

Contamination de produits primaires porcins par *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*

Julien FOSSE (1, 2), Nicolas OUDOT (1), Albert ROSSERO (1), Michel LAROCHE (1), Michel FEDERIGHI (1), Henri SEEGERS (2), Catherine MAGRAS (1)

*(1) UMR INRA-ENVN-ENITIAA Sécurité des Aliments et Microbiologie (SECALIM)
(2) UMR INRA-ENVN Bio-Agression, Epidémiologie et Analyse des Risques (BIOEPAR)
Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, BP 40706, 44307 Nantes cedex 03*

j.fosse@vet-nantes.fr

Avec la collaboration technique de Nabila HADDAD (1), Geoffrey TRASSART (1), Florence JUGIAU (1), Florence RAMA (1) et Jean-Yves AUDIART (2).

Contamination de produits primaires porcins par *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*

Les *Campylobacter* spp. thermotolérants, *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*, dangers associés à un portage digestif inapparent, sont caractérisés par des notes de risque élevées pour le consommateur de viandes porcines. L'objectif de cette étude était de réaliser une première caractérisation du statut de contamination d'un échantillon de lots de porcs à l'égard de ces trois dangers et d'envisager la corrélation entre les prévalences de portage digestif, en élevage en fin d'engraissement puis à l'abattoir, et de contamination des carcasses.

Une étude longitudinale a été menée sur 15 lots de porcs provenant de 6 élevages et abattus dans 2 outils. En élevage, 43 pools de 5 fèces ont été prélevés. A l'abattoir, 456 carcasses ont été prélevées avant ressuage, chaque carcasse faisant l'objet d'un prélèvement de gorge, de bavette et de fèces.

En élevage, les prévalences digestives des lots en *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* étaient de 100 ; 66,7 et 6,7 %, respectivement, contre 100 ; 100 et 53,3 % à l'abattoir. 34,6 % des 228 pools de carcasses étaient positifs en *Campylobacter* (*C. coli* et *C. jejuni*) contre 21,1 et 14,0 % pour *C. perfringens* et *S. enterica*, respectivement. Des différences significatives de prévalence sur carcasses ont été mises en évidence en fonction du site de prélèvement, de l'abattoir et de l'élevage. La prévalence de portage fécal en élevage semble influencer sur la prévalence de contamination des carcasses.

Contamination of primary pork products by *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* and *Salmonella enterica*

Thermophilic *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* and *Salmonella enterica*, which are carried in swine digestive tracts without clinical signs, are high-risk hazards for pork consumers. The purposes of this study were to assess: i) prevalence and level of digestive carriage in swines, from farm to slaughterhouse; ii) prevalence and level of contamination of carcasses; iii) association between digestive and carcasses prevalence rates.

A longitudinal study was carried out on 15 pigs batches from 6 herds slaughtered in 2 slaughterhouses. In farm, 43 pools of 5 faeces were collected. At slaughterhouse, 456 carcasses were sampled. For each carcass, one sample of spare rib, pork skin and rectal content was collected.

At herd level, batch prevalences for fecal carriage were 100, 66.7 and 6.7 % (n = 15) for *Campylobacter*, *Clostridium perfringens* and *Salmonella enterica*, respectively. At slaughterhouse, these rates were 100, 100 and 53.3 %. 34.6 % of the 228 pools of carcasses were positive for one or more meat sample for *Campylobacter*, versus 21.1 and 14.0 % for *C. perfringens* and *Salmonella*, respectively. Significant statistical differences were observed on carcasses prevalence rates of contamination, according to sample site, slaughterhouse and herd. An effect of level of herd fecal carriage on prevalence rates of pork carcasses contamination was suggested.

