

Ecologie de *Salmonella* dans le tube digestif du porc à l'abattage et étude de la contamination des carcasses

BOUDRY C.¹, KORSACK N.^{2*}, JACOB B.², ETIENNE G.², THÉWIS A.¹, DAUBE G.².

1 Unité de zootechnie. Département agronomie, économie et développement. Faculté universitaire des sciences agronomiques. Passage des déportés, 2, B-5030 Gembloux (Belgique).

Tél. : 0032 (0) 81/62 21 18

Fax : 0032 (0) 81/62 21 15

2 Laboratoire de microbiologie des denrées alimentaires d'origine animale, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège. Boulevard de Colonster, 20, Bat. B43bis. Sart-Tilman. B-4000 Liège (Belgique).

Tél. : 0032 (0) 4/366 40 17

Fax : 0032 (0) 4/366 40 16

Correspondance : E-mail : nkorsak@ulg.ac.be

RESUME : Cet article présente une étude portant sur le portage de *Salmonella* chez les porcs à l'engrais et ses conséquences sur la contamination des carcasses. Vingt porcs en finition ont été suivis afin d'évaluer le taux de contamination des matières fécales en *Salmonella*. Aucun échantillon ne s'est révélé positif mais, à l'abattage, l'analyse des amygdales et de certaines parties du tube digestif (ganglions mésentériques, iléon et contenu de la partie terminale du côlon) a établi que 70 % des porcs étaient contaminés sur la chaîne d'abattage. Les souches isolées dans le contenu du côlon et dans les amygdales étaient souvent du même sérotype, ce qui pourrait indiquer une contamination orale *in vivo* à partir des matières fécales, des contaminations croisées à l'abattoir ou un portage des mêmes souches dans plusieurs organes. Les ganglions mésentériques positifs (40 %) sont contaminés par des souches différentes de celles des matières fécales et des amygdales. Des *Salmonella* n'ont été retrouvées que sur une seule carcasse. Une étude complémentaire a permis de mettre en évidence le rôle de l'épileuse en tant qu'agent de contamination des porcs. Cette dernière peut contaminer les cavités buccales et anales des animaux.

Cette étude complète démontre la difficulté de prédire le risque de contamination à l'abattoir à partir des analyses de matières fécales lors de l'engraissement. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les mécanismes du portage et de l'excrétion de *Salmonella* en fin de période d'engraissement et lors de l'abattage. De plus, une bonne analyse des sources de contamination à l'abattoir est indispensable afin de minimiser la contamination de la viande.

INTRODUCTION

L'impact économique des toxi-infections d'origine alimentaire dans le monde est considérable, et la salmonellose y joue un rôle significatif. Ainsi, les données du Centre National belge des *Salmonella* font état chez l'homme de 14.088 souches isolées et répertoriées durant l'année 2000 en Belgique (Ducoffre, 2000). Selon Berends et collaborateurs (1998), la viande de porc serait à l'origine d'environ 15 % des cas de salmonelloses chez l'homme en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord. De manière

générale, en Europe, *Salmonella choleraesuis*, à l'origine des salmonelloses cliniques chez le porc, a disparu pour laisser place à des sérovars pathogènes pour l'homme et l'animal tels que *typhimurium* (Laval *et al.*, 1992). En Belgique, la prévalence de *Salmonella* dans les troupeaux porcins diffère d'une région à l'autre. Dans une étude réalisée en 1998, 30 % des porcs étaient porteurs sains de salmonelles en Flandre, contre 5 à 8 % en Wallonie (Imberechts *et al.*, 2000). Le danger de ces porcs, dont le portage est difficile à diagnostiquer, réside dans la contamination des car-

casses par des souillures de matières fécales lors des manipulations à l'abattoir. En effet, les porteurs sains de *Salmonella* n'excrètent pas la bactérie en permanence et pas en grande quantité mais le stress (mise à jeun, transport, ...) peut venir activer le phénomène d'excrétion et peut également rendre des animaux sains plus sensibles à une infection (Kampelmacher *et al.*, 1963; Williams et Newell, 1970; Lazaro *et al.*, 1997). Le taux de carcasses contaminées à la sortie de l'abattoir est de 5 à 30 % dans les abattoirs hollandais et environ 70 % de ces carcasses proviennent

de porteurs sains de *Salmonella*, les autres étant dues à des contaminations croisées sur la chaîne d'abattage (Berends *et al.*, 1997). L'objectif de cette étude est d'identifier *antemortem* les porteurs sains de *Salmonella* dans un lot de porcs expérimentaux en finition et de déterminer, après abattage, les organes colonisés ou contaminés par la bactérie. Le sérotypage des souches permet d'avancer des hypothèses concernant l'origine des *Salmonella*.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Les animaux

L'étude a porté sur 20 porcs mâles, castrés, de race Landrace, pesant en moyenne 70 kg lors du début du suivi du portage en salmonelles. Ces porcs sont issus de différents élevages belges et ont été regroupés chez le marchand après le sevrage, avant d'être acheminés au Centre d'Essais des Productions Animales de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique). Ils y ont été placés en loges individuelles. Aucune recherche de salmonelles n'a été réalisée avant leur arrivée. L'alimentation a consisté en un aliment conventionnel pour l'engraissement de porcs, sans antibiotiques, présenté sous forme de farine. Il était disponible à volonté, tout comme l'eau de boisson.

