

## RECHERCHE DES FACTEURS NON INFECTIEUX ASSOCIÉS À LA PNEUMONIE ET À LA PLEURÉSIE EN ÉLEVAGE DE PORCS.

### Une enquête épidémiologique analytique dans 143 élevages naisseurs-engraisseurs du Grand Ouest de la France \*

Christelle Fablet<sup>1</sup>, Virginie Dorenlor, Florent Eono, Eric Eveno, Jean Pierre Jolly, Fanny Portier,  
Fabrice Bidan, François Madec et Nicolas Rose

#### RÉSUMÉ

Une enquête a été 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 ont été notées, à l'abattoir, sur 30 porcs d'un lot. Préalablement à cet examen lésionnel, une visite en élevage a permis 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 ont été mesurées 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 ont été 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 a été considéré affecté par de la pleurésie étendue lorsqu'au moins un porc présentait une note  $\geq 3$  (notation sur 4 points). Deux modèles de régression logistique ont été élaborés pour identifier les facteurs associés aux lésions pulmonaires, l'un prenant pour variable d'intérêt la pneumonie, l'autre la pleurésie étendue. Un intervalle entre les bandes de porcs de moins de quatre semaines (odds ratio (OR)=4,5 ; intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %) : 1,5-13,6), les salles d'engraissement de grande taille (OR=4,3 ; IC 95 % : 1,6-11,6) et une concentration élevée en CO<sub>2</sub> (OR=4,2 ; IC 95 % : 1,6-11,3) en engraissement sont significativement associés à la classe 2 de pneumonie. Ces facteurs sont associés à la classe 3, auxquels s'ajoute la modalité d'introduction de l'air en post-sevrage (OR=5,1 ; IC 95 % : 1,4-18,8). Une plage de ventilation courte (OR=2,7 ; IC 95 % : 1,2-5,9) et l'absence de traitement insecticide en maternité (OR=2,7 ; IC 95 % : 1,2-5,8), une section des queues après 1,5 jour de vie (OR=2,6 ; IC 95 % : 1,2-5,7) et une castration après 14 jours d'âge (OR=2,7 ; IC 95 % : 1,1-6,8) sont associés à de la pleurésie étendue. Une température inférieure à 23°C en engraissement (OR=3,0 ; IC 95 % : 1,3-6,8) et une taille d'élevage supérieure à 200 truies (OR=3,1 ; IC 95 % : 1,4-6,9) augmentent significativement la probabilité qu'un lot présente au moins un porc atteint de pleurésie étendue.

**Mots-clés :** pneumonie, pleurésie, épidémiologie analytique.

#### SUMMARY

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 slaughterhouse. Data related to herd management, husbandry and housing conditions had been collected previously by way of questionnaires filled during a farm visit. Climatic conditions were measured in the post-weaning and fattening rooms where pigs to be investigated had been kept.

.../..

\* Texte de la communication orale présentée au cours des Journées scientifiques AEEMA, 31 mai 2013

<sup>1</sup> Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Unité d'épidémiologie et de bien-être du porc, B.P. 53, 22440 Ploufragan, France

.../..

Herds were grouped into three categories according to their pneumonia median score (class 1:  $\leq 0.5$ ; 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  $\geq 3$  (scoring on a four point scale). An interval of less than four weeks between successive batches (Odds Ratio (OR)=4.5; confidence interval at 95% (CI 95%): 1.5-13.6), a large finishing room (OR=4.3; CI 95%: 1.6-11.6) and a high mean CO<sub>2</sub> concentration in the finishing room (OR=4.2; CI 95%: 1.6-11.3), significantly increased the odds for a herd to be in class 2 for pneumonia. The same risk factors were found for class 3 and, 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 (OR=5.1; CI 95%: 1.4-18.8). A short temperature range for the ventilation control rate (OR=2.7; CI 95%: 1.2-5.9) and the lack of disinfection in the farrowing room (OR=2.7; CI 95%: 1.2-5.8), late surgical procedures on the piglets (OR=2.7; CI 95%: 1.1-6.8), a mean temperature in the fattening room below 23°C (OR=3.0; CI 95%: 1.3-6.8) and a herd size above 200 sows (OR=3.1; CI 95%: 1.4-6.9) were associated with an increased risk of extensive pleuritis.

