

Enjeux et stratégies de maîtrise de *Salmonella* dans la filière porcine : une analyse prospective

Isabelle Corrége (isabelle.correge@ifip.asso.fr), Brice Minvielle
IFIP – Institut du porc, Le Rheu, France

Résumé

Les infections à *Salmonella* constituent une des principales zoonoses alimentaires en Europe et en France, et les œufs et ovoproduits en restent la principale source. L'émergence de nouveaux sérovars, les récents cas de toxi-infections alimentaires dues à des produits de salaisons sèches, la multiplicité des réservoirs, le développement des résistances aux antibiotiques ainsi que les enjeux commerciaux incitent la filière porcine et les pouvoirs publics à accentuer la vigilance et à mettre en œuvre des mesures de maîtrise.

La réglementation européenne prévoit la mise en place de dispositifs de surveillance aux différents maillons de la chaîne de production, mais les autorités européennes reportent depuis 2009 la mise en place des programmes de contrôle des salmonelles en filière porcine. Pour tous les spécialistes, la réduction de la prévalence des salmonelles dans les produits remis aux consommateurs passe par la mise en place d'actions de maîtrise à tous les stades, de l'alimentation animale jusqu'à la transformation. En revanche, lorsque le rapport coût/bénéfice est pris en compte, les avis divergent quant à l'importance qui doit être accordée à chacun de ces maillons.

Cette synthèse aborde les enjeux de la maîtrise des salmonelles dans la filière porcine, synthétise les connaissances épidémiologiques aux différents stades et analyse les stratégies de lutte et leurs effets attendus.

Une approche globale et transversale de moyen-long terme, avec une mise en place progressive et programmée de mesures de maîtrise à tous les maillons de la filière, devraient permettre une réduction significative et durable du nombre de cas de salmonellose associés à la consommation de porc.

Mots clés

Salmonella, filière porcine, plan de lutte

Abstract

Issues and strategies to control Salmonella in the pork industry: a prospective analysis

In the European Union and France, salmonellosis is one of the most frequently reported foodborne zoonoses in humans, and eggs and egg products remain the major source. However, the emergence of new serotypes, the recent outbreaks associated with the consumption of dried sausage products, the multiplicity of reservoirs, the increase in antibiotic resistance together with the challenges of international trade encourage the French pork industry and public authorities to improve the surveillance of Salmonella and promote mitigation strategies.

According to EU regulations Salmonella control programmes should have been implemented at the different stages of the pork production chain, but the decision has been delayed since 2009 by EU authorities. For all experts, the reduction of Salmonella prevalence in pork meat and meat products relies on the implementation of preventive actions throughout the whole production chain: feed production, farming, transport, slaughtering and further processing of meat. When taking into account the expected costs and benefits of control measures, opinions differ as to the priorities that should be fixed at the different links of the food chain.

This review deals with the control of Salmonella in pigs in an attempt to summarise the epidemiological knowledge available at each link of the food chain and to analyse the different mitigation strategies and their expected results.

A medium-long term global and horizontal approach, with progressive and planned control measures at each link of the pork production chain, should result in a significant and stable reduction in the number of cases of salmonellosis due to pork consumption.

Keywords

Salmonella, pig industry, control plan

La surveillance et la maîtrise des zoonoses sont une priorité pour la protection des consommateurs, en particulier les infections à *Salmonella*, qui sont une des principales causes de zoonoses alimentaires dans les pays industrialisés. Même si les œufs et les ovoproduits restent les aliments les plus souvent incriminés, le nombre de cas humains dus à ces aliments diminue nettement avec, pour conséquences d'une part, la baisse du nombre d'infections à *Salmonella enteritidis* et d'autre part, l'augmentation de la part relative de *Salmonella typhimurium* avec pour corollaire la mise en cause plus fréquente des viandes de porc et des produits de charcuterie (Jourdan-Da Silva et Le Hello, 2012).

Cette synthèse aborde les enjeux de la maîtrise des salmonelles dans la filière porcine, synthétise les connaissances épidémiologiques aux différents maillons de la filière tout en soulevant les questions encore en suspens. Enfin, une analyse prospective des stratégies de lutte envisagées est proposée et leurs effets attendus présentés.

Les enjeux de la maîtrise de *Salmonella*

Les enjeux de santé publique

Les infections à *Salmonella* sont une des principales causes d'infections bactériennes d'origine alimentaire (ou zoonose alimentaire) dans