Avant leur départ pour l'abattoir, les porcs ont été préparés par une mise à jeun d'une durée de 20 h avant le chargement et de 40 h avant l'abattage.

2.2. Plan de prélèvement

Durant le suivi des porcs en engraissement, des prélèvements de matières fécales fraîches (MF) ont été réalisés à trois reprises : 47, 40 et 30 jours avant l'abattage. Les prélèvements ont été opérés à même le sol, à l'aide de gants stériles, renouvelés pour chaque porc. Les échantillons de MF ont été placés dans des sachets stériles. De plus, des échantillons d'aliment ont été prélevés de la même façon, en même temps que les prélèvements de MF. Les échantillons ont ensuite été conservés au frigo à 4°C ± 2°C pendant une durée maximale de 24 h avant analyse.

Les porcs ont été mis à jeun 20 h

avant leur chargement. Afin d'évaluer l'effet du stress induit par cette privation d'aliment, un prélèvement de MF a été effectué en ferme de la même façon que précédemment, juste avant le chargement.

Pour limiter au maximum les risques de contaminations autres que par les porteurs sains de l'étude durant le transfert des porcs vers l'abattoir, un nettoyage et une désinfection du camion ainsi que de la loge de repos à l'abattoir ont été effectués. L'efficacité de cette opération a été vérifiée par écouvillonnage du camion avant le transport, et de la loge de repos avant l'arrivée des porcs. Ces écouvillonnages ont été réalisés en 5 zones de 100 cm² à l'aide de cotons stériles, imbibés de peptone sel. La même opération a été répétée sur les parois du camion après le déchargement des porcs. Le transport a duré environ 2 h et les porcs ont séjourné 20 h dans la loge de repos.

Les porcs ont été abattus 40 h après le début de la mise à jeun et sont passés les premiers sur la chaîne d'abattage qui avait été nettoyée et désinfectée la veille (un seul porc accidenté est passé avant eux). Les amygdales ainsi que les viscères digestifs de chaque porc y ont été prélevés. Les amygdales, les ganglions mésentériques, l'iléon et le contenu de la partie terminale du côlon de chaque porc ont été analysés séparément. Le choix de ces prélèvements a été basé sur les observations réalisées lors d'autres études similaires (Wood *et al.*, 1989 ; Wood et Rose, 1992 ; Berends *et al.*, 1996). Tous les prélèvements ont été réalisés en veillant bien à désinfecter le matériel et les mains des manipulateurs entre chaque porc et entre chaque partie différente des viscères digestifs. Tous les échantillons ont été placés individuellement dans des sachets stériles et placés à 4°C ± 2°C pendant une durée maximale de 24 h avant analyse.

Un écouvillonnage d'une demi-carcasse de chaque porc a été entrepris, 6 h après l'abattage, sur les 4 zones de prélèvement définies par l'Institut d'Expertise Vétérinaire conformément à l'arrêté royal du 28 août 2002 transposant en droit belge la Décision 2001/471/CE (Ministère des classes moyennes et de l'agriculture, 2002). Cet écouvillonnage a été adapté à partir de la méthode décrite par Korsak et collaborateurs (1998), sur une surface d'environ 600 cm² et les 4 cotons

d'une même demi-carcasse ont été analysés ensemble.

Parallèlement à cela, un essai a été effectué en vue de vérifier l'hypothèse de la contamination des porcs via l'épileuse ; celle-ci fonctionnant à une température de 30 à 35 °C avec une eau en recirculation permanente. Cet essai n'a pas été réalisé sur les mêmes animaux que ceux décrits précédemment. A l'abattoir, avant le début des abattages, 4 lots de porcs ont été sélectionnés afin de réaliser un suivi de leur contamination en salmonelles au cours de l'abattage. Cinq porcs par lot (6 pour le premier) ont été échantillonnés. Le premier lot suivi fut abattu vers 6h30, tandis que les trois lots suivants le furent à environ une heure d'intervalle (7h30, 8h30 et 9h30). D'autres lots de porcs ont été abattus entre ceux-ci. Le protocole de prélèvement effectué sur ces 21 porcs était le suivant, les mêmes animaux étant échantillonnés à différents stades de l'abattage :

