

CONTAMINATION DE LOTS DE PORCS PAR CINQ AGENTS DE ZONOSSES ALIMENTAIRES BACTERIENNES : VARIABILITE EN ELEVAGE ET A L'ABATTOIR *

Julien Fosse^{1,2}, Nicolas Oudot¹, Michel Laroche¹, Albert Rossero¹,
Henri Seegers² et Catherine Magras¹

RESUME

Le Paquet Hygiène impose la transmission aux abattoirs d'informations sanitaires d'élevage d'intérêt. La connaissance du statut de contamination des animaux envoyés à l'abattoir vis-à-vis des *Campylobacter* spp. thermotolérants, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* et *Yersinia enterocolitica* pourrait ainsi être envisagée. Le statut de contamination de 19 lots de porcs issus de huit élevages et abattus dans trois abattoirs du Grand Ouest a été caractérisé. Le statut de contamination d'un lot a été établi sur l'analyse bactériologique de pools de matières fécales fraîches en élevage, de pools de prélèvements individuels de contenus rectaux, de viande et d'amygdales à l'abattoir. Des différences statistiquement significatives ont été observées pour les prévalences de contamination des matières fécales entre l'élevage et l'abattoir, ainsi que pour la contamination des carcasses en fonction de l'abattoir. Le statut de contamination des carcasses est expliqué par le statut de contamination des animaux abattus, combiné au niveau de maîtrise de l'hygiène en abattoir.

Mots-clés : Porcs, zoonoses alimentaires, dangers, abattage.

SUMMARY

The Hygiene Package requires a flow of sanitary information from the farms to the slaughterhouse. Among informations of interest, the status of contamination of pigs by thermotolerant *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* and *Yersinia enterocolitica* may be considered. This status was characterized for 19 batches from 8 herds slaughtered in 3 different slaughterhouses. On the farms, the status of infection was assessed batch by batch, by bacteriological analysis of pooled fresh faeces. At the slaughterhouses a bacteriological analysis was made on pooled samples of rectal contents, on meat and tonsils. Significant statistical differences were observed for prevalence in faeces from farm to slaughterhouse and for carcasses from slaughterhouse to slaughterhouse. The status of contamination of carcasses could be explained by the status of infection of slaughtered pigs combined with the level of hygiene control at the slaughterhouse.

Keywords : Pigs, Foodborne zoonoses, Hazards, Slaughtering.



* Texte de la communication orale présentée lors des Journées AEEMA, 22-23 mai 2008

¹ UMR Sécurité des aliments et microbiologie (SECALIM), Ecole nationale vétérinaire, INRA, Route de Gachet, BP 40307 cedex 3, Nantes, France

² UMR Bio-Agression, Epidémiologie et analyse des risques (BioEpar), Ecole nationale vétérinaire, INRA, Route de Gachet, BP 40307 cedex 3, Nantes, France

I - INTRODUCTION

La refonte de la réglementation européenne relative à la sécurité des aliments a conduit à créer un ensemble de règles en matière de sécurité des aliments, le « Paquet Hygiène », regroupant les obligations des entreprises du secteur alimentaire en matière d'hygiène des aliments. Il poursuit l'objectif, énoncé dans son règlement socle (CE) 178/2002, de mise en place de systèmes d'analyse et de maîtrise des risques tout au long de la chaîne de production des denrées alimentaires. Il autorise également les Etats membres à proposer de nouvelles modalités d'inspection des viandes, fondée sur l'évaluation des risques. De récents travaux ont montré que la suppression des opérations d'incision et de palpation des organes, tels que prévus dans la réglementation européenne actuellement en vigueur, n'affectait que très faiblement la valeur prédictive de l'inspection *post mortem* [Hamilton *et al.*, 2002 ; Jelsma *et al.*, 2006]. De plus, les modalités actuelles de réalisation de l'inspection des viandes ne permettent pas systématiquement de détecter les dangers les plus fréquemment incriminés dans des cas d'infections bactériennes d'origine alimentaire spécifiquement attribuables à la consommation de viande de porc [Fosse *et al.*, 2008]. La construction de schémas d'inspection des viandes s'appuyant sur l'analyse des informations provenant de l'élevage pourrait donc contribuer à pallier ces lacunes [Schruff et Blaha, 2004]. La filière porcine, particulièrement standardisée quant aux modes de production (conduite en bande, standardisation des caractéristiques zootechniques des porcs destinés à l'abattage), pourrait faire l'objet de la définition de nouveaux indicateurs d'inspection.

A ce jour, la connaissance de la prévalence chez l'animal vivant et sur les viandes de porc des agents pathogènes les plus fréquemment incriminés dans des cas d'infection bactérienne d'origine alimentaire [Vaillant *et al.*, 2004 ; AESA, 2007] reste parcellaire et insuffisante pour caractériser l'exposition du consommateur au danger. En effet, dans un contexte d'application de l'évaluation des risques alimentaires, la connaissance du statut de contamination des produits vis-à-vis de chacun des dangers envisagés - entendu ici comme l'estimation de la prévalence, de la localisation (niveau de la chaîne alimentaire ;

contamination de surface ou de profondeur ; nature de la matrice, muscle ou couenne) et du niveau de contamination (quantité du danger dans/sur le produit) [Laroche *et al.*, 2004 ; Magras et Laroche, 2006] - constitue une première étape essentielle.

Dans la filière porcine, il semble judicieux d'envisager une analyse des statuts de contamination vis-à-vis de ces dangers zoonotiques aux points principaux de risque d'introduction : *i)* l'élevage qui peut influencer sur le statut des porcs charcutiers entrant à l'abattoir ; *ii)* la production de la carcasse, matière première des produits porcins de deuxième et troisième transformations. Il semble également intéressant d'intégrer dans cette évaluation l'une des spécificités de l'élevage porcine français : la conduite en bande, c'est-à-dire l'élevage d'un ensemble de porcelets puis de porcs issus de truies dont la mise-bas a été synchronisée. Le plus souvent, une conduite à trois semaines est observée, impliquant le départ de l'ensemble des porcs d'une bande donnée vers l'abattoir en trois semaines [Hébert *et al.*, 2006]. Cependant, afin d'envoyer à l'abattoir des animaux dont le poids correspond à la gamme attendue, l'éleveur constitue des lots « d'abattage ». Un lot « d'abattage » (dénommé lot par la suite) est défini comme un groupe de porcs en fin d'engraissement issus d'un même élevage mais de bandes différentes, identifiés par l'éleveur comme pouvant être envoyés dans un même abattoir pour être abattus le même jour. C'est pourquoi dans un schéma classique d'élevage en conduite en bande à trois semaines, la constitution d'un lot de porcs regroupe le plus souvent au moins la fin d'une bande (n) et la tête de la bande suivante ($n+1$) (figure 1).

