

# **Contamination des porcs et de leur environnement par *Campylobacter* en élevage naisseur-engraisseur**

Mily LEBLANC MARIDOR, Julien CONQUERANT, Henri SEEGER, Catherine BELLOC

UMR ENVN-INRA 708 Gestion de la Santé Animale, BP 40706, 44307 Nantes C 03

leblanc@vet-nantes.fr

## **Contamination des porcs et de leur environnement par *Campylobacter* en élevage naisseur-engraisseur**

L'objectif de notre étude était de contribuer à mieux connaître l'infection par *Campylobacter* en élevage conventionnel porcin. Pour cela, dans un élevage naisseur-engraisseur, cinq truies et six porcelets par truie ont été sélectionnés pour décrire leur excrétion fécale de *Campylobacter* ainsi que la contamination de l'eau de boisson, de l'aliment et de leur environnement (cases d'élevage) tout au long d'un cycle de production. La contamination par *Campylobacter* a été évaluée quantitativement par analyse bactériologique dans les matières fécales, les aliments et l'eau et à partir de chiffonnettes d'environnement effectuées pendant le vide sanitaire puis en présence des animaux. La contamination des porcelets, dont chacune des mères était excrétrice, est précoce : plus de 90 % d'entre eux sont excréteurs dès la deuxième semaine de vie, 100 % à cinq semaines. Cependant, des variations quantitativement importantes (de 100 à 10<sup>8</sup> UFC/g MF) entre individus et entre dates de prélèvements ont été observées. Collectivement, les porcelets ont montré une baisse progressive du niveau d'excrétion après l'entrée en post-sevrage. L'environnement immédiat des porcs, systématiquement négatif en *Campylobacter* au cours du vide sanitaire, est apparu ensuite souvent contaminé sans qu'une corrélation avec le niveau d'excrétion des animaux ne puisse être établie. De plus, les aliments n'étaient pas primitivement contaminés et certains le sont devenus dans les auges, souvent souillées par les déjections. Notre étude souligne enfin le rôle important de la truie comme source de contamination pour ses porcelets en maternité.

## ***Campylobacter* infection of pigs and their environment in a farrow-to-finish herd**

The aim of our study was to describe *Campylobacter* infection in commercial pig herds. Five sows and six piglets per sow were selected in a farrow-to-finish herd. Faecal shedding as well as contamination of pens (either empty or with animals), feed and water were monitored from birth to finishing for the pigs, and during one production cycle for the sows. All the sows excreted *Campylobacter*. Piglets became infected early : 90% of them excreted *Campylobacter* at two weeks of age and 100% at 5 weeks. The amount of *Campylobacter* in faeces was highly variable (from 100 to 10<sup>8</sup> CFU/g of faeces) between pigs and between sampling times for a given pig. From the post-weaning period the excretion level of the pigs decreased significantly. The bacteriological analyses of the pigs' environment during the down period were always negative, whereas they were positive when pigs were housed in the pens. Nevertheless, no correlation was established between the excretion level of the pigs and the contamination level of their environment. For the feed, primitively not contaminated, some samples became positive in the trough due to a contamination by faeces. Finally, our study underlines the role of the sows as a *Campylobacter* contamination source for their piglets.

## INTRODUCTION

Dans le domaine de la santé publique et de l'hygiène des aliments, *Campylobacter* est un danger dont l'importance s'est affirmée depuis quelques années. Il est désormais reconnu comme l'une des causes les plus fréquentes de gastro-entérites chez l'homme et comme l'une des principales zoonoses alimentaires (Friedman et al., 2000 ; Mégraud et al., 2004). L'augmentation du nombre de cas identifiés de campylobactérioses, l'existence de complications graves mais rares telles que le syndrome de Guillain-Barré et la résistance croissante des *Campylobacter* à certains antibiotiques ont justifié la mise en place récente d'une surveillance aux niveaux national et international. Si une contamination à partir du réservoir hydrotellurique est parfois mise en cause, la majorité des cas humains a pour point de départ la viande de volaille contaminée ou, dans une moindre mesure, de porc. Dans ce contexte, l'Europe a souligné la nécessité de la mise en place de mesures de lutte en élevage (Directive 2003/99/CE).