- écouvillonnage de la cavité buccale des porcs sur la table de saignée et après échaudage à la vapeur et épilation à froid (dans le secteur sale, sur la table d'enlèvement des onglons) ;
- écouvillonnage du rectum des mêmes porcs sur la table de saignée et après échaudage à la vapeur et épilation à froid (sur la table d'enlèvement des onglons) ;
- prélèvement des MF de la portion terminale du gros intestin à la passerelle d'ouverture (zone de dégagement des viscères digestifs) ;
- prélèvement d'eau de l'épileuse à différents moments (avant et pendant le fonctionnement de la chaîne d'abattage).

2.3. Recherche de *Salmonella*

Une recherche de *Salmonella* a été réalisée sur tous les prélèvements, selon la méthode officielle belge SP-VG M002, utilisant le milieu semi-solide Diasalm (Lab 537, Lab M, International Diagnostics Group plc, Lancashire, UK) dont la composition et le principe, qui repose sur la mobilité de *Salmonella*, ont déjà été décrits précédemment (Jacob *et al.*, 2003 ; Korsak *et al.*, 2003). Dans tous les prélèvements, la quantité analysée était de 25 g, à l'exception des ganglions mésentériques et les amygdales, pour lesquels les analyses ont porté sur 10 g.

Tableau I : Résultats des recherches de *Salmonella* dans les prélèvements à l'abattoir.

N° de porc	Amygdales	Ganglions mésentériques	Extrémité de l'intestin grêle	Contenu de la dernière partie du côlon	Écouvillons de carcasses
1	<i>typhimurium</i>	/	/	/	/
2	/	/	/	<i>goldcoast</i>	/
3	/	<i>virchow</i>	<i>typhimurium</i>	/	/
4	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/
6	/	/	/	<i>goldcoast</i>	/
7	<i>typhimurium</i>	<i>virchow</i>	/	<i>goldcoast</i>	/
8	/	/	/	/	/
9	/	/	/	<i>typhimurium</i>	/
10	/	/	/	/	/
11	<i>goldcoast</i>	<i>enteritidis</i>	/	/	/
12	/	<i>enteritidis</i>	/	<i>goldcoast</i>	/
13	/	<i>virchow</i>	/	<i>goldcoast</i>	/
14	/	/	/	/	/
15	/	/	/	/	/
16	<i>typhimurium</i>	/	/	<i>typhimurium</i>	/
17	/	/	/	<i>typhimurium</i>	/
18	/	<i>virchow</i>	/	/	/
19	<i>goldcoast</i>	<i>virchow</i>	<i>bovismorbificans</i>	<i>virchow</i>	<i>typhimurium</i>
20	<i>goldcoast</i>	<i>goldcoast</i>	/	/	/

/ signifie que le prélèvement est exempt de *Salmonella*
 NR non réalisé

La recherche de *Salmonella* sur les écouvillons de carcasses a aussi été effectuée par cette technique mais en ajoutant 150 ml d'eau peptonée tamponnée (CM509, Oxoid, Basingstoke, UK) par sachet de 4 écouvillons. Par contre, les écouvillons de gueule et de rectum ont été mis dans des tubes stériles ne contenant que 10 ml d'eau peptonée tamponnée.

Concernant les analyses d'eau de l'épileuse, la méthode a également été décrite ailleurs par Jacob et collaborateurs (2003).

2.4. Caractérisation des souches de *Salmonella* isolées

Les souches de *Salmonella* isolées lors des différentes analyses ont été caractérisées par antibiogramme, sérotypage et lysotypage.

- un profil d'antibiorésistance a été établi par diffusion d'une quantité connue d'antibiotique dans une gélose Muller-Hinton II (254032,

Becton Dickinson, Meylan, France); les six antibiotiques retenus ont été les suivants: la tétracycline, l'ampicilline, le chloramphénicol, la streptomycine, le triméthoprim et l'acide nalidixique (Sensi-Disc®, Becton Dickinson, Meylan, France);

- le sérotypage a été réalisé selon la méthode de Kauffman-White (Rowe et Hall, 1989; Popoff et Le Minor, 1997) à partir d'une seule colonie;
- le lysotypage des souches *S. typhimurium* a été sous-traité au service de lysotypie et de génétique bactérienne de l'institut Pasteur de Bruxelles.

3. RESULTATS

Durant le suivi en ferme, les 64 recherches de *Salmonella* dans les MF et dans les aliments ont toutes abouti à des résultats négatifs.