l'Union européenne (EFSA, 2012). En France, les *Salmonella* font l'objet d'une surveillance organisée à la fois chez l'Homme et dans l'ensemble de la chaîne alimentaire. En 2009, 143 foyers de Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) à *Salmonella*, correspondant à 1 254 malades, ont été déclarés ou suspectés à l'Institut de veille sanitaire (InVS) (InVS, 2011; Jourdan-Da Silva et Le Hello, 2012) et 7 451 souches de *Salmonella* ont été collectées par le Centre national de référence (CNR). Parmi les principaux aliments impliqués dans ces cas humains, les œufs et produits à base d'œufs restent la source majoritairement incriminée ou suspectée (environ 40 % des foyers de TIAC), alors que les viandes le sont dans un peu moins de 6 % des foyers et les produits de charcuterie dans 4 à 10 % des foyers. Le nombre de cas dus à des œufs ou ovoproduits contaminés par *S. Enteritidis* diminuant nettement, la tendance est à une augmentation de la part relative des cas dus aux viandes et produits de charcuterie contaminés par *S. Typhimurium*. Entre 2002 et 2010, le nombre de *Salmonella* recensé au CNR a baissé de 20 %, avec une diminution importante du nombre de *S. Enteritidis* et une diminution nettement moins marquée de *S. Typhimurium*. Depuis 2004, l'émergence d'un variant monophasique de *Typhimurium* (*S. enterica* subsp. *enterica* sérovar 1,4,[5],12,i:-) est également observée. Sa fréquence d'isolement est en constante augmentation, atteignant 12 % des isollements en 2010. Le sérovar Derby, très présent en filière porcine, représente moins de 2 % des cas humains.

Une évolution similaire est constatée au niveau de l'UE (EFSA, 2012); le rapport européen sur l'analyse quantitative des risques microbiologiques (QMRA; EFSA 2010) estime que 10 à 20 % des cas de salmonelloses humaines en Europe sont attribuables au porc.

L'émergence depuis deux décennies de *Salmonella* multirésistantes aux antibiotiques fait également partie des préoccupations en santé publique.

Les enjeux économiques et commerciaux

Les pertes directes en élevage liées aux salmonelles sont négligeables en Europe, car les épisodes de salmonellose clinique sont rares et circonscrits dans le temps.

Les coûts indirects induits par les cas humains (arrêts de travail, traitements, hospitalisation, séquelles et parfois décès), bien que difficiles à évaluer précisément, sont estimés très importants. Au niveau européen, le coût de la salmonellose humaine est estimé à 86,1 millions d'euros par an, soit 600 € par cas humain (FCC Consortium, 2011).

Les conséquences commerciales et économiques pour la filière, une entreprise ou un produit, des TIACs liées à *Salmonella* ne sont pas à négliger (retrait et rappel de produits par les entreprises, baisse des ventes). En France, les deux TIACs de 2010 et 2011 mettant en cause des saucisses sèches ont été relayées par les médias auprès du grand public et n'ont pas été sans conséquences, même si ces dernières sont difficilement chiffrables.

À l'échelle du commerce international, de nombreux pays européens ont mis en place des programmes de surveillance des salmonelles à toutes les étapes de la chaîne de production, de l'alimentation animale à l'alimentation humaine: la Suède dès 1961, le Danemark dans les années 1990. Plus récemment l'Allemagne a intégré la surveillance des salmonelles dans son système qualité et la question des salmonelles joue incontestablement un rôle dans les échanges commerciaux.

Les enjeux réglementaires

Depuis les années 1990, l'arsenal législatif couvre à la fois la production primaire et la production secondaire avec la mise en place de règles d'hygiène générale au travers de Guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) (règlement 852/2004/CE). Pour les salmonelles, la réglementation européenne (directive 2003/99 et règlement 2160/2003) prévoit la mise en place de dispositifs de surveillance chez les porcs reproducteurs et les porcs charcutiers de tous les sérovars de *Salmonella* aux différents maillons de la chaîne de production. Cette réglementation était initialement applicable en 2009; depuis cette date, les autorités européennes reportent sa mise en place dans la filière porcine faute d'accord sur les modalités de surveillance et de maîtrise, ainsi que sur le rapport coût/bénéfice des différents plans de surveillance envisagés (FCC Consortium 2011).

Concernant les carcasses de porc, la réglementation européenne fixe un critère de suivi de l'hygiène des procédés vis-à-vis de *Salmonella*

(règlement 2073/2005/CE) avec une tolérance de cinq résultats positifs sur cinquante échantillons prélevés. Pour les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande, le règlement CE n°2073/2005 fixe un critère de sécurité applicable au produit fini (absence de salmonelles dans 10 g ou 25 g selon le type de produit et son mode de consommation, cru ou cuit).

Prévalence des salmonelles dans la filière porcine

Différents protocoles d'analyse (marqueur et méthode d'analyse retenus, unité prélevée) et plans d'échantillonnage sont utilisés dans les études publiées sur les salmonelles, ce qui influence les résultats obtenus, en particulier les prévalences.

Pour dépister le portage sain chez le porc, deux techniques sont utilisées, la bactériologie et la sérologie, qui ne mesurent pas le même événement biologique et ne donnent donc pas les mêmes résultats. Au vu des avantages et inconvénients respectifs de ces deux méthodes, de nombreuses études épidémiologiques et la majorité des plans de surveillance nationaux privilégient la sérologie.

La méthode d'analyse retenue est également déterminante. En sérologie, les kits commerciaux disponibles diffèrent (détection de sérogroupes de *Salmonella* différents et variations des spécificités et sensibilités) (Beloil, 2007). En bactériologie, malgré la standardisation des méthodes d'analyse (EN/ISO 6579), des différences entre les résultats subsistent selon les milieux d'enrichissement utilisés et leur nombre, les différents milieux étant plus ou moins adaptés au type de produit analysé, aux autres flores en présence et aux sérovars de *Salmonella* (Beloil, 2007).

