



HAL
open science

Influence des conduites et des pratiques d'hygiène sur la prévalence de portage de *Salmonella* dans les lots de porcs charcutiers

Amandine Lurette, Suzanne Touzeau, Thierry Hoch, Henri H. Seegers,
Christine Fourichon

► To cite this version:

Amandine Lurette, Suzanne Touzeau, Thierry Hoch, Henri H. Seegers, Christine Fourichon. Influence des conduites et des pratiques d'hygiène sur la prévalence de portage de *Salmonella* dans les lots de porcs charcutiers: étude par modélisation. Journées Scientifiques de l'AEEMA: Association pour l'Étude de l'Épidémiologie des Maladies Animales, May 2007, Maisons-Alfort, France. hal-02814709

HAL Id: hal-02814709

<https://hal.inrae.fr/hal-02814709>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INFLUENCE DES CONDUITES ET DES PRATIQUES D'HYGIENE SUR LA PREVALENCE DE PORTAGE DE *SALMONELLA* DANS LES LOTS DE PORCS CHARCUTIERS

Amandine Lurette (1), Catherine Belloc (1), Suzanne Touzeau (2), Thierry Hoch (1), Henri Seegers (1) et Christine Fourichon (1)

(1) UMR Gestion de la Santé Animale, ENVN-INRA, Atlanpole La Chantrerie, Nantes
(2) UR Mathématiques et Informatiques Appliquées, INRA, Domaine de Vilvert, Jouy-en-Josas

RESUME : La maîtrise du portage de *Salmonella* est une des préoccupations majeures de la filière porcine notamment depuis l'adoption de la directive européenne de 2004 sur les zoonoses. La prévalence d'animaux porteurs asymptomatiques en fin d'engraissement est un point critique pour la propagation de *Salmonella* dans la chaîne d'abattage et la contamination des produits porcins. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de conduites d'élevage et de la qualité du nettoyage-désinfection sur la prévalence de portage des porcs charcutiers au départ à l'abattoir. Nous avons développé un modèle mathématique pour simuler à la fois, la dynamique des populations de truies et de porcs dans un élevage naisseur-engraisseur, la gestion de la conduite en bande par l'éleveur et la propagation des salmonelles. La transmission entre animaux dépend du niveau de contamination du sol des salles de l'élevage dans lesquelles les animaux se succèdent. Cette contamination est liée au nombre d'animaux infectés qui excrètent dans ces salles et à la qualité du nettoyage désinfection. Plusieurs scénarios combinant différentes valeurs d'efficacité du nettoyage-désinfection avec deux types de conduites en bande, avec et sans mélange de bandes en fin d'engraissement, ont été testés. La séroprévalence dans les lots de porcs charcutiers au départ à l'abattoir est significativement plus élevée avec une diminution de l'efficacité du nettoyage-désinfection. Les valeurs de séroprévalence dans les lots de porcs charcutiers sont proches pour des efficacités de décontamination situées entre 99,9 et 90% quelle que soit la conduite testée. Une valeur de décontamination de 80% induit une augmentation de la séroprévalence. Cette augmentation est plus forte dans le cas d'une conduite avec mélange de bandes en fin d'engraissement. Les résultats montrent que le respect des pratiques d'hygiène permet de maintenir la prévalence de l'infection à un niveau faible une fois la bactérie installée dans le troupeau.

Mots-clés : *Salmonella*, modèle, pratiques d'hygiène.

SUMMARY :

Mots-clés : *Salmonella*, model, hygienic practices.

1. INTRODUCTION

Les salmonelles ont été à l'origine d'environ 90 000 cas de toxi-infections alimentaires recensés en Europe en 2006 (EnterNet, 2006). Les produits porcins, après les ovoproduits et la viande de volaille, sont une des sources majeures de salmonelloses humaines en Europe (Anonyme, 2006). La nouvelle réglementation européenne N° EC 2160/2003 concernant la

maîtrise des salmonelles oblige les états membres à mettre en place des mesures visant à réduire la prévalence de ces bactéries dans leur filière de viande porcine.