Les analyses des matières fécales des

20 porcs à jeun, ainsi que celles des écouvillons du camion, avant (n = 5) et après transport (n = 5), et de la loge à l'abattoir (n = 5) ont aussi été toutes négatives.

Au contraire, les résultats des recherches de *Salmonella* dans les prélèvements effectués à partir des organes sur la chaîne d'abattage et sur les écouvillons réalisés sur les carcasses se sont révélés positifs pour certains porcs. Le tableau I reprend les résultats ainsi que les sérotypes des souches isolées. Toutes les souches de *Salmonella typhimurium* étaient du lysotype RDNC55 (Routine-Dilution, No Conformity). D'autre part, toutes les *Salmonella virchow* isolées (5 souches à partir des ganglions et 1 souche dans le contenu du gros intestin) ont présenté une résistance à l'acide nalidixique et les *typhimurium* à la streptomycine (3 souches isolées à partir des amygdales, 1 souche de l'intestin grêle et 1 à partir des carcasses), les autres sérotypes étant sensibles aux différents

antibiotiques testés. La figure 1 présente le pourcentage de porcs positifs pour les différents prélèvements et le pourcentage de porcs ayant présenté au moins un résultat positif.

Le tableau II expose, quant à lui, les résultats obtenus lors du suivi de la contamination en salmonelles de l'eau de l'épileuse. Il est à remarquer l'augmentation importante du nombre de prélèvements positifs entre ceux effectués à la table de saignée et ceux réalisés après échaudage et épilation. En effet, ce nombre évolue de 1 à 15 pour la cavité buccale et de 2 à 16 pour le rectum. Pour le contenu de la dernière partie du côlon, 9 prélèvements sur 17 se sont révélés positifs. Les résultats d'analyses d'eau de l'épileuse sont résumés dans le tableau III. Ces résultats montrent que la charge en *Salmonella* de l'eau de l'épileuse a évolué au cours du temps. Avant abattage (heure de prélèvement : 5h50), des salmonelles sont isolées à partir d'1ml. Cette charge

reste équivalente jusqu'au 3e prélèvement (heure de prélèvement : 8h30). A partir de ce dernier, les salmonelles sont isolées jusque dans 0,1 ml. Enfin, dans le prélèvement de 9h50 (4^e et dernier prélèvement), le seuil de détection le plus bas était la présence de salmonelles dans 0,01 ml. Cinq souches sur 9 appartenaient au sérotype *derby*.

4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

4.1. Suivi des porcs en finition

A partir des résultats du suivi des porcs avant l'abattage, rien n'indique la présence de porteurs sains de *Salmonella* dans le groupe alors qu'en réalité, les résultats obtenus lors des analyses sur les prélèvements à l'abattoir indiquent l'inverse. En effet, sur les 20 porcs abattus, 14 porcs (soit 70 %) ont montré au moins un prélèvement positif (Tableau I).

Williams et Newell présentent déjà en 1970 des observations similaires.

4.2. Efficacité du nettoyage et de la désinfection

Les écouvillons du camion et de la loge à l'abattoir étant négatifs, l'hypothèse d'une contamination des porcs à partir du camion ou de la loge peut être raisonnablement exclue. D'autre part, les sérotypes tels *virchow* et *goldcoast* sont rarement rencontrés en production porcine (Ghafir *et al.*, 2001) et les souches de *Salmonella typhimurium*, beaucoup plus fréquentes, présentent toutes le même lysotype et la même résistance à la streptomycine, ce qui semble également rejeter l'hypothèse d'une contamination par des sources variées. Néanmoins, étant donné que la résistance à la streptomycine est une caractéristique fréquente chez *Salmonella typhimurium*, des tests génétiques auraient dû être réalisés