De précédentes études ont établi la fréquence élevée du portage asymptomatique de *Campylobacter* dans les élevages porcins, la contamination très précoce des animaux et l'importance des quantités excrétées (Weijtens et al., 1993 ; Moore et Madden, 1998). Cependant, peu d'études ont décrit la variation quantitative de l'excrétion des animaux de la naissance à l'abattage. Si la mère semble jouer un rôle primordial dans la contamination des porcelets, d'autres sources de contamination peuvent être suspectées. De nombreuses incertitudes subsistent donc sur l'épidémiologie de ces bactéries chez le porc et la compréhension de celle-ci est un préalable indispensable à la mise en place de mesures de lutte.

L'objectif de notre étude est de préciser, en complément d'une approche expérimentale antérieure (Leblanc Maridor et al., 2007), les sources et les modalités de contamination des porcs et de décrire l'excrétion des animaux dans le cadre d'un élevage conventionnel. Pour cela nous avons réalisé un suivi individuel de la contamination de 30 porcelets et de leur mère tout au long d'un cycle de production en quantifiant dans le même temps la présence de *Campylobacter* dans leur environnement et leur alimentation.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1.1. Choix de l'élevage et suivi des animaux

L'étude a été menée entre avril et octobre 2007 dans un élevage naisseur-engraisseur de Loire-Atlantique de 230 truies conduit en 7 bandes (toutes les 3 semaines) pour lequel les données de la Gestion Technique des Troupeaux de Truies (GTTT) et de la Gestion Technico-Economique (GTE) étaient disponibles.

Cinq truies, de rangs de portée différents, issues d'une même bande ont été suivies avant la mise-bas et tout au long d'un cycle de production. Dès la mise-bas, six porcelets par truie ont été identifiés individuellement à l'aide d'une boucle auriculaire numérotée et suivis de la première semaine de vie au départ à l'abattoir.

Un questionnaire d'enquête a été renseigné sur l'exploitation au cours d'un entretien avec le responsable d'élevage afin de recueillir les données concernant l'organisation de l'exploitation et la conduite de l'élevage de porcs. La localisation des animaux dans les différentes salles a été relevée au fur et à mesure des visites (emplacement des animaux, contacts éventuels avec d'autres porcs, mélanges) et des fiches de suivi individuel des animaux ont été confiées à l'éleveur pour renseigner les troubles de santé et les traitements administrés (en particulier, les traitements antibiotiques).

### 1.2. Réalisation et organisation des prélèvements

#### 1.2.1. Planification des prélèvements (Figure 1)

Dans un premier temps, les prélèvements ont eu lieu toutes les semaines : les 2 premières semaines avant la mise-bas pour les truies puis les 5 semaines suivant la mise-bas pour les truies et les porcelets. Ils se sont ensuite espacés à un prélèvement toutes les 3 semaines pour les porcelets jusqu'à l'abattage, et à un prélèvement en 8<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> semaine après la mise bas pour les truies.

#### 1.2.2. Prélèvements individuels de matières fécales

Les prélèvements individuels de matières fécales ont été réalisés directement après stimulation manuelle du rectum ou éventuellement à l'aide d'un écouvillon (technique mise en œuvre essentiellement pour les prélèvements des porcelets en début de maternité). La quantité prélevée a été systématiquement pesée au laboratoire afin de pouvoir réaliser un dénombrement des *Campylobacter* par gramme de matière fécale.

