

Description de l'excrétion de *Campylobacter* chez le porc

Mily LEBLANC MARIDOR (1), Françoise LALANDE (2), Bernard BEAUREPAIRE (3), Philippe FRAVALO (2), Roland CARIOLET (3), Henri SEEGER (1), Catherine BELLOC (1), Martine DENIS (2)

(1) ENV/INRA UMR 708 GSA, BP 40 706 44307 Nantes Cedex 03

(2) AFSSA, Unité HQPAP, BP53, 22440 Ploufragan

(3) AFSSA, Service PPAE, BP53, 22440 Ploufragan

leblanc@vet-nantes.fr

Description de l'excrétion de *Campylobacter* chez le porc

Les *Campylobacter* sont considérés comme la première cause de toxi-infections alimentaires chez l'homme dans les pays développés. Le portage intestinal de *Campylobacter* est fréquent chez le porc, notamment en *C. coli*. Afin d'étudier la cinétique d'excrétion de *Campylobacter*, des porcs EOPS âgés de sept semaines ont été inoculés expérimentalement avec 5.10^7 UFC de *C. coli* d'origine porcine, de *C. coli* et/ou de *C. jejuni* d'origine aviaire, seules ou en association. Un suivi clinique, technique et bactériologique a été ensuite réalisé pendant 80 jours post-inoculation.

Cette étude montre la possibilité d'infecter expérimentalement des animaux sevrés, avec un système immunitaire fonctionnel et une flore intestinale compétente. Elle met en évidence un portage asymptomatique, une excrétion continue avec un niveau de contamination élevé pour les animaux infectés avec *C. coli* (10^3 - 10^6 UFC/g de matières fécales). Pour l'espèce *C. jejuni*, l'excrétion est plus faible (10^2 - 10^3 UFC/g) et n'est plus mise en évidence pour certains animaux au cours de l'essai.

Notre essai met également en évidence une transmission de *Campylobacter* entre les animaux inoculés et des porcs « contacts », logés dans la même animalerie. Le niveau et la durée d'excrétion de ces animaux nouvellement contaminés, similaires à ceux infectés expérimentalement, rejoignent les données observées en élevage. Ces résultats suggèrent l'existence d'une interaction spécifique hôte-espèce de *Campylobacter*.

Description of *Campylobacter* excretion in pigs.

Campylobacter is a major cause of food-borne human infection in the developed countries. Pigs are frequently contaminated with *Campylobacter coli*. To study excretion, we inoculated per os 5.10^7 CFU of *Campylobacter* to specific pathogen-free pigs, 7 weeks old. Three different strains (two *Campylobacter coli* strains, one isolated from pigs, the other from chickens and one *C. jejuni* strain isolated from chickens) were used alone or together for inoculation. Pigs were monitored during 80 days for clinical signs, growth performance and by bacteriological analysis of faeces.

This study underlines the possible experimental infection of young pigs by *Campylobacter*. Moreover, an asymptomatic carriage and a continuous excretion were observed during all the trial for pigs contaminated with *C. coli* (10^3 - 10^6 CFU/g). The average colony count of *Campylobacter* in the faeces of the pigs inoculated with *C. jejuni* is 10^3 CFU/g. The excretion decreased and wasn't detected any more after the 63th day post-inoculation.

There is a transmission between inoculated and «contact» pigs, who are *Campylobacter*-free at the beginning of the study and who live in the same experimental unit. Our results on both contaminated and «contact» pigs are similar to excretion levels observed in the field. The results suggest a specific interaction between the *Campylobacter* species and the host animal.

INTRODUCTION

Dans le domaine de la sécurité des aliments, *Campylobacter* thermotolérant est un danger émergent dont l'importance s'accroît au fil des années. Ces bactéries sont actuellement considérées comme la première cause de maladies infectieuses d'origine alimentaire chez l'Homme dans les pays développés (Friedman et al., 2000 ; Mégraud et al., 2004). L'augmentation des cas de campylobactérioses, l'existence de complications rares mais graves telles que le Syndrome de Guillain-Barré, et l'inquiétante augmentation des résistances de *Campylobacter* aux antibiotiques, expliquent le regain d'intérêt porté à ce genre bactérien. Quatre espèces sont décrites comme étant responsables des troubles de santé observés chez l'homme : *C. jejuni*, *C. coli* (respectivement impliqués dans environ 80-90 % et 5-10 % des cas (Weber et al., 2003) et dans une moindre mesure *C. lari* et *C. upsaliensis* (Tauxe et al., 1985).