Les caractéristiques du prélèvement sont également importantes, avec des différences de résultats en sérologie entre sérum et jus de viande. En bactériologie, la taille (poids ou surface) du prélèvement est déterminante: la sensibilité relative d'un prélèvement de fèces de 1 g est de 21 % alors que celle d'un échantillon de 25 g est de 78 % (Funk *et al.*, 2000). Pour les carcasses ou pièces de découpe, le prélèvement par excision a une sensibilité relative supérieure aux prélèvements par éponge ou chiffonnette (Augustin *et al.*, 2009). Enfin, l'estimation de la prévalence dépend de la taille de l'échantillon.

Aussi, les différentes données de prévalence publiées ne peuvent être interprétées qu'en fonction du plan d'analyse mis en place et les comparaisons directes de prévalence peuvent être hasardeuses.

Seules les prévalences obtenues dans le cadre des enquêtes communautaires et/ou centralisées et publiées par l'EFSA sont donc présentées (Tableau 1). Pour les aliments composés et les viandes fraîches de porc aux stades abattoir, découpe ou distribution, les prévalences dans les États membres (EM) ne sont pas comparables du fait des différences de modalités de surveillance et ne figurent pas dans le tableau. Seuls les résultats sur les reproducteurs, les porcs à l'abattoir et les carcasses obtenus selon des plans d'analyse similaires

Tableau 1. Prévalence de *Salmonella* aux différents maillons de la filière porcine: UE et principaux pays producteurs de porc

% de positifs / nombre d'analyses	UE	France	Allemagne	Belgique	Danemark	Espagne	Pays-Bas
Reproducteurs: bactériologie sur fèces, 10 pools de 10 truies/élevage, % d'élevages positifs ⁽¹⁾							
• élevage de sélection-multiplication	28,7 %/1 430	50,3 %/157	28,3 %/46	18,8 %/16	41,1 %/95	64,0 %/150	57,8 %/109
• élevage de production	33,3 %/3 211	38,7 %/186	20,6 %/155	36,4 %/209	41,4 %/198	53,1 %/209	55,7 %/212
Porcs: bactériologie sur nœuds lymphatiques à l'abattoir (élevage + transport + attente), % de porcs positifs ⁽²⁾	10,3 %/18 663	18,1 %/1 163	10,9 %/2 567	13,9 %/601	7,7 %/998	29,0 %/2 619	8,5 %/1 087
Carcasses: bactériologie sur chiffonnettes en fin de chaîne d'abattage ⁽²⁾	8,3 %/5 736	17,6 %/413	-	18,8 %/381	3,3 %/344	-	-
Alimentation: aliments composés ⁽³⁾ – UE: 0,5 %/5 548							
Viande fraîche de porc aux stades abattoir, découpe ou distribution ⁽³⁾ : UE: 0,9 %/69 005							