Plusieurs pays ont anticipé cette réglementation par la mise en place de plans de maîtrise incluant des mesures visant à prévenir l'introduction de salmonelles dans les troupeaux et leur transmission au sein d'un troupeau (Anonyme, 2006). Les animaux porteurs asymptomatiques qui excrètent la bactérie dans leur environnement sont responsables de la contamination d'animaux sensibles dans le troupeau, durant le transport, sur les quais d'attente à l'abattoir et des carcasses durant les étapes d'abattage et de transformation (Berends *et al.*, 1997; Botteldoorn *et al.*, 2003; Beloeil *et al.*, 2004). Les éleveurs doivent donc réduire la prévalence des porcs porteurs à l'âge d'abattage afin de limiter la contamination de la filière. Or cette prévalence est très variable entre troupeaux et entre lots d'animaux issus d'un même troupeau. Il est alors nécessaire d'identifier les mécanismes clés de propagation de salmonelles au niveau de l'élevage producteur de porcs charcutiers.

Les populations d'animaux d'un troupeau porcin sont structurées en bandes et gérées par l'éleveur. Ces populations sont séparées dans des salles différentes. Cela entraîne une structure de contact particulière puisque les animaux d'âges différents (issus de bandes différentes) ne se mélangent pas. La structure de contact est la façon dont les animaux entrent en contact les uns avec les autres selon différentes modalités. Au sein d'une bande, les animaux sont exposés aux salmonelles excrétées dans les matières fécales des animaux infectés et présentes dans la salle d'élevage. Entre bandes, la transmission intervient par le biais de salmonelles résiduelles présentes dans la salle après les processus de nettoyage-désinfection. Pour étudier la propagation de salmonelles dans un troupeau porcin, les flux d'animaux entre bandes et la succession des bandes dans les différentes salles de l'élevage doivent donc être considérés.

A l'échelle du troupeau, des études épidémiologiques ont montré que les mesures de maîtrise des salmonelles visant à réduire l'exposition des animaux à la bactérie peuvent limiter la transmission intra-troupeau (Dahl *et al.*, 1997 ; SalinPork, 2000). De plus, les processus de nettoyage et de désinfection ont été mis en évidence comme facteurs permettant de réduire le nombre d'animaux positifs aux salmonelles à l'abattoir (Beloeil *et al.*, 2003). Cependant, la présence de bactéries résiduelles après un nettoyage est un facteur de risque de propagation de l'infection au sein d'un troupeau (Fablet *et al.*, 2006). En fonction des modalités de mise en œuvre du processus de nettoyage, son efficacité est susceptible de varier d'un élevage à un autre.

La structure de contact doit être modélisée car elle influence significativement la propagation de pathogènes au sein d'une population (Reed et Kealing, 2003). Or, dans les modèles précédemment publiés sur la transmission de *Salmonella* en élevage porcin (van der Gaag *et al.*, 2003 ; Ivanek *et al.*, 2004 ; Hill *et al.*, 2007), la conduite en bandes n'a pas été considérée. L'objectif de cette étude est d'élaborer un modèle qui permette de simuler, dans un élevage naisseur-engraisseur, à la fois la dynamique de la population de porcs et la transmission de *Salmonella*. Il permettra d'étudier l'influence de la conduite en bande et de la qualité du nettoyage-désinfection sur la prévalence de *Salmonella* en sortie d'élevage.

2. MATERIEL ET METHODE

Nous avons développé un modèle stochastique en temps discret avec un pas de temps d'une semaine. La bande est la plus petite unité modélisée. Le modèle prend en compte à la fois la dynamique des populations de porcs et de truies et la transmission des salmonelles au sein d'un troupeau naisseur-engraisseur.