Les animaux d'élevage, et en premier lieu les volailles, constituent des réservoirs de ces bactéries dont ils sont fréquemment porteurs sains. Le cadre réglementaire européen 2160/2003 relatif au contrôle des agents zoonotiques dans la chaîne alimentaire prend en compte ces dangers en imposant la surveillance des denrées d'origine animale. Concernant la filière porcine, différentes études soulignent une forte contamination des animaux par les *Campylobacter* thermotolérants en élevage et à l'abattoir, en particulier par *C. coli* (Weijtens et al., 1993 ; Moore et Madden, 1998). Du fait de ce portage intestinal, les denrées alimentaires issues de cette filière représentent donc une modalité d'exposition à ce danger dont il convient de préciser l'importance. Une meilleure connaissance de la cinétique d'excrétion de *Campylobacter* dans les matières fécales des porcs (durée et intermittence, variation dans le temps de la quantité de *Campylobacter* présente dans les matières fécales, description de la variabilité des souches excrétées simultanément

et à différents moments) constitue un préalable pour comprendre les modalités de transmission et de dissémination de cette bactérie.

Notre étude vise, au travers des résultats d'une expérimentation animale où une souche de *Campylobacter jejuni* et deux souches de *Campylobacter coli* d'origines différentes sont inoculées, seules ou en association, à des porcs EOPS (Exempts d'Organismes Pathogènes Spécifiés) (Cariolet et al., 2004), à préciser le portage et la cinétique d'excrétion de cette bactérie. Cet essai permet de décrire les variations dans le temps de la quantité de *Campylobacter* présents dans les matières fécales, de connaître la durée et l'intermittence éventuelle de l'excrétion et de préciser les mécanismes de transmission notamment à travers l'analyse des variations éventuelles d'implantation des différentes souches inoculées.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Choix des souches bactériennes et conditions de culture

Trois souches bactériennes différentes ont été sélectionnées : une souche *C. coli* d'origine porcine, isolée dans un abattoir de porcs français, une souche *C. jejuni* et une souche *C. coli* d'origine aviaire, isolées dans un abattoir et sur des lots de volailles provenant de deux élevages avicoles. Ces souches ont été typées génétiquement par RFLP/PFGE (Macrorestriction génomique par électrophorèse en champ pulsé) afin de connaître leurs profils génétiques pour un suivi post-inoculation. Elles sont conservées par surgélation à -80°C dans du BGP (Bouillon Glycérolé Peptonné).

1.2. Dispositif expérimental (Figure 1)

Vingt et un porcelets Large-White EOPS âgés de sept semaines issus de la porcherie protégée de l'Agenc-