#### 1.2.3. Prélèvements environnementaux

L'environnement a fait l'objet de prélèvements en présence des animaux : l'ensemble de la surface au sol et la paroi de la case dans laquelle ceux-ci se situaient a systématiquement été chiffonnée sur tout le périmètre de la case. Chaque prélèvement environnemental était alors identifié par rapport aux animaux et daté. Lors de la réalisation de ces prélèvements, les amas de fèces fraîches ont été évités. De plus, pour chacune des salles et dans toutes les cases que les animaux étaient amenés à occuper au cours du cycle de production, l'environnement a été prélevé de la même manière à la fin du vide sanitaire. Les surfaces

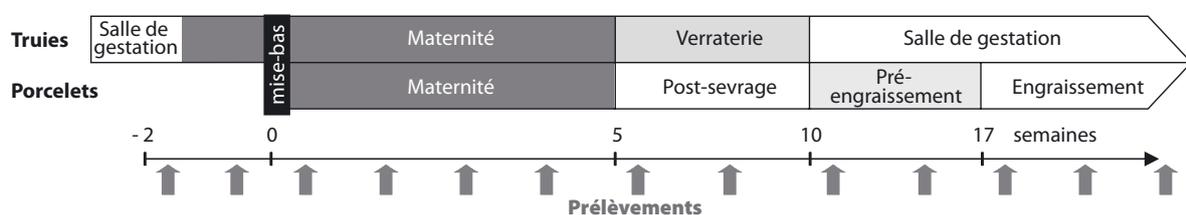


Figure 1 - Planification des prélèvements

prélevées ont été mesurées afin de quantifier le nombre de *Campylobacter* par unité de surface.

#### 1.2.4. Prélèvements des aliments, de l'eau et autres prélèvements éventuels

Deux types de prélèvements d'aliments ont été effectués : dans l'auge des animaux et dans les sacs ou silo avant leur distribution. Ces prélèvements d'aliments ont été identifiés par rapport aux animaux auxquels ils étaient distribués et pour les aliments prélevés en silo par rapport à la catégorie d'animaux à laquelle ils étaient destinés.

L'eau a été prélevée une fois pour le bloc verraterie / salle gestante et une fois pour le bloc maternité / post sevrage / engraissement au niveau d'un robinet en amont du réseau de distribution aux salles.

### 1.3. Analyse bactériologique

Tous les prélèvements ont été conservés sous couvert du froid positif et mis en culture dans un délai de cinq heures. Les échantillons ont alors fait l'objet d'un isolement direct pour dénombrer les bactéries présentes et d'un isolement après enrichissement si le dénombrement se révélait négatif.

Cinq grammes de matières fécales ont été dilués dans 45mL de bouillon Preston dans un sac stomacher. Le nombre d'unités formant colonie de *Campylobacter* par gramme de matière fécale (UFC/g MF) a été déterminé sur gélose Karmali par étalement au râteau de 100µL de la suspension mère et par étalement au spiral de deux dilutions décimales dans de l'eau peptonnée. Le comptage des colonies a été réalisé après incubation des géloses 48h à 42°C en atmosphère microaérophile. En parallèle, un isolement après une phase d'enrichissement du bouillon Preston pendant 24h à 42°C a été réalisé sur gélose Karmali si le dénombrement se révélait négatif.

Pour les chiffonnettes utilisées lors des prélèvements environnementaux et pour les aliments, la réalisation de la solution mère a consisté à ajouter dans leur sachet stérile 45mL de bouillon Preston. Après une homogénéisation (stomacher) de 30 secondes, des dilutions décimales dans de l'eau peptonnée ont été réalisées en vue des isolements directs et après enrichissement.

Enfin, pour chacun des prélèvements d'eau, un litre a été filtré à l'aide d'une pompe à vide au travers d'une membrane possédant des pores de 0,2 µm de diamètre (cellulose nitrate filter, Sartorius®). La membrane a ensuite été découpée en trois morceaux, deux étant placés sur des géloses Karmali (ensemencement), le dernier étant placé dans un sac stomacher avec 10mL de bouillon Preston (enrichissement).