(1) EFSA 2009, (2) EFSA 2008a, (3) EFSA 2012

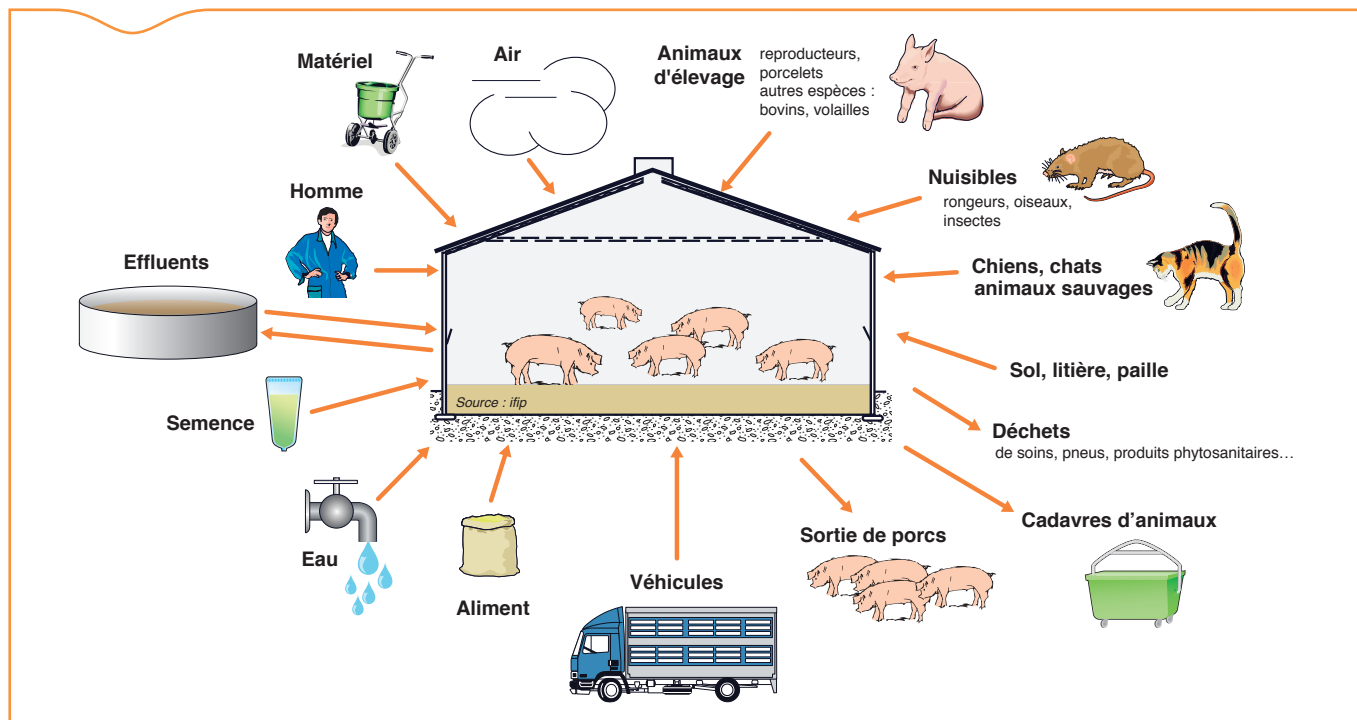


Figure 1. Activités liées à l'élevage, sources potentielles de salmonelles

permettent des comparaisons entre EM. Les proportions relativement élevées obtenues sur les reproducteurs doivent être nuancées par le fait qu'il s'agit de proportions d'élevages positifs et non d'animaux, à la différence des porcs et des carcasses où il s'agit de proportions d'individus positifs. Au vu de ces résultats, la France figure dans le groupe des pays à prévalence élevée.

Épidémiologie des salmonelles dans la filière porcine

Maillon alimentation animale

Les aliments composés peuvent être contaminés par *Salmonella* à partir d'une matière première contaminée ou indirectement lors de leur fabrication, leur stockage, leur transport ou leur distribution.

Les tourteaux de graines oléagineuses, les coques de soja et de cacao, les protéines d'origine animale sont les matières premières les plus à risque, suivies par les co-produits de céréales et les graines de soja cuites (EFSA, 2008b). L'amélioration des procédés de fabrication et les contrôles sur les matières premières mis en place par les fabricants ont permis de nettement diminuer ces dernières années la prévalence des salmonelles dans les tourteaux. Les céréales sont peu contaminées par *Salmonella* et les procédés de fabrication des aliments composés sont pour partie assainissants (extrusion, granulation, thermisation).

Par ailleurs, la réglementation européenne (règlement 183/2005/CE) impose la mise en place de démarches de type HACCP. Un guide de bonnes pratiques de la fabrication des aliments composés a été élaboré par les fabricants d'aliments français, ainsi que des plans d'autocontrôles nationaux (OQUALIM en France).

D'après les données de surveillance collectées par l'EFSA, la proportion d'aliments composés destinés aux porcs contaminés par *Salmonella* est stable en Europe, de 0,5 à 0,7 % (prévalence entre 0 et 3,6 % selon les pays). Les sérovars les plus souvent isolés en alimentation animale ne sont pas ceux qui prédominent dans les autres maillons de la filière. Au vu de ces résultats, le rôle des aliments composés pourrait paraître négligeable. Toutefois, le lien épidémiologique entre la contamination de l'aliment et celle des porcs a été démontré (EFSA, 2008). De plus, la quantification des salmonelles n'étant pas disponible en routine, il n'y a pas d'information sur le nombre de salmonelles présentes. Enfin, même

si l'aliment est très faiblement contaminé, il s'agit du principal intrant d'un élevage de porcs, tant en tonnage (environ 7,5 tonnes d'aliment/truie - an pour un élevage naisseur-engraisseur) qu'en nombre de livraisons.

Aussi, le rôle de l'aliment ne doit pas être écarté et varie sans doute, comme l'ont souligné les experts de l'EFSA (2010), en fonction du niveau de prévalence initiale en *Salmonella* de l'élevage ou de la zone: dans les régions de faible prévalence, l'aliment constitue une des principales sources d'introduction. Dans le cas contraire, son importance relative est beaucoup plus faible.

De nombreuses publications ont montré le rôle de l'alimentation dans la contamination des porcs par modification de l'écosystème du tube digestif. La composition de l'aliment (matières premières et additifs nutritionnels), sa présentation (granulation et mouture) et son mode de distribution (sèche, humide, liquide) interviennent sur le portage digestif de *Salmonella* (Beloeil, 2007).

Maillon élevage

De par leur caractère ubiquiste, les salmonelles sont susceptibles de contaminer un élevage lors des différents mouvements d'animaux, matériels ou personnes liés à l'activité de l'élevage (Figure 1) (Corrégé, 2000). Les différentes études menées jusqu'à présent n'ont pas permis de privilégier réellement l'une ou l'autre de ces voies et la diversité des sérovars isolés dans un même élevage montrent que plusieurs voies de contamination peuvent coexister dans un même élevage.

La contamination se transmet entre porcs, de différentes bandes et/ou stades physiologiques et les salmonelles peuvent également se propager par d'autres vecteurs animés (Homme, rongeurs, insectes...) ou de manière indirecte par le matériel et l'environnement. Elles persistent dans un élevage en colonisant des réservoirs, soit animés (troupeau de truies, rongeurs, Homme...) soit inanimés (matériel, lisier, bâtiments, poussières...).