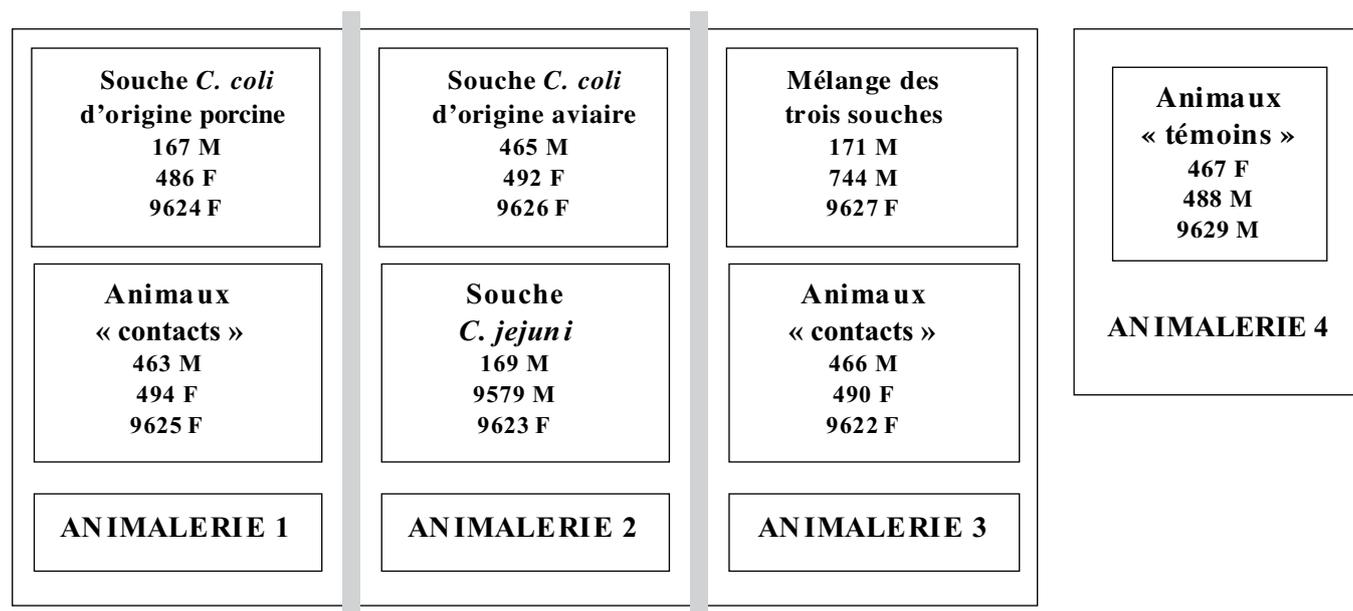


Figure 1 - Répartition des lots d'animaux dans les animaleries

ce Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) site de Ploufragan ont été utilisés pour l'expérimentation. Dix-huit porcelets ont été répartis en six lots au sein d'un bloc qui contient trois animaleries totalement indépendantes. Chaque animalerie est constituée de deux parcs de trois porcs distants de 30 cm. L'animalerie 1 comprend le parc inoculé par la souche *C. coli* d'origine porcine et un parc «contact» avec des animaux non inoculés. Dans l'animalerie 2, trois porcs ont été inoculés avec la souche *C. coli* d'origine aviaire et les animaux de l'autre parc ont reçu la souche *C. jejuni* d'origine aviaire. La troisième animalerie comprend le parc inoculé avec le mélange des trois souches et un parc «contact» (non inoculé). De plus, trois animaux EOPS «témoins» ont été logés dans un bloc distinct (Animalerie 4). Les sources d'alimentation et d'eau étaient identiques pour les animaux de l'essai et les animaux «témoins», et le système de ventilation était commun pour toutes les animaleries.

1.3. Réalisation de l'inoculum

Les trois souches ont été mises en culture sur gélose Karmali pendant 24 h à 41,5°C en atmosphère microaérophile. Plusieurs colonies ont ensuite été suspendues dans 50 mL de bouillon Brucella pour une culture de 16h à 41,5°C en atmosphère microaérophile. Après ajustement de la concentration, une solution à 5.10⁶UFC (Unité Formant Colonie)/mL dans du tryptone sel (TS) est réalisée. Chaque animal a ainsi reçu 5.10⁷UFC de *Campylobacter* par voie orale, directement dans la cavité buccale. Les animaux «témoins» et «contacts» ont eux été inoculés avec un volume équivalent de TS. Les porcs de l'animalerie 3 ont été inoculés simultanément avec le mélange des trois souches, ils ont reçu au final 15.10⁷UFC de *Campylobacter*. Un dénombrement a été réalisé sur gélose Karmali (protocole ci-dessous) afin de confirmer la quantité de *Campylobacter* inoculé par porc.

1.4. Observations cliniques

Les animaux ont fait l'objet d'un suivi clinique quotidien sur les jours ouvrés de la semaine comprenant l'observation de leur comportement général et alimentaire, les prises de températures rectales (un thermomètre nettoyé et désinfecté par porc), la notation de la consistance des matières fécales suivant une grille de 0 à 5. Leurs performances de croissance ont été enregistrées (pesée des porcs, quantité d'aliments consommés) et des règles de circulation du personnel ont été établies afin d'éviter tout risque de transmission d'une animalerie à une autre (matériel propre pour chaque parc, lavage du sol avant d'intervenir sur les animaux, parc «contact» observé en premier, lavage des mains et des pieds à la sortie de chaque animalerie). Enfin en cas d'expression clinique (diarrhées) des examens complémentaires seront réalisés et en cas de mortalité, une autopsie suivie d'une analyse bactériologique des prélèvements.