**Keywords:** Pneumonia, Pleuritis, Analytical epidemiology.




---

## I - INTRODUCTION

---

Les maladies pulmonaires enzootiques constituent une préoccupation sanitaire majeure dans tous les pays producteurs de porcs où les animaux sont élevés en grandes collectivités dans des bâtiments. En France, une étude menée dans le Grand Ouest, principal bassin de production de porcs, a montré que la pneumonie et la pleurésie représentent les affections pulmonaires les plus fréquentes chez les animaux en fin d'engraissement avec respectivement 72 % et 14 % de porcs atteints [Leneveu *et al.*, 2005]. Ces maladies sont responsables de pertes économiques importantes pour la filière porcine en raison d'une réduction des performances zootechniques des animaux affectés, d'une élévation du taux de saisies à l'abattoir et d'une augmentation des coûts de production liée aux traitements médicamenteux et aux vaccinations administrés. Au delà de leur impact en termes de santé et de bien-être animal, les maladies pulmonaires représentent un enjeu sur le plan de la santé publique vétérinaire. En effet, les maladies respiratoires constituent un motif important d'utilisation d'antibiotiques chez le porc [Chauvin *et al.*, 2002] ce qui peut avoir des conséquences en termes de risque de développement d'antibiorésistances et pose le problème du rejet de résidus de produits antimicrobiens dans l'environnement.

L'élaboration de programmes de prévention des

maladies pulmonaires nécessite au préalable l'identification des facteurs qui conduisent à leur développement et à leur expression sous des formes plus ou moins sévères. L'étiologie de ces maladies est connue pour être complexe et multifactorielle [Pointon *et al.*, 1985 ; Straw, 1986 ; Mousing *et al.*, 1990 ; Hurnik *et al.*, 1994 ; Stärk, 2000 ; Sorensen *et al.*, 2006]. 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 [Stärk, 2000 ; Maes *et al.*, 2001 ; Fraile *et al.*, 2010 ; Meyns *et al.*, 2011]. 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 agents pathogènes, 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 immunitaires de l'animal et ainsi augmenter sa sensibilité 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 résilience du porc 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 (avec des capteurs permettant une estimation quantitative des paramètres d'intérêt) des conditions climatiques intérieures 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, la majorité des enquêtes se concentrant sur les conditions d'élevage au cours des phases d'engraissement et/ou de post-sevrage. Puisque les événements survenus aux premiers stades de la vie des porcs, *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. 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 l'efficacité de la mise en œuvre de mesures de maîtrise dans des élevages affectés.

L'importance de certains facteurs non infectieux dans le déterminisme des maladies pulmonaires reste à clarifier dans le contexte d'élevage de porcs français où aucun travail d'épidémiologie analytique n'a été mené depuis plus de 25 ans. Compte tenu de la variation temporelle et de la variabilité géographique des facteurs de risque mis en évidence en un lieu et à une époque donnés, une réactualisation des connaissances s'avérait être un préalable à la définition et à l'application d'éventuels plans de prévention.

L'objectif de la présente enquête était d'identifier et 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.

---

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

---

### 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 entre novembre 2006 et 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 de production d'éleveurs (494 élevages). Pour être inclus dans l'étude, les élevages devaient être de type naisseur-engraisseur et de taille supérieure à 100 truies. 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 production. Pour chaque élevage participant à l'enquête, une visite en élevage et une visite à l'abattoir ont été effectuées.

### 2. COLLECTE DES DONNÉES

#### 2.1. CONDUITE ET PRATIQUES D'ÉLEVAGE

Une visite en élevage a été réalisée pour recueillir les informations concernant les facteurs de risque potentiels, de nature non infectieuse, 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 de questionnaires. Un questionnaire a été complété avec l'éleveur au cours d'un entretien d'environ deux heures. 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.