L'objectif de cette étude est d'évaluer le statut de contamination de lots de porcs en élevage d'une part, à l'abattoir d'autre part, à l'égard de cinq agents de zoonoses alimentaires bactériennes constitutifs de risques biologiques élevés pour le consommateur de viande porcine en Europe de l'Ouest et faiblement détectables par les opérations d'inspection des viandes : les *Campylobacter* spp. thermotolérants, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* [Fosse *et al.*, 2008]. Il s'agit également

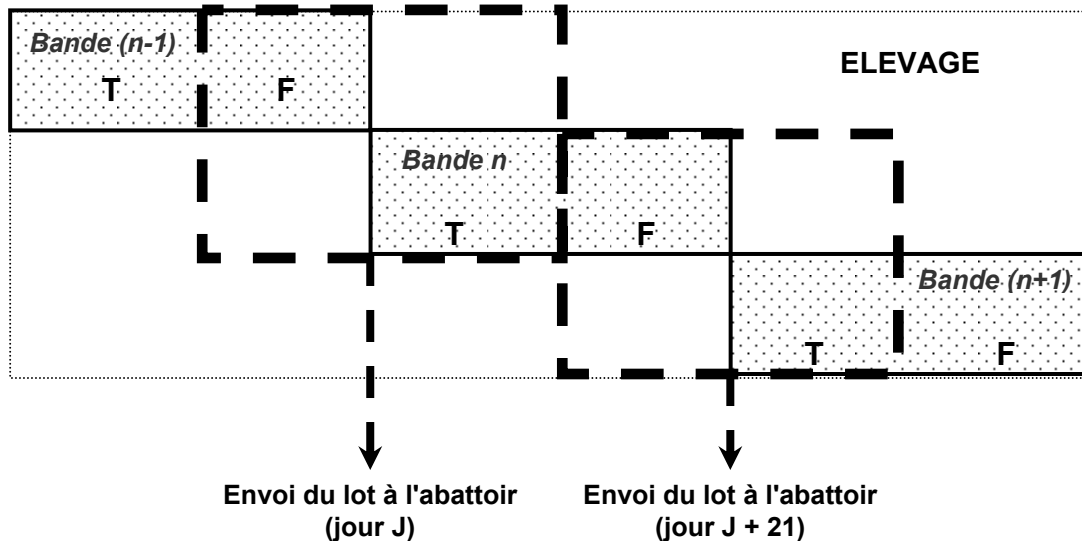
d'évaluer le siège de la variabilité de ces statuts de contamination afin d'identifier les facteurs de variabilité (la bande, l'élevage, l'abattoir) au niveau desquels des mesures de

prévention ou de maîtrise des risques pourraient être envisagées afin de limiter la transmission des dangers au long de la chaîne alimentaire porcine.

FIGURE 1

Représentation schématique du principal mode de constitution des lots de porcs dans un élevage en conduite en bande à trois semaines.

Légende : T : tête de bande ; F : fin de bande.



II - MATERIEL ET METHODE

1. PRINCIPE GENERAL DE L'ETUDE ET NATURE DES PRELEVEMENTS

Un suivi de lots de porcs de l'élevage à l'abattoir a été mené. En élevage, dans les 4 jours précédant l'abattage, les porcs retenus par l'éleveur comme pouvant être abattus ont été bouclés en distinguant chacune des deux bandes constitutives du lot et prélevés. Le lot a ensuite été l'objet de prélèvements sur la chaîne d'abattage, en conditions normales de fonctionnement, immédiatement avant l'étape de ressuyage. Ce suivi longitudinal a été conduit sur 19 lots de porcs provenant de 8 élevages hors-sol naisseurs-engraisseurs ou engraisseurs produisant des porcs conventionnels et ayant une conduite en bande à 2 ou 3 semaines. Les lots ont été abattus dans 3 abattoirs (respectivement 8, 7 et 4 lots par abattoir) du Grand Ouest.

En élevage, deux prélèvements poolés de matières fécales fraîches provenant de 5 porcs

sont effectués pour chacune des bandes (en général deux) composant le lot. Soit, 2 x 5 x 2 prélèvements de matière fécale pour caractériser un lot en élevage.

A l'abattoir, pour chacune des deux bandes constitutives du lot, 20 carcasses sont soumises à des prélèvements, soit 40 carcasses par lot. Des prélèvements calibrés (5 x 5 cm sur 0,5 cm d'épaisseur) sont réalisés sans cautérisation, à l'aide d'un gabarit, sur la gorge (face externe : couenne, dénommé « gorge ») et sur la poitrine (face interne : muscle droit de l'abdomen, dénommé « bavette »). Les deux tonsilles amygdaliennes sont prélevées ainsi qu'un échantillon du contenu digestif rectal. Pour les analyses, les prélèvements de fèces et de tonsilles sont poolés par cinq, ceux de gorge et de bavette par deux. Tous les prélèvements sont conservés au froid positif (0 à 4°C) jusqu'à leur analyse.

2. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES

En élevage, les prélèvements de matières fécales sont utilisés pour la recherche et le dénombrement de *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Listeria monocytogenes* et pour la recherche de *Salmonella enterica* et *Yersinia enterocolitica*. A l'abattoir, les prélèvements de matières fécales, de gorges et de bavettes sont utilisés pour la recherche et le dénombrement de *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Listeria monocytogenes* et pour la recherche de *Salmonella enterica* ; les prélèvements de tonsilles sont utilisés pour la recherche de *Yersinia enterocolitica*.

La recherche et le dénombrement de *Clostridium perfringens* et *Listeria monocytogenes* respectaient les préconisations des normes ISO V08-056 (1994) et NF EN ISO 16140 (2003) modifiée (ALOA COUNT), respectivement. La recherche de salmonelles respectait les préconisations de la norme NF EN ISO 6579 (2002). Pour *Campylobacter* spp., la recherche et le dénombrement de la bactérie répondaient aux recommandations de la norme NF ISO 10-272-1 (2006). La recherche de *Yersinia enterocolitica* respectait la norme NF ISO 10273 (2003) complétée d'une identification par typage génomique d'ARN 16S à l'aide de Microseq® (Applied Biosystems). Pour les dangers *Campylobacter* spp. et *Yersinia enterocolitica*, il est nécessaire de conduire une identification au rang de l'espèce et/ou du biotype des isolats présomptifs. Celles-ci ont été réalisées mais ne seront pas développées ici.

3. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Pour l'estimation de la prévalence, une analyse microbiologique d'un pool a été déclarée positive quand au moins un isolat présomptif du danger recherché a été confirmé. Un lot de carcasses a été déclaré positif pour le danger recherché quand au moins un pool de prélèvements (gorge ou bavette ou tonsilles) issus des carcasses a été déclaré positif à l'analyse microbiologique de ce danger. Un lot de porcs a été déclaré positif pour le danger recherché quand au moins un pool de contenu digestif rectal a été déclaré positif à l'analyse microbiologique.

Une analyse descriptive (prévalence des dangers en élevage et sur les carcasses, évaluation du niveau de contamination des fèces et carcasses pour les dangers faisant l'objet d'un dénombrement, statuts de contamination des lots à l'abattoir en comparaison de leur statut en élevage) a tout d'abord été réalisée, utilisant le test du χ^2 d'indépendance et l'analyse de la variance pour la comparaison de moyennes afin d'évaluer les différences observées. Le siège de la variabilité des variances observées a été étudié (VarComp sous SAS). Pour cette dernière analyse, les niveaux de contamination ont été regroupés par classe sur la base d'une échelle logarithmique (pour *Campylobacter* par exemple : inférieur au seuil de détection ; de 0,4 à 4 UFC ; de 4 à 40 UFC, etc.).

III - RESULTATS

1. ECHANTILLON ETUDIE

En élevage, 59 pools de 5 matières fécales provenant de 295 animaux ont été prélevés. A l'abattoir, un échantillon attendu de 640 carcasses devait être prélevé. Du fait de la perte des boucles de certains individus, notamment lors du flambage des carcasses, ou d'un problème lors de leur dérivation avant

l'entrée en ressuyage, l'échantillon global prélevé s'élève à 592 carcasses (soit un taux de non-suivi de 7,5%). Les carcasses étant poolées par 2 pour les prélèvements de gorge et de bavette et par 5 pour ceux de tonsilles amygdaliennes, 295 prélèvements poolés de gorge et bavette ont été analysés et 117 pour ceux de tonsilles (tableau I).

TABLEAU 1
Prévalences de pools et niveaux de contamination des prélèvements, en élevage et à l'abattoir

		<i>Campylobacter</i> spp.			<i>Clostridium perfringens</i>			<i>Listeria monocytogenes</i>			<i>Salmonella enterica</i>		<i>Yersinia enterocolitica</i>	
		N	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	n	Prév.
Élevage	Fèces (1)	59	100%	1,5 10 ⁶ (4,5 10 ² - 1,3 10 ⁷)	59	39%	2,6 10 ⁵ (20 - 5,2 10 ⁶)	59	0%	< seuil	59	2%	60	3%
	Fèces (1)	114	100%	1,8 10 ⁶ (9,0 10 ³ - 3,5 10 ⁷)	114	63%	3,8 10 ⁵ (40 - 2,0 10 ⁷)	114	0%	< seuil	114	30%	so	So
	Carcasse :	295	47%	so	295	18%	so	295	0%	so	295	5 %	so	So
Abattoir	- gorge (2)	295	35%	11,4 (0,4 - 110)	295	13%	55,7 (5 - 10 ³)	295	0%	< seuil	295	13%	so	So
	- bavette (2)	295	26%	1,8 (0,4 - 11)	295	6%	30,5 (5 - 120)	295	0%	< seuil	295	3%	so	So
	Tonsilles	So	so	so	so	so	so	so	so	so	so	So	117	17%

Légendes : Prév. : prévalence ; n : nombre de pools de prélèvements analysés ; NC : niveau de contamination moyen exprimé : (1) en UFC/g ou (2) en UFC/cm² ; min : valeur minimale observée ; max : valeur maximale observée ; so : sans objet.

TABLEAU 2
Prévalences de pools et niveaux de contamination des carcasses en fonction de l'abattoir et du site de prélèvement

		<i>Campylobacter</i> spp.			<i>Clostridium perfringens</i>			<i>Listeria monocytogenes</i>			<i>Salmonella enterica</i>		<i>Yersinia enterocolitica</i>	
		n	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	NC (min - max)	n	Prév.	n	Prév.
Abattoir A	Gorge	116	13%	0,9 (0,4 - 4,2)	116	20%	8,7 (5 - 30)	116	0%	< seuil	116	10%	so	So
	Bavette	116	13%	1,1 (0,4 - 6,2)	116	8%	51,0 (5 - 280)	116	0%	< seuil	116	3%	so	So
	Tonsilles	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	46	4%
Abattoir B	Gorge	112	33%	1,6 (0,4 - 6,3)	112	13%	85 (5 - 10 ³)	112	0%	< seuil	112	17%	so	So
	Bavette	112	30%	1,7 (0,4 - 11)	112	6%	35 (5 - 120)	112	0%	< seuil	112	2%	so	So
	Tonsilles	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	45	18%
Abattoir C	Gorge	68	77%	22 (0,4 - 170)	68	0%	< seuil	68	0%	< seuil	68	10%	so	So
	Bavette	68	44%	3,4 (0,4 - 49)	68	2%	5	68	0%	< seuil	68	6%	so	So
	Tonsilles	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	so	26	39%

Légendes : Prév. : prévalence ; n : nombre de pools de prélèvements analysés ; NC : niveau de contamination moyen exprimé en UFC/cm² ; min : valeur minimale observée ; max : valeur maximale observée ; so : sans objet.

2. DE FORTES VARIATIONS DE PREVALENCE ET DE NIVEAUX DE CONTAMINATION

2.1. POUR LES ANIMAUX : ENTRE L'ELEVAGE ET L'ABATTOIR (tableau 1)

En élevage comme à l'abattoir, 100% des pools de contenus rectaux ont été déclarés positifs en *Campylobacter* spp. A l'inverse, aucun pool ne s'est avéré positif en *Listeria monocytogenes*. Pour *Clostridium perfringens*, la prévalence observée en élevage (39%) est inférieure à celle observée à l'abattoir (63% ; différence statistiquement significative au seuil de 5%). Une différence de prévalence significative est également observée pour *Salmonella enterica* (2% en élevage contre 30% à l'abattoir). Pour *Campylobacter* spp. et *Clostridium perfringens*, les différences de niveaux de contamination moyens entre l'élevage et l'abattoir ne sont pas statistiquement significatives.

2.2. POUR LES CARCASSES : EN FONCTION DES DANGERS ET DE LA LOCALISATION DE LA CONTAMINATION

Aucun pool issu des carcasses ne s'est avéré positif en *Listeria monocytogenes*. Pour le danger *Yersinia enterocolitica*, 17% des 117 pools étaient contaminés par des souches confirmées potentiellement pathogènes pour l'homme.

Pour les trois autres dangers : 47% des pools issus des carcasses présentaient au moins un prélèvement de gorge ou de bavette positif en *Campylobacter* spp. contre 18% pour *Clostridium perfringens* et 5% pour *Salmonella enterica* (tableau 1).