Un certain nombre de facteurs de risque vont agir sur le niveau de prévalence et les variations de prévalence dans un élevage. Les principales conditions d'élevages associées à la prévalence *Salmonella* en élevage de porc sont résumées dans la Figure 2, en particulier celles provenant d'études menées en France (Corrégé *et al.*, 2009).

L'épidémiologie de *Salmonella* en élevage soulève encore un certain nombre de questions. Les élevages de sélection et de multiplication qui

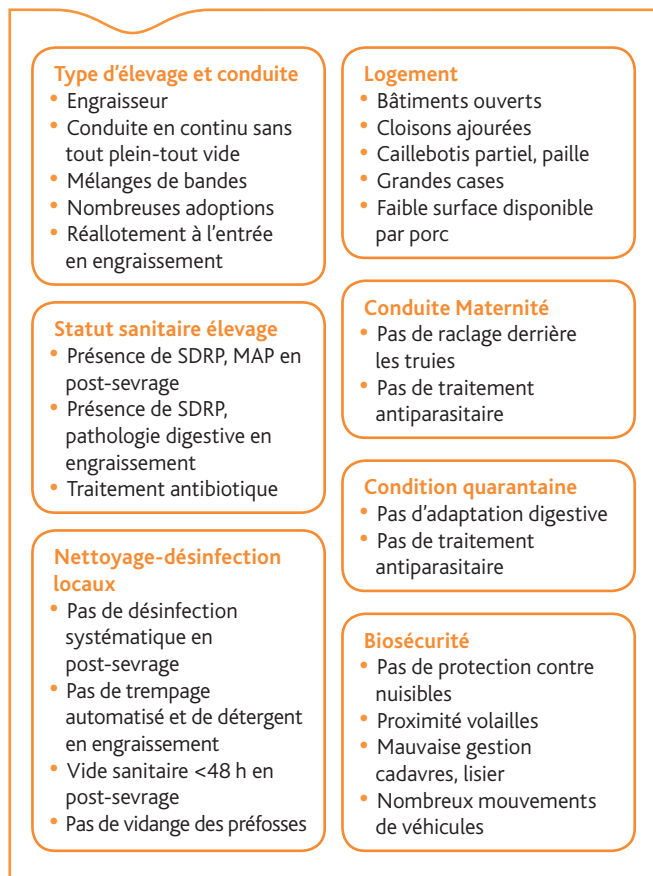


Figure 2. Principaux facteurs de risque associés à la prévalence en *Salmonella*

ont des niveaux sanitaires et de biosécurité supérieurs aux élevages de production, ont ainsi une prévalence chez les truies égale ou supérieure à celle observée au niveau de la production dans les principaux pays européens producteurs de porc (EFSA, 2009). Des facteurs épidémiologiques non connus aujourd'hui interviennent sans doute au niveau de ce maillon et ne permettent pas à ce jour de proposer des leviers opérationnels pertinents.

Le nombre et l'absence de hiérarchisation des facteurs de risque, leur caractère peu spécifique et peu précis rendent difficile le choix d'une stratégie ou de mesures prioritaires à mettre en œuvre en élevage. De plus, toutes ces mesures ne sont pas applicables dans tous les élevages. Il est donc difficile de proposer concrètement des mesures aux éleveurs, hormis celles du GBPH ou de son manuel d'application (Ifip, 2009).

Le statut précis (quantitatif et/ou sérotypes présents) d'un élevage vis-à-vis des salmonelles est difficile à établir, du fait des variations significatives de prévalence entre lots successifs ou entre périodes. Ces variations peuvent être en partie pondérées en attribuant un statut à partir des résultats cumulés sur plusieurs lots successifs. Mais ce statut est peu stable dans le temps et difficile à relier à des changements dans les pratiques ou les caractéristiques des élevages concernés.

Maillons abattage-découpe-transformation

Dès la sortie de leur case d'engraissement, les porcs porteurs sains sont susceptibles d'excréter des salmonelles et de contaminer leur environnement et leurs congénères (Beloeil, 2007). Le nombre d'animaux positifs et de sérotypes de *Salmonella* retrouvés augmentent pendant l'attente dans l'élevage avant le chargement, le transport ou l'attente à l'abattoir, en lien avec la durée de contact entre animaux et/ou l'environnement contaminé (Fravalo *et al.*, 1999). Les quais de stockage dans l'élevage, les camions et les porcheries d'attente sont fréquemment contaminés par des salmonelles, et cette contamination peut persister après nettoyage et désinfection. La propreté des animaux avant transport et abattage peut également intervenir sur la contamination en salmonelles.

Du fait de l'importance de la durée de jeûne et des contraintes logistiques associées (attente dans l'élevage, durée du transport, attente à l'abattoir), les pratiques françaises contribuent certainement à la prévalence élevée observée dans les nœuds lymphatiques à l'abattoir (EFSA, 2008a).