### 1.4. Analyse statistique

Nous avons testé avec une analyse de variance l'existence d'un effet «case» et «date de prélèvement» sur les niveaux d'excrétion des porcelets à partir du post-sevrage (au seuil de signification de 5 %). La corrélation entre le niveau de contamination de l'environnement et le niveau d'excrétion des porcs a également été évaluée.

## 2. RESULTATS

### 2.1. Conduite en élevage et suivi des animaux de l'étude

L'élevage de notre étude respecte les pratiques d'hygiène et de conduite usuelles des élevages conventionnels. Au sein d'une même bande, les porcelets sont mélangés plusieurs fois : entre 24h et 48h après la naissance (homogénéisation de la taille des portées), à l'entrée en post-sevrage et à l'entrée en engraissement (tri par taille).

Hormis la médication habituelle de la mise-bas, les cinq truies suivies n'ont pas présenté de trouble de santé particulier durant la période de l'étude. Pour les porcelets, hormis en maternité où deux portées ont reçu de la colistine (antibiotique inactif sur les *Campylobacter*) pendant 3 jours pour lutter contre des diarrhées, les animaux ont reçu à l'entrée en post-sevrage (à 4 semaines d'âge) un traitement préventif à base de tylosine (antibiotique actif sur les *Campylobacter*) pendant une semaine.

### 2.2. Description de l'infection par *Campylobacter* chez les truies

Pour cet élevage, tous les prélèvements de matières fécales réalisés sur les truies se sont révélés positifs à l'analyse bactériologique. Cette excrétion fécale de *Campylobacter* est continue au cours du cycle de production et comprise en moyenne à chaque prélèvement entre  $10^5$  et  $10^7$  UFC/g MF. Cependant, des variations importantes du niveau d'excrétion ont été observées allant d'une simple détection de *Campylobacter* dans les matières fécales après enrichissement (contamination inférieure à 100 UFC/g MF) à plus de  $10^7$  UFC/g MF.

### 2.3. Description de l'infection par *Campylobacter* chez les porcelets

#### 2.3.1. Prévalence de l'infection et évolution de l'excrétion au cours du temps

Au premier prélèvement sur porcelets, effectué entre 3 et 5 jours après la mise bas selon les individus, 79 % des porcelets sont excréteurs de *Campylobacter* (Figure 2). La prévalence augmente ensuite jusqu'à arriver à 100 % à la 8<sup>e</sup> semaine de vie et reste stable tout au long de l'étude. Une nette diminution de la prévalence est observée à la troisième semaine de vie, où seulement 40 % des animaux sont positifs à l'analyse bactériologique.

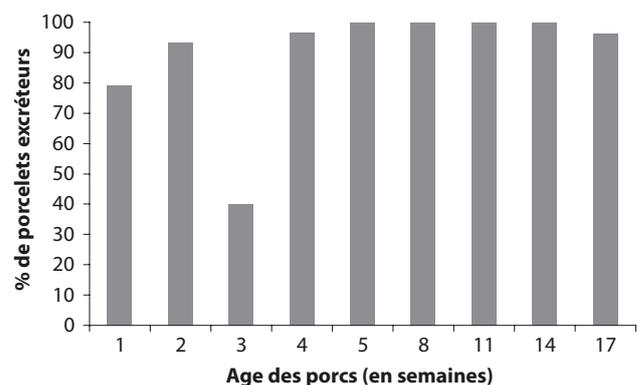


Figure 2 - Evolution du pourcentage de porcelets excréteur *Campylobacter* dans les matières fécales

Dans les semaines qui ont suivi la naissance, la quantité de matière fécale récoltée étant souvent insuffisante (écouvillonnage), la quantification de l'excrétion n'a pas été possible pour tous les prélèvements. L'excrétion fécale de *Campylobacter* apparaît continue dès la 5<sup>e</sup> semaine mais la quantité de *Campylobacter* excrétée varie dans des proportions considérables d'un prélèvement à l'autre pour un même animal et d'un individu à l'autre à la même date (figure 3).