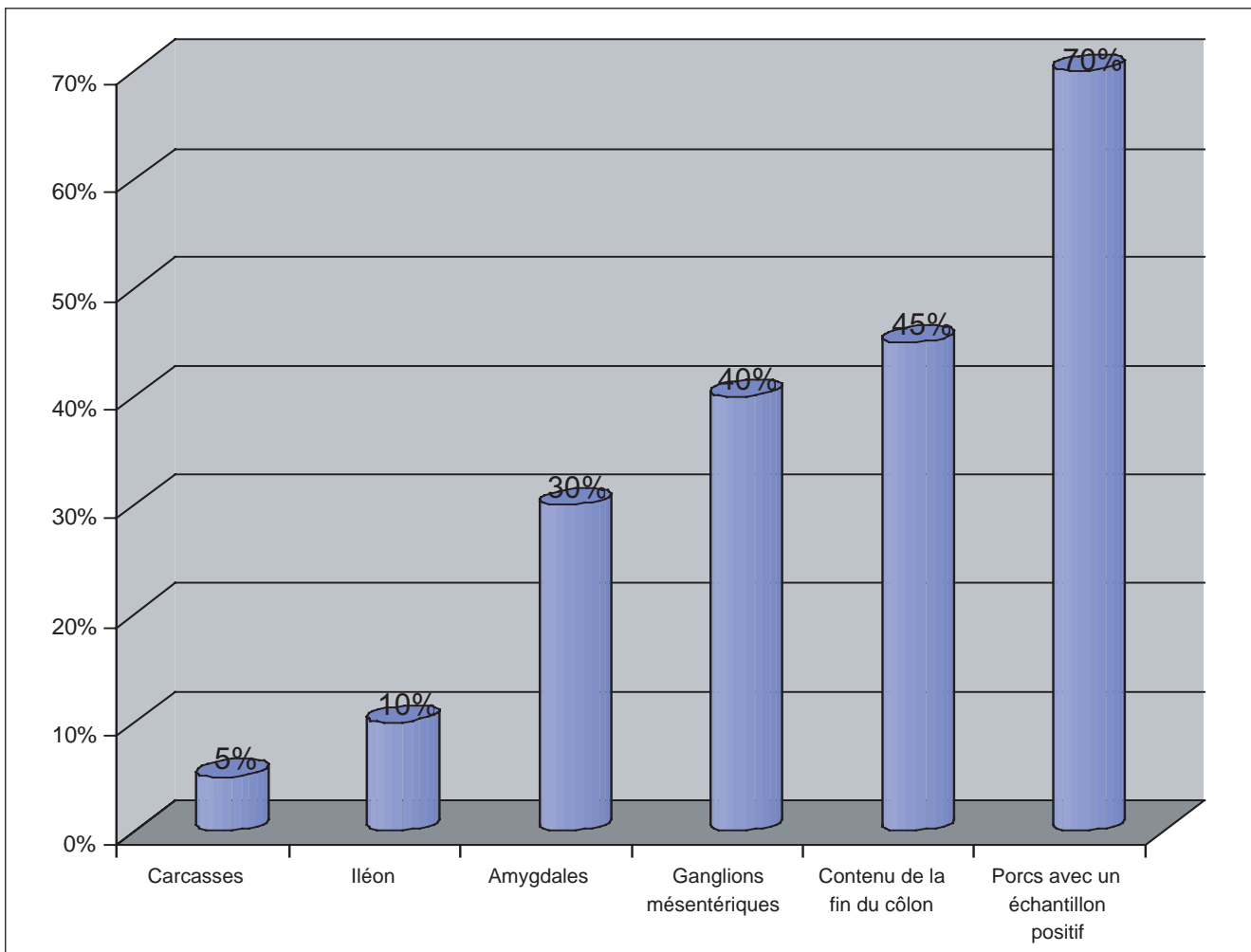


Figure 1 : Pourcentage de porcs infectés pour les différents prélèvements et pourcentage de porcs présentant au moins un échantillon positif.

Tableau II : Résultats des recherches de *Salmonella* lors de l'essai « épileuse »

N° de porc	Écouvillonnage au niveau de la table de saignée		Écouvillonnage après échaudage et épilation		Contenu de la dernière partie du côlon
	Cavité buccale	Rectum	Cavité buccale	Rectum	
1	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/
3	/	/	/	brandenburg	london
4	/	/	/	/	/
5	/	/	/	NR	NR
6	/	/	/	/	/
7	/	/	derby	derby	NR
8	/	/	agona	derby	/
9	/	/	derby	derby	derby
10	/	/	derby	brandenburg	/
11	/	/	derby ou agona	derby	NR
12	/	derby	derby	derby	brandenburg
13	/	/	derby	derby	/
14	/	/	derby	derby	derby
15	/	derby	derby	derby	derby
16	/	/	derby	derby	derby
17	/	/	derby	derby	derby
18	/	/	derby	derby	derby
19	/	/	brandenburg	derby	/
20	derby	/	derby	derby	derby
21	/	/	derby	derby	NR
% d'échantillons contaminés	4,8	9,5	71,4	80,0	52,9

/ signifie que le prélèvement est exempt de *Salmonella*

NR non réalisé

Toutes les souches étaient sensibles aux six antibiotiques testés.

Tableau III : Résultats des recherches de *Salmonella* dans l'eau de l'épileuse prélevée à différents moments au cours de l'abattage

Heure de prélèvement	Volume d'eau analysé (ml)	Résultat			
		à 5h50	à 6h40	à 8h30	à 9h50
	100	P <i>infantis</i>	NR	NR	NR
	10	P <i>brandenburg</i>	NR	NR	NR
	1	P <i>brandenburg</i>	P <i>agona</i>	P <i>derby</i>	P <i>derby</i>
	10 ⁻¹	/	/	P	P
	10 ⁻²	NR	NR	/	P <i>derby</i>
	10 ⁻³	NR	NR	/	/

/ signifie que le prélèvement est exempt de *Salmonella*

P signifie que le prélèvement a permis la détection de *Salmonella*

NR non réalisé

pour pouvoir être totalement sûr de cette affirmation.