À l'abattoir, des contaminations de surface peuvent se produire lors de la préparation externe des carcasses, par contact direct des matières fécales ou de la peau des animaux, ou indirectement *via* des surfaces contaminées. À l'inverse, l'échaudage et le flambage peuvent diminuer la contamination bactérienne de surface des carcasses, et donc des salmonelles, (Berends *et al.*, 1997). Lors de la préparation externe des carcasses, le passage dans l'épileuse et les flagelleuses est considéré comme très contaminant, du fait notamment de l'expulsion de matières fécales dans l'épileuse, et donc dans l'eau et sur le matériel. Ces deux types de matériel sont par ailleurs difficiles à nettoyer et désinfecter.

Lors de l'habillage des carcasses (du détournage de la rosette (du rectum) jusqu'à la réfrigération des carcasses) les opérations touchant à l'intégrité du tractus gastro-intestinal sont susceptibles de générer une contamination directe de la carcasse, *via* les matières fécales; des contaminations croisées, *via* le matériel et les opérateurs, peuvent également se produire. Lors du détournage de la rosette, la technique de l'ensachage du rectum est recommandée et pratiquée depuis plusieurs années pour limiter ces contaminations croisées. La maîtrise de l'étape d'éviscération est considérée comme essentielle, même si sa contribution qualitative et quantitative à la contamination des carcasses reste discutée. Le retrait des abats rouges, la fente de la carcasse et les opérations d'inspection vétérinaire sont considérés comme des étapes à risque en particulier en raison des possibilités de contaminations croisées.

En ce qui concerne l'impact de la réfrigération, la majorité des études conclut à une diminution du nombre de bactéries pathogènes après réfrigération, surtout avec un froid très négatif (<-12°C) (Chang *et al.*, 2003).

En découpe, du fait du retrait des parties extérieures de la carcasse, en particulier de la couenne, la prévalence tend à diminuer d'un facteur deux au minimum. Le principal facteur de risque reste la contamination initiale des carcasses, même si les contaminations croisées existent et doivent être maîtrisées.

Aux stades ultérieurs de la transformation, la contamination n'évolue pas et tend plutôt à diminuer du fait des procédés utilisés et de leur maîtrise. Pour les produits cuits et les produits de salaison sèche, la maîtrise des paramètres des procédés est essentielle. Néanmoins, pour les produits de type saucisson sec en particulier, le niveau initial de contamination de la matière première est particulièrement important, l'efficacité limitée des procédés ayant été démontrée depuis plusieurs décennies.

Quelles stratégies de lutte et les effets attendus

Analyse critique des moyens de maîtrise aux différents maillons

Alimentation animale

L'application des principes HACCP, du guide de bonnes pratiques de fabrication des aliments pour animaux ainsi que les démarches volontaires de certification et de mutualisation des plans de contrôle des matières premières et des aliments finis fédérés dans le cadre de l'association OQUALIM contribuent à un niveau élevé de sécurité.

Élevage

L'éradication des salmonelles d'un élevage de porcs ou le maintien sur le long terme d'un statut négatif sont reconnus par tous comme irréalisables (EFSA, 2010).

Les mesures de lutte en élevage ont donc pour objectif la réduction du niveau de prévalence ou de l'excrétion des salmonelles par les reproducteurs et les porcs. Le principal type de plan de maîtrise est

celui appliqué par les danois depuis 1995, avec une classification des élevages selon trois niveaux de prévalence par dépistage sérologique et mise en place de mesures préventives dans les élevages à prévalence élevée (environ 3 % des élevages). Son efficacité, malgré sa mise en œuvre sur l'ensemble de la production pendant plus de quinze ans, n'est pas celle attendue : dans les enquêtes communautaires, la prévalence au Danemark chez les porcs reproducteurs est supérieure à la moyenne UE. Sur nœuds lymphatiques de porcs, la prévalence danoise se situe certes en dessous de la moyenne UE, mais est équivalente à celle d'autres pays n'ayant pas mis en place un tel programme, comme les Pays-Bas. Les communications danoises de ces dernières années le confirment, en concluant que les mesures mises en place en élevage se sont avérées coûteuses pour une efficacité limitée, alors que les mesures à l'abattoir présentent un rapport coût-efficacité bien meilleur, la décontamination des carcasses étant la mesure jugée prioritaire. Ce relatif échec s'explique par une faible proportion d'élevages sur lesquels portent les efforts (environ 3 %), des mesures de prévention en élevage d'ordre général, pas toujours applicables, basées sur le volontariat de l'éleveur et dont l'efficacité n'a pas pu être clairement établie.

La position française, qui se base en élevage sur le GBPH présente l'avantage de se calquer sur un des outils permettant de répondre à la réglementation « paquet hygiène » et apparaît moins coûteuse qu'un dépistage systématique. Cependant, comme le souligne le rapport européen sur l'analyse quantitative des risques microbiologiques, il faut en attendre des effets à long terme (5 à 10 ans), en fonction de la rapidité de sa mise en application dans les élevages et des mesures de maîtrise qui peuvent être mises en place. Son efficacité relative sera sans doute limitée puisqu'il s'agit de mesures d'hygiène générale, non exclusivement ciblées « salmonelles ».