### 2.3.2. Effets «date de prélèvement» et «case» sur l'excrétion fécale

Un effet significatif de la date de prélèvement sur les quantités excrétées a été observé pour l'ensemble des visites, à l'entrée en post-sevrage (entre la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine de vie des porcelets) et entre les deux visites réalisées en pré-engraissement (entre la 11<sup>ème</sup> et la 14<sup>ème</sup> semaine de vie). Il apparaît également que l'excrétion fécale diminue significativement à partir de la 8<sup>e</sup> semaine de vie (Figure 3). Avant la 4<sup>ème</sup> semaine de vie de porcelets, il est difficile de se prononcer sur l'évolution de l'excrétion fécale, le nombre de prélèvements ayant pu être dénombré étant insuffisant. L'analyse de la variance n'a pas mis en évidence d'effet case significatif.

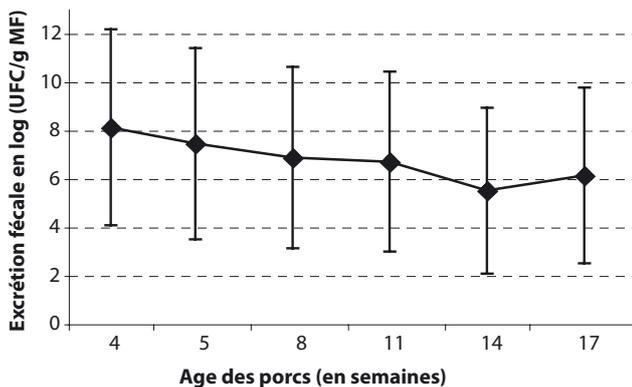


Figure 3 - Evolution de l'excrétion fécale des porcelets au cours du temps (moyenne et écart-type)

### 2.3.3. Santé du porcelet et excrétion fécale de *Campylobacter*

Bien que certains porcelets prélevés aient présenté ponctuellement une diarrhée, nous n'avons pas observé de relation entre une forte excrétion fécale et des signes cliniques. A l'inverse, on observe une diminution statistiquement significative de la quantité de *Campylobacter* excrétée par les porcelets entre la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> semaine, qui souligne un effet du traitement à base de tylosine administré aux porcelets à l'entrée en post-sevrage.

### 2.4. Contamination de l'environnement, des aliments et de l'eau

Les aliments pris dans les silos et les prélèvements d'eau se sont révélés négatifs à l'analyse bactériologique. Quelques aliments prélevés dans l'auge des animaux ont conduit à une analyse positive.

Tous les prélèvements environnementaux effectués durant le vide sanitaire se sont révélés négatifs. Les prélèvements effectués en présence des animaux se sont révélés irrégulièrement positifs en début d'élevage puis presque toujours positifs pour

l'un des deux prélèvements (muret ou sol de la case) de l'entrée en post-sevrage à la fin de l'engraissement. Certains prélèvements, bien que réalisés sur des sols ou des murets très sales, ont donné des résultats négatifs.

Aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre les niveaux d'excrétion des porcs et les niveaux de contamination de l'environnement, que ce soit pour les murets ou le sol des cases (coefficients de corrélation de 0,157 et de -0,151, respectivement).

## 3. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer les modalités de contamination et d'excrétion de *Campylobacter* dans un élevage porcin conventionnel. La réalisation des prélèvements, le dénombrement effectué et l'échantillonnage réalisé (suivi de cinq truies et de six porcelets par truie soit 35 animaux) sont comparables à ceux de la plupart des études se proposant de quantifier et de suivre précisément l'excrétion fécale de *Campylobacter* chez le porc (Weijtens et al., 1999 ; Harvey et al., 2000). L'originalité de notre étude est le suivi individuel des mêmes animaux sur une durée de six mois. En effet, dans les autres études, les comparaisons de prévalence et de niveau d'excrétion entre porcs à différents stades ont été effectuées sur des animaux différents (Young et al., 2000) ou de manière groupée (Alter et al., 2005).