Pour les gorges : 35% des pools étaient contaminés par *Campylobacter* spp. avec un niveau de contamination moyen de 11,4 UFC/cm² contre 13% pour *Clostridium perfringens* avec un niveau de contamination moyen de 55,7 UFC/cm². *Salmonella enterica* a été identifié sur 13% des pools.

Pour les bavettes : 26% des pools étaient contaminés par *Campylobacter* spp. avec un niveau de contamination moyen de 1,8 UFC/cm² contre 6% pour *C. perfringens* avec un niveau de contamination moyen de 30,5 UFC/cm². *Salmonella enterica* a été identifié sur 3% des pools.

Les prélèvements de gorge sont significativement plus fréquemment contaminés par *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* que les prélèvements de bavette (test du χ^2 , $\alpha = 5\%$). Les niveaux de contamination ne sont pas significativement différents entre les prélèvements de gorge et de bavette pour *Campylobacter* spp. et *C. perfringens* (tableau 1). L'utilisation du test du χ^2 pour la comparaison de distributions a permis de mettre en évidence des différences significatives ($\alpha = 5\%$) de prévalences entre abattoirs en *Campylobacter* spp. pour les prélèvements de gorge et de bavette, en *Clostridium perfringens* pour les prélèvements de gorge. De plus, pour ces deux dangers, l'analyse de la variance pour la comparaison de moyenne a permis de mettre en évidence des différences significatives ($\alpha = 5\%$) de niveaux de contamination des carcasses entre abattoirs, pour les prélèvements de gorge et de bavette (tableau 2).

3. SUIVI LONGITUDINAL DES LOTS (tableau 3)

3.1. UN TRANSFERT DE CONTAMINATION MAITRISABLE DE L'ANIMAL A LA CARCASSE

Pour *Campylobacter* spp., 17 des 19 lots déclarés positifs à leur entrée à l'abattoir sur fèces se sont avérés positifs sur carcasse, c'est-à-dire que le « ratio de transfert de la contamination des lots » (TC) de l'animal vers la carcasse est de 17/19 (TC = 90%). Une situation analogue est observée pour 14 des 18 lots positifs à l'égard de *Clostridium perfringens* (TC = 78%) et 7 des 11 lots positifs pour *Salmonella enterica* (TC = 64%). Ces résultats montrent la probabilité élevée de contaminer les carcasses lorsqu'un lot d'animaux porteurs de dangers bactériens à réservoir digestif est abattu (tableau 3). Néanmoins, au sein de chaque lot de carcasses positif, le nombre de carcasses contaminées est relativement faible, inférieur à 20% : i) pour 4 des 16 lots positifs en *Campylobacter* sur gorge et 8 des 19 lots positifs sur bavette, ii) pour 9 des 13 lots positifs en *Clostridium perfringens* sur gorge et 4 des 8 lots positifs sur bavette, iii) et pour 4 des 7 lots positifs en salmonelles sur gorge et 3 des 4 lots positifs sur bavette.

TABEAU 3
Evolution du statut de contamination des lots de porcs en élevage et à l'abattoir en fonction des dangers

	Abattoir	A																			B					C			
		Elevage	a			b			c			d			e		f		g		h								
			Lot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19							
<i>Campylobacter</i> spp.	Fèces élevage	1/1	4/4	2/2	2/2	4/4	2/2	4/4	4/4	2/2	4/4	2/2	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4								
	Fèces abattoir	4/4	8/8	4/4	4/4	7/7	3/3	8/8	8/8	3/3	6/6	4/4	8/8	8/8	8/8	7/7	8/8	8/8	5/5	7/7									
	Gorge	0/10	0/20	1/10	0/10	4/18	4/8	5/20	1/20	3/8	7/20	2/10	3/18	8/19	8/20	7/17	11/20	18/20	11/11	12/17									
	Bavette	0/10	0/20	2/10	1/10	4/18	2/8	3/20	3/20	1/8	1/20	1/10	6/18	14/19	6/20	4/17	4/20	11/20	7/11	8/17									
	Carcasse	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Clostridium perfringens</i>	Fèces élevage	0/2	1/2	2/2	0/2	1/4	0/2	4/4	1/4	1/2	0/4	0/2	3/3	2/2	4/4	3/4	0/4	0/4	0/4	1/4									
	Fèces abattoir	4/4	7/8	4/4	3/4	4/7	1/3	8/8	1/8	3/3	2/6	3/4	3/4	5/8	7/8	7/7	0/8	4/8	2/5	4/7									
	Gorge	0/10	3/20	5/10	0/10	5/18	1/8	8/20	1/20	1/8	1/20	2/10	3/18	4/19	2/20	1/17	0/20	0/20	0/11	0/17									
	Bavette	0/10	0/20	3/10	0/10	4/18	0/8	0/20	2/20	0/8	0/20	1/10	3/18	2/19	1/20	0/17	0/19	1/20	0/11	0/17									
	Carcasse	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-									
<i>Listeria monocytogenes</i>	Fèces élevage	0/2	0/2	0/2	0/2	0/4	0/2	0/4	0/4	0/2	0/4	0/2	0/3	0/2	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4									
	Fèces abattoir	0/4	0/8	0/4	0/4	0/7	0/3	0/8	0/8	0/3	0/6	0/4	0/4	0/8	0/8	0/7	0/8	0/8	0/5	0/7									
	Gorge	0/10	0/20	0/10	0/10	0/18	0/8	0/20	0/20	0/8	0/20	0/10	0/18	0/19	0/20	0/17	0/20	0/20	0/11	0/17									
	Bavette	0/10	0/20	0/10	0/10	0/18	0/8	0/20	0/20	0/8	0/20	0/10	0/18	0/19	0/20	0/17	0/19	0/20	0/11	0/17									
	Carcasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Salmonella enterica</i>	Fèces élevage	0/2	0/2	0/2	0/2	0/4	0/2	1/4	0/4	0/2	0/4	0/2	0/3	0/2	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4									
	Fèces abattoir	0/4	1/8	0/4	0/4	0/7	0/3	5/8	6/8	1/3	3/6	0/4	3/4	3/8	4/8	1/7	0/8	2/8	0/5	5/7									
	Gorge	0/10	1/20	0/10	2/10	0/18	1/8	5/20	3/20	6/8	0/20	2/10	0/18	0/19	9/20	2/17	0/19	0/20	0/11	7/17									
	Bavette	0/10	0/20	0/10	0/10	0/18	0/8	1/20	2/20	0/8	0/20	0/10	0/18	0/19	2/20	0/17	0/19	0/20	0/11	4/17									
	Carcasse	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+									
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Fèces élevage	0/2	0/2	0/2	0/2	0/4	1/2	0/4	0/4	0/2	0/4	0/2	0/3	0/2	0/4	0/4	1/4	0/4	0/4	0/4									
	Tonsilles	1/4	1/8	0/4	0/4	0/7	0/3	0/8	0/8	3/3	1/8	0/4	2/8	0/8	0/8	2/6	3/6	0/8	4/5	3/7									

Légendes : a/b : nombre de pools positifs/nombre de pools analysés, les lots négatifs sont grisés.

