

# Conditions d'élevage associées à la séroprévalence salmonelles des porcs en fin d'engraissement

Isabelle CORRÉGÉ (1), Anne HÉMONIC (1), Benoît GOUVARS (2)

(1) IFIP - Institut du porc, Domaine de la Motte au Vicomte, BP 35104, F-35651 Le Rheu

(2) UGPVB, 104 rue Eugène Pottier, CS 26553, F-35065 Rennes Cedex

*isabelle.correge@ifip.asso.fr*

## Conditions d'élevage associées à la séroprévalence salmonelles des porcs en fin d'engraissement

L'objectif de cette étude est de préciser les conditions d'élevages associées à la séroprévalence salmonelles des porcs en élevages naisseurs-engraisseurs et engraisseurs, dans respectivement 208 et 109 élevages. Le statut sérologique « salmonelles » a été établi, par élevage, à partir de 42 prélèvements de jus de viande répartis sur 3 lots d'abattage, avec le kit sérologique IDEXX. Des questionnaires ont permis de collecter les informations relatives aux facteurs de risque potentiels. L'analyse statistique a été effectuée par régression logistique respectivement pour les élevages naisseurs-engraisseurs et engraisseurs. A côté de modèles globaux rassemblant la totalité des variables (mais affectés par des pertes d'information liées aux données manquantes), des modèles sectoriels (alimentation, hygiène, biosécurité) ont été développés, permettant de maximiser le nombre d'élevages concernés.

Pour les élevages naisseurs-engraisseurs, les conditions d'élevage mises en évidence concernent le statut sanitaire de l'élevage (signes cliniques en quarantaine, cliniques SDRP ou MAP en post-sevrage) et les traitements réalisés (antiparasitaire en quarantaine, antibiotique sur truies en maternité, modalités de traitement en post-sevrage, nombre de traitements antibiotiques en engraissement). L'alimentation en soupe pour les truies gestantes et en engraissement est associée à une faible prévalence, ainsi que l'abreuvement par sucettes en post-sevrage. Des conditions d'embarquement des porcs rigoureuses ainsi que le respect des protocoles de nettoyage-désinfection sont également favorables.

Pour les élevages engraisseurs, seules deux conditions d'élevages sont mises en évidence : le nombre d'origines différentes de porcelets et le nombre de traitements antibiotiques en engraissement.

## Farming conditions and practices linked to *Salmonella* prevalence in slaughter pigs

This study aimed at identifying farming conditions and practices linked to *salmonella* prevalence in slaughter pigs, both in 208 breeder-finisher and in 109 only-finisher herds. *Salmonella* serological status was determined in each farm on 42 meat juice samples from three slaughter batches. Analysis was performed using the IDEXX kit. Data considered as possible risk factors for salmonella prevalence were collected at the farm level, using a specific questionnaire. Statistical analysis relies on logistic regression models defined for both types of pig farms. Global models were designed, using all the available data. To maximise the number of useable individual farm results (due to missing data), focused models concerning either feeding conditions, health or bio-safety, were also performed.

In breeder-finisher herds, farming conditions which appeared to be related to salmonella prevalence were mainly pig health farm status (i.e. clinical events in quarantine, PRRS or PMWS clinical signs at the post-weaning stage) and veterinary treatments (e.g. antiparasite protocol in quarantine, antibiotics on farrowing sows, health protocols at the post-weaning stage, number of antibiotics treatments during the fattening phase). Liquid feeding for pregnant sows and fattening pigs was assumed to have a preventive effect and proper to reduce salmonella prevalence, as well as drinking pipes in post-weaning. Good practices regarding both pig pre-loading and loading conditions and adapted cleaning and disinfection protocols were also positive factors.

In only fattening farms, only two farming conditions were identified: the number of breeding units supplying piglets and the number of antibiotics treatments during the fattening stage.

## INTRODUCTION

La surveillance et la maîtrise des zoonoses sont désormais une priorité pour la protection des consommateurs. Les salmonelles sont la première cause de toxi-infection alimentaire dans la plupart des pays industrialisés. Les aliments incriminés sont principalement les œufs et les ovoproduits, mais les viandes et les produits de charcuterie sont également à l'origine d'intoxications humaines. La réglementation européenne fait obligation à ses Etats-membres de mettre en place des dispositifs de surveillance adaptés aux différents maillons de la chaîne de production. Néanmoins, les autorités Européennes ont décidé de reporter de 2009 à 2012 la mise en place de ces programmes de contrôle des salmonelles en filière porcine afin de mieux évaluer le rapport coût/bénéfice des mesures préventives envisagées. Par ailleurs, les résultats d'une enquête de référence diligentée en 2008 par l'Union Européenne (EFSA, 2008) montrent qu'il est nécessaire de continuer à travailler sur les moyens de maîtrise des salmonelles en filière porcine.