Dans cette enquête, la prévalence élevée observée pour les truies tout au long du cycle de production est proche de celle retrouvée dans la littérature. Cependant, ce résultat est à prendre avec précaution compte tenu du faible nombre d'individus prélevés (5 truies). En ce qui concerne les porcelets, 79 % sont contaminés dès le premier prélèvement, soit 3 à 5 jours après leur naissance. Cette contamination précoce des porcelets concorde avec les résultats décrits dans la littérature (Weijtens et al. (1997) : 50 % des porcelets contaminés au bout d'une semaine et 85 % après 4 semaines ; Young et al. (2000) : contamination dès les premières heures de vie ; Weijtens et al. (1999) : 7 sur 8 contaminés dans les 10 premiers jours de vie). Par ailleurs, l'augmentation progressive de la prévalence de l'infection chez les porcelets jusqu'à atteindre 100 % à la 5<sup>e</sup> semaine de vie est conforme à ce qui est retrouvé dans l'étude de Weijtens et al. (1997). Toutefois, le prélèvement réalisé à la 3<sup>e</sup> semaine de vie des porcelets montre une diminution ponctuelle de la prévalence (40 % des animaux). Les facteurs influençant la sensibilité à l'infection par *Campylobacter* n'étant pas connus, il est difficile de formuler des hypothèses concernant l'origine de cette diminution. De plus, il ne semble pas y avoir eu de biais lié à la manipulation lors des analyses puisque les prélèvements des truies, traités en même temps et indifféremment de ceux des porcelets, donnent des résultats semblables à ceux obtenus lors de l'analyse des prélèvements de la visite précédente.

Pour les truies comme pour les porcelets, on observe une excrétion continue mais quantitativement irrégulière. Après la 5<sup>e</sup> semaine de vie, tous les porcelets sont excréteurs et le restent jusqu'à la fin de l'étude à une exception, mais les quantités excrétées par un animal peuvent varier fortement d'une visite à l'autre (de 0 à 10<sup>9</sup> UFC/g MF). Les hypothèses concernant les causes de cette irrégularité de l'excrétion sont diverses : élimination puis recontamination des animaux par *Campylobacter*

(évoquée par Weijtens et al., 1999), excrétion intermittente (soulignée par Lee et al. (1986) chez la souris). De plus, un portage sans excrétion associée a été observé ponctuellement dans l'étude de Leblanc Maridor et al. (2007) : un porc ne semblait pas excréter *Campylobacter* alors que le prélèvement de son contenu caecal montrait qu'il était porteur.

Cette étude met également en évidence une diminution progressive, statistiquement significative des quantités de *Campylobacter* excrétées par les porcelets après le post-sevrage. Cette cinétique d'excrétion se rapproche de celle décrite par Weijtens et al. (1993). Certains auteurs émettent l'hypothèse que cette diminution de l'excrétion trouve son explication dans la conduite particulière des animaux, dans le maintien de conditions d'hygiène strictes et qu'une exposition constante des animaux ne s'accompagnerait pas de cette diminution (Alter et al., 2005 ; Leblanc Maridor et al., 2007). Dans notre étude, la diminution de l'excrétion observée en engraissement ne s'accompagne pas de mesures d'hygiène particulières. Cette cinétique, qui a par ailleurs été observée chez le poulet (Achen et al., 1998), pourrait résulter d'une auto-limitation de l'infection liée à une immunité acquise évoquée par Newell et Fearley (2003).