Pour les lots 4 et 6, déclarés négatifs sur fèces à l'abattoir, une contamination des carcasses en *Salmonella enterica* a été observée, avec une prévalence de contamination des carcasses intra-lot inférieure à 20%. Cette contamination des carcasses peut donc être qualifiée d'extrinsèque au lot, c'est-à-dire liée à des contaminations croisées entre lots ou à une contamination des carcasses par l'environnement (matériel, manipulations). De plus, deux lots (1 et 2) contaminés en *Campylobacter* spp. sur fèces à l'abattoir se sont avérés négatifs sur carcasses. Une situation analogue a été observée pour 4 lots (1, 4, 18 et 19) vis-à-vis de *Clostridium perfringens* et 4 lots (10, 12, 13, 17) vis-à-vis de *Salmonella enterica*. Le processus peut permettre une certaine maîtrise de ces dangers.

3.2. POUR QUATRE DANGERS UNE CONTAMINATION DES ANIMAUX PLUS FACILEMENT DETECTABLE A L'ABATTOIR

Pour l'ensemble des dangers à réservoir digestif, les lots d'animaux déclarés positifs en élevage ont tous été confirmés positifs à l'abattoir. En revanche, sept lots négatifs d'animaux en élevage se sont avérés positifs à l'abattoir à l'égard de *C. perfringens* contre 10 lots pour *Salmonella enterica*. La mise en évidence des dangers à réservoir fécal semble donc facilitée à l'abattoir.

Concernant *Yersinia enterocolitica*, 9 lots étaient positifs sur tonsilles contre seulement deux lots sur fèces en élevage. Seul un lot positif en élevage n'a pas été confirmé positif à l'abattoir sur tonsilles (lot 6).

4. EVALUATION DU SIEGE DE LA VARIABILITE DES PREVALENCES ET NIVEAUX DE CONTAMINATION OBSERVES

4.1. UN EFFET DE L'ELEVAGE DEPENDANT DU DANGER

Pour *Clostridium perfringens*, de 46,0 à 67,9% des variances des prévalences et niveaux de contamination observés sur fèces sont expliqués par « l'élevage » (tableaux 4 et 5). Pour *Salmonella enterica* et *Yersinia enterocolitica* dans les fèces prélevées en

élevage, la part des variances de prévalence observée attribuable à l'élevage est très faible, inférieure à 2,3% (tableau 4). Pour les fèces prélevées en abattoir, la part attribuable à l'élevage sur la variance de la prévalence de *Salmonella enterica* est plus élevée (21,0% ; tableau 5). Pour les tonsilles amygdaliennes, site de prédilection de la présence de *Yersinia enterocolitica* [Tauxe et al., 1987], la part attribuable à l'élevage sur la variance de la prévalence est de 17,5% (tableau 5). Pour *Campylobacter* spp., la prévalence observée sur fèces étant de 100%, seule la variance des niveaux de contamination a pu être décomposée. En élevage, 16,4% (tableau 4) et à l'abattoir 7,3% (tableau 5) des variances sont expliquées par l'élevage.

4.2. UN EFFET DU COUPLE « ABATTOIR/ELEVAGE » SUR LA VARIANCE DES PREVALENCES ET NIVEAUX DE CONTAMINATION DES CARCASSES

L'effet global du couple « abattoir/élevage » sur la variance des prévalences de contamination des carcasses observée en fonction du site de prélèvement explique de 15,1 à 26,4% de la variance pour *Campylobacter* spp. contre moins de 10% pour *Salmonella enterica* et *Clostridium perfringens* (tableau 6). Concernant les niveaux de contamination, la part du couple « abattoir/élevage » dans leurs variances est inférieure à 4,4%, sauf pour la variance des niveaux de contamination en *Campylobacter* spp. sur gorge où elle explique 36,6% de la variance observée.

Après stratification par abattoir et par site de prélèvement, la part attribuable à l'élevage dans la prévalence de contamination des carcasses (tableau 7) est inférieure à 6,0% pour *Campylobacter*, à l'exception de la variance de prévalence de contamination des prélèvements de bavette dans l'abattoir B, où la part attribuable à l'élevage s'élève à 21,9%. Pour *Clostridium perfringens*, la part attribuable à l'élevage est faible (< 3,9%) alors qu'elle varie de 2,8 à 26,3% pour *Salmonella enterica*. Concernant les niveaux de contamination, l'élevage explique moins de 9,4% des variances observées.

TABLEAU 4

Quantification de la part de l'élevage dans la variance des prévalences et niveaux de contamination des fèces prélevées en élevage

	<i>Campylobacter</i> spp.		<i>Clostridium perfringens</i>		<i>Salmonella enterica</i>		<i>Yersinia enterocolitica</i>			
	NC	Prev.	NC	Prev.	NC	Prev.	NC	Prev.		
Élevage	0,140	(16,4%)	0,191	(67,9%)	4,087	(77,9%)	0,005 10 ⁻²	(0,3%)	0,078	(2,3%)
Variance résiduelle	0,716	(83,6%)	0,090	(32,1%)	1,161	(22,1%)	1,699 10 ⁻²	(99,7%)	3,346 10 ⁻²	(97,7%)

Légendes : Prév. : prévalence ; NC : niveau de contamination par classe.

TABLEAU 5

Quantification de la part de l'élevage dans la variance des prévalences et niveaux de contamination des fèces et tonsilles amygdaliennes prélevés à l'abattoir

	Fèces						Tonsilles			
	<i>Campylobacter</i> spp.		<i>Clostridium perfringens</i>		<i>Salmonella enterica</i>		<i>Yersinia enterocolitica</i>			
	NC	Prev.	NC	Prev.	NC	Prev.	NC	Prev.		
Élevage	0,042	(7,3%)	0,080	(49,8%)	1,224	(46,0%)	0,045	(21,0%)	0,026	(17,5%)
Variance résiduelle	0,536	(92,7%)	0,081	(50,2%)	1,438	(54,0%)	0,171	(79,0%)	0,121	(82,5%)

Légendes : Prév. : prévalence ; NC : niveau de contamination par classe.