4.3. Contamination des organes, écouvillonnages avant et après échaudage et épilation et contamination de l'eau de l'épileuse.

Il est important d'insister sur le fait qu'il n'est pas exclu qu'un organe héberge plusieurs souches de sérotypes différents de *Salmonella*. D'une part, lors de l'enrichissement, un sérotype peut être favorisé par rapport à un autre, ce qui pourrait expliquer la différence de sérotypes isolés dans les mêmes organes d'un porc à l'autre. D'autre part, pour des raisons économiques et de simplification, une seule colonie caractéristique par boîte de XLT4 a été testée et sérotypée.

Les prélèvements réalisés après 20 h de mise à jeun et les écouvillons du camion après 2 h de transport des porcs n'indiquent aucune présence de *Salmonella*, tandis que près de la moitié des prélèvements de MF dans l'extrémité du côlon sont contaminés. De cette observation, il semblerait que le stress provoque bien une multiplication de *Salmonella* dans l'intestin mais elles ne seraient pas excrétées avant l'arrivée des porcs à l'abattoir. D'autres études à ce sujet ont mis en évidence l'excrétion de *Salmonella* durant le transport (Berends *et al.*, 1996). Il est important de signaler que la privation de nourriture des porcs durant 20 h avant le transport a été supérieure à la durée normale exigée (12 h) et donc que le tube digestif des animaux était pratiquement vide à leur arrivée à l'abattoir, ce qui pourrait expliquer l'absence de *Salmonella* dans la loge de repos après le passage des porcs.

Le fait que l'on retrouve les mêmes sérotypes dans les amygdales et dans les MF pourrait conforter l'hypothèse d'une contamination unique, malgré l'absence de tests génétiques pour le confirmer. La contamination orale lors du transport et durant l'attente des porcs est envisageable. En effet, en situation de stress, l'infection peut avoir lieu directement via les amygdales et l'agent infectieux peut atteindre le côlon et le rectum par voie lymphatique en 2 à 6 h (Edel *et al.*, 1974; Oosterom *et al.*, 1981).

Près de la moitié des porcs hébergeaient des *Salmonella* dans leurs

ganglions mésentériques. Néanmoins, les souches retrouvées au niveau du contenu de la dernière partie du côlon et dans les ganglions ne sont pas du même sérotype (sauf dans un seul cas), il semblerait donc que les ganglions mésentériques ne soient pas la source principale des *Salmonella* excrétées en situation de stress. Les analyses de l'iléon et de son contenu n'ont abouti qu'à 2 cas positifs, limitant également le rôle de cette partie de l'intestin dans l'excrétion de *Salmonella*.

La contamination des extrémités du tube digestif lors de l'étape d'épilation a aussi été envisagée dans cette étude. D'une part, il a été observé une augmentation importante de la prévalence de *Salmonella* dans les mêmes sites de prélèvements avant et après épilation, surtout après quelque temps d'abattage, et, d'autre part, l'analyse de l'eau de l'épileuse montre une augmentation importante de la contamination de cette dernière au cours du temps. Il semblerait donc que l'extrémité du gros intestin pourrait être contaminée par des salmonelles présentes dans l'eau de l'épileuse. En effet, dans l'abattoir suivi, celles-ci étaient même déjà présentes dans l'eau de l'épileuse avant le début des opérations d'abattage. L'eau de l'épileuse ainsi que les écouvillons rectaux réalisés après épilation ont révélé une prévalence importante de *Salmonella derby* (5 sur 9 et 14 sur 16 respectivement). Les souches retrouvées au niveau du contenu du gros intestin ne sont donc probablement pas le reflet exclusif de la contamination en salmonelles au niveau des élevages. Ce type de prélèvement n'apparaît donc pas entièrement indicatif de l'état de portage ou d'excrétion des porcs avant abattage mais, la contamination de salmonelles engendrée par l'épileuse peut représenter un risque réel de contamination de la carcasse à partir du rectum lors des étapes d'éviscération et à partir de la gueule du porc, lors de la fente de la carcasse.