INTRODUCTION

La promulgation des règlements (CE) 178/2002, établissant les principes généraux de la législation alimentaire en Europe, et (CE) 2160/2003, relatif au contrôle des agents de zoonoses alimentaires dans les filières agro-alimentaires, a imposé une logique globale de maîtrise des dangers pour le consommateur, incluant la production primaire. Cette évolution a été prolongée par le Paquet Hygiène, dont les règlements (CE) 852/2004 et (CE) 853/2004 imposent la collecte en élevage puis la transmission aux abattoirs d'informations sanitaires pertinentes pour une accentuation de la sécurité du consommateur. Or parmi l'ensemble des agents de zoonoses alimentaires susceptibles d'être transmis au consommateur de viandes porcines, les dangers associés à un portage digestif inapparent, c'est-à-dire non détectables ou suspects par un examen clinique *ante mortem* des porcs en élevage ou à l'abattoir, constituent des risques particuliers. Une évaluation quantitative des risques pour le consommateur de viandes et produits carnés porcins a montré que trois des six dangers biologiques caractérisés par les notes de risque les plus fortes sont associés à un portage digestif inapparent : les *Campylobacter* spp. thermotolérants, *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* (Fosse et al., 2008).

La connaissance de l'impact du statut sanitaire de l'exploitation d'une part, du process et de l'outil d'abattage d'autre part, sur le statut de contamination - incluant la prévalence et le niveau de contamination (Laroche et al., 2006) - des carcasses vis-à-vis de ces dangers à réservoir digestif constitue un élément majeur pour la définition d'informations sur la chaîne alimentaire pertinentes. Cette connaissance implique de suivre des lots de porcs de l'élevage à l'abattoir, ces lots étant entendus ici comme des groupes de porcs en fin d'engraissement issus d'un même élevage mais éventuellement de bandes différentes, identifiés par l'éleveur comme pouvant être abattus, et transportés puis abattus ensemble dans un même abattoir le même jour.

Les objectifs de cette étude étaient de réaliser une première caractérisation des statuts de contamination d'un échantillon de lots de porcs vis-à-vis des dangers bactériens *Campylobacter* spp. thermotolérants, *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*, et d'envisager la corrélation entre les prévalences de portage digestif, en élevage en fin d'engraissement puis à l'abattoir, et de contamination des carcasses.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Suivi longitudinal

Chaque lot de porcs identifiés par l'éleveur comme pouvant être abattus a été bouclé et prélevé en élevage en distinguant chacune des bandes constitutives, puis prélevé sur la chaîne d'abattage, en conditions normales de fonctionnement, avant le ressuyage. L'effectif à prélever à l'abattoir était de 20 porcs par bande constitutive du lot. Ce suivi longitudinal a été conduit sur 15 lots de porcs provenant de six 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 deux abattoirs (respectivement, 7 et 8 lots par abattoir). Afin d'évaluer une éventuelle variabilité intra-élevage, 2 ou 3 lots étaient suivis par élevage en fonction de la conduite d'élevage.

1.2. Nature des prélèvements

1.2.1. Matières fécales

Quatre pools de 5 fèces fraîches en élevage, et les contenus rectaux de 20 individus, poolés par 5 pour les analyses à l'abattoir ont été prélevés. Pour chaque pool de matière fécale, un prélèvement de 25 g de fèces était placé dans 50 mL de bouillon Preston supplémenté en antibiotiques pour la recherche ultérieure de *Campylobacter* spp. Au total, en élevage, 215 porcs ont fait l'objet d'un prélèvement de fèces conduisant à 43 prélèvements poolés analysés ; à l'abattoir, 456 contenus rectaux ont été prélevés, soit 86 prélèvements poolés de fèces.

1.2.2. Prélèvements de carcasses

Chaque carcasse faisait l'objet de quatre prélèvements (carrés de 5 x 5 cm) : deux de gorge et deux de bavette. Pour les analyses, les prélèvements de même nature ont été poolés par deux carcasses. Au total, 456 carcasses ont été prélevées, conduisant à 228 pools de gorges et 228 pools de bavettes analysés. Tous les prélèvements destinés à la recherche des *Campylobacter* spp. ont fait l'objet d'une conservation particulière en milieu de Preston supplémenté en antibiotiques.

1.3. Analyses

1.3.1. Analyses bactériologiques

La recherche de salmonelles respectait les préconisations de la norme NF ISO 6579 et la détection et le dénombrement de *Clostridium perfringens* celles de la norme ISO V08-056. Concernant *Campylobacter* spp., la détection et le dénombrement de la bactérie répondait aux recommandations de la norme NF ISO 10-272. Pour chaque pool positif, 4 isolats étaient identifiés au rang d'espèce *C. coli* et *C. jejuni* par PCR – multiplex (Denis et al., 1999).