Aucune corrélation significative n'a été mise en évidence dans notre étude entre la contamination de l'environnement et le niveau de contamination des animaux. L'environnement apparaît comme une source possible de contamination indirecte des porcs par *Campylobacter*, d'autant plus que le caractère fousseur de ces animaux les conduit à avoir des contacts oraux fréquents avec le milieu dans lequel ils vivent. La résistance des *Campylobacter* dans l'environnement des animaux dans un élevage porcin semble néanmoins très limitée comme en témoigne le nombre non négligeable de prélèvements environnementaux négatifs réalisés en présence des animaux et dans un milieu apparaissant pourtant souillé. De la même manière, aucun prélèvement environnemental réalisé durant le vide sanitaire ne s'est révélé positif, ce qui montre que les mesures d'hygiène entre deux bandes (nettoyage, désinfection puis vide sanitaire) suffisent pour éliminer *Campylobacter*. Au final, le rôle épidémiologique de l'environnement dans l'infection des porcs serait vraisemblablement réduit si celui-ci n'était pas en permanence recontaminé par les déjections des porcs. Weijtens et al. (2000) ont démontré que l'infection par *Campylobacter* en élevage porcin pouvait être réduite voire éliminée par la mise en place de mesures hygiéniques très strictes associée à un repeuplement par des porcs non porteurs. Parmi les aliments prélevés directement dans l'auge des animaux en leur présence, quelques-uns se sont révélés positifs mais leur contamination par des fèces a pu être observée ou fortement suspectée. Les aliments pourraient dans ce cas jouer un rôle de transmission indirecte des *Campylobacter* entre les animaux.

Weijtens et al. (1997), Alter et al. (2005), Soutos et Madden (2007) font de la mère la première source de contamination des porcelets, une similitude entre souches ayant été observée. Harvey et al. (2000) ont également montré que le sevrage précoce des porcelets diminue le niveau de contamination des porcelets (les porcelets sont séparés de leur mère à 1 jour de vie dans leur expérience) : la truie apparaît ainsi comme une source de contamination majeure. Dans notre étude, elle semble également jouer ce rôle puisque à leur entrée en maternité les prélèvements environnementaux, les aliments et l'eau sont tous négatifs en *Campylobacter*. Les truies apparaissent donc comme la seule source de contamination pour leurs porcelets en maternité, d'autant plus que le niveau de contamination de celles-ci est élevé comparé à la dose infectante (quelques centaines de bactéries). Les porcs peuvent de plus se contaminer ou se re-contaminer au contact de la matière fécale de leurs congénères eux-mêmes contaminés. Ces contaminations entre porcs de la même case pourraient avoir un impact sur le niveau d'excrétion moyen des animaux d'une case à un moment donné. Cet «effet case» n'a toutefois pas été observé dans cette étude. Néanmoins, les cases ne sont pas suffisamment isolées les unes des autres pour que les seules sources de contamination dans chaque case soient les animaux qui l'occupent : Leblanc Maridor et al. (2007) ont montré qu'une transmission à distance, vraisemblablement par projection de matière fécale était possible entre porcs ; le contact nez à nez et les déplacements de l'éleveur entre les cases pourraient également constituer des voies de transmission.