TABLEAU 6

Quantification de la part du couple « abattoir-élevage » dans la variance observée des prévalences et niveaux de contamination des carcasses en fonction du site de prélèvement

		<i>Campylobacter</i> spp.		<i>Clostridium perfringens</i>		<i>Salmonella enterica</i>					
		Prev.	NC	Prev.	NC	Prev.	NC				
Gorge	Abattoir - élevage	0,063	(26,4%)	0,251	(36,6%)	0,005	(4,3%)	0,006	(4,1%)	0,011	(10,0%)
	Variance résiduelle	0,173	(73,6%)	0,436	(63,4%)	0,105	(95,7%)	0,140	(95,9%)	0,103	(90,0%)
Bavette	Abattoir - élevage	0,030	(15,1%)	0,020	(4,4%)	0,057 10 ⁻²	(1,0%)	0,001	(0,6%)	0,138 10 ⁻²	(4,6%)
	Variance résiduelle	0,168	(84,9%)	0,429	(95,6%)	5,399 10 ⁻²	(99,0%)	0,112	(99,4%)	2,847 10 ⁻²	(95,4%)

Légendes : Prév. : prévalence ; NC : niveau de contamination par classe.

TABLEAU 7

Quantification de la part de l'élevage dans la variance observée des prévalences et niveaux de contamination des carcasses après stratification par abattoir et par site de prélèvement

		<i>Campylobacter</i> spp.				<i>Clostridium perfringens</i>				<i>Salmonella enterica</i>		
		Prev.		NC		Prev.		NC		Prev.		
Abattoir A	Gorge	Elevage	0,007	(6,0%)	0,007	(5,2%)	0,003	(2,0%)	0,003	(2,0%)	0,006	(6,4%)
		Variance résiduelle	0,109	(94,0%)	0,133	(94,8%)	0,163	(98,0%)	0,163	(98,0%)	0,090	(93,6%)
	Bavette	Elevage	0,002	(2,2%)	0,0003	(0,1%)	0,001	(1,3%)	0,001	(0,7%)	0,001	(5,1%)
		Variance résiduelle	0,112	(97,8%)	0,538	(99,9%)	0,073	(98,7%)	0,171	(99,3%)	0,025	(94,9%)
Abattoir B	Gorge	Elevage	0,004	(1,8%)	0,006	(2,0%)	0,0002	(0,2%)	0,001	(0,7%)	0,020	(13,2%)
		Variance résiduelle	0,226	(98,2%)	0,288	(98,0%)	0,110	(99,8%)	0,201	(99,3%)	0,129	(86,8%)
	Bavette	Elevage	0,049	(21,9%)	0,017	(9,4%)	0,002	(3,9%)	0,006	(5,2%)	0,0005	(2,8%)
		Variance résiduelle	0,177	(78,1%)	0,164	(90,6%)	0,058	(96,1%)	0,107	(94,8%)	0,017	(97,2%)
Abattoir C	Gorge	Elevage	0,001	(0,5%)	0,078	(7,3%)	so	So	so	so	0,029	(26,3%)
		Variance résiduelle	0,183	(99,5%)	0,984	(92,7%)	so	So	so	so	0,081	(73,7%)
	Bavette	Elevage	0,005	(2,1%)	0,001	(0,2%)	0,0001	(0,9%)	0,0001	(0,9%)	0,009	(14,0%)
		Variance résiduelle	0,248	(97,9%)	0,491	(99,8%)	0,015	(99,1%)	0,015	(99,1%)	0,053	(86,0%)

Légendes : Prév. : prévalence ; NC : niveau de contamination par classe ; so : sans objet.

IV - DISCUSSION

1. PREVALENCES DU PORTAGE ANIMAL

Ces travaux confirment un portage fécal très fréquent de *Campylobacter* spp. par les porcs en engraissement, avec un taux de prévalence plus élevé que ceux d'autres données européennes récentes [Alter *et al.*, 2005 ; Altrock *et al.*, 2007 ; Minvielle *et al.*, 2007 ; Wehebrink *et al.*, 2007], certainement du fait d'un seuil de détection très bas (0,4 UFC/g) et d'une analyse par pools des échantillons. En effet, la contamination individuelle élevée observée [Minvielle *et al.*, 2007] conduit ici à déclarer positifs tous les lots analysés arrivant à l'abattoir.

Pour *Clostridium perfringens*, décrit comme un hôte normal du tube digestif des mammifères domestiques [Acha et Szyfres, 2005], peu de données quantifient ce portage digestif. Les taux de portage observés ici, 39,0% en élevage et 63,2% à l'abattoir, sont plus élevés que ceux rapportés par le passé dans la littérature, de l'ordre de 21 à 22% chez le porc au moment de l'abattage [Bauer *et al.*, 1980 ; Van Baelen et Devriese, 1987]. Nos données tendent à confirmer une présence très fréquente de ce germe chez le porc. Néanmoins, il faut rappeler que toutes les souches de *Clostridium perfringens* ne sont pas toxigènes et donc potentiellement pathogènes pour le consommateur [Fach et Pérelle, 2005].

Pour *Salmonella enterica*, la prévalence observée en élevage sur les prélèvements de fèces poolés est plus faible que celle observée dans d'autres études européennes [Cibin *et al.*, 2007 ; Fablet *et al.*, 2007]. En revanche, à l'abattoir, la prévalence de 31,4% observée est proche des valeurs mesurées dans des conditions similaires [Duggan *et al.*, 2007]. La mise en évidence du germe semble donc plus efficace à l'abattoir, la différence de prévalence observée pouvant être expliquée par un effet du transport sur l'excrétion de *Salmonella enterica* [Fravalo *et al.*, 1999].

L'absence de mise en évidence de *Listeria monocytogenes*, tant en élevage qu'à l'abattoir, corrobore les résultats d'une étude italienne utilisant la même méthode diagnostique avec le même seuil de détection (5 UFC/g ou cm²) [Cereser *et al.*, 2007]. En revanche, l'utilisation d'une méthode diagnostique comportant une phase d'enrichissement a montré en France une prévalence de portage digestif en élevage plus élevée (14,0%; n = 93) [Beloeil *et al.*,

2003]. Par conséquent, les résultats de cette étude ne peuvent permettre d'exclure un portage animal en *Listeria monocytogenes* caractérisé par un faible niveau de contamination, inférieur au seuil de détection de la méthode diagnostique utilisée dans cette étude.

Yersinia enterocolitica est présent chez le porc en France, avec une prévalence sur fèces inférieure à celle observée dans d'autres études en Europe, variant de 8,4 à 19,6% [Asplund *et al.*, 1990 ; Nesbakken *et al.*, 2003 ; Gürtler *et al.*, 2005 ; Altrock *et al.*, 2007]. Cette étude montre également sur tonsilles une prévalence légèrement plus faible que celles observées dans d'autres études européennes (de 14,7 à 36,8%) [Asplund *et al.*, 1990 ; Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2000 ; Bonardi *et al.*, 2003 ; Terentjeva *et al.*, 2007]. Cependant, pour ces études, soit l'isolement des bactéries n'avait pas répondu aux mêmes critères culturaux, soit la nature des biotypes/sérotypes isolés n'avait pas été précisée systématiquement. Or, l'identification de cet agent de zoonose alimentaire étant particulièrement délicate, une sous-estimation du risque inhérent à la présence de ce danger, du fait des difficultés culturelles et d'identification existantes, peut-être envisagée.