1.3.2. Analyses statistiques

Pour chaque danger, un lot était déclaré positif quand au moins un pool était bactériologiquement positif. Les données ont été analysées à l'aide du logiciel XLSTAT®. Une analyse descriptive a été menée, les tests utilisés étant le test du χ^2 d'indépendance et l'analyse de la variance, puis des régressions linéaire et logistique ont été mises en œuvre au vu des résultats descriptifs obtenus.

2. RÉSULTATS

2.1. Portage fécal des dangers à réservoir digestif

L'ensemble des pools de matières fécales et de contenus rectaux, des lots et des élevages était positif en *Campylobacter* spp. (tableau 1). Sur les 43 prélèvements de fèces d'élevage, deux (4,7 %) issus d'un même élevage se sont avérés positifs vis-à-vis de *Campylobacter jejuni*. Tous les autres prélèvements se sont avérés positifs pour *C. coli*, seule espèce identifiée sur les pools de contenus rectaux. Les niveaux de contamination moyens n'étaient pas significativement distincts entre l'élevage et l'abattoir, avec un niveau moyen de l'ordre de 10^6 UFC / g de fèces.

Tableau 1 - Taux de prévalence (en %) par élevage, par lot et par pool de prélèvements et niveau de portage digestif en *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Salmonella enterica*

	Fèces élevage						Fèces abattoir					
	El.	Lots	Pools	Niveau de contamination (en UFC / g)			El.	Lots	Pools	Niveau de contamination (en UFC / g)		
				Moy.	Min.	Max.				Moy.	Min.	Max.
<i>Campylobacter</i> spp.	100 (6/6)	100 (15/15)	100 (43/43)	1,2 10 ⁶	4,5 10 ²	1,0 10 ⁷	100 (6/6)	100 (15/15)	100 (86/86)	1,4 10 ⁶	9,0 10 ³	1,3 10 ⁷
<i>Clostridium perfringens</i>	100 (6/6)	66,7 (10/15)	58,1 (25/43)	2,5 10 ⁵	20	5,2 10 ⁶	100 (6/6)	100 (15/15)	72,1 (62/86)	4,4 10 ⁵	40	2,0 10 ⁷
<i>Salmonella enterica</i>	16,7 (1/6)	6,7 (1/15)	2,3 ^a (1/43)	s.o.	s.o.	s.o.	66,7 (4/6)	53,3 (8/15)	31,4 ^b (27/86)	s.o.	s.o.	s.o.

Légende : El. : élevage ; ^{a,b} : différence significative au seuil de 5 % (test du χ^2 d'indépendance) ; s.o. : sans objet ; Moy. : moyenne ; Min. : minimum ; Max. : maximum.

Concernant *Clostridium perfringens*, 58,1 % des 43 pools de prélèvements en élevage étaient positifs, contre 72,1 % des 86 prélèvements de contenu rectal à l'abattoir, ce qui correspond à 66,7 % des 15 lots positifs en élevage contre 100 % à l'abattoir (Tableau 1). Les 6 élevages s'avèrent positifs, avec un niveau moyen de contamination de l'ordre de 10⁵ UFC / g.

Un seul prélèvement poolé de fèces s'est avéré positif vis-à-vis de *Salmonella enterica* en élevage (2,3 % ; n = 43 pools), contre 31,4 % à l'abattoir (n = 86 pools) ce qui correspond à 6,7 % des 15 lots positifs en élevage contre 53,3 % à l'abattoir (Tableau 1). Cette différence conduit à déclarer positifs à l'abattoir trois élevages déclarés négatifs en élevage.

2.2. Prévalences sur carcasses

Parmi les 228 pools de 2 carcasses prélevés, 34,6 % d'entre eux présentaient au moins un prélèvement de gorge ou de bavette contaminé par des *Campylobacter* spp. thermotolérants, contre 21,1 % pour *C. perfringens* et 14,0 % pour *Salmonella* (Tableau 2).

Les prévalences en *Campylobacter* sur bavette et gorge ne sont pas significativement différentes (20,6 et 22,8 %, respectivement). Parmi l'ensemble des prélèvements, trois prélèvements de gorge issus d'un même lot se sont avérés contaminés par *C. jejuni* (1,3 %) sans que cette espèce n'ait été identifiée dans les prélèvements de fèces correspondants, tant en élevage qu'à l'abattoir.