1.5. Prélèvements

A la 6^{ème} semaine d'élevage, avant l'inoculation des animaux, une analyse des matières fécales de chaque ani-

mal et des surfaces de chaque parc a été réalisée pour confirmer l'absence de *Campylobacter* au début de l'essai. Puis des prélèvements hebdomadaires individuels de matières fécales ont été réalisés pour les animaux inoculés, «contacts» et «témoins» pendant 80 jours. Tous les prélèvements de matières fécales à visée bactériologique, ainsi que le contenu caecal et rectal de chaque porc prélevés lors de l'abattage, ont été collectés stérilement et conservés à 4°C jusqu'à analyse.

1.6. Analyse bactériologique

Tous les échantillons ont été traités au laboratoire dans un délai maximum de 4 h. Pour les porcs «témoins» et «contacts», seule la recherche de *Campylobacter* a été réalisée sur les matières fécales. Dix grammes de matières fécales sont dilués au dixième dans 90 mL de bouillon Preston dans un sac stomacher. Deux isolements sont ensuite réalisés sur gélose Karmali, un isolement direct et un isolement après une phase d'enrichissement du bouillon Preston pendant 24 h à 41,5°C en atmosphère microaérophile. Les géloses ont toutes été incubées à 41,5°C en atmosphère microaérophile pendant 72 h (isolement direct) ou 48 h (isolement après enrichissement).

Pour les échantillons des porcs inoculés et pour les échantillons des porcs «contacts» et «témoins» excréant des *Campylobacter*, le nombre d'UFC/g de matières fécales a été déterminé sur gélose Karmali par étalement de 100 µL d'une série de dilutions décimales dans du TS. Le comptage des colonies était réalisé après incubation des géloses 72 h à 41,5°C en atmosphère microaérophile.

A chaque date de prélèvement, 10 colonies par porc ont été conservées en BGP à -80°C.

1.7. Analyse PCR (Polymerase Chain Reaction)

A la fin de l'essai, une PCR d'identification des espèces *C. jejuni* et *C. coli* (Denis et al., 1999) a été réalisée pour les animaux des animaleries 2 et 3 (20 isolats par porc).

2. RESULTATS

2.1. Observations cliniques et performances de croissance

Aucune manifestation clinique chez les porcs n'a été enregistrée dans les jours qui ont suivi l'inoculation. Dans le lot de porcs infectés par les trois souches, une diarrhée a été observée sur deux animaux au cours d'une journée mais sans hyperthermie ni anorexie associées. Pour toute la période d'expérimentation, le gain moyen quotidien (GMQ) de chacun des lots est relativement proche : pour les animaux «témoins», le GMQ est de 921 grammes ; pour les animaux «contacts» des animaleries 1 et 3, il est de 953 g et de 908 g ; enfin pour les porcs inoculés avec *C. coli* d'origine porcine, *C. jejuni* et *C. coli* d'origine aviaire, il est respectivement de 1039 g, 907 g et 925 g. Les animaux inoculés avec le mélange des trois souches présentent un GMQ de 966 g.

2.2. Résultats bactériologiques et cinétique d'excrétion

Les résultats des analyses bactériologiques sont présentés dans la figure 2.

Aucun *Campylobacter* n'a été détecté chez les porcs et dans les animaleries avant inoculation des animaux.

Deux jours après l'inoculation, tous les animaux infectés expérimentalement par *C. coli* (d'origine aviaire ou porcine) excrètent la bactérie (10^3 à 10^6 UFC/g de matières fécales). Le taux d'excrétion se maintient tout au long de l'essai avec une légère baisse en fin d'engraissement, environ 104 UFC/g, pour les animaux inoculés avec *C. coli* d'origine porcine (animalerie 1). Toutefois, pour le porc 9624, au 35^{ème} jour post-inoculation, aucun *Campylobacter* n'a été mis en évidence dans les matières fécales.

Les animaux inoculés avec la souche *C. coli* d'origine aviaire (animalerie 2) excrètent dès le début de l'essai une quantité inférieure de *Campylobacter* par rapport aux porcs de l'animalerie 1 (4.10^3 , $4,7.10^4$ et 3.10^5 UFC/g versus 1.10^6 , 3, 7.10^6 et 5, 6.10^5 UFC/g). De plus, à la fin de l'essai, deux animaux ont un prélèvement rectal négatif alors que pour l'un des deux, le contenu caecal est positif.