2. PREVALENCES DE CONTAMINATION DES CARCASSES A L'ABATTOIR

Pour *Campylobacter*, la prévalence observée sur les pools issus des carcasses dépasse la prévalence individuelle observée par Lebigre [2004] (23% ; n = 250), le poolage pouvant expliquer cette différence. De plus, cette prévalence doit être envisagée parallèlement aux niveaux de contamination. En effet, la dose infectieuse minimale susceptible de déclencher une campylobactériose clinique serait d'une centaine de bactéries par gramme d'aliment [Black *et al.*, 1988]. En outre, le ressuyage limiterait la survie de cette bactérie [Minvielle *et al.*, 2007]. Par conséquent, pour les niveaux de contamination les plus élevés observés ici (170 UFC/cm²), la bonne maîtrise des conditions de ressuyage devrait pouvoir limiter le développement du danger.

Pour *Clostridium perfringens*, du fait du faible niveau de contamination des prélèvements de bavette et gorge observé ici, la multiplication du germe pour atteindre 10⁷ UFC/g dans le

tube digestif du consommateur serait nécessaire, avec l'activation de la toxinogénèse, pour induire une expression clinique [Fosse et Magras, 2004].

La différence de prévalence observée en fonction du site de prélèvement confirme les données antérieures publiées concernant *Campylobacter* spp. [Laroche *et al.*, 2006] et montre également la plus forte présence sur gorge de *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*. Cette différence pourrait s'expliquer par l'accumulation en partie déclive de la carcasse des souillures contaminées par les agents pathogènes [Pearce *et al.*, 2003].

3. SUIVI LONGITUDINAL DE LOTS

Pour l'ensemble des dangers à réservoir digestif, les ratios de transfert de contamination de l'animal à la carcasse apparaissent élevés, l'abattage de lots de porcs porteurs inapparents conduisant dans plus de 60% des cas à l'obtention de lots de carcasses contaminées. Néanmoins, au sein de ces lots positifs, la prévalence de contamination des carcasses est relativement faible, le plus souvent inférieure à 20%, avec cependant de très fortes variations en fonction de l'abattoir. Ces résultats montrent que la maîtrise hygiénique du processus d'abattage peut limiter ce transfert de la contamination.

Pour *Salmonella enterica*, la présence du danger sur carcasse n'est pas

systématiquement associée à une mise en évidence sur fèces en élevage. Des contaminations croisées entre carcasses de lots différents et/ou d'origine humaine pourraient expliquer ces différences, ainsi que l'excrétion intermittente du danger chez le porc.

4. SIEGE DE LA VARIABILITE DES STATUTS DE CONTAMINATION DES LOTS

L'élevage explique une partie de la variabilité des prévalences et niveaux de contamination des prélèvements correspondant à une contamination primaire des animaux en élevage (fèces ou tonsilles amygdaliennes). Néanmoins, cette part attribuable à l'élevage est plus élevée pour les dangers caractérisés par une forte variabilité de prévalence et de niveaux de contamination, tel *Clostridium perfringens*, que les dangers à faible prévalence (*Salmonella enterica* et *Yersinia enterocolitica*) ou systématiquement présents avec des niveaux de contamination élevés (*Campylobacter* spp.). Le couple « abattoir-élevage » explique une forte part de la variance des prévalences et niveaux de contamination des carcasses pour *Campylobacter* spp. et *Salmonella enterica*, mais en revanche une faible part pour *Clostridium perfringens*.

V - CONCLUSION

Parmi les cinq dangers bactériens pour le consommateur de viandes de porc étudiés, quatre d'entre eux sont fréquemment mis en évidence chez les porcs vivants et sur leurs carcasses avant ressuyage : *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Salmonella enterica* et *Yersinia enterocolitica*. Afin de mettre en évidence *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* dans les fèces, leur recherche à l'abattoir semble à privilégier. Concernant leur prévalence sur carcasses,

même si le statut de contamination des lots d'animaux vivants influe, le processus d'abattage reste également un élément explicatif majeur. Par conséquent, l'étude des effets combinés du statut sanitaire de l'exploitation des porcs abattus et de l'outil d'abattage sur le statut de contamination des carcasses de porc semble nécessaire pour une maîtrise des dangers zoonotiques alimentaires fondée sur l'évaluation des risques.

BIBLIOGRAPHIE

- Acha P.N., Szyfres B. - Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, Vol. I, 382 pages, Ed. OIE, Paris, 2005.
- AESA - The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2006. *The EFSA Journal*, 2007, **130**.
- Alter T., Gaull F., Kasimir S., Gurtler M., Mielke H., Linnebur M., Fehlhaber K. - Prevalences and transmission routes of *Campylobacter* spp. strains within multiple pig farms. *Vet. Microbiol.*, 2005, **108** (3-4), 251-261.
- Altrock A.V., Louis A.L., Roesler U., Alter T., Beyerbach M., Kreienbrock L., Waldmann K.H. - Prevalence of *Campylobacter* spp. and *Yersinia enterocolitica* in fattening pig herds in Lower Saxony, Germany. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 101-104.
- Asplund K., Tuovinen V., Veijalainen P., Hirn J. - The prevalence of *Yersinia enterocolitica* O:3 in Finnish pigs and pork. *Acta Vet. Scandinav.*, 1990, **31** (1), 39-43.
- Bauer F.T., Carpenter J.A., Reagan J.O. - Prevalence of *Clostridium perfringens* in pork during processing. *J. Food Prot.*, 1980, **44** (4), 279-283.
- Beloil P.A., Chauvin C., Toquin M.T., Fablet C., Le Notre Y., Salvat G., Madec F., Fravallo P. - *Listeria monocytogenes* contamination of finishing pigs: an exploratory epidemiological survey in France. *Vet. Res.*, 2003, **34** (6), 737-748.
- Black R.E., Levine M.M., Clements M.L., Hugues T.P., Blaser M.J. - Experimental *Campylobacter jejuni* infections in humans. *J. Inf. Dis.*, 1988, **157**, 472-479.
- Bonardi S., Brindani F., Pizzin G., Lucidi L., D'Incau M., Liebana E., Morabito S. - Detection of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in pigs at slaughter in Italy. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **85**, 101-110.
- Cibin V., Mancin M., Barco L., Antonello K., Zavagnin P., Ricci A. - *Salmonella* monitoring in pigs in the Veneto Region of Italy: results of three monitoring campaigns from 2002 to 2006. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 113-116.
- Cereser A., Capelli G., Favretti M., Marchesan D., Marchesan R., Marcali M., Rossetto K., Furlan F. - Prevalence of food-borne pathogens in rural pigs and in derived cold pork meats – preliminary report. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 110-112.
- Denis M., Soumet C., Rivoal K., Ermel G., Blivet D., Salvat G., Colin P. - Development of a m-PCR assay for simultaneous identification of *Campylobacter jejuni* and *C. coli*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 1999, **29** (6), 406-410.
- Duggan S.J., Predergast D.M., Leonard N., Mannion C., Butler F., Fanning S., Duffy G. - Tracking of *Salmonella* positive pigs from farm to fork in the Republic of Ireland. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 91-94.
- Fablet C., Robinault C., Jolly J.P., Dorenlor V., Eono F., Eveno E., Labbé A., Madec F., Fravallo P. - Study of *Salmonella* contamination of pig slurry in France. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 121-125.
- Fach P., Perelle S. - *Clostridium perfringens* et *C. botulinum*. *In* : Bactériologie alimentaire, 2^{ème} ed. Federighi M. (Ed.), Economica, Paris, 2005, 77-96.
- Fosse J., Magras C. - Dangers biologiques et consommation des viandes, 223 pages, Lavoisier, Paris, 2004.