Pour tous les spécialistes, la réduction de la prévalence salmonelles sur carcasses en fin de chaîne passe par la mise en place d'actions de maîtrise aux étapes suivantes : alimentation, élevage, transport, attente à l'abattoir et process d'abattage. Par contre, lorsque le rapport coût/bénéfice est pris en compte, les avis divergent quant à la place que doit prendre chacun de ces maillons dans le dispositif de prévention.

La réduction du portage par les porcs charcutiers est un des moyens permettant de diminuer l'incidence des salmonelles à l'abattoir. Les voies d'entrée des salmonelles dans un élevage sont multiples, la biosécurité et la conduite d'élevage étant susceptibles d'influer sur le niveau de contamination ou le maintien de la contamination. A partir d'enquêtes conduites dans un nombre important d'élevages en région Bretagne, l'objectif de la présente étude est de préciser les conditions d'élevage associées à une forte prévalence salmonelles afin de proposer aux acteurs de la filière des mesures préventives adaptées et efficaces, le but étant une réduction globale de la prévalence en salmonelles au niveau national.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1.1. Schéma d'étude

L'étude a été réalisée dans 208 élevages naisseurs-engraisseurs (NE) et 109 élevages engraisseurs (ENG) de la région Bretagne, recrutés à partir d'une population de 800 élevages tirés au sort (400 NE et 400 ENG) dans le cadre d'une étude de prévalence. Les élevages retenus sont ceux pour lesquels le questionnaire épidémiologique et les 42 analyses sérologiques salmonelles ont pu être réalisés.

En raison du nombre important d'élevages concernés, le recueil des informations épidémiologiques par un très petit nombre d'opérateurs n'était pas réalisable ; les équipes vétérinaires ou techniques des structures partenaires (30 enquêteurs) les ont donc renseignées lors d'une visite d'élevage. Le questionnaire, comprenant un peu plus de 400 items, portait sur la biosécurité, la quarantaine, la conduite alimentaire, la conduite d'élevage, les types de salles pour chaque stade physiologique, la conduite sanitaire, le nettoyage et la désinfection des locaux. Pour une

meilleure standardisation des réponses, les questions étaient courtes, de type fermé à choix multiples, les questions à caractère subjectif ayant été volontairement écartées.

Dans chaque élevage, 42 prélèvements de muscle (sternomastoidien ou hampe) sur porcs charcutiers, répartis en 3 séries espacées de 3 mois, ont été réalisés à l'abattoir (11 abattoirs). Les fragments musculaires ont été congelés, puis envoyés dans un laboratoire unique, qui a analysé le jus de viande récupéré après décongélation, à l'aide du kit sérologique IDEXX HerdCheck Salmonellose Porcine. Le seuil de positivité utilisé était de 10 % de la densité optique du témoin.

### 1.2. Méthode d'analyse statistique

L'objectif de l'étude était de rechercher un lien entre le taux de séropositivité et les pratiques au sein de chaque élevage.

#### 1.2.1. Modèles de régression logistique complets

Dans un premier temps, des modèles de régression logistique ont été élaborés, respectivement pour les élevages naisseurs-engraisseurs et pour les élevages engraisseurs, en procédant en deux étapes :

- dans une première analyse, unifactorielle, l'existence d'une association statistique entre chaque variable explicative et la séroprévalence a été recherchée (procédure Glimmix de SAS ; significatif au seuil de 0,25). L'analyse a été réalisée après transformation logit, la variable analysée étant un pourcentage.
- dans une seconde phase, des modèles de régression logistique ont été élaborés en incluant les variables sélectionnées précédemment. Deux modèles complets ont ainsi été construits, respectivement pour les élevages naisseurs-engraisseurs et pour les élevages engraisseurs, en utilisant la procédure Glimmix de SAS, après transformation logit, et selon une procédure pas à pas descendante, consistant à éliminer successivement les variables ayant la moins bonne contribution au modèle ( $p > 0,05$ ) jusqu'à obtention du modèle final.

Le choix de la méthode de régression logistique conduit à la perte des informations relatives aux élevages présentant des données manquantes (non-réponses à certaines questions). En effet, toute non-réponse pour une des variables sélectionnées dans un élevage donné entraîne l'exclusion de cet élevage du calcul. De ce fait, le modèle « naisseurs-engraisseurs » complet n'a pu être calculé qu'avec 91 élevages ; en effet, malgré un taux de « non-réponse » peu élevé pour chacune des variables, mais en raison d'une diversité des réponses manquantes selon l'élevage ainsi que du nombre important de variables retenues, le nombre cumulé d'élevages éliminés se révèle important. Toutefois, pour les élevages engraisseurs, ce phénomène a été peu marqué et le modèle complet a été calculé à partir de 93 élevages.