#### 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 électro-chimique entre 08h00 et 09h30 le jour de la visite (SAFECHECK 100, QUEST Technologies, ARELCO, Fontenay sous Bois, France). La température, l'hygrométrie et la concentration en CO<sub>2</sub> 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'hygrométrie 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 ; [Banhazi *et al.*, 2008]). Pour la méthode gravimétrique, la fraction respirable des particules en suspension a été collectée sur un filtre en fibres de verre de 37 mm de diamètre posé à l'intérieur d'un porte-filtre en PVC (ARELCO, Fontenay-sous-Bois, France) relié à un cyclone (TSI, Marseille, France). L'ensemble était connecté par un tuyau souple à une pompe d'aspiration à débit régulé constant de 1,7 l/min (SP530, TSI, Marseille, France). Avant et après échantillonnage, les filtres ont été placés à l'étuve pendant 12 heures et pesés avec une balance de précision de +/- 0,01 mg (Modèle AX 105, METTLER-TOLEDO, Viroflay, France). La différence de poids avant et après échantillonnage a été calculée. Connaissant le volume d'air filtré et la masse de poussières récupérées, la concentration massique en poussières respirables a été déterminée et exprimée en mg/m<sup>3</sup> d'air. La méthode photométrique a permis de suivre l'évolution temporelle de la concentration en particules respirables. 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.

### 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 comportait principalement des 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].

## 3. ANALYSES STATISTIQUES

### 3.1. DÉFINITION DES VARIABLES À EXPLIQUER ET DES VARIABLES EXPLICATIVES

L'unité épidémiologique d'étude était l'élevage. La note médiane de pneumonie et la fréquence de porcs présentant des lésions étendues de pleurésie (≥3) 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 ≤0,5 (32 élevages) ; classe 2 : 0,5 < note ≤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 ou égale à 3. La variable à expliquer relative à la pleurésie était donc dichotomique.

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

### 3.2. RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIÉS AUX VARIABLES À EXPLIQUER

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  $\chi^2$ ,  $p < 0,25$ ). 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) [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. 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 (déviance, test de  $\chi^2$  de Pearson et de Hosmer et Lemeshow) [Hosmer et Lemeshow, 1989 ; Dohoo *et al.*, 2003]. Concernant la pleurésie, un modèle logistique binaire multivarié a été élaboré. La validité du modèle a été évaluée sur la base de la déviance, du test de  $\chi^2$  de Pearson et du test de Hosmer et Lemeshow [Hosmer et Lemeshow, 1989].

### III - RÉSULTATS

#### 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 sauf pour le nombre de truies présentes (tableau 1).

Tableau 1

#### Comparaison des résultats techniques des élevages naisseurs-engraisseurs inclus dans l'étude à la base bretonne

	Echantillon d'étude		Bretagne (2006)*	
	Moyenne	$\sigma$	Moyenne	$\sigma$
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 8-115kg)	675	34	674	37
% de pertes sevrage-vente	6,3	2,3	6,6	2,2

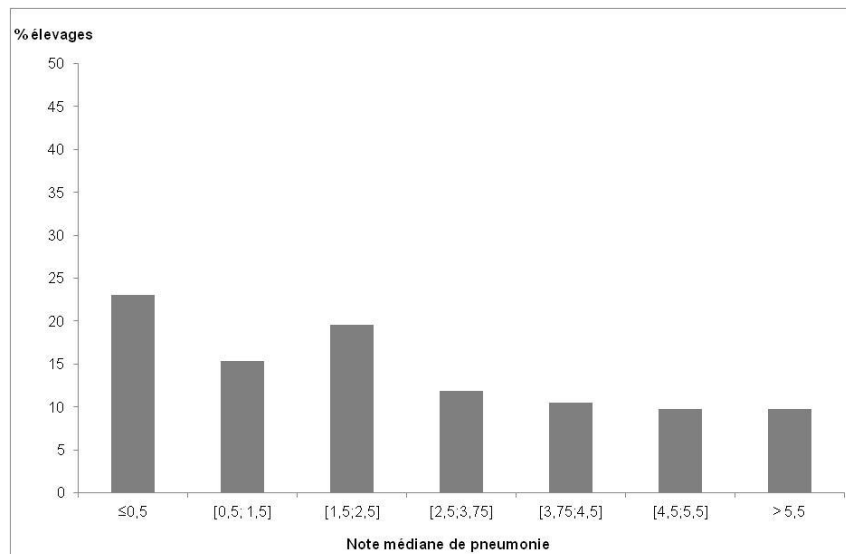
\*[IFIP, 2007]

Au total, 4 293 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).