En ce qui concerne les élevages de sélection-multiplication, le rapport européen sur l'analyse quantitative des risques microbiologiques (QMRA; EFSA 2010) préconise d'introduire des cochettes négatives dans les élevages à forte prévalence, tout en reconnaissant que c'est sans doute illusoire. À l'inverse, d'autres publications relativisent l'importance des reproducteurs et le plan danois n'a d'ailleurs pas donné de résultats probants en termes de baisse de prévalence à ce maillon. En conséquence, il ne nous semble pas forcément pertinent de mettre en place des mesures spécifiques à l'étape sélection-multiplication.

Transport, attente, abattage, découpe et transformation

Lors des étapes précédant l'abattage, la contamination des animaux par leur environnement ou leurs congénères doit être réduite au maximum,

en prenant en compte les autres contraintes, en particulier la durée de jeûne. Cela passe par le respect des recommandations sur la limitation du mélange des animaux et des procédures de nettoyage-désinfection efficaces pour éviter les contaminations croisées (Tableau 2).

Salmonella fait partie des dangers identifiés et pris en compte dans les Guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP de l'abattage-découpe et des industries charcutières, appliqués sur ces secteurs depuis plus de quinze ans, et associés à des plans de contrôles microbiologiques.

À l'abattoir, les salmonelles apportées par les animaux, sont potentiellement introduites sur les carcasses et les produits qui en sont issus. Il constitue de fait un des principaux lieux d'action pour la réduction des contaminations, comme souligné par les études QMRA. Des marges de progrès restent possibles et peuvent être importantes en fonction du procédé d'abattage et de son degré de maîtrise, des différences significatives de fréquence de contamination existant entre abattoirs. Néanmoins, en fonction de chaque situation, cette amélioration devra passer par des modifications du procédé et/ou des pratiques, et leurs coûts associés.

Pour la découpe, les bonnes pratiques d'hygiène et la chaîne du froid doivent continuer d'être maîtrisées, un défaut de maîtrise pouvant avoir un impact important.

Au stade de la transformation, en fonction des types de produits élaborés, le niveau de contamination de la matière première peut être primordial, en particulier pour les produits de type saucisson sec. La réduction de la fréquence et du nombre de salmonelles sur le produit fini passe donc par une maîtrise des matières premières entrant en fabrication, mais également du procédé de fabrication ; des optimisations sont possibles à ce niveau, avec leurs éventuels coûts associés.

Actions et investigations à mener

En dehors de quelques études, l'information quantitative fait défaut pour mieux comprendre et caractériser la dynamique de transmission des *Salmonella* tout au long de la chaîne alimentaire, pour évaluer l'efficacité des mesures de maîtrise mises en place, mais également pour qualifier les procédés utilisés par les industriels. La norme EN ISO 6579 prévoit depuis mars 2013 le dénombrement de *Salmonella* par la méthode du nombre le plus probable (NPP) miniaturisé. Nous devrions donc disposer à moyen terme de méthodes alternatives permettant d'avancer sur ce sujet.

Tableau 2. Synthèse des différentes mesures proposées dans le plan de maîtrise des salmonelles en France

Maillon	Mesures proposées	Faisabilité/Contraintes	Rapidité d'action	Efficacité attendue sur le produit fini=viande	Surveillance existante
Alimentation	HACCP GBP fabrication	Réglementaire - En place -	Court terme	+ à ++ sur aliment	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises		+ sur produit fini	OQUALIM
		Choix et coût matières 1 ^{res}			
Élevage	GBPH	+ de 15 000 élevages	Long terme	+ à ++ sur porc	Aucune
		Etat parc bâtiments		+ sur produit fini	
		Accompagnement éleveurs			
Transport attente	Nettoyage-désinfection optimisé	Réglementaire - En place	Court/ Moyen terme	+ sur porc	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises		+ sur produit fini	
		Temps de nettoyage limitant			
Abattage	GBPH/HACCP Optimisation du procédé	Réglementaire - En place	Court/ Moyen terme	+ à +++ sur produit fini	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises			Plan IFIP
		Modification procédé			
Découpe	GBPH/HACCP	Réglementaire - En place	Court terme	+ sur produit fini	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises			Plan IFIP
Transformation	GBPH/HACCP Choix matières 1 ^{res} /fournisseurs	Réglementaire - En place	Court terme	+ à +++ sur produit fini	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises			
		Choix et coût matières 1 ^{res}			
		Modification procédé			

Les experts européens (EFSA, 2008b; EFSA, 2010) placent l'aliment comme une source probable de *Salmonella*, en particulier dans les élevages à faible prévalence et les efforts pour diminuer encore la prévalence des salmonelles dans l'aliment doivent être poursuivis. Les travaux sur la mise au point de traitements efficaces vis-à-vis de la contamination des matières premières et de l'aliment composé (thermique et/ ou chimique) doivent être poursuivis.

Le rôle du statut des reproducteurs dans l'épidémiologie des salmonelles est également à préciser, car les enjeux économiques et commerciaux à ce niveau sont importants.

Plus généralement, au niveau de l'élevage, l'efficacité et le coût de mesures préventives telles que la vaccination ou d'autres types d'interventions (par exemple des additifs alimentaires) pour prévenir l'excrétion méritent d'être investigués.

La décontamination des carcasses est une des pistes majeures d'action pour renforcer la maîtrise des salmonelles. Elle est considérée comme prioritaire par les Danois et comme une des mesures d'intervention efficaces en QMRA.