#### 1.2.2. Modèles de régression logistique sectoriels

Dans un deuxième temps, pour exploiter au mieux les informations disponibles et maximiser le nombre d'élevages pris en compte dans l'analyse, des modèles de régression logistique sectoriels ont été élaborés pour les élevages naisseurs-engraisseurs. Ces modèles permettent de limiter les pertes d'information liées aux non-réponses, d'augmenter la puissance de test

et de confirmer les variables explicatives sur un échantillon plus important d'élevages.

Trois modèles sectoriels, se rapportant respectivement aux thématiques alimentation, sanitaire et biosécurité ont été élaborés en incluant seulement les variables significatives de l'analyse unifactorielle se rapportant à ces thématiques (pour les 209 élevages).

## 2. RESULTATS

### 2.1. Sélection des variables retenues dans les modèles multifactoriels

Les résultats des analyses unifactorielles pour les élevages naisseurs-engraisseurs sont présentés au tableau 1. Les variables introduites dans le modèle de régression logistique « naisseurs-engraisseurs » complet sont les variables significatives de la colonne « modèle complet ». Pour chacun des trois modèles sectoriels, alimentation (Alim.), sanitaire (Sanit.), biosécurité (Biosé.), les variables retenues sont celles figurant dans les colonnes correspondantes.

Pour les 93 élevages engraisseurs retenus, les analyses unifactorielles ont conduit à introduire dans le modèle huit variables. Quatre variables sont relatives à la conduite : le nombre d'origines de porcelets différentes sur 12 mois ( $1/\geq 2$  ;  $p=0,13$ ), le réallotement des porcs en engraissement ( $p=0,24$ ), la pratique du tassage-détassage des animaux ( $p=0,08$ ) et le nombre de traitements antibiotiques ( $\leq 1/\geq 2$  ;  $p=0,03$ ). Les quatre autres concernent les pratiques de nettoyage-désinfection des salles : trempage automatisé de 4 à 6 heures ( $p=0,24$ ), utilisation d'un détergent ( $p=0,17$ ), quantité de désinfectant adéquate ( $p=0,20$ ) et séchage des salles supérieur à 48 heures ( $p=0,04$ ).

### 2.2. Modèle naisseurs-engraisseurs complet

Parmi les dix facteurs de risque figurant dans le modèle de régression logistique complet (Tableau 2 ;  $p<0,05$ ), un premier groupe se rapporte à la situation sanitaire et aux traitements antibiotiques : ainsi, la présence de signes cliniques en quarantaine est liée à la séroprévalence et en post-sevrage, la clinique SDRP accroît le risque. Un traitement antibiotique systématique sur truies en maternité ainsi qu'un nombre de traitements antibiotiques en engraissement supérieur ou égal à 2 sont également liés à la séroprévalence, tout comme les modalités de supplémentation antibiotique en post-sevrage. Un deuxième groupe concerne la biosécurité, avec les pratiques de nettoyage-désinfection et les conditions d'embarquement des porcs. Celles-ci sont décrites par une note intégrant la présence ou non d'un local d'embarquement, le fait que le chauffeur entre ou non dans les salles, que le camion soit ou non toujours vide et qu'un nettoyage-désinfection du local et/ou du quai soit effectué ou non après chaque départ ; il ressort qu'une note basse, correspondant à des conditions moyennes à mauvaises, est un facteur de risque. Concernant les pratiques de nettoyage-désinfection, trois variables sont associées à la séroprévalence : l'enlèvement du petit matériel hors des salles de maternité avant le lavage, la durée du vide sanitaire en post-sevrage ainsi que la durée du trempage automatisé en engraissement.

Enfin, le dernier facteur de risque a trait aux modalités de distribution de l'aliment en engraissement, la distribution en sec étant défavorable par rapport à celle d'aliment en soupe.