De la pleurésie a été notée chez 14,4 % des porcs. De la pleurésie étendue (note  $\geq 3$ ) 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 % ( $\sigma=5,8$ ).

Figure 1

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



## 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 identifié par classification ascendante hiérarchique. Ce groupe a été écarté de l'analyse explicative afin d'obtenir un échantillon plus homogène au regard de la pneumonie et d'identifier des facteurs strictement associés à la pneumonie. Suite à l'analyse univariée, 37 variables étaient significativement associées à la note médiane de pneumonie ( $p < 0,25$ ). 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. Les tests de  $\chi^2$  de Pearson, de la déviance et de Hosmer et Lemeshow pour le modèle comparant la classe deux à la classe un ( $p=0,61$ ,  $p=0,32$  et  $p=0,62$  respectivement) et pour le modèle comparant la

classe trois à la classe un ( $p=0,17$ ,  $p=0,08$  et  $p=0,42$  respectivement) indiquent que les deux modèles sont valides.

## 3. RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIÉS À LA PLEURÉSIE

L'analyse a été réalisée sur l'échantillon total de 143 élevages. Au cours de la première étape d'analyse statistique, 42 variables ont été retenues comme statistiquement associées avec le statut des élevages à l'égard de la pleurésie ( $p < 0,25$ ). Six de ces variables ont été retenues dans le modèle logistique multivarié final (tableau 3). Quatre facteurs concernent la première phase de vie des porcs. Une plage de ventilation courte ( $\leq 5^\circ C$ ) 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  $23^\circ C$  en engraissement et une taille d'élevage supérieure à 200 truies sont deux autres facteurs associés à de la pleurésie étendue. Les tests de  $\chi^2$  de Pearson ( $p=0,42$ ), de la déviance ( $p=0,15$ ) et de Hosmer et Lemeshow ( $p=0,32$ ) indiquent une bonne adéquation du modèle aux données.

Tableau 2

**Facteurs non infectieux associés à différents niveaux de sévérité de la pneumonie  
chez les porcs en croissance**(131 élevages, 2006-2008, odds ratios (OR) et intervalle de confiance à 95 % (IC),  
modèle de régression logistique multinomiale)

Variables et catégories	Note médiane de pneumonie du lot			
	]0,5 ; 3,75] <sup>a, b</sup>		> 3,75 <sup>a, c</sup>	
	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 <sub>2</sub> en engraissement (enregistrement pendant 20 heures, en ppm)				
. ≤ 1 600	1	-	1	-
. > 1 600	4,2	1,6-11,3	4,9	1,6-15,2

a: la catégorie de référence correspond aux élevages avec une note médiane ≤ 0,5, déviance du modèle=26,2 (22 ddl, p=0,24) ; b: intercept=0,23 ; c: intercept=-0,29

Tableau 3

**Facteurs non infectieux associés à la pleurésie étendue chez les porcs en croissance**(143 élevages, 2006-2008, odds ratios (OR) et intervalle de confiance à 95 % (IC),  
modèle de régression logistique)

Variables et catégories*	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	-

\* intercept=-0,08, déviance=53,8 ; 44 ddl, p=0,15

---

## IV - DISCUSSION

---

L'exposition aux facteurs de risque et le statut des élevages à l'égard des maladies pulmonaires ont été mesurés en même temps dans notre enquête compte tenu de la nature transversale du schéma d'étude retenu. La temporalité des événements est difficile à établir dans ce contexte. 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]. Dans la présente enquête, la plupart des données collectées concernaient la conduite d'élevage, les mesures d'hygiène et de biosécurité qui sont supposées être relativement stables dans le temps [Stärk *et al.*, 1998]. De plus, le schéma d'étude 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 [Dopporto *et al.*, 1992 ; Cleveland-Nielsen *et al.*, 2002]. Ainsi, en l'absence de mise en œuvre de programmes de lutte, la prévalence des maladies pulmonaires reste élevée dans les élevages sévèrement affectés. 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.