Deux jours après l'inoculation, pour l'animalerie 2, un seul des trois animaux infectés expérimentalement par *C. jejuni* excrète *Campylobacter* (3.10^3 UFC/g). Au bout de huit jours, les trois porcs du parc excrètent respectivement 1.10^2 ,

9.10^3 et 6.10^3 UFC/g de matières fécales. A partir du 21^{ème} jour, la quantité de *Campylobacter* excrétée diminue et l'excrétion n'est plus mise en évidence ce même jour pour un animal, le 35^{ème} jour pour le deuxième et le 49^{ème} jour pour le dernier. Ponctuellement, une réexcrétion de *C. jejuni* a été observée pour le porc 9623 56 jours post-inoculation.

Tous les animaux de l'animalerie 3, infectés expérimentalement avec un mélange des trois souches, sont devenus excréteurs deux jours après l'inoculation avec respectivement 4.10^4 , $8,6.10^5$ et 3.10^6 UFC/g de matières fécales. Cette excrétion a été continue tout au long de l'essai (10^5 UFC/g à 80 jours). Un pic d'excrétion pour le porc 744 du pool a été observé (2.10^7 UFC/g). Parallèlement il a été mis en évidence une diarrhée chez cet animal.

Au contraire des porcs «témoins», restés négatifs tout au long de l'expérimentation, les animaux «contacts» des parcs adjacents sont devenus excréteurs de *Campylobacter* 21 jours après inoculation. Leur excrétion, quantifiée à 49 jours (entre 10^3 et 10^6 UFC/g de matières fécales), est continue et, d'un point de vue quantitatif, similaire à celle des porcs inoculés logés dans les parcs adjacents.

2.3. Résultats PCR

En fin d'essai, seule l'espèce *C. coli* a été mise en évidence pour les animaux inoculés avec les trois souches et leurs animaux «contacts». Ce même résultat a été obtenu pour les porcs inoculés avec *C. coli* aviaire.