### 2.3. Modèles naisseurs-engraisseurs sectoriels

La majorité des facteurs de risque des trois modèles sectoriels (Tableau 3) sont communs avec ceux du modèle complet. Ainsi, les trois variables du modèle « biosécurité », communes avec le modèle complet, confirment ici leur importance, dans un nombre d'élevages beaucoup plus élevé. De même, deux des quatre facteurs du modèle de régression logistique « sanitaire » sont communs avec ceux du modèle complet. Deux autres variables apparaissent dans ce modèle : l'absence de traitement antiparasitaire en quarantaine et la présence de MAP en post-sevrage. Enfin, pour le modèle « alimentation », deux variables sont associées à la séroprévalence : le type d'abreuvoir en post-sevrage, l'utilisation de sucettes étant un facteur protecteur, ainsi que l'alimentation en soupe en gestante. A noter que cette dernière est fortement corrélée en pratique avec l'alimentation en soupe en engraissement, révélée dans le modèle complet : en effet, 86 % des élevages disposant d'une alimentation en soupe en engraissement en disposent également en salles gestantes.

### 2.4. Modèles engraisseurs

Le modèle de régression logistique relatif aux élevages engraisseurs met en évidence deux facteurs de risque (Tableau 4). La séroprévalence salmonelles est significativement augmentée lorsque les porcelets proviennent de deux origines ou plus. Enfin, tout comme pour les élevages naisseurs-engraisseurs, la réalisation de plus de deux traitements antibiotiques en engraissement est liée à la séroprévalence.

## 3. DISCUSSION

L'élaboration des modèles de régression logistiques globaux n'a été possible qu'à partir des questionnaires épidémiologiques renseignés de manière parfaitement complète par les organisations partenaires. Ceci explique le faible nombre d'élevages rentrant dans ces modèles globaux par rapport à l'échantillon de départ. Des modèles sectoriels ont cependant permis de conserver des échantillons d'élevages plus importants et ils confirment la plupart des facteurs de risque mis en évidence par le modèle complet. Les précautions prises lors de l'élaboration du questionnaire (questions courtes, fermées à choix multiples) ont limité les risques d'interprétation erronée des questions par un nombre élevé d'enquêteurs. Par contre, des observations à caractère subjectif, comme le degré de propreté ou d'usure des surfaces n'ont pas pu être prises en compte : en raison de leur importance sur l'efficacité du nettoyage-désinfection (Corrégé et al., 2003), il est permis de penser que de telles variables pourraient s'avérer liées à la séroprévalence.

Par ailleurs, des modalités peu représentées dans les élevages, comme la présence d'une nurserie ou d'un pré-engraissement, n'ont pu être prises en compte dans l'analyse statistique. Pour d'autres variables, comme les types de sol et de matériaux, l'existence de types de salles (notamment d'engraissement) différents dans un même élevage ou au contraire la prééminence de certaines modalités dans l'échantillon (83 % des élevages avec

