillon de 143 élevages. Six variables ont été retenues dans le modèle logistique multivarié final (Tableau 3).

Tableau 3 - Facteurs non infectieux associés à la pleurésie étendue chez les porcs en croissance (Grand Ouest, 2006-2008, *Odds Ratios* (OR) et Intervalle de Confiance à 95% (IC), modèle de régression logistique)

Facteur	OR	IC 95%
Taille de l'élevage (nombre de truies)		
. ≤ 200	1	-
. > 200	3,1	1,4-6,9
Désinsectisation des locaux de maternité		
. Non	2,7	1,2-5,8
. Oui	1	-
Age lors de la section des queues (jours)		
. ≤ 1,5	1	-
. >1,5	2,6	1,2-5,7
Age à la castration des porcelets (jours)		
. ≤ 14	1	-
. >14	2,7	1,1-6,8
Plage de ventilation en maternité (°C)		
. ≤ 5	2,7	1,2-5,9
. > 5	1	-
Température intérieure moyenne enregistrée en engraissement (enregistrement pendant 20 heures, °C)		
. ≤ 23	3,0	1,3-6,8
. > 23	1	-

Une plage de ventilation courte ($\leq 5^{\circ}\text{C}$) et l'absence de traitement insecticide en maternité, une section des queues après 1,5 jour de vie et une castration tardive (après 14 jours d'âge) augmentent significativement la probabilité qu'un lot présente au moins un porc atteint de pleurésie étendue. Une température moyenne inférieure à 23°C en engraissement et une taille d'élevage supérieure à 200 truies sont deux autres facteurs associés à de la pleurésie étendue.

3. DISCUSSION

De par le schéma d'étude retenu qui était de type transversal, l'exposition aux facteurs de risque et le statut des élevages à l'égard des maladies pulmonaires ont été mesurés en même temps. En termes d'inférences causales, ce type d'enquête est plus particulièrement approprié à la mise en évidence de facteurs d'exposition constants dans le temps (Maes *et al.*, 1999). La plupart des données collectées dans cette enquête concernait la conduite d'élevage, les mesures d'hygiène et de biosécurité qui sont supposées être relativement constantes dans le temps (Stärk *et al.*, 1998). De plus, le schéma d'étude retenu présentait un aspect prospectif dans la mesure où les conditions de logement des porcs ont été évaluées en élevage sur la bande qui a fait l'objet d'une évaluation de l'état de santé pulmonaire à l'abattoir. Ceci devait permettre de renforcer la validité des facteurs d'exposition de ce domaine.

Le type et la sévérité d'atteinte pulmonaire des élevages ont été déterminés à partir des résultats d'un lot de porcs envoyés à l'abattoir, ce qui pourrait poser une question relative au biais de classification. Des études montrent que le statut pulmonaire d'un élevage est relativement constant dans le temps (Cleveland-Nielsen *et al.*, 2002; Doporto *et al.*, 1992). Ainsi, en l'absence de mise en œuvre de programmes de lutte, la prévalence des maladies pulmonaires est faible dans certains élevages tandis qu'elle est élevée dans d'autres. Dans la présente enquête, aucun élevage supposé être sévèrement atteint par des troubles respiratoires par le vétérinaire n'a été considéré, sur la base de nos observations à l'abattoir, comme faiblement affecté. Inversement, aucun des élevages présumés être faiblement concernés par les troubles respiratoires selon le vétérinaire n'a été considéré comme sévèrement atteint. Il peut donc être supposé que les biais de classification des élevages sur la variable d'intérêt ont été limités.