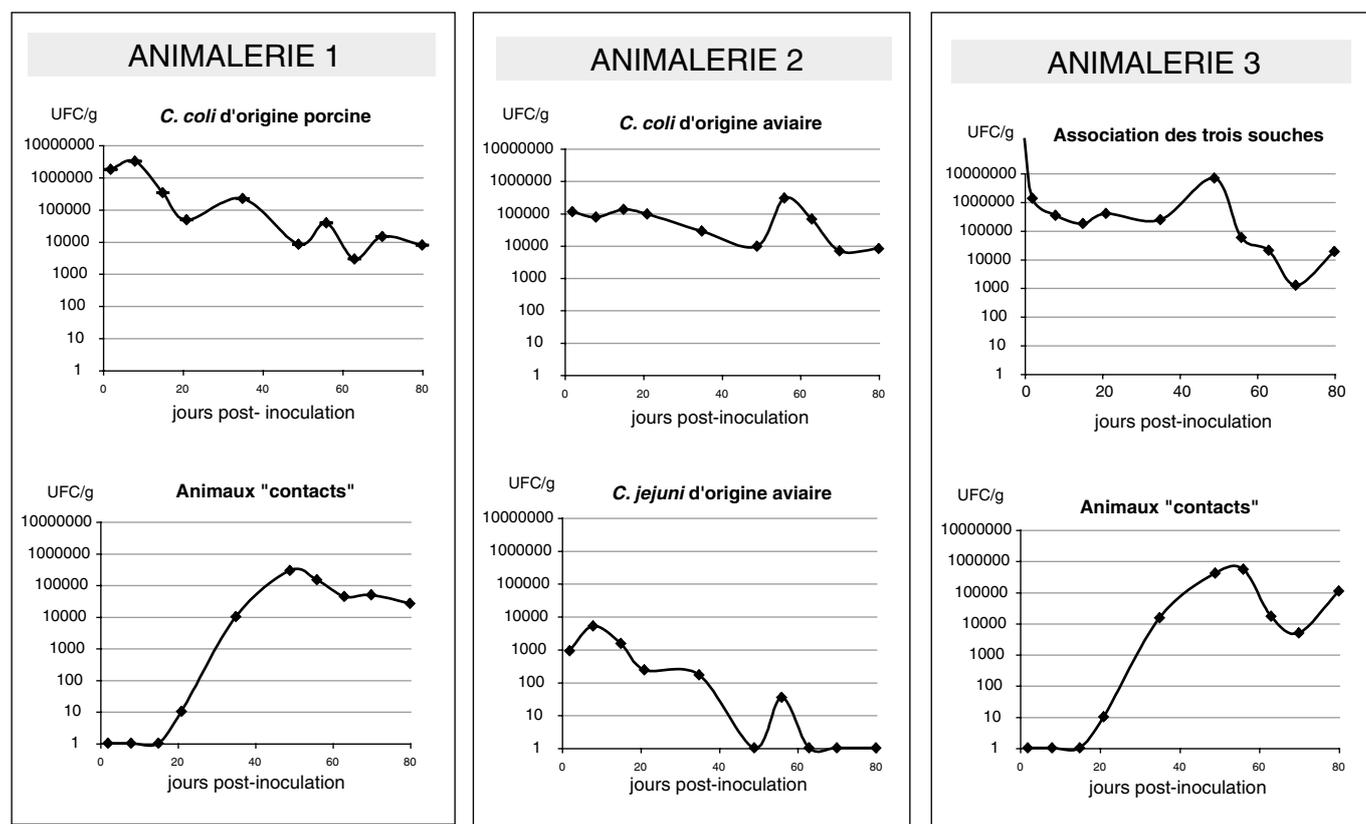


Figure 2 - Evolution des quantités moyennes de *Campylobacter* excrétées en Unité Formant Colonie par gramme de matières fécales (UFC/g) pendant 80 jours post-inoculation

3. DISCUSSION

Cet essai montre la possibilité d'infecter expérimentalement des animaux sevrés, avec un système immunitaire fonctionnel et une flore intestinale établie. De plus, les animaux «témoins», restés négatifs tout au long de l'expérimentation, permettent un contrôle de tous les facteurs exogènes entrants dans l'animalerie comme la nourriture, l'eau et l'air communs à tous les animaux de l'essai.

Les études épidémiologiques concernant le statut des élevages porcins vis à vis de *Campylobacter* sont peu nombreuses dans la littérature et chacune d'entre elles concerne un faible nombre d'élevages (Weijtens et al., 1993 ; Weijtens et al., 1999 ; Young et al., 2000 ; Hume et al., 2002). Elles visent à renseigner la prévalence du portage à différents stades de l'élevage et dans certains cas à déterminer les modalités de contamination des animaux. On peut cependant dégager de grandes tendances concernant la prévalence du portage qui se retrouvent dans notre étude.

La présence de *Campylobacter* dans le tube digestif ne semble pas à l'origine de troubles de santé et/ou d'altération du niveau de production chez les animaux porteurs. Dans notre étude, ce portage asymptomatique a été mis en évidence sur des porcs EOPS âgés de sept semaines, avec une flore intestinale établie et qui, bien que n'ayant jamais été mis en contact avec la bactérie, présentent un système immunitaire fonctionnel. De plus, les performances de croissance sont comparables pour tous les animaux de l'essai et élevées par rapport aux données de référence (Moyenne ITP 2004 : GMQ engraissement = 760 g). Ces résultats sont à corréliser à la situation particulière des animaux logés en petits parcs, nourris ad libitum et vivant dans un environnement non stressant.

De nombreuses études soulignent une prévalence élevée du portage en élevage et à l'abattoir avec un niveau d'excrétion de l'ordre de 10^4 à 10^5 UFC par gramme de matières fécales ou de contenu digestif (Weijtens et al., 1993 ; Weijtens et al., 1999 ; Young et al., 2000 ; Nesbakken et al., 2003). Après la vérification de la négativité des animaux et des parcs au début de l'essai, le dénombrement bactériologique nous a permis de quantifier l'excrétion des animaux pendant 80 jours. Pour les animaux infectés expérimentalement avec *C. coli* (seul ou en association), la prévalence et le niveau d'excrétion se rapprochent de ceux observés en élevage. En effet, dès le 2^{ème} jour post-inoculation, tous les animaux sont excréteurs et la quantité excrétée varie de 10^3 à 10^6 UFC/g de matières fécales. Cette observation est également vraie pour les animaux «contacts» qui se contaminent naturellement à partir du 21^{ème} jour et qui conservent tout au long de l'essai un niveau d'excrétion similaire à celui des animaux inoculés.