1. Dynamique du troupeau

Conduite en bandes

Le système modélisé est un élevage naisseur-engraisseur conduit en 7 bandes avec un intervalle de 3 semaines entre bandes. Le troupeau est composé de 120 truies. Nous représentons à la fois le cycle de reproduction des truies et la croissance des porcs charcutiers de leur naissance à leur départ pour l'abattoir. Le cycle de reproduction des truies est représenté par la succession des bandes dans 3 salles différentes : verraterie, gestation et maternité. La durée dans chacune des salles et le changement de salle sont induits par le stade physiologique des animaux. Le cycle débute en salle de verraterie. La bande y reste 4 semaines. La bande de truies est ensuite transférée en salle de gestation pour 12 semaines. La fin du cycle est réalisée en salle de maternité depuis une semaine avant la mise bas et jusqu'au sevrage des porcelets (5 semaines en tout). Les truies de la bande sont alors conduites en salle de verraterie pour débiter un nouveau cycle.

La croissance des porcs charcutiers correspond à la succession des bandes dans 3 salles spécifiques : maternité (allaitement de 4 semaines), post-sevrage (8 semaines) et engraissement (12 à 16 semaines). Un nettoyage, une désinfection et une période de vide sanitaire d'une semaine sont réalisés dans les salles entre deux bandes successives. L'effectif de chaque bande correspond à la capacité d'une salle. Un taux de mortalité est affecté à la bande de porcs à chaque stade physiologique. Les dates de mortalité sont uniformément réparties tout au long du stade.

Etant donnée l'incitation pour l'éleveur de fournir des lots de porcs charcutiers de poids homogène et considérant la variabilité de la vitesse de croissance, une bande part à l'abattoir en plusieurs fois. Les lots au départ à l'abattoir sont composés d'animaux issus de plusieurs bandes. A chaque pas de temps correspondant à un départ à l'abattoir, soit toutes les deux semaines dans notre modèle, nous avons représenté la mise en lot des porcs charcutiers. La proportion d'une bande qui quitte l'élevage est calculée à partir d'une distribution log-normale de l'âge auquel est atteint le poids d'abattage.

Au moment de vider la salle d'engraissement pour le nettoyage-désinfection et le vide sanitaire, il peut rester des porcs avec un poids inférieur au poids d'abattage demandé par l'abatteur. La gestion du départ à l'abattoir est alors différente suivant les choix de l'éleveur. L'éleveur peut choisir : (i) de vendre ces porcs en dehors de la gamme de poids demandée ou (ii) de les conserver dans le troupeau afin de prolonger leur durée de croissance. Ce dernier choix entraîne des adaptations de conduite telles que le mélange de bandes en fin d'engraissement. Les animaux ayant un poids inférieur au poids demandé sont mélangés à ceux de la bande suivante (3 semaines plus jeune) et la salle d'engraissement est vidée.

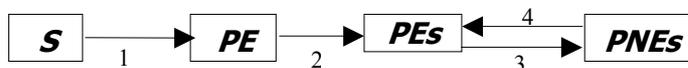
2. Dynamique d'infection

Infection par les salmonelles

Chez le porc, le portage de salmonelles est généralement asymptomatique (Berends *et al.*, 1996). Les animaux infectés ne sont pas détectables par observation. Deux principales méthodes de dépistage ont été développées : (i) la méthode bactériologique sur échantillons de matière fécale met en évidence la présence de bactéries et la méthode sérologique sur sérum met en évidence les anticorps anti-*Salmonella* (Van Winsen *et al.*, 2001). Le modèle considère une transmission indirecte via l'ingestion de bactéries, excrétées par les porcs infectés et présentes dans l'environnement. Au sein d'une bande, nous avons considéré une exposition uniforme de tous les animaux. La transmission entre animaux de bandes différentes intervient par le biais (i) de la salle du fait de la présence de salmonelles résiduelles, puisque la décontamination des salles permet de réduire fortement la quantité de salmonelles mais pas leur élimination totale et (ii) d'animaux mélangés à une autre bande et potentiellement excréteurs.

Figure 1
Représentation des états de santé vis-à-vis de l'infection par les salmonelles et des transitions entre états.