L'enquête analytique a été conduite sur un échantillon d'élevages atteints à différents niveaux par des maladies pulmonaires. La connaissance du statut clinique et lésionnel des élevages inclus dans la base de sondage du départ a permis d'affecter les élevages à trois niveaux d'atteinte à l'égard des maladies pulmonaires. Ensuite, l'échantillon d'étude a été sélectionné par un sondage aléatoire stratifié. Les élevages peuvent ainsi être considérés comme représentatifs des catégories dont ils sont issus et l'échantillon est le reflet d'une certaine diversité du type et de la sévérité de lésions pulmonaires affectant les porcs en croissance. De plus, les caractéristiques technico-économiques des élevages de l'échantillon d'étude ont été comparées *a posteriori* à celles des élevages des bases de données bretonnes et trouvées similaires (sauf sur le critère taille des élevages). Ceci laisse supposer que l'échantillon des élevages sélectionnés a fourni une image réaliste de la situation régionale lors de la réalisation de l'enquête.

La pneumonie et la pleurésie ont été observées chez respectivement 69,1 % et 14,4 % des porcs, suggérant que les affections pulmonaires sont fréquentes en fin d'engraissement. Bien que cette enquête ne soit pas une étude de prévalence, les résultats sont proches de ceux obtenus par Leneveu *et al.* (2005).

Les résultats indiquent de manière singulière qu'un intervalle court entre les bandes d'animaux augmente significativement la probabilité que les porcs souffrent de pneumonie. L'effet favorable sur la pneumonie de la conduite en bandes par rapport à une conduite en flux continu a été rapporté dans d'autres études observationnelles (Fablet, 2009).

L'augmentation de l'intervalle de temps entre les bandes de porcs successives permet de réduire le nombre de groupes de porcs et la fréquence de flux d'animaux, ce qui favorise l'établissement d'un statut immunitaire plus stable qu'une conduite en flux continu ou rapproché.

De plus, un intervalle de temps élevé permet de prévenir les mélanges de porcs entre des bandes de statuts immunitaires et infectieux différents.

L'influence de la taille des salles en engraissement sur les maladies pulmonaires est confirmée par les résultats de l'enquête (Pointon *et al.*, 1985; Tielen *et al.*, 1978). Ce paramètre intervient dans les possibilités de transmission par voie aéroportée de pathogènes, le risque de transmission de particules augmentant de manière exponentielle avec le nombre de porcs présents (Sorensen *et al.*, 2006). Les particules en suspension pouvant servir de support aux agents infectieux (Banhazi *et al.*, 2008), la probabilité de transmission de pathogènes respiratoires entre porcs infectés et susceptibles serait ainsi plus élevée dans les salles contenant un grand nombre de porcs par rapport à des salles de petite taille.

Bien que le rôle de la ventilation sur les maladies pulmonaires ait été précédemment montré (Fablet, 2009), notre enquête permet pour la première fois d'identifier et de quantifier l'effet de la modalité d'introduction de l'air dans les salles de post-sevrage sur la pneumonie. L'incorporation d'air directement de l'extérieur sans un réchauffement préalable peut exposer les porcs à de l'air froid.

Le stress thermique engendré est susceptible d'affecter les réponses immunitaires des animaux et pourrait réduire leur capacité de résistance aux infections (Merlot, 2004).

L'effet de la taille de l'élevage sur la pleurésie mis en évidence lors de l'enquête est conforté par les résultats d'autres études (Fablet, 2009). Le rôle de ce facteur pourrait être lié à un plus grand risque d'introduction de pathogènes dans l'élevage, en particulier lors d'achat de grands lots d'animaux combiné à des fréquences élevées d'approvisionnement. Il pourrait aussi être lié à un risque accru de transmission de pathogènes au sein de l'élevage *via* les conduites en flux continu souvent adoptées dans les élevages de grande taille (Gardner *et al.*, 2002).

L'absence de traitement insecticide en maternité est une pratique associée aux élevages affectés par de la pleurésie. Les insectes peuvent agir comme vecteurs mécaniques de pathogènes et favoriser la transmission de pathogènes intra et inter-élevages (Amass et Clark, 1999).

Bien que le contact direct entre porcs soit considéré comme la principale voie de transmission de pathogènes respiratoires, la lutte contre les insectes contribue à réduire les fréquences d'exposition de porcs aux pathogènes par une voie indirecte.