La prévalence du portage et la quantité de *Campylobacter* excrétée semblent diminuer avec l'âge des animaux. Weijtens et al. (1993) montrent que le pourcentage de porcs porteurs est élevé et tend à diminuer au cours de l'engraissement (95 % de prélèvements positifs au départ, 85 % en fin d'engraissement avec une quantité plus faible de *Campylobacter*

dans les matières fécales). Toutefois, Alter et al. (2005) n'ont pas observé cette cinétique d'excrétion. La diminution du portage et de la quantité de *Campylobacter* pourrait être due à une conduite particulière des animaux associant des logements individuels (ou des parcs avec un nombre restreint d'animaux) à un respect de mesures d'hygiène relativement strictes. A l'inverse, une exposition constante des animaux à des matières fécales contenant des quantités élevées de *Campylobacter coli* pourrait expliquer le maintien d'une prévalence et d'un niveau d'excrétion élevés pendant la période d'engraissement. Les résultats de notre essai pour les animaux «contacts» ainsi que ceux de Alter et al. (2005) appuient cette hypothèse.

Dans notre étude, au cours de l'engraissement, on observe des variations des quantités de *Campylobacter* présents dans les matières fécales. De plus, ponctuellement des animaux préalablement détectés porteurs présentent des prélèvements négatifs (résultats similaires à ceux observés par Weijtens et al., 1999). Ces observations suggèrent une excrétion intermittente de *Campylobacter* ou une succession de phases d'élimination puis de recontamination. Cette dernière hypothèse sous entendrait que les animaux deviennent temporairement non porteurs puis se réinfectent. Néanmoins des quantités excrétées élevées dans les prélèvements précédant et suivant l'échantillon négatif associées à une pression d'infection élevée au même moment dans l'environnement (l'un des animaux excrète environ 6.10^5 UFC/g) vont à l'encontre de cette hypothèse. De plus, même si deux isolements (direct et après enrichissement) ont été réalisés pour l'analyse bactériologique (comme recommandé par Endtz et al., 1991), il est possible que la quantité de bactéries présente soit inférieure à la limite de détection pour certains prélèvements.

Enfin, l'existence d'une excrétion intermittente de *Campylobacter* est aussi une hypothèse à envisager. Lee et al., en 1986, montrent que chez les souris, *Campylobacter* a tendance à s'accumuler au fond des cryptes et à persister dans le mucus intestinal. De plus, au cours du temps, la capacité des *Campylobacter* à coloniser le tube digestif des porcs varie. Divers facteurs entrent en jeu tels que le statut physiologique de l'animal, des facteurs externes modifiant la flore intestinale et la résistance de l'intestin à la colonisation, la diversité des *Campylobacter* dans la capacité de virulence ... Ces observations, associées à l'éventualité d'une distribution hétérogène de *Campylobacter* dans le contenu intestinal, pourraient expliquer la cinétique d'excrétion de *Campylobacter* dans les matières fécales, notamment les variations des quantités de *Campylobacter* excrétées au cours du temps pour un même animal.

Dans la plupart des travaux conduits en Europe, *C. coli* est plus fréquemment isolé que les autres *Campylobacter*. Toutefois, *C. jejuni* est décrit par Young et al. (2000) comme prédominant dans un élevage aux Etats Unis. Pour notre essai, nous avons sélectionné deux espèces différentes et deux souches de *C. coli* d'origines différentes afin de mettre en évidence l'existence éventuelle d'une variation dans l'implantation, le niveau d'excrétion et la persistance dans le tube digestif. Au vu des résultats, il apparaît que les animaux infectés expérimentalement avec la souche *C. coli*