4.4. Contamination des carcasses

Les résultats de la recherche de *Salmonella* sur les carcasses sont assez rassurants, en effet, une seule carcasse (5 %) était contaminée (tableau I). Cette contamination est certainement due à une contamination sur la chaîne d'abattage, en effet, la souche de *Salmonella typhimurium*

isolée sur cette carcasse présentait le même lysotype et la même résistance à la streptomycine que les souches retrouvées dans le contenu du gros intestin pris à l'abattoir ce jour-là.

Le taux de carcasses contaminées est faible par rapport à d'autres études réalisées en abattoirs, Certains auteurs parlent de 27 % (Korsak *et al.*, 1998). Une autre étude rétrospective regroupant les résultats obtenus en Belgique dans le cadre de la réalisation des plans de surveillance des zoonoses a montré des taux de prévalence oscillant, suivant les années, entre 18 et 28 % (Ghafir *et al.*, 2002). Le faible taux observé dans la présente étude est certainement lié au fait que les porcs sont passés les premiers sur la chaîne et aux précautions particulières prises lors de l'éviscération (désinfection des mains et des couteaux entre chaque porc). En effet, selon une étude menée par Berends et collaborateurs (1997), de mauvaises pratiques d'éviscération sont à l'origine de 55 à 90 % des contaminations des carcasses sur la chaîne d'abattage.

En conclusion, cette étude montre bien qu'il est difficile, voire impossible, de prédire le statut de porteur par des prélèvements lors de l'engraissement. Les salmonelles présentes dans les ganglions mésentériques ne semblent pas être la source principale des contaminations en salmonelles lors de l'abattage. Dans cette étude, la contamination croisée lors de l'épilation semble être le point critique de contamination mais, les bonnes pratiques d'abattage qui suivent permettent de réduire significativement la contamination des carcasses. Donc, même s'il serait préférable de n'abattre que des porcs indemnes de *Salmonella*, il est possible, par la mise en œuvre de procédures de maîtrise à l'abattoir, de réduire significativement le taux et le niveau de contamination par *Salmonella*. Par conséquent, les premiers efforts doivent être menés à ce stade de la filière. Les contrôles préconisés pour l'évaluation du niveau de contamination fécale des carcasses par l'arrêté royal du 28 août 2002 permettent de suivre les progrès réalisés dans les établissements et de prédire le risque de contamination par *Salmonella*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le *Ministère de la Région Wallonne (Direction Générale de l'Agriculture)* et le *Ministère Fédéral de l'Agriculture et des Petites Entreprises* pour leur soutien financier au projet intitulé «Recherche d'une méthodologie pour la mise en place d'une filière intégrée de production de viande porcine *Salmonella*-free», qui a débuté en février 1999. Un merci tout spécial à E. Flament, qui a autorisé la collecte des échantillons dans les fermes suivies.

SUMMARY

Ecology of *Salmonella* in slaughter pigs digestive tract and study of the contamination of carcasses

This article presents a study on the *Salmonella* asymptomatic carriage of finishing pigs and its

consequences on the contamination of carcasses. Twenty finishing pigs were followed to determine the faecal shedding of *Salmonella*. No sample was positive but at the slaughterhouse, the analysis of tonsils and certain parts of the digestive tract (mesenteric lymph nodes, ileum and large intestine content) revealed that 70% of the pigs were positive. The strains isolated from the faecal samples of the large intestine and from tonsils were identical, which might indicate that there has been an oral contamination from pig to pig due to the shedding of *Salmonella* or a carriage of different strains in different organs. The mesenteric lymph nodes (40 % positive) were contaminated by strains which were different from those from the faecal samples and tonsils.

Salmonella strains were only found on the swabs of one carcass. A complementary assay has shown the negative role played by the scalding step. This latter may contaminate the oral and rectal cavities of slaughtered animals.

This entire study reveals the difficulty to predict the contamination risk at the slaughterhouse from the analysis of finishing pigs faecal samples. Therefore, a better knowledge of the carriage and the shedding of *Salmonella* during the finishing period and during the slaughter is necessary to minimise meat contamination.