- Fosse J., Seegers H., Magras C. - Foodborne zoonoses due to meat: a quantitative approach for a comparative risk assessment applied to pig slaughtering in Europe. *Vet. Res.*, 2008, **39**, 01.
- Fravalo P., Rose V., Eveno E., Salvat G., Madec F. - Définition bactériologique du statut de porcs charcutiers vis-à-vis d'une contamination par *Salmonella*. Evolution de ce statut entre l'élevage et l'abattoir. *Journées Rech. Porcine*, 1999, **31**, 383-389.
- Fredriksson-Ahomaa M.F., Bjorkroth J., Hielm S., Korkeala H. - Prevalence and characterization of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pig tonsils from different slaughterhouses. *Food Microbiol.*, 2000, **17**(1), 93-101.
- Gurtler M., Alter T., Kasimir S., Linnebur M., Fehlhaber K. - Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in fattening pigs. *J. Food Prot.*, 2005, **68** (4), 850-854.
- Hamilton D.R., Gallas P., Lyall L., Lester S., Mc Orist S., Hataway S.C., Pointon A.M. - Risk-based evaluation of postmortem inspection procedures for pigs in Australia. *Vet. Rec.*, 2002, **151**, 110-116.
- Hebert H., Lurette A., Fourichon C., Seegers H., Belloc C. - Modalités de conduite en bandes en élevage porcin : effets sur les contacts entre animaux. *Journées de la Recherche Porcine*, 2006, **39**, 351-356.
- Jelsma A., Lesuis R., Ronteltap E. - Final report on the data analysis from the « visual inspection pilot », 36 pages, Ed. Food and Consumer Product Safety Authority, La Haye, Pays-Bas, 2006.
- Laroche M., Kaiser J., Federighi M., Magras C. - Survie de *Campylobacter jejuni* et de *Campylobacter coli* sur des échantillons de couenne et de viande de porc stockés à 4°C. *Viandes et Produits Carnés*, 2004, 10^{èmes} Journées Sciences du muscle et technologies des viandes, 185-186.
- Laroche M., Minvielle B., Lebigre M., Desmots M.-H., Mircovich C., Magras C. - Statut de dangerosité des carcasses de porcs vis-à-vis du danger *Campylobacter* spp. *Viandes et Produits Carnés*, 2006, hors série 11^{èmes} Journées Sciences du Muscle et Technologies des Viandes, 163-164.
- Lebigre M. - Prévalence et niveau de contamination en *Campylobacter* thermotolérants des porcs et de leur carcasse à l'abattoir. *Th. Med. Vet.*, Nantes, 2004.
- Magras C., Laroche M. - *Campylobacter* et la filière porcine : quelles données pour une analyse quantitative du risque ? In : Journées Techniques « *Campylobacter* – actualité et réseau d'épidémiologie - surveillance », Ploufragan, France, 2006.
- Minvielle B., Magras C., Laroche M., Desmots M.H., Mircovich C. - *Campylobacter* in the pork food chain: a quantitative hazard analysis. In : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 145-148.
- Nesbakken T., Eckner K., Høidal H.K., Røtterud O.J. - Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **80**, 231-240.
- Pearce R. A., Wallace F.M., Call J.E., Dudley R.L., Oser A., Yoder L., Sheridan J.J., Luchansky J.B. - Prevalence of *Campylobacter* within a swine slaughter and processing facility. *J. Food Prot.*, 2003, **66** (9), 1550-1556.
- Schruff C., Blaha T. 2004. A decision model for the risk-based meat inspection. In : Animal production in Europe : the way forward in a changing world. In-between congress of the ISAH. Saint-Malo, France, Vol.2, 2004, 477-478.
- Tauxe R.V., Vandepitte J., Wauters G., Martin S.M., Goossens V., De Mol P., Van Noyen R., Thiers G. - *Yersinia enterocolitica* infections and pork: the missing link. *Lancet*, 1987, **8542**, 1129-1132.
- Terentjeva M., Berzins A., Liepins E. - A pilot study of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis* in Latvian pigs at slaughtering. In : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 163-165.
- Vaillant V., De Valk H., Baron E. - Morbidité et mortalité dues aux maladies alimentaires d'origine infectieuse en France, 192 p, Institut de Veille Sanitaire (Ed.), Paris, 2004.

Van Baelen D., Devriese L.A.. - Presence of *Clostridium perfringens* enterotoxin in intestinal samples from farm animals with diarrhoea of unknown origin. *J. Vet. Med.*, 1987, **34** (10), 713-716.

Wehebrink T., Kemper N., Beilage E., Krieter J. - Carry-over risks in fattening units for *Campylobacter* spp. *In* : 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 173-176.



Remerciements

Au Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et à la région Pays de la Loire pour le financement de ce travail.

A Françoise Armand (UMR BIOEPAR), Nabila Haddad (UMR SECALIM), Jean-Yves Audiart (UMR BIOEPAR) et Geoffrey Trassart (UMR SECALIM) pour l'appui technique apporté à la campagne de prélèvements.

A Elizabeth Carniel et Alexandre Leclercq (CNR de la Peste et autres Yersinioses, Institut Pasteur, Paris) pour l'aide apportée à l'identification et au typage des souches de *Yersinia enterocolitica*.