Tableau 1 - Résultats des analyses statistiques univariées

Variables testées <sup>(1)</sup>	Modalités <sup>(2)</sup>	Modèles de régression logistique			
		Complet <sup>(3)</sup>	Alim. <sup>(4)</sup>	Sanit. <sup>(4)</sup>	Biosé. <sup>(4)</sup>
Qua : traitement antiparasitaire	Oui/Non	ns	-	0,05	-
Qua : antibiotique systématique	Non/Oui	ns	-	0,16	-
Qua : alimentation	Farine-miette/granulé	0,13	0,1	-	-
Qua : présence de signes cliniques	Oui/Non	0,15	-	0,08	-
Mat : antibiotique systématique truies	Non/Oui	0,01	-	0,01	-
Mat : diarrhée porcelets	Oui/Non	0,17	-	0,13	-
Mat : alimentation	Soupe/Sec	0,23	0,23	-	-
Mat : alimentation	Farine/granulé-miette	ns	0,05	-	-
Mat : utilisation de maïs humide	Oui/Non	ns	0,15	-	-
Gest : présence de signes cliniques	Oui/Non	ns	-	0,11	-
Gest : clinique SDRP	Oui/Non	0,24	-	0,24	-
Gest : alimentation	Soupe/Sec	0,05	0,01	-	-
Gest : alimentation	Farine-miette/granulé	ns	0,13	-	-
Gest : cochettes avec truies	Non/Oui	0,05	-	-	-
PS : respect rangs de portée par case	Oui/Non	0,09	-	-	-
PS : clinique MAP	Non/Oui	0,07	-	0,01	-
PS : clinique SDRP	Non/Oui	0,22	-	0,19	-
PS : antibiotique systématique	1 <sup>er</sup> âge/Aucun/1 <sup>er</sup> et-ou 2 <sup>ème</sup> âge	0,11	-	0,10	-
PS : type d'abreuvoir	Sucette/Autre	ns	0,01	-	-
Eng : clinique digestive	Oui/Non	0,10	-	0,04	-
Eng : nombre traitements antibiotiques	≤ 1/≥ 2	0,001	-	0,19	-
Eng : traitement antiparasitaire	Non/Oui	ns	-	0,16	-
Eng : alimentation	Soupe/Sec	0,005	0,02	-	-
Eng : Nourrissoupe	Non/Oui	0,17	0,01	-	-
Acidification eau de boisson	Oui/Non	0,17	0,08	-	-
Qualité hygiénique eau	Bonne/Mauvaise	0,12	-	-	0,03
Traitement eau	Oui/Non	ns	-	-	0,10
Purge abreuvoirs	Oui/Non	ns	-	-	0,22
Nettoyage-désinfection systématique en Qua	Oui/Non	ns	-	-	0,23
Désinfection systématique en Qua	Oui/Non	ns	-	-	0,23
Sortie petit matériel en Mat	Oui/Non	0,002	-	-	0,002
Sortie petit matériel en PS	Oui/Non	0,002	-	-	0,005
Lavage dessous caillebotis en Mat	Oui/Non	0,09	-	-	0,14
Trempage automatisé en Mat	Oui/Non	0,05	-	-	0,11
Trempage automatisé de 4 à 6 h en Mat	Oui/Non	0,16	-	-	0,11
Trempage automatisé de 4 à 6 h en PS	Oui/Non	0,15	-	-	0,006
Trempage automatisé en Eng	Oui/Non	0,12	-	-	0,24
Trempage automatisé de 4 à 6 h en Eng	Oui/Non	0,02	-	-	0,005
Quantité désinfectant correcte en Eng	Oui/Non	ns	-	-	0,19
Vide sanitaire >72 h en PS	Oui/Non	0,20	-	-	0,11
Note nettoyage-désinfection en Qua	Bonne/Mauvaise	ns	-	-	0,09
Note nettoyage-désinfection en Mat	Bonne/Mauvaise	ns	-	-	0,01
Pédiluves à l'entrée des bâtiments	Oui/Non	ns	-	-	0,16
Travail sur autre élevage	Oui/Non	0,17	-	-	0,04
Présence d'une clôture	Non/Oui	0,18	-	-	0,05
Conditions d'embarquement des porcs	Bonnes/Mauvaises	0,08	-	-	0,003

<sup>(1)</sup> Qua : quarantaine, Mat : maternité, Gest : gestante, PS : post-sevrage, Eng : engraissement

<sup>(2)</sup> Les modalités sont classées de la plus faible à la plus forte séroprévalence salmonelles

<sup>(3)</sup> Valeurs de p calculées à partir des 91 élevages retenus ; ns : non significatif au seuil de 0,25

<sup>(4)</sup> Valeurs de p calculées à partir de la totalité des élevages

**Tableau 2 - Variables retenues dans le modèle logistique complet en élevages naisseurs-engraisseurs**

Variables explicatives (91 élevages).		Odds Ratios	IC 95%
Présence de signes cliniques en quarantaine	Oui	1	
	Non	2,3	1,2-4,5
Maternité : antibiotique systématique sur truies	Non	1	
	Oui	2,0	1,2-3,3
Clinique SDRP en post-sevrage	Non	1	
	Oui	2,0	1,1-3,7
Antibiotique systématique en post-sevrage	1 <sup>er</sup> âge seul	1(a)	
	Aucun	1,8	0,8-3,8
	1 <sup>er</sup> et/ou 2 <sup>ème</sup> âge	1,8	1,1-3,0
Nombre de traitements antibiotiques en engraissement	≤ 1	1	
	≥ 2	8,4	1,2-59
Alimentation en engraissement	Soupe	1	
	Sec	2,8	1,7-4,5
Conditions d'embarquement des porcs charcutiers	Bonnes (≥6)	1	
	Mauvaises (≤5)	1,8	1,0-3,2
Sortie du petit matériel avant lavage des salles en maternité	Oui	1	
	Non	1,9	1,1-3,1
Vide sanitaire > 72 heures en post-sevrage	Oui	1	
	Non	1,8	1,1-2,9
Trempage automatisé de 4 à 6 heures en engraissement	Oui	1	
	Non	4,1	2,0-8,5

<sup>(a)</sup> pas de différence significative entre Aucun et 1<sup>er</sup> et/ou 2<sup>ème</sup> âge

**Tableau 3 - Variables retenues dans les modèles logistiques sectoriels en élevages naisseurs-engraisseurs****Modèle logistique « alimentation » (196 élevages)**

Variables explicatives		Odds Ratios	IC 95 %
Type d'abreuvoir en post-sevrage	Sucette	1	
	Autre	2,8	1,4-5,9
Alimentation en gestante	Soupe	1	
	Sec	1,9	1,3-3,0