Les poumons, sélectionnés au hasard afin d'être représentatifs du lot, ont été individuellement observés après avoir été retirés de la chaîne d'abattage. Ceci devait permettre de réduire les biais de classification liés à l'appréciation de l'étendue des lésions. Par ailleurs, les observations ont été effectuées par deux opérateurs préalablement entraînés afin de minimiser la variabilité inter-enquêteurs. Enfin, les notations

étaient effectuées en aveugle puisque les opérateurs ne connaissaient pas le statut présumé de l'élevage et n'avaient pas participé à la visite de l'exploitation.

L'enquête a été conduite sur un échantillon d'élevages atteints à différents niveaux par des maladies pulmonaires. Une liste exhaustive des élevages naisseurs-engraisseurs élevant les porcs en bâtiment selon un système intensif n'étant pas disponible, les élevages enquêtés ont été sélectionnés au sein d'une base de données constituée à l'aide des différentes organisations de production d'éleveurs du Grand Ouest de la France. 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. 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 variété du type et de la sévérité de lésions pulmonaires affectant les porcs en croissance. De plus, par comparaison *a posteriori*, les caractéristiques techniques des élevages de l'échantillon d'étude ont été trouvées similaires à celles des élevages des bases de données bretonnes (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] qui rapportent que 72,4 % et 14,4 % des porcs du Grand Ouest souffraient de pneumonie et de pleurésie respectivement. De plus, ces données sont dans la gamme de valeurs enregistrées dans d'autres pays européens où un système d'élevage confiné intensif est utilisé [Alegre *et al.*, 2008 ; Fraile *et al.*, 2010 ; Meyns *et al.*, 2011].

Les résultats indiquent de manière singulière qu'un intervalle court entre les bandes d'animaux augmente significativement la probabilité que les porcs de l'élevage souffrent de pneumonie. L'effet positif sur la pneumonie de la conduite en bandes



par rapport à une conduite en flux continu a été rapporté dans d'autres études observationnelles [Scheidt *et al.*, 1995 ; Stärk *et al.*, 1998]. Toutefois, notre enquête est la première à mettre en évidence l'influence de l'intervalle entre les bandes successives de porcs sur le développement d'une forme plus ou moins sévère de pneumonie. L'augmentation de l'intervalle de temps entre les bandes de porcs successives permet de réduire la fréquence de flux d'animaux ce qui favorise l'établissement d'un statut immunitaire plus stable qu'une conduite en flux continu. 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 [Tielen *et al.*, 1978 ; Pointon *et al.*, 1985]. 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 peuvent servir de support aux agents infectieux [Seedorf *et al.*, 1998 ; 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. Ceci contribuerait donc à favoriser la propagation des infections et à élever la pression d'infection.

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].

Les résultats de la présente enquête indiquent qu'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, la plage de ventilation détermine la vitesse à laquelle le ventilateur passe de son minimum à son maximum lorsque la température de la salle augmente. Une faible valeur de la plage indique que le ventilateur va passer très rapidement d'un extrême à l'autre 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 offertes aux porcs en engraissement conditionnent le développement de la pneumonie et de la pleurésie. L'application de températures trop basses peut influencer la

capacité des défenses immunitaires 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 CO<sub>2</sub> est significativement associée à une probabilité accrue de développer une forme sévère de pneumonie dans nos travaux. La relation entre concentration en CO<sub>2</sub> et développement de la pneumonie a été mise en évidence dans d'autres études épidémiologiques [Madec et Josse, 1984 ; Pointon *et al.*, 1985 ; Donham, 1991 ; Awad-Masalmeh et Köfer, 1993]. Les mécanismes sous jacents ne sont pas clairement élucidés. Les fortes concentrations en CO<sub>2</sub> étant fréquemment rencontrées dans le cas d'une sous ventilation et étant corrélées avec des concentrations élevées en bio-aérosols et en gaz [Done, 1991 ; Banhazi *et al.*, 2004], l'effet du CO<sub>2</sub> sur les maladies pulmonaires est supposé être indirect. Son niveau de concentration doit être

interprété comme un indicateur du taux de renouvellement de l'air.