Les prélèvements de bavette sont significativement moins contaminés par *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* (7,0 et 2,2 % ; respectivement) que les prélèvements de gorge (16,2 et 13,6 % ; respectivement)(Tableau 2).

Tableau 2 - Taux de prévalence (en %) et niveaux de contamination en *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica* des pools de deux carcasses en fonction du site de prélèvement

	Prévalence sur carcasses (n = 228)	Bavette (n = 228)				Gorge (n = 228)			
		Prévalence	Niveau de contamination (en UFC / cm ²)			Prévalence	Niveau de contamination (en UFC / cm ²)		
			Moy.	Min.	Max.		Moy.	Min.	Max.
<i>Campylobacter</i> spp. thermotolérants	34,6	20,6	1,5	0,4	10,8	22,8	1,4	0,4	6,3
<i>Clostridium perfringens</i>	21,1	7,0 ^a	43,8	5,0	280,0	16,2 ^b	37,4	5,0	1000,0
<i>Salmonella enterica</i>	14,0	2,2 ^a	s.o.	s.o.	s.o.	13,6 ^b	s.o.	s.o.	s.o.

Légende : ^{a,b} : différence significative au seuil de 5 % (test du χ^2 d'indépendance) ; s.o. : sans objet ; Moy. : moyenne ; Min. : minimum ; Max. : maximum.

Un taux de prévalence en *Campylobacter* spp. significativement plus faible au seuil de 5 % sur les prélèvements de gorge et bavette prélevés dans l'abattoir A comparativement à l'abattoir B a été observé (Tableau 3). Concernant *Clostridium perfringens*, alors que les taux de prévalence sur fèces n'étaient pas différents, les prélèvements de gorge et de bavette sont plus fréquemment contaminés dans l'abattoir A que dans l'abattoir B, sans que ces différences soient néanmoins statistiquement significatives. Pour les salmonelles, les prélèvements de gorge semblent plus contaminés dans l'abattoir B.

Tableau 3 - Taux de prévalence en % en *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Salmonella enterica* par pool de prélèvements de deux carcasses en fonction de l'abattoir

	Bavette (n = 228)		Gorge (n = 228)	
	Abattoir A (n=116)	Abattoir B (n=112)	Abattoir A (n=116)	Abattoir B (n=112)
<i>Campylobacter</i> spp. thermotolérants	12,1 ^a	29,5 ^b	12,9 ^a	33,0 ^b
<i>Clostridium perfringens</i>	7,8	6,3	19,8	12,5
<i>Salmonella enterica</i>	2,6	1,8	10,3	17,0

^{a,b} : différence significative au seuil de 5 % (test du χ^2 d'indépendance).

2.3. Un lien entre portage fécal et prévalence sur carcasse

En ce qui concerne les prélèvements de fèces, aucun lot positif en élevage n'a été déclaré négatif à l'abattoir. Pour *C. perfringens* et *S. enterica*, les prélèvements de matière fécale réalisés à l'abattoir sont plus fréquemment positifs que ceux réalisés en élevage.

Tableau 4 - Positivité des prélèvements de fèces et de viandes à l'égard des dangers à réservoir digestif, de l'élevage à l'abattoir

	Abattoir	A								B						
		1			2			3		4			5		6	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
<i>Campylobacter</i> spp. thermotolérants	Fèces élevage	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Fèces abattoir	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bavette	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gorge	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clostridium perfringens</i>	Fèces élevage	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	Fèces abattoir	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bavette	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
	Gorge	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salmonella enterica</i>	Fèces élevage	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fèces abattoir	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
	Bavette	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
	Gorge	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+

La présence des dangers sur viande n'est pas systématiquement et statistiquement corrélée à leur détection sur fèces, tant au niveau des prélèvements réalisés en élevage que de ceux réalisés à l'abattoir (Tableau 4). Pour les lots d, f, k et o (Tableau 4), des salmonelles ont été identifiées sur carcasses alors que la bactérie n'avait pas été mise en évidence sur fèces.