**Modèle logistique « sanitaire » (175 élevages)**

Variables explicatives		Odds Ratios	IC 95 %
Traitement antiparasitaire en quarantaine	Oui	1	
	Non	1,5	1,0-2,3
Présence de signes cliniques en quarantaine	Oui	1	
	Non	1,8	1,1-3,0
Maternité : antibiotique systématique sur truies	Non	1	
	Oui	1,8	1,2-2,7
Clinique MAP en post-sevrage	Non	1	
	Oui	2,2	1,4-3,6

**Modèle logistique « hygiène » (193 élevages)**

Variables explicatives		Odds Ratios	IC 95 %
Conditions d'embarquement des porcs charcutiers	Bonnes (≥6)	1	
	Mauvaises (≤5)	2,0	1,2-3,3
Sortie du petit matériel avant lavage des salles en maternité	Oui	1	
	Non	1,8	1,2-2,7
Trempage automatisé de 4 à 6 heures en engraissement	Oui	1	
	Non	2,3	1,3-4,0

**Tableau 4 - Variables retenues dans le modèle logistique en élevages engraisseurs**

Variables explicatives (93 élevages)		Odds Ratios	IC 95%
Nombre d'origines de porcelets différentes sur 12 mois	1	1	0,9-3,5
	≥ 2	1,8	
Nombre de traitements antibiotiques en engraissement	≤ 1	1	1,0-4,3
	≥ 2	2,1	

du caillebotis intégral dans plus de 80 % des salles ; 1% des élevages sur paille en engraissement) n'ont peut-être pas permis de mettre en évidence de lien avec la séropositivité, contrairement à des études antérieures (Rossel et al., 2006).

L'analyse des élevages engraisseurs n'a révélé qu'un faible nombre de facteurs de risque, ce qui confirme les résultats d'une étude précédente (Corrégé et al., 2008) mais conduit à s'interroger : les facteurs de risque sont-ils réellement aussi peu nombreux ? Le questionnaire est-il bien adapté à la spécificité de ces élevages ? La relative « uniformité » des élevages sélectionnés, malgré un tirage aléatoire, n'aurait-elle pas occulté certains facteurs de risque ? Enfin et surtout, le statut salmonelles du ou des élevages fournisseurs, non pris en compte dans cette étude, ne biaise-t-il pas l'analyse ? Kranker et al. (2001) ont en effet montré le lien entre le statut de l'élevage fournisseur et celui du site d'engraissement. Notons également que, contrairement au résultat d'études précédentes (Rossel et al., 2006 ; Corrégé et al., 2008), la séropositivité salmonelles ne diffère pas significativement entre élevages naisseurs-engraisseurs et engraisseurs, sans que nous n'ayons d'explication à avancer.

Pour les élevages engraisseurs, un nombre d'élevages fournisseurs de porcelets supérieur ou égal à deux sur 12 mois est facteur de risque, ce qui confirme des résultats antérieurs (Rossel et al., 2006). Il apparaît en effet qu'en diversifiant les origines des animaux, le risque d'introduction directe de salmonelles augmente, mais également le risque de mélanger des animaux de statuts « salmonelles » et/ou de niveaux de protection vis à vis des salmonelles différents, ce qui peut entraîner des relances de contamination et in fine un accroissement de la prévalence. Plus largement, cette diversité des origines conduit à la présence de groupes d'animaux de statuts sanitaires et immunitaires différents, ce qui peut favoriser les déséquilibres sanitaires et l'expression de pathologies variées, elles-mêmes propices à l'expression des salmonelles.

Un nombre élevé de traitements antibiotiques en engraissement (2 ou plus) est également facteur de risque pour les élevages engraisseurs et naisseurs-engraisseurs. Cette observation rejoint la bibliographie qui montre que les traitements antibiotiques par voie orale entraînent des modifications de la flore intestinale pouvant favoriser la prolifération des salmonelles dans le tube digestif (Dahl et Wingstrand, 1997). Fablet et al. (2003) et Rossel et al. (2006) ont également identifié cette association entre traitements antibiotiques et excrétion des salmonelles. Par ailleurs, les traitements antibiotiques sont généralement consécutifs à l'expression de pathologies, digestives ou respiratoires, elles-mêmes décrites comme facteurs de risque (Dahl, 1997).

De même, un traitement antibiotique systématique sur les truies en maternité apparaît ici lié à la séroprévalence. Soit par effet direct (modification de flore) ou en lien avec une pathologie favorisante,

l'excrétion accrue de salmonelles par les truies expose également les porcelets en contact avec les matières fécales des truies excrétrices. Ces résultats confirment une nouvelle fois la présomption d'une contamination précoce des porcelets (Fablet et al., 2003).