(S : animaux Sensibles, PE : animaux Porteurs Excréteurs, PEs : animaux Porteurs Excréteurs séroconvertis, PNEs : animaux Porteurs Non-Excréteurs séroconvertis ; 1 : Infection , 2 : Séroconversion, 3 : Arrêt de l'excrétion, 4 : Réactivation de l'excrétion)



Etats de santé vis-à-vis d'une infection par les salmonelles

L'infection par les salmonelles est représentée par des états de santé vis-à-vis de l'infection et par des transitions entre ces états (figure 1). On distingue quatre états : (i) les animaux Sensibles (*S*), i.e. les porcs exempts de salmonelles, (ii) les Porteurs Excréteurs (*PE*), i.e. les porcs infectés par les salmonelles qui excrètent la bactérie et contaminent leur salle, (iii) les Porteurs Excréteurs séroconvertis (*PEs*), i.e. les animaux porteurs excréteurs qui ont des anticorps anti-*Salmonella* et (iv) les Porteurs Non-Excréteurs séroconvertis (*PNEs*) i.e. les animaux porteurs de la bactérie mais dont l'excrétion est interrompue et qui présentent les anticorps anti-*Salmonella*. Les animaux *PNEs* peuvent retrouver l'état *PEs* si leur excrétion est réactivée.

La quantité de salmonelles dans une salle d'élevage est implémentée à chaque pas de temps en fonction de la quantité résiduelle et du nombre d'excréteurs dans la salle. A chaque changement de salle, une décontamination de la salle considérée est appliquée. Cela correspond au pourcentage de salmonelles éliminées par les processus de nettoyage-désinfection et de vide sanitaire.

Le modèle a été paramétré de façon à obtenir des prévalences de porteurs (*PE*, *PEs* et *PNEs*) chez les lots de porcs charcutiers compatibles avec les données de la littérature.

3. Scénarios testés

Plusieurs scénarios ont été testés par simulation. Ils combinent deux types de conduite : la conduite en bandes stricte ou la conduite en bandes avec mélanges d'animaux issus de bandes différentes en fin d'engraissement. Une de ces deux conduites est associée à une valeur d'efficacité de décontamination des salles d'élevage. Quatre valeurs d'efficacité ont été testées : 99,9%, 99%, 90% et 80%. Une efficacité de 99,9% correspond à la meilleure efficacité obtenue en conditions d'élevage (Rajkowski *et al.*, 1998). L'efficacité de la décontamination peut cependant être réduite par une utilisation non optimale de l'ensemble du processus (par exemple, la température, la concentration du désinfectant, la molécule utilisée). Nous avons choisi de représenter une efficacité de décontamination faible de 80% ainsi que des valeurs intermédiaires. Les différentes combinaisons de conduite et de décontamination possibles représentent 8 scénarios.

4. Simulations

Les résultats du modèle ont été obtenus à partir de 150 simulations réalisées sur une période de 400 semaines pour chacun des scénarios testés. Le modèle a été initialisé par une unique introduction de salmonelles dans l'élevage par le biais de cochettes infectées intégrées dans le troupeau de truies.

Pour chaque simulation, la prévalence de porcs porteurs séropositifs, excréteurs ou non, dans chaque lot de porcs charcutiers au départ à l'abattoir a été calculée au cours du temps. De plus, le pourcentage de lots de porcs charcutiers avec une séroprévalence supérieure à 40% ($p_{40\%}$) ont été calculés. Ces lots sont considérés comme les lots de porcs les plus à risque pour

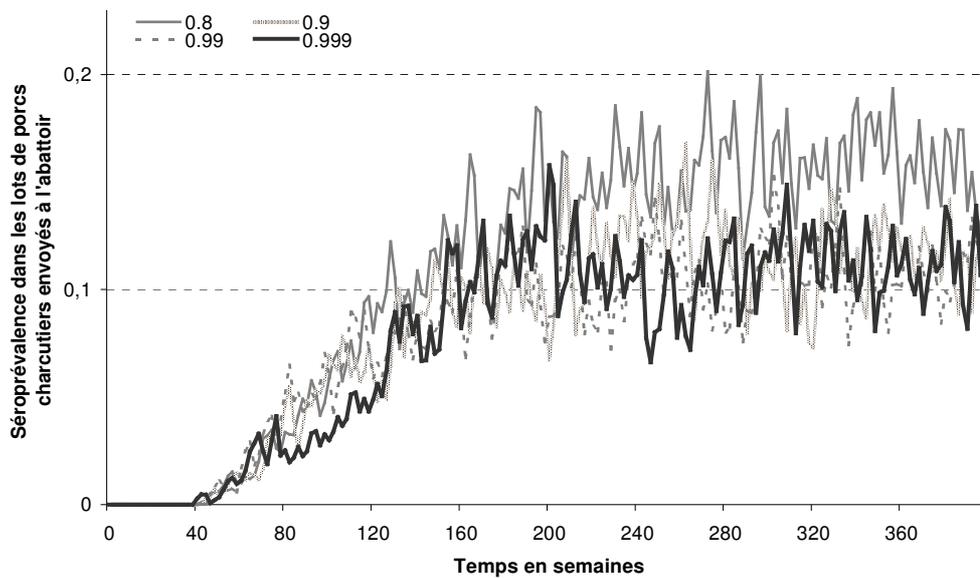
la contamination de la chaîne de production de la viande porcine dans le plan danois (Mousing *et al.*, 1997).