BIBLIOGRAPHIE

- BERENDS B.R., URLINGS H.A.P., SNIJDERS J.M.A., VAN KNAPEN F. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pigs. *Int. J. Food Microbiol.*, 1996, **30**, 37-53.
- BERENDS B.R., VAN KNAPEN F., SNIJDERS J.M.A., MOSSEL D.A.A. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *Int. J. Food Microbiol.*, 1997, **36**, 199-206.
- BERENDS B.R., VAN KNAPEN F., MOSSEL D.A.A., BURT S.A., SNIJDERS J.M.A. Impact on human health of *Salmonella* spp. on pork in the Netherlands and the anticipated effects of some currently proposed control strategies. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **44**, 219-229.
- DUCOFFRE G. Surveillance des maladies infectieuses par un réseau de laboratoires de microbiologie 2000. Tendances épidémiologiques 1983-1999. Institut Scientifique de la Santé Publique – Louis Pasteur, Section Epidémiologie, Janvier 2002. (en ligne), adresse URL : <http://www.iph.fgov.be/epidemiologie/epiftr/plabfr/plabanfr/index.htm>. Consulté le 26/09/02.
- EDEL W., VAN SCHOTHORST M., GUINÉE P.A.M., KAMPELMACHER E.H. Preventive maatregelen ter verkrijging van *Salmonella*-vrije slachtvarkens. *Tijdschr. Diergeneesk.*, 1974, **99**, 249-257.
- GHAFIR Y., FRANCOIS J.-Y., CORNELIS M., JOURET M., DUMONT J.-M., DIERICK K., DE ZUTTER L., WYBO I., DAUBE G. Evolution of *Salmonella* prevalence in foods from animal origin in Belgium : 1997-2000. In : Proceedings of the sixth conference in food microbiology, 21 and 22 June 2001, University of Liege, Belgium, 153-155
- GHAFIR Y., FRANCOIS J.-Y., CORNELIS M., JOURET M., DUMONT J.-M., DIERICK K., DE ZUTTER L., WYBO I., DAUBE G. Exposure assessment of *Salmonella* in animal foods in Belgium. In : Proceedings of the seventh conference in food microbiology, 20 and 21 June 2002, University of Liege, Belgium, 130-131.
- IMBERECHTS H., VAN VLAENDEREN I., BIRONT P. Screening van ± 1500 varkensbedrijven in 1998. Samenvatting van de resultaten. Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie : Brussel, 2000, 10 p.
- JACOB, B., KORSAK N., GROVEN B., FLAMENT E., DAUBE G. Incidence d'une station d'épuration biologique sur le niveau de contamination en salmonelles des eaux et des boues résiduaires. *Ann. Med. Vet.*, 2003, **146**, soumis et accepté.
- KAMPELMACHER E.H., GUINÉE P.A.M., HOFSTRA K., VAN KEULEN A. Further studies on *Salmonella* in slaughterhouses and in normal slaughter pigs. *Zentralbl. Vet. Med. [B]*, 1963, **10**, 1-27.

- KORSAK N., DAUBE G., GHAFIR Y., CHAHED A., JOLLY S., VIN-DEVOGEL H. An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on pork and beef carcasses in nine Belgian abattoirs. *J. Food Prot.*, 1998, **61**, 535-541.
- KORSAK N., JACOB B., GROVEN B., ETIENNE G., CHINA B., GHAFIR Y., DAUBE G.. *Salmonella* contamination of pigs and pork in an integrated pig production system. *J. Food Prot.*, 2003, soumis et accepté.
- LAVAL A., MORVAN H., DESPREZ G., CORBION B. Salmonellosis in swine in *Salmonella* and Salmonellosis. In : Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires, Reports and communications, Ploufagran/Saint-Brieuc, 1992, septembre 15-17, 164-175.
- LAZARO N.S., TIBANA A., HOFER E. *Salmonella* spp. in healthy swine and in abattoir environments in Brazil. *J. Food Prot.*, 1997, **60**, 1029-1033.
- MINISTERE DES CLASSES MOYENNES ET DE L'AGRICULTURE. Arrêté Royal du 28 août 2002 modifiant l'arrêté royal du 4 juillet 1996 relatif aux conditions générales et spéciales d'exploitation des abattoirs et d'autres établissements. *Monit. Belg.* 2002, 40882-40894.
- POPOFF M. Y., LE MINOR L. Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars. World Health Organisation Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella* : Paris, 1997, 151 p.
- OOSTEROM J., VAN ERNE E.H.W., VAN SCHOTHORST M. Epidemiologisch *Salmonella* onderzoek in een bepaald gebied. V. Onderzoek naar de pogelijkheid varkens onder praktijkomstandigheden *Salmonella* vrij te mesten. *Tijdsch. Diergeneeskd.*, 1981, **106**, 599-612.
- ROWE B., HALL M.L.M. Kauffman-White scheme. Public Health Laboratory Service : London, 1989, 77 p.
- WILLIAMS L.P., NEWELL K.W. *Salmonella* excretion in joy-riding pigs. *Am. J. Public Health Nations Health*, 1970, **60**, 926-929.
- WOOD R.L., POSPISCHIL A., ROSE R. Distribution of persistent *Salmonella* Typhimurium infection in internal organs of swine. *Am. J. Vet. Res.*, 1989, **50**, 1015-1021.
- WOOD R.L., ROSE R. Populations of *Salmonella* Typhimurium in internal organs of experimentally infected carrier swine. *Am. J. Vet. Res.*, 1992, **53**, 653-658.