d'origine aviaire excrètent moins longtemps et en quantité inférieure par rapport aux animaux inoculés avec la souche *C. coli* isolée en élevage porcin. Les animaux infectés expérimentalement avec *C. jejuni* ne sont pas tous excréteurs deux jours post-inoculation et l'excrétion de *C. jejuni* n'est plus mise en évidence à partir du 63^{ème} jour post-inoculation. Ces résultats nous conduisent à émettre l'hypothèse d'un éventuel effet souche et/ou espèce. Une pression de sélection semble également exister par rapport à l'espèce animale. Une expérience avait été réalisée au préalable avec la souche *C. jejuni* et *C. coli* d'origine aviaire pour s'assurer de leur implantation chez des volailles. Cette expérimentation animale constituait un témoin positif nécessaire avant la mise en place de notre essai. *C. jejuni* semblerait ainsi moins bien s'implanter chez le porc que *C. coli* et de même pour *C. coli* d'origine aviaire par rapport à *C. coli* d'origine porcine. Seul *C. coli* a été retrouvé pour les animaux inoculés avec les trois souches et leurs animaux «contacts». La description de l'évolution qualitative et quantitative de l'excrétion, l'existence d'une différence éventuelle dans l'installation et la survie d'une souche par rapport à une autre constituent une première approche de la notion éventuelle d'interaction spécifique hôte-bactérie. La réali-

sation d'une RFLP/PFGE sur ces mêmes isolats permettra de distinguer *C. coli* d'origine porcine de *C. coli* d'origine aviaire. Ceci déterminera si une des souches est prédominante. Cependant, les résultats obtenus sont à relativiser étant donné qu'il s'agit d'une étude menée sur trois à six animaux pour chaque lot.

Dans notre étude, tous les animaux «contacts» sont devenus excréteurs avec un niveau d'excrétion similaire à celui des animaux infectés expérimentalement. Ces résultats mettent en évidence la possibilité d'une transmission à distance de *Campylobacter*. Cependant, bien que les parcs soient séparés de trente centimètres, il s'agit de séparations ajourées et non de barrières pleines. Une projection de matières fécales d'un parc à l'autre est envisageable permettant la transmission des *Campylobacter* par voie oro-fécale.

Les résultats de la PCR sur les isolats des animaux de l'animerie 3 au moment de l'abattage montrent que les porcs n'excrètent plus *C. coli*. De plus, le typage génétique des isolats (analyses en cours) permettra d'apporter des informations complémentaires concernant l'installation, la transmission et le devenir des différentes souches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- Cariolet R., Le Digerher G., Ecobichon P., Julou P., Jolly J.P., Madec F. 2004. Production of long term, low-cost specific pathogen free pigs. *Intern. Soc. Anim. Hyg.*, Saint Malo, p149.
- Denis M., Soumet C., Rivoal K., Ermel G., Blivet D., Salvat G., Colin P. 1999. Development of a m-PCR assay for simultaneous identification *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 29, 406-410.
- Endtz H.P., Ruijs G.J., Zwinderman A.H., Van der Reijden T., Biever M., Mouton R.P. 1991. Comparison of six media, including a semisolid agar, for the isolation of various *Campylobacter* species from stool specimens. *J. Clin. Microbiol.*, 29, 1007-1010.
- 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*. 2nd edition. ASM press, Washington D.C., USA, 121-138.
- Hume M.E., Droleskey R.E., Sheffield C.L., Harvey R.B. 2002. *Campylobacter coli* pulsed field gel electrophoresis genotypic diversity among sows and piglets in a farrowing barn. *Curr. Microbiol.*, 45, 128-132.
- 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., Gally A., Kempf I., Leclercq A., Weber P. 2004. Appréciation des risques alimentaires liés aux *Campylobacter*. Application au couple poulet/*C. jejuni*. 1^{ère} 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.
- Nesbakken T., Eckner K., Hoidal H.K., Rotterud O.J. 2003. Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. *Int. J. Microbiol.*, 80, 231-240.
- Tauxe R.V., Deming M.S., Blake P.A. 1985. *Campylobacter jejuni* infections on college campuses : a national survey. *Am. J. Pub. Health.*, 75, 659-660.
- Weber P., Laudrat P., Dye D. 2003. Bactéries entéropathogènes isolées des coprocultures en médecine de ville : enquête EPICOP. Réseau Epiville. 1999-2000. *Bull. épidémiol. hebdom.*, 8, 45-46.
- 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., Reinders R.D., Urlings H.A.P., Van der Plas J. 1999. *Campylobacter* infections in fattening pigs ; excretion pattern and genetic diversity. *Journal of Applied Microbiology.*, 86, 63-70.
- 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.