Des analyses statistiques ont été réalisées par ANOVA ($P=0.05$) suivies par un test de Tukey pour comparer les résultats obtenus pour chaque scénario.

3. Résultats

Figure 2

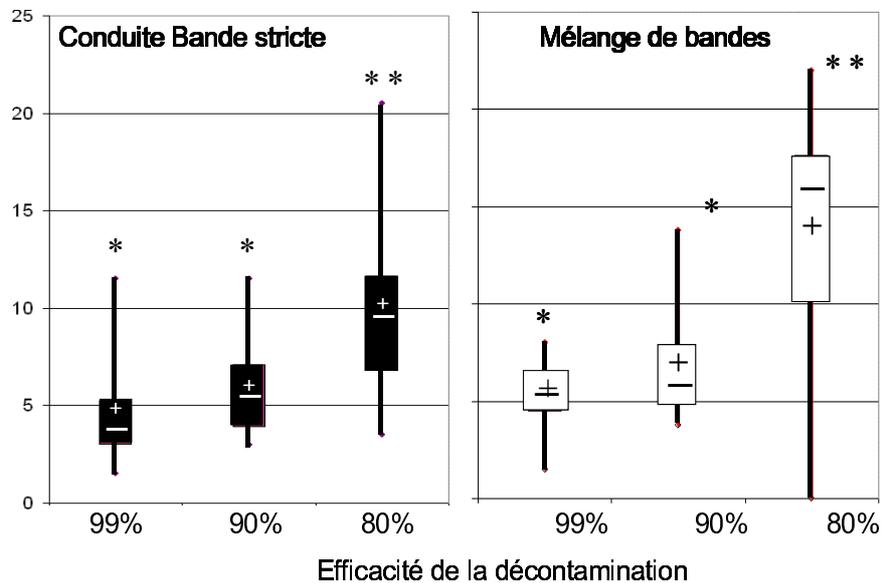
Séroprévalence dans les lots de porcs charcutiers envoyés à l'abattoir au cours du temps en fonction de 4 valeurs d'efficacité de la décontamination des salles pour une conduite des animaux en bandes stricte (moyenne sur 150 simulations).



Après une unique introduction de salmonelles dans le troupeau, la bactérie s'est installée et a persisté dans les lots de porcs charcutiers envoyés à l'abattoir (figure 2). Après l'installation des salmonelles dans le troupeau conduit en bandes stricte, un équilibre apparent est atteint quelque soit la valeur d'efficacité de la décontamination. Des fluctuations ont été observées autour de la valeur de l'équilibre apparent. La séroprévalence moyenne dans les lots de porcs charcutiers a peu varié pour des valeurs de décontamination situées entre 99,9 et 90% une fois l'équilibre atteint. Cette séroprévalence a varié entre 11 et 16% pour une décontamination située entre 99,9 et 80%.

Figure 3

Pourcentage de lots de porcs charcutiers avec une séroprévalence supérieure à 40% en fonction de la conduite et des valeurs d'efficacité de la décontamination des salles (moyenne sur 150 simulations).



Pour les deux types de conduite, les valeurs de $p_{40\%}$ obtenues par simulation n'étaient pas significativement différentes pour des valeurs de décontamination de 99 et de 90%.