Les traitements antibiotiques systématiques en post-sevrage semblent intervenir d'une manière moins évidente : une supplémentation systématique pendant la phase d'alimentation 1<sup>er</sup> âge est plus favorable que l'absence de supplémentation ou encore qu'une supplémentation en 2<sup>ème</sup> âge (associée ou non à une supplémentation en 1<sup>er</sup> âge). Plus que l'antibiothérapie en tant que telle, ces résultats suggèrent l'importance de la pathologie digestive et de son degré de maîtrise, avec des conséquences éventuelles sur l'équilibre de la flore intestinale et la pression d'infection salmonellique.

Le rôle protecteur d'un traitement antiparasitaire interne en quarantaine est en accord avec une étude épidémiologique précédente (Corrégé et al., 2008) et confirme le lien entre la présence de parasites intestinaux et les salmonelles (Steenhard et al., 2002).

La présence de signes cliniques digestifs ou respiratoires en quarantaine est ici liée à la séroprévalence, mais de façon surprenante, puisqu'elle semble jouer un rôle protecteur. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées, comme celle d'un artefact lié à un autre facteur de risque non révélé dans la population analysée ou non pris en compte dans le questionnaire. Ou encore, celle d'un lien avec une meilleure adaptation des cochettes en quarantaine, pratique déjà révélée comme protectrice (Corrégé et al., 2008) : lors de l'adaptation en quarantaine au microbisme de l'élevage, les cochettes sont susceptibles de présenter des signes cliniques.

Les résultats mettent en évidence, pour la première fois dans une étude épidémiologique de ce type, l'importance en post-sevrage du statut sanitaire de l'élevage. L'expression clinique de SDRP ou de MAP, ainsi que l'utilisation des antibiotiques en post-sevrage précédemment abordée, sont liées aux « salmonelles ». Cependant, le lien avec des virus à tropisme respiratoire (SDRP, grippe, CVRP) avait déjà été montré en engraissement (Fablet et al., 2003). Plusieurs hypothèses sont avancées : une diminution de la prise alimentaire en phase clinique et/ou des modifications de flore consécutives au traitement qui pourraient favoriser la multiplication des salmonelles, mais également des interactions complexes entre le virus du SDRP et *Salmonella choleraesuis* démontrées expérimentalement (Wills et al., 2000).

Une distribution de l'aliment en engraissement sous forme de soupe joue un rôle protecteur, en accord avec de nombreuses études européennes et françaises (Kranker et al., 2001). La flore lactique plus abondante et le pH plus acide des aliments en soupe, en comparaison aux aliments en sec, inhibent les entérobactéries et notamment les salmonelles. L'alimentation en soupe des truies

gestantes est également protectrice, soit en raison d'une forte corrélation avec l'alimentation en soupe en engraissement mais, peut-être aussi en raison d'un effet protecteur spécifique qui limiterait le développement des salmonelles chez les truies et donc le rôle de réservoir joué par le troupeau reproducteur.

L'utilisation de sucettes pour l'abreuvement des porcelets permet la consommation d'une eau de meilleure qualité microbiologique (absence de stagnation et de souillures de l'eau par les déjections). Cet élément est à rapprocher de la variable « qualité hygiénique de l'eau consommée par les animaux » mise en évidence dans une étude épidémiologique précédente par Corrégé et al. (2008). Une eau de mauvaise qualité hygiénique est susceptible d'être contaminée par les salmonelles ou par d'autres pathogènes du tube digestif favorisant eux-mêmes la contamination salmonellique des porcs.

Les conditions d'embarquement des porcs jouent un rôle dans la protection sanitaire de l'élevage et donc dans le maintien d'un statut sanitaire favorable, lui-même lié, comme nous l'avons vu précédemment, à la séroprévalence salmonelles. Mais elles jouent sans doute aussi un rôle direct dans la contamination d'un élevage. En effet, pendant l'attente dans le local d'embarquement et le transport, l'excrétion de salmonelles est amplifiée en raison du stress des animaux (Fravalo et al., 2004). Le camion, les vêtements et bottes du chauffeur, le local et le quai d'embarquement sont donc potentiellement souillés par des salmonelles, qui, en l'absence de règles de biosécurité strictes, en particulier le nettoyage-désinfection du local d'embarquement, peuvent recontaminer régulièrement l'élevage. Cette étape, fondamentale dans la maîtrise des salmonelles, est pour la première fois révélée dans ce type d'étude.