## CONCLUSION

Notre étude a confirmé la forte prévalence de l'infection par *Campylobacter* des truies et des porcelets tout au long d'un cycle de production. La contamination des porcelets est précoce et séflectue au moins en partie au contact de la mère, l'environnement ne présentant plus de *Campylobacter* après le nettoyage, la désinfection et le vide sanitaire. Bien qu'aucune relation quantitative n'ait été démontrée entre la contamination de l'environnement et des animaux, l'environnement est apparu très fréquemment contaminé, vraisemblablement en grande partie à partir des matières fécales des porcs, et est donc un élément possible de transmission des *Campylobacter* entre animaux. Le typage génétique des souches de *Campylobacter* isolées pour chaque prélèvement positif (matière fécale, aliment et environnement) permettra peut être de déterminer si des sources de contamination autres que les mères ont joué un rôle dans la contamination des porcelets et de leur environnement au cours de l'élevage.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les éleveurs pour leur collaboration à l'étude.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achen M., Morishita T.Y. Ley E.C. 1998. Shedding and colonization of *Campylobacter jejuni* in broilers from day-of-hatch to slaughter age. Avian dis., 42, 732-737.
- Alter T., Gaull F., Kasimir S., Gürtler M., Mielke H., Linnebur M., Fehlhaber K. 2005. Prevalences and transmission routes of *Campylobacter* spp. strains within multiple pig farms. Vet. Microbiol., 108, 251-261.
- Friedman C.R., Neimann J., Wegener H.C., Tauxe R.V. 2000. Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in the United States and other industrialized nations. In *Campylobacter*. 2<sup>nd</sup> edition. ASM press, Washington D.C., USA, 121-138.

- Harvey R.B., Young C.R., Anderson R.C., Droleskey R.E., Genovese K.J., Egan L.F., Nisbet D.J. 2000. Diminution of *Campylobacter* colonization in neonatal pigs reared off-sow. *J. Food Prot.*, 63, 1430-1432.
- Leblanc Maridor M., Lalande F., Beaurepaire B., Fravallo P., Cariolet R., Seegers H., Belloc C., Denis M. 2007. Description de l'excrétion de *Campylobacter* chez le porc. *Journées Rech. Porcine*, 39,357-362.
- Lee A., O'Rourke J.L., Barrington P.J., Trust T.J. 1986. Mucus colonization as a determinant of pathogenicity in intestinal infection by *Campylobacter jejuni* : a mouse caecal model. *Inf. Immun.*, 51, 536-546.
- Mégraud F., Denis J.B., Ermel G., Fédérighi M., Gallay A., Kempf I., Leclerq A., Weber P. 2004. Appréciation des risques alimentaires liés aux *Campylobacter*. Application au couple poulet/*C. jejuni*. 1<sup>ère</sup> ed. Rapport technique de l'AFSSA, Maisons-Alfort (France), 96 p.
- Moore J.E., Madden R.H. 1998. Occurrence of thermophilic *Campylobacter* spp. in porcine liver in Northern Ireland. *J. Food Prot.*, 61, 409-413.
- Newell D.G., Fearnley C. 2003. Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 4343-4351.
- Soutos N., Madden R.H. 2007. A genotyping investigation of the colonization of piglets by *Campylobacter coli* in the first 10 weeks of life. *J. Appl. Microbiol.*, 102, 916-920.
- Weijtens M.J.B.M., Bijker P.G.H., Van der Plas J., Urlings H.A.P., Biesheuvel M.H. 1993. Prevalence of *Campylobacter* in pigs during fattening; an epidemiological study. *Vet. Q.*, 15, 138-143.
- Weijtens M.J.B.M., Van der Plas J., Bijker P.G.H., Urlings B.A.P., Koster D., Van Logtestijn J.G., Huis in't Veld J.H.J. 1997. The transmission of *Campylobacter* in piggeries ; an epidemiological study. *J. Appl. Microbiol.*, 83, 693-698.
- Weijtens M.J.B.M., Reinders R.D., Urlings H.A.P., Van der Plas J. 1999. *Campylobacter* infections in fattening pigs; excretion pattern and genetic diversity. *J. Appl. Microbiol.*, 86, 63-70.
- Weijtens M.J.B.M., Urlings H.A., Van der Plas J. 2000. Establishing a *Campylobacter*-free pig population through a top-down approach. *Lett. Appl. Microbiol.*, 30, 479-484.
- Young C.R., Harvey R., Anderson R., Nisbet D., Stanker L.H. 2000. Enteric colonisation following natural exposure to *Campylobacter* in pigs. *Res. Vet. Sci.*, 68, 75-78.