La prévalence de prélèvements de gorge positifs est statistiquement corrélée à la prévalence de prélèvements de fèces positifs en élevage pour *Clostridium perfringens* ($P < 0,023$).

Un modèle de régression logistique a permis de mettre en exergue la plus forte présence des dangers sur les prélèvements de bavette provenant des élevages 2, 5 et 6 ($P < 0,069$; $0,0001$ et $0,017$; respectivement). Un tel effet n'a néanmoins pas été mis en évidence pour les prélèvements de gorge pour ces élevages. Ce modèle a également mis en exergue la faible contamination des prélèvements de gorge en salmonelles et campylobacters ($P < 0,048$ et $0,025$; respectivement) pour l'élevage 1.

3. DISCUSSION

3.1. Un portage fécal fréquent

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 - entre 65 et 100 % de prévalence individuelle (Alter et al., 2005 ; Magras et al., 2005 ; Altroch et al., 2007 ; Wehebrink et al., 2007 ; Minvielle et al., 2007), certainement du fait d'un seuil de détection très bas et d'une analyse par pools des échantillons. Cette contamination individuelle élevée conduit ici à déclarer positifs tous les lots analysés arrivant à l'abattoir.

Concernant *Clostridium perfringens*, décrit comme un hôte normal du tube digestif des mammifères domestiques (Acha et Szyfres, 2005), peu de données quantifient son portage digestif. Les taux de portage observés ici, 58,1 % en élevage et 72,1 % 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). Ces données tendent à confirmer une présence très fréquente de ce germe chez le porc. Néanmoins, il faut rappeler que l'ensemble des souches de *Clostridium perfringens* ne sont pas toxigènes et donc potentiellement pathogènes pour le consommateur, le toxinotype A étant le plus fréquemment incriminé dans les cas de zoonoses alimentaires, devant le type C (Fach et Perelle, 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).

3.2. Une prévalence sur carcasses pondérée par les niveaux de contamination

Pour *Campylobacter*, la prévalence observée sur les pools des carcasses chaudes dépasse la prévalence individuelle observée par Lebigre (2004) (23 % ; $n = 250$). Le poolage peut ici encore expliquer cette différence. Cette prévalence doit être pondérée par les 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). Par conséquent, pour les niveaux de contamination les plus élevés observés ici (10 UFC / cm^2), la dose infectieuse pourrait être atteinte, même si l'effet du mode de ressuage sur la limitation de la survie de cette bactérie doit être pris en considération (Minvielle et al., 2007).

Pour *Clostridium perfringens*, du fait du faible niveau de contamination des prélèvements de bavette et gorge observé ici, la multiplication du germe pour atteindre 10^7 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).

Pour les salmonelles, certains auteurs considèrent qu'une dizaine de bactéries suffirait, notamment chez l'immunodéprimé, pour induire des signes cliniques (Colin, 2002). Les niveaux de contamination observés sur gorge et bavette seraient donc théoriquement suffisants, en cas de survie des bactéries, pour déclencher des cas cliniques chez les individus les plus sensibles.

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).

L'impact du processus d'abattage sur la prévalence des dangers sur carcasses semble important, et ce d'autant plus que le niveau de contamination des matières fécales ne semble pas influencer sur la prévalence de contamination des carcasses. Cependant, un effet exploitation a été mis en évidence par régression logistique et semble donc bien s'ajouter à l'effet abattoir. L'exploration des facteurs de risque explicatifs de cet effet reste à réaliser.