En 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 à l'égard des maladies pulmonaires. Ces domaines doivent prioritairement être pris en considération dans 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. Au regard de ces résultats, il apparaît que des leviers d'action résident dans différents domaines relevant tant de l'ingénierie du bâtiment, de la zootechnie que de la médecine vétérinaire illustrant la nécessité d'une approche transversale de la gestion des maladies pulmonaires en élevage porcin.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Alegre A., Fraile L., Lopez-Jiménez R., Nofrarias M., Segales J. - Prevalence of gross lesions at slaughter in Spain with special emphasis on pleuritis. *In: 20th Int. Pig Vet. Soc. Congr.*, Durban, South Africa, 2008, 374.
- Amass S.F., Clark L.K. - Biosecurity considerations for pork production units. *J. Swine Health Prod.*, 1999, 7, 217-228.
- Awad-Masalmeh M., Köfer J. - Environmental factors, prevalence of pneumonia and lung lesions of slaughter swine suffering from chronic respiratory disease. *In: 4th Conference of Livestock Environment*, Coventry, United Kingdom, 1993, 915-921.
- Banhazi T., Seedorf J., Rutley D.L., Cargill C., Hartung J. - Introduction - Effect of airborne pollutants and factors affecting concentration in livestock buildings *In: In Between Congress of the Int. Soc. Anim. Hyg.*, St Malo, France, 2004, 187-191.
- Banhazi T., Seedorf J., Rutley D.L., Pitchford W.S. - Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian piggeries: Part 2. Airborne pollutants. *J. Agri. Saf. Health*, 2008, 14, 21-39.
- Chauvin C., Beloeil P.-A., Orand J.-P., Sanders P., Madec F. - A survey of group-level antibiotic prescriptions in pig production in France. *Prev. Vet. Med.*, 2002, 55, 109-120.
- Cleveland-Nielsen A., Nielsen E.O., Ersboll A.K. - Chronic pleuritis in Danish slaughter pig herds. *Prev. Vet. Med.*, 2002, 55, 121-135.
- Curtis S.E., Kingdon D.A., Simon J., Drummond J.G. - Effects of age and cold on pulmonary bacterial clearance in the young pig. *Am. J. Vet. Res.*, 1976, 37, 299-301.
- Dohoo I.R., Martin W., Stryhn, H. - Veterinary epidemiologic research, Ed Edition, Prince Edward Island, Canada, 2003, 706 pages.
- Done S.H. - Environmental factors affecting the severity of pneumonia in pigs. *Vet. Rec.*, 1991, 128, 582-586.
- Donham K.J. - Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine. *Am. J. Vet. Res.*, 1991, 52, 1723-1730.
- Doportto J., Meave L., Meave J. - Relationship between prevalence of findings in swine lungs at slaughter examination and control measures for respiratory diseases. *In: 12<sup>th</sup> Int. Pig Vet. Soc. Congr.*, The Hague, Netherlands, 1992, 566.