L'effet négatif d'interventions chirurgicales tardives (castration et section des queues) est mis en évidence de manière novatrice dans nos travaux. L'influence de ces actes dans le déterminisme de la pleurésie, pourrait être relative à l'étendue des plaies créées. Celles-ci peuvent servir de voie d'entrée à des micro-organismes (Marchant-Forde *et al.*, 2009). Il peut être supposé que des porcs infectés précocement, dès le stade de lactation, pourraient être plus susceptibles à d'autres épreuves infectieuses ultérieures, augmentant ainsi la probabilité qu'ils développent des maladies. Par ailleurs, ces interventions peuvent induire un stress de nature physique. Des travaux indiquent des relations négatives entre le stress et les réponses immunitaires des animaux, certaines situations « stressantes » pourraient ainsi augmenter la susceptibilité des porcs aux infections (Merlot, 2004).

Une plage de ventilation courte en maternité est associée à la présence de porcs avec de la pleurésie dans les lots. Cet effet négatif pourrait être lié aux courants d'air froid induits. En effet, une faible valeur de la plage indique que le ventilateur va passer très rapidement du minimum au maximum, ce qui est susceptible de créer temporairement des courants d'air froid au niveau des porcs. Une étude a mis en évidence le rôle de l'exposition à des courants d'air froid en maternité sur la pneumonie (Pointon *et al.*, 1985). Ces conditions peuvent être propices à un stress thermique qui pourrait affecter les capacités de résistance des porcs vis-à-vis d'infections (Merlot, 2004).

Enfin, les conditions climatiques intérieures en engraissement conditionnent le développement de la pneumonie et de la pleurésie. L'application de températures trop basses peut influencer la capacité de l'appareil respiratoire à éliminer les micro-organismes (Curtis *et al.*, 1976). Ceci contribuerait à augmenter la susceptibilité des porcs aux infections. Une concentration élevée en CO₂ est significativement associée à une probabilité accrue de développer une forme sévère de pneumonie dans nos travaux. La relation entre concentration en CO₂ et développement de la pneumonie a été mise en évidence dans d'autres études épidémiologiques (Fablet, 2009). Les fortes concentrations en CO₂ étant fréquemment rencontrées dans le cas d'une sous ventilation et étant corrélées avec des concentrations élevées en bio-aérosols et en gaz (Banhazi *et al.*, 2004), l'effet du CO₂ sur les maladies pulmonaires est supposé être indirect.