Pour une efficacité de décontamination égale à 80%, le pourcentage $p_{40\%}$ a augmenté de 10,1% pour un conduite en bandes strictes à 14,3% quand une conduite avec mélange de bandes est mise en oeuvre au lieu d'une conduite en bandes stricte.

4. Discussion

Le modèle développé représente à la fois la conduite du troupeau par l'éleveur et la transmission des salmonelles au sein de ce troupeau. Ce modèle a permis de tester l'influence de la conduite et de la décontamination des salles sur la prévalence des salmonelles chez les porcs charcutiers au départ à l'abattoir. Ce modèle permet de comparer l'effet de mesures en tenant compte à la fois du statut des animaux vis-à-vis de l'infection par les salmonelles et de la production des porcs charcutiers.

Les résultats de cette étude montrent qu'une seule introduction de salmonelles dans un troupeau indemne peut entraîner l'installation de la bactérie dans toutes les catégories d'animaux du troupeau et sa persistance dans les lots de porcs charcutiers envoyés à l'abattoir.

De plus, le respect des pratiques d'hygiène telles que la conduite en bandes stricte et la décontamination des salles permet de maintenir la séroprévalence dans les lots de porcs charcutiers livrés à l'abattoir à un niveau faible.

Cependant, les résultats obtenus par simulation mettent en évidence l'association entre la diminution de l'efficacité de la décontamination avec l'accroissement du pourcentage des lots les plus à risque. De plus, il semblerait que la nécessité d'appliquer la conduite en bandes stricte soit plus importante lorsque la décontamination des salles d'élevage est mauvaise.

La conduite avec mélange de bandes en fin d'engraissement permet de réduire le pourcentage de porcs envoyés à l'abattoir en-dessous du poids demandé par l'abatteur (Lurette *et al.*, 2007). Cette conduite est fréquemment rencontrée en élevages producteurs de porcs charcutiers (Hébert, 2006). Cette conduite ne modifie pas les valeurs de séroprévalence dans les lots de

porcs charcutiers quand la décontamination des salles est efficace (entre 90 et 99,9%). Cependant, cette conduite induit une augmentation significative du nombre de lots de porcs charcutiers à risque quand la décontamination des salles est faible.

Actuellement, l'éleveur privilégie le paiement de ses porcs charcutiers plutôt que leurs statuts vis-à-vis de l'infection par les salmonelles. Dans l'hypothèse où des pénalités financières seraient appliquées sur les lots de porcs charcutiers fortement contaminés, il est possible que les éleveurs changent leurs priorités.

Les priorités peuvent aussi dépendre de l'historique du troupeau vis-à-vis d'infections diverses. En effet, si l'éleveur peut d'ores et déjà favoriser le respect des recommandations des pratiques d'hygiène si il a déjà dû faire face à des pertes (performances zootechniques et/ou financières) liées à la propagation d'une infection dans son troupeau.

Une conduite en bandes stricte et une décontamination des salles efficace semblent aussi essentielles pour la maîtrise d'autres agents pathogènes. Cependant, des données supplémentaires concernant l'efficacité des processus de nettoyage et de désinfection sont nécessaires.

Ces pratiques d'hygiène qui réduisent le contact des porcs avec la bactérie, ne permettent cependant pas de réduire la prévalence de l'infection avec les valeurs testées dans cette étude. Dans une perspective de maîtrise du portage de salmonelles chez le porc charcutier, il serait intéressant d'associer ces pratiques à des mesures permettant d'augmenter la résistance des porcs vis-à-vis de l'infection.

5. Bibliographie

Anonyme - Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on "Risk assessment and mitigation options of *Salmonella* in pig production, European Food Safety Authority, The EFSA Journal, 2006, 341, 1-131.

Beloil, P. A., Chauvin, C., Proux, K., Madec, F., Fravallo, P., and Alioum, A. - Impact of the *Salmonella* status of market-age pigs and the preslaughter process on the *Salmonella* caecal contamination at slaughter. *Vet. Res.*, 2004, 35, 5, 513-530.