L'importance des pratiques de nettoyage-désinfection des locaux est confirmée par la mise en évidence de trois facteurs de risque. Comme dans une étude précédente (Corrégé et al., 2008), la précision du questionnaire sur ces pratiques s'est avérée payante. L'importance du trempage automatisé en engraissement est une

nouvelle fois soulignée tandis que l'intérêt de sortir le petit matériel des salles de maternité pour un lavage efficace est validé. La persistance de salmonelles dans les salles avant l'entrée des porcs étant liée au statut des animaux en fin d'engraissement (Fablet et al., 2003), la maîtrise des salmonelles passe par l'application d'un protocole de nettoyage-désinfection optimisé (Corrégé et al., 2003). Une durée de vide sanitaire en post-sevrage suffisante permet un séchage efficace des salles avant l'entrée des animaux mais traduit aussi la capacité de bien gérer les rotations de salles et donc de limiter les mélanges d'animaux.

## CONCLUSION

Réalisée sur un nombre d'élevages important dans la première région de production française, cette étude, qui s'inscrit dans la continuité des études précédemment menées dans les régions Sud-ouest et Normandie, permet de confirmer certains facteurs de risque mais aussi d'en identifier de nouveaux. Elle montre que le profil des facteurs de risque révélés est relativement dépendant des élevages enquêtés, en relation par exemple avec certaines spécificités régionales concernant les types d'élevages ou les situations sanitaires.

Associé aux résultats précédents, ce travail permet d'ores et déjà de dégager les grandes lignes d'actions collectives afin de réduire la prévalence française en salmonelles. En particulier, dans la continuité des Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiène, des progrès en termes de conduite d'élevage, d'hygiène, en particulier de nettoyage-désinfection des locaux et de conditions d'embarquement des porcs, devraient permettre une avancée significative dans la maîtrise des salmonelles.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les éleveurs, les groupements de producteurs et les abatteurs pour leur collaboration. Cette étude a été réalisée grâce aux financements du Conseil Régional de Bretagne, de la DRAF Bretagne et du CRP Bretagne.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Corrégé I., Cornou C., Lenoir H., 2003. Efficacité relative et coût de différents procédés de nettoyage-désinfection en élevage porcin. *Journées Rech. Porcine*, 37, 427-434.
- Corrégé I., Barbot F., Hémonic A., Pinsard J.L., 2008. Facteurs de risque associés aux niveaux de séroprévalence en salmonelles d'élevages de porcs naisseurs-engraisseurs et engraisseurs. *Journées Rech. Porcine*, 40, 1-6.
- Dahl J., 1997. Cross-sectional epidemiological analysis of the relations between different herd factors and *Salmonella* seropositivity. *Epidémiologie et Santé Animale*, 31-32.
- Dahl J., Wingstrand A., 1997. Reduction of subclinical *Salmonella* infection in Danish Pigs herds. A summary of documented and plausible risks factors and how this knowledge is implemented into a guide for reduction and control of *Salmonella* infection. *Proceedings of Salmonella and Salmonellosis, France*, 631-635.
- EFSA, 2008. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007. *The EFSA Journal*, 135,1-111.
- Fablet C., Beloeil P.A., Fravalo P., Jolly J.P., Eveno E., Hascoet Y., Salvat G., Madec F., 2003. Etude des circonstances associées à l'excrétion de *Salmonella enterica* par les porcs en croissance. *Journées Rech. Porcine*, 35, 401-408.
- Fravalo P., Cariolet R., Queguiner M., Salvat G., 2004. Individual effect of the steps preceding slaughtering on *Salmonella* contamination of pigs. *Proceedings symposium Safe Pork, Greece*, 61-64.
- Kranker S., Dahl J., Wingstrand A., 2001. Bacteriological and serological examination and risk factors analysis of *Salmonella* occurrence in sow herds, including risk factors for high *Salmonella* seroprevalence in receiver finishing herds. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 114, 350-352.
- Rossel R., Rouillier J., Beloeil P.A., Chauvin C., Basta F., 2006. *Salmonella* en élevages de porcs du Sud-Ouest de la France : séroprévalence en fin d'engraissement. *Journées Rech. Porcine*, 38, 373-380.
- Steenhard N.R., Jensen T.K., Dorte L., Roepstorff A., 2002. Excretion in feces and mucosal persistence of *Salmonella typhimurium* in pigs subclinically infected with *Oesophagostomum* spp. *American J. of Vet. Research*, 63, 130-136.
- Willis R.W., Gray J.T., Fedorka-Cray P.J., Yoon K.J., Ladely S., 2000. Synergism between porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and *Salmonella choleraesuis* in swine. *Vet. Microbiol.*, 71, 177-192.