CONCLUSION

Les pratiques d'élevage, l'hygiène, le logement dont le dispositif de ventilation et les conditions climatiques à l'intérieur des locaux apparaissent clairement être des points critiques. Ils doivent prioritairement donner lieu à des plans d'intervention. L'application de mesures correctives permettant de réduire le nombre de facteurs défavorables devrait ainsi contribuer à augmenter la probabilité d'acquisition et de maintien d'un bon état de santé pulmonaire du cheptel porcin.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les éleveurs et leur encadrement technique et vétérinaire pour leur participation à l'enquête. Ces travaux ont été cofinancés par le conseil régional de Bretagne, le Comité Régional Porcin et les industriels de la pharmacie vétérinaire (Boehringer Ingelheim, Fort-Dodge, Intervet, Pfizer et Schering-Plough).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amass S.F., Clark L.K., 1999. Biosecurity considerations for pork production units. *J. Swine Health Prod.*, 7, 217-228.
- Banhazi T., Seedorf J., Rutley D.L., Pitchford W.S., 2008. Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian Piggeries: Part 2. Airborne Pollutants. *J. Agri. Saf. Health*, 14, 21-39.
- Banhazi T., Seedorf J., Rutley D.L., Cargill C., Hartung J., 2004. Introduction - Effect of airborne pollutants and factors affecting concentration in livestock buildings Proc. In Between Congress of the Int. Soc. Anim. Hyg., St Malo, France, pp. 187-191
- Cleveland-Nielsen A., Nielsen E.O., Ersboll A.K., 2002. Chronic pleuritis in Danish slaughter pig herds. *Prev. Vet. Med.*, 55, 121-135.
- Curtis S.E., Kingdon D.A., Simon J., Drummond J.G., 1976. Effects of age and cold on pulmonary bacterial clearance in the young pig. *Am. J. Vet. Res.*, 37, 299-301.
- Doporto J., Meave L., Meave J., 1992. Relationship between prevalence of findings in swine lungs at slaughter examination and control measures for respiratory diseases. Proc. 12th International Pig Veterinary Society Congress, The Hague, Netherlands, pp. 566.
- Fablet C., 2009. An overview of the impact of the environment on enzootic respiratory diseases in pigs. In: A. Aland & F. Madec (Eds), Sustainable animal production, 269-290. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Fano E., Pijoan C., Dee S., Deen J., 2007. Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* colonization at weaning on disease severity in growing pigs. *Can. J. Vet. Res.*, 71, 195-200.
- Gardner I.A., Willeberg P., Mousing J., 2002. Empirical and theoretical evidence for herd size as a risk factor for swine diseases. *Anim. Health Res. Rev.*, 3, 43-55.
- Gonyou H.W., Lemay S.P., Zhang Y., 2006. Effects of the environment on productivity and disease. In: B. Straw, W. Zimmermann, S. D'Allaire & D.J. Taylor (Eds), Diseases of Swine, 9th edition, 1027-1038. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Hosmer D.W., Lemeshow S., 1989. Applied logistic regression. Wiley Eds, Wiley, New York, 307 p.
- IFIP, 2007. Le porc par les chiffres 2007. IFIP Eds, Paris, France.
- Leneveu P., Robert N., Keita A., Pagot E., Pommier P., Teissier P., 2005. Lung lesions in pigs at slaughter: A 2-year epidemiological study in France. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.*, 3, 259-265.
- Madec F., Kobisch M., 1982. Bilan lésionnel des poumons de porcs charcutiers à l'abattoir. *Journées Rech. Porcine*, 14, 405-412
- Maes D., Deluyker H., Verdonck M., Cartryck F., Miry C., Vrijens B., De Kruif A., 1999. Risk indicators for the seroprevalence of *Mycoplasma hyopneumoniae*, Porcine Influenza Viruses and Aujeszky's disease virus in slaughter pigs from fattening pig herds. *J. Vet. Med. B.*, 46, 341-352.
- Marchant-Forde J.N., Lay D.C., Jr., McMunn K.A., Cheng H.W., Pajor E.A., Marchant-Forde R.M., 2009. Postnatal piglet husbandry practices and well-being: The effects of alternative techniques delivered separately. *J. Anim Sci.*, 87, 1479-1492.
- Merlot E., 2004. Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 17, 255-264.
- Pointon A., Heap P., McCloud P., 1985. Enzootic pneumonia of pigs in South Australia-factors relating to incidence of disease. *Aust. Vet. J.*, 62, 98-100.
- Sorensen V., Jorsal S.E., Mousing J., 2006. Diseases of the respiratory system. In: B. Straw, W. Zimmermann, S. D'Allaire & D.J. Taylor (Eds), Diseases of Swine, 9th edition, 149-177. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Stärk K.D.C., Pfeiffer D.U., Morris R.S., 1998. Risk factors for respiratory diseases in New Zealand pig herds. *New Zeal. V. J.*, 46, 3-10.
- Tielen M.J.M., Trujen W.T., Van Der Groes C.A.M., Versteegen M.A.W., De Bruin J.J.M., Conbey R.A.P.H., 1978. Conditions of management and construction of piggeries on pig-fattening farms as factors in the incidence of diseases of the lung and the liver in slaughter pigs. *Tijdschr. Diergeneesk.*, 103, 1155-1165.