- Fablet C. - An overview of the impact of the environment on enzootic respiratory diseases in pigs, *In: Sustainable animal production*. Aland, A., Madec, F. (Ed.), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 2009, 269-290.
- Fano E., Pijoan C., Dee S., Deen J. - Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* colonization at weaning on disease severity in growing pigs. *Can. J. Vet. Res.*, 2007, **71**, 195-200.
- Fraile L., Alegre A., López-Jiménez R., Nofrarias M., Segalés J. - Risk factors associated with pleuritis and cranio-ventral pulmonary consolidation in slaughter-aged pigs. *Vet. J.*, 2010, **184**, 326-333.
- Gardner I.A., Willeberg P., Mousing J. - Empirical and theoretical evidence for herd size as a risk factor for swine diseases. *Anim Health Res Rev.*, 2002, **3**, 43-55.
- Gonyou H.W., Lemay S.P., Zhang Y. - Effects of the environment on productivity and disease, *In: Diseases of Swine*, 9<sup>th</sup> edition. Straw, B., Zimmermann, W., D'Allaire, S., Taylor, D.J. (Ed.), Iowa State University Press, Ames, Iowa, 2006, 1027-1038.
- Hosmer D.W., Lemeshow S. - Applied logistic regression, Ed Edition, New York, 1989, 307 pages.
- Hurnik D., Dohoo I.R., Bate L.A. - Types of farm management as risk factors for swine respiratory disease. *Prev. Vet. Med.*, 1994, **20**, 147-157.
- IFIP - Le porc par les chiffres 2007, Ed Edition, Paris, France, 2007, 52 pages.
- Leneveu P., Robert N., Keita A., Pagot E., Pommier P., Teissier P. - Lung lesions in pigs at slaughter: A 2-year epidemiological study in France. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.*, 2005, **3**, 259-265.
- Madec F., Josse J. - The risk factors of respiratory diseases on fatteners in intensive breeding-finishing units. *In: 8<sup>th</sup> Int. Pig Vet. Soc. Congr.*, Ghent, Belgium, 1984, 349.
- Madec F., Kobisch M. - Bilan lésionnel des poumons de porcs charcutiers à l'abattoir. *In: Journées de la Recherche Porcine*, Paris, France, 1982, **14**, 405-412.
- Maes D., Deluyker H., Verdonck M., Cartryck F., Miry C., Vrijens B., De Kruif A. - 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.*, 1999, **46**, 341-352.
- Maes D.G., Deluyker H., Verdonck M., Castryck F., Miry C., Vrijens B., Ducatelle R., De Kruif A. - Non-infectious factors associated with macroscopic and microscopic lung lesions in slaughter pigs from farrow-to-finish herds. *Vet. Rec.*, 2001, **148**, 41-46.
- Marchant-Forde J.N., Lay D.C., Jr. McMunn K.A., Cheng H.W., Pajor E.A., Marchant-Forde R.M. - Postnatal piglet husbandry practices and well-being: The effects of alternative techniques delivered separately. *J. Anim. Sci.*, 2009, **87**, 1479-1492.
- Merlot E. - Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 2004, **17**, 255-264.
- Meyns T., Van Steelant J., Rolly E., Dewulf J., Haesebrouck F., Maes D. - A cross-sectional study of risk factors associated with pulmonary lesions in pigs at slaughter. *Vet. J.*, 2011, **187**, 388-392.
- Mousing J., Lybye H., Barfod K., Meyling A., Ronsholt L., Willeberg P. - Chronic pleuritis in pigs for slaughter: an epidemiological study of infectious and rearing system-related risk factors. *Prev. Vet. Med.*, 1990, **9**, 107-119.
- Pointon A., Heap P., McCloud P. - Enzootic pneumonia of pigs in South Australia-factors relating to incidence of disease. *Aust. Vet. J.*, 1985, **62**, 98-100.
- Scheidt A.B., Cline T.R., Clark K., Mayrose V.B., Van Alstine W.G., Diekman M.A., Singleton W.L. - The effect of all-in-all-out growing finishing on the health of pigs. *J. Swine Health Prod.*, 1995, **3**, 202-205.
- Seedorf J., Hartung J., Schröder M., Linkert K.H., Phillips V.R., Holden M.R., Sneath R.W., Short J.L., White R.P., Pedersen S., Takai H., Johnsen J.O., Metz J.H.M., Groot Koerkamp P.W.G., Uenk G.H., Wathes C.M. - Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.*, 1998, **70**, 97-109.
- Sorensen V., Jorsal S.E., Mousing J. - Diseases of the respiratory system, *In: Diseases of Swine*, 9<sup>th</sup> edition. Straw B., Zimmermann W., D'Allaire S., Taylor D.J. (Ed.), Iowa State University Press, Ames, Iowa, 2006, 149-177.

Stärk K.D.C. - Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory diseases in swine-a literature review. *Vet. J.*, 2000, **159**, 37-56.

Stärk K.D.C., Pfeiffer D.U., Morris R.S. - Risk factors for respiratory diseases in New Zealand pig herds. *New Zeal. V. J.*, 1998, **46**, 3-10.

Straw B. - A look at the factors that contribute to the development of swine pneumonia. *Vet.*

*Med.*, 1986, **81**, 747-756.

Tielen M.J.M., Trujen W.T., Van Der Groes C.A.M., Verstegen M.A.W., De Bruin J.J.M., Conbey R.A.P.H. - 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.*, 1978, **103**, 1155-1165.



### **Remerciements**

Les auteurs remercient les éleveurs et leur encadrement technique et vétérinaire pour leur participation à l'enquête. Ces travaux ont été co-financés par le Conseil régional de Bretagne, le Comité régional porcin et les entreprises Boehringer Ingelheim, MSD (Intervet et Schering-Plough lors de l'enquête) et Zoetis (Fort-Dodge et Pfizer lors de l'enquête).