Beloil P.A., Fravallo P., Fablet C., Jolly J.P., Eveno E., Hascoet Y., Chauvin C., Salvat G. and Madec F. - Risk factors for *Salmonella enterica* subsp *enterica* shedding by market-age pigs in French farrow-to-finish herds. *Prev. Vet. Med.*, 2004, 63(1-2), 103-120.

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 *International J.Food Microbiol.*, 1996, 30, 37-53.

Berends, B. R., Knapen, F. V., Snijders, J. M. A., and D.A.A., M. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *J. Food Protect.*, 1997, 36, 199-206.

Botteldoorn N., Heyndrickx M., Rijpens N., Grijspeerdt K., Herman L. - *Salmonella* on pig carcasses: positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse. *J. App. Microbiol.*, 2003, 95: 891-903.

Dahl, J., Wingstrand, A., Nielsen, B., Baggesen, D.L. - Elimination of *Salmonella* Typhimurium infection by the strategic movement of pigs. *Vet. Res.*, 1997, 28,679-681.

EnterNet – <http://www.enternet.com/>; Site officiel EnterNet : réseau européen de surveillance des salmonelloses humaines, 2006.

Fravallo P., Cariolet R., Proux K., Salvat G. - Le portage asymptomatique de *Salmonella enterica* par les porcs : résultats issus de la constitution d'un modèle en conditions expérimentales. *Compte-rendus des Journées de la Recherche Porcine*, 2003, 35, 393-400.

Hill A.A, Snary E.L, Arnold M.E., Alban L. and Cook A.J.C - Dynamics of *Salmonella* transmission on a British pig grower-finisher farm: a stochastic model. *Epidemiol. Infect.*, 2007, 1-14.

Hébert H.- Modalités de conduite en bandes en élevage porcin : effets sur les contacts entre animaux. Thèse vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 27 Octobre 2006.

Ivanek R., Snary E.L., Cook A.J., Grohn Y.T. - A mathematical model for the transmission of *Salmonella* Typhimurium within a grower-finisher herd in Great Britain. *J. Food Protect.*, 2004, 11, 2403-2409.

Kranker S., Alban L., Boes J., Dahl J. - Longitudinal study of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium infection in three Danish farrow-to-finish swine herds. *J. Clinical Microbiol.*, 2003, 41, 2282-2288.

Lurette, A., Belloc, C., Touzeau, S., Hoch, T., Seegers, H., Fourichon, C. - Modelling batch farrowing management within a farrow-to-finish pig herd: influence of management on contact structure and pig delivery to the slaughterhouse. Accepted in *Animal*, 2007.

Mousing J., Thode Jensen P., Halgaard C., Bafer F., Field N.J., Nielsen B., Nielsen J.P., Bech-Nielsen S. - Nation-wide *Salmonella enterica* surveillance and control in Danish slaughter swine herds. *Prev. Vet. Med.*, 1997, 29: 247-261.

Nielsen B., Baggesen D., Bager F., Haugegaard J., Lind P. - The serological response to *Salmonella* serovars typhimurium and infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations. *Vet. Microbiol.*, 1995, 47, 205-218.

Read J.M., and Keeling M.J. - Disease evolution on networks: the role of contact structure. *Proceedings of the Royal Society of London*, 2003, 270, 699-708.

SalinPork - Pre-harvest and harvest control options based on epidemiologic, diagnostic and economic research. D.M.A. Lo FoWong and T. Hald, eds. (2000) 266pp.

van der Gaag M.A., Vos F., Saatkamp H.W., van Boven M., van Beek P. and Huirne R.B.M. - A state-transition simulation model for the spread of *Salmonella* in the pork supply chain. *Eur J Oper Res.*, 2004, 3, 782-798.

Van Winsen R.L., van Nes A., Keuzenkamp D., Urlings H.A.P., Lipman L.J.A., Biesterveld S., Snijders J.M.A., Verheijden J.H.M., van Knapen F. - Monitoring of transmission of *Salmonella enterica* serovars in pigs using bacteriological and serological detection methods. *Vet. Microbiol.*, 2001, 80: 267-274.