CONCLUSION

Les trois principaux dangers bactériens pour le consommateur de viandes de porc, dont le réservoir animal est digestif, sont fréquemment mis en évidence chez les porcs vivants et sur leurs carcasses chaudes. Afin de mettre en évidence ces dangers dans les fèces, leur recherche à l'abattoir semble à privilégier, le stress lié au transport et à l'attente avant abattage jouant un rôle dans l'excrétion de ces dangers. Concernant leur prévalence sur carcasses, même si l'exploitation de provenance semble influencer, le processus d'abattage reste un élément explicatif important. Néanmoins ici, l'effet abattoir ne peut être dissocié de l'effet exploitation. À l'avenir, l'étude des effets combinés du statut sanitaire d'exploitation et de l'outil d'abattage sur le statut de dangerosité des carcasses de porc semble donc nécessaire pour affiner une évaluation des risques pour le consommateur à l'égard de ces dangers.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et la Région Pays de la Loire pour leurs contributions respectives au financement de cette étude, ainsi que les groupements de production ayant accepté d'y participer, notamment les éleveurs et les abatteurs nous ayant ouvert leurs portes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acha P.N., Szyfres B., 2005. Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, Vol. I, 3^{ème} ed. OIE, Paris, 382 p.
- Alter T., Gaull F., Kasimir S., Gurtler M., Mielke H., Linnebur M., Fehlhaber K., 2005. Prevalences and transmission routes of *Campylobacter* spp. strains within multiple pig farms. *Vet. Microbiol.*, 108(3-4), 251-261.
- Altrock A.V., Louis A.L., Roesler U., Alter T., Beyerbach M., Kreienbrock L., Waldmann K.H., 2007. 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), 101-104.
- Bauer F.T., Carpenter J.A., Reagan J.O., 1980. Prevalence of *Clostridium perfringens* in pork during processing. *J. Food Prot.*, 44(4), 279-283.
- Black R.E., Levine M.M., Clements M.L., Hugues T.P., Blaser M.J., 1988. Experimental *Campylobacter jejuni* infections in humans. *J. Inf. Dis.*, 157, 472-479.
- Cibin V., Mancin M., Barco L., Antonello K., Zavagnin P., Ricci A., 2007. *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), 113-116.
- Colin P., 2002. *Salmonella* spp. AFSSA, Maisons-Alfort [en ligne : <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/fiches/mic/>].
- Denis M., Soumet C., Rivoal K., Ermel G., Blivet D., Salvat G., Colin P., 1999. Development of a m-PCR assay for simultaneous identification of *Campylobacter jejuni* and *C. coli*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 29(6) : 406-410.
- Duggan S.J., Predergast D.M., Leonard N., Mannion C., Butler F., Fanning S., Duffy G., 2007. 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., 2007. 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., 2005. *Clostridium perfringens* et *C. botulinum*. *In* : Federighi M. (ed.). Bactériologie alimentaire, 2^{ème} ed. Economica, Paris, 77-96.
- Fosse J., Magras C., 2004. Dangers biologiques et consommation des viandes, 1^{ère} ed. Lavoisier, Paris, 223 p.
- Fosse J., Seegers H., Magras C., 2008. Foodborne zoonoses due to meat: a quantitative approach for a relative risk assessment applied to pig slaughtering in Europe. *Vet. Res.*, 39-01.
- Fravallo P., Rose V., Eveno E., Salvat G., Madec F., 1999. 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*, 31, 383-389.
- Laroche M., Minvielle B., Lebigre M., Desmots M.-H., Mircovich C., Magras C., 2006. Statut de dangerosité des carcasses de porcs vis-à-vis du danger *Campylobacter* spp. 11^{èmes} Journées Sciences du Muscle et Technologies des Viandes, Clermont-Ferrand. Viandes et Produits Carnés, hors série, 163-164.
- Lebigre, 2004. Prévalence et niveau de contamination en *Campylobacter* thermotolérants des porcs et de leur carcasse à l'abattoir. *Th. Med. Vet.*, Nantes, 101 p.
- Magras C., Laroche M., Lebigre M., Fosse J., Desmots M.H., Mircovich C., 2005. *Campylobacter* quantitative risk analysis in fattening pig slaughterhouses. *In* : 5th annual scientific conference of the European College of Veterinary Public Health (Glasgow, United Kingdom), 13-14.
- Minvielle B., Magras C., Laroche M., Desmots M.H., Mircovich C., 2007. *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), 145-148.
- Pearce R. A., Wallace F.M., Call J.E., Dudley R.L., Oser A., Yoder L., Sheridan J.J., Luchansky J.B., 2003. Prevalence of *Campylobacter* within a swine slaughter and processing facility. *J. Food Prot.*, 66(9), 1550-1556.
- Van Baelen D., Devriese L.A., 1987. Presence of *Clostridium perfringens* enterotoxin in intestinal samples from farm animals with diarrhoea of unknown origin. *J. Vet. Med.*, 34(10), 713-716.
- Wehebrink T., Kemper N., Beilage E., Krieter J., 2007. 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), 173-176.