Pour les maillons alimentation animale, abattage-découpe et transformation, des dispositifs de surveillance de la contamination en salmonelles sont déjà en place dans le cadre de contrôles officiels ou d'autocontrôles. Ces critères microbiologiques constituent des éléments de vérification de la maîtrise des procédés, et éventuellement de la conformité des produits mis sur le marché. Les résultats peuvent être centralisés, comme en alimentation animale par OQUALIM depuis 2008 ou en abattage-découpe par l'IFIP depuis 1997, afin d'avoir une vision globale du degré de maîtrise des aliments produits ainsi que de son évolution. À l'heure actuelle, pour le maillon élevage et dans le cas de la fabrication de l'aliment à la ferme, aucun plan de contrôle n'est défini et mis en œuvre.

La surveillance des salmonelles dans la filière est indispensable pour mesurer l'évolution du danger, y compris en terme de diversité des sérovars, mais surtout pour évaluer l'efficacité des mesures de maîtrise mises en place. Elle ne doit pas nécessairement s'exercer à tous les maillons, mais être dimensionnée en rapport avec le niveau de maîtrise souhaité.

La principale difficulté pour renforcer la maîtrise des salmonelles dans la filière porcine est la priorisation des mesures de maîtrise et/ou d'intervention qui devront être mises en place aux différents maillons. Cette priorisation dépend des objectifs qui seront fixés (% de réduction de prévalence et à quel maillon).

L'efficacité des mesures utilisables, pour l'instant très souvent mal caractérisée, est variable: des bonnes pratiques d'hygiène n'auront par nature qu'un effet limité par rapport à des mesures d'intervention (par exemple la décontamination des carcasses). Par ailleurs, les différentes mesures ne produisent pas l'effet attendu sur le même pas de temps, les BPH ayant une action à plus long terme qu'une intervention. Il existe aussi des écarts entre les mesures d'intervention: par exemple les effets produits par l'utilisation d'additifs alimentaires efficaces en élevage seront visibles à plus long terme que ceux de la décontamination des carcasses. Enfin, ces mesures ont un coût unitaire, plus faible pour les BPH que pour les interventions, qui peut être démultiplié ou amorti en fonction du stade et du nombre d'opérateurs auxquels elles s'appliquent.

Dans l'évaluation des coûts, il faudrait également tenir compte en plus des bénéfices liés à la réduction des salmonelles de ceux liés à la réduction des autres agents zoonotiques et des flores d'altération, en lien avec la durée de conservation des produits.

Conclusion

Les salmonelles illustrent bien la nécessité d'envisager les moyens de maîtrise de manière transversale; chaque maillon de la filière est co-responsable du nombre de salmonelles présentes et doit apporter sa pierre à l'édifice. En l'absence d'objectifs définis au niveau communautaire ou national, la France a adopté depuis plusieurs années une position simple et pragmatique, se basant sur les outils existants, essentiellement les BPH, l'application des principes HACCP et la mise en place d'autocontrôles.

Références bibliographiques

- Augustin J.C., Le Roux A., Zuliani V., Minvielle B., Garry P., 2009. Efficiency of sampling methods to monitor the bacterial contamination of pork carcasses before and after chilling. Proc. 8th International Symposium on the epidemiology and control of foodborne pathogens in pork, Québec, Canada, 318-322.
- Beloil, P.A., 2007. Épidémiologie analytique de *Salmonella enterica* et *Listeria monocytogenes* en production primaire porcine. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux 2, 364 p.
- Berends, B.R., Van Knapen, F., Sniijders, J.M., Mossel, D.A., 1997. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. Int. J. Food Microbiol., 36, 199-206.
- Chang V.P., Mills E.W., Cutter C.N., 2003. Reduction of bacteria on pork carcasses associated with chilling method. J. Food Prot., 66, 1019-1024.
- Corrégé, I., 2000. La problématique salmonelles en filière porcine. Proc. AFMVP, Maisons-Alfort, France, 119-128.
- Corrégé, I., Hémonic A., Gouvars B., 2009. Conditions d'élevage associées à la séroprévalence salmonelles des porcs en fin d'engraissement. Journées Rech. Porcine, 41, 35-42.
- EFSA, 2008a. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007. EFSA Journal, 135, 111 p.
- EFSA, 2008b. Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals, Scientific opinion of the panel on biological hazards. EFSA Journal, 720, 84 p.
- EFSA, 2009. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in holdings with breeding pigs, in the EU, 2008. EFSA Journal, 7(11), 157, 99 p.
- EFSA, 2010. Scientific Opinion on a Quantitative Microbiological Risk Assessment of *Salmonella* in slaughter and breeder pigs. EFSA Journal, 8(4), 1547, 90 p.
- EFSA, 2012. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. EFSA Journal, 10(3), 2597, 442 p.
- FCC Consortium, European Commission, 2011. Analysis of the costs and benefits of setting a target for the reduction of *Salmonella* in breeding pigs. SANCO/2008/E2/056, 91 p.
- Fravalo, 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*. Évolution de ce statut entre l'élevage et l'abattoir. Journées Rech. Porcine, 31, 383-389.
- Funk J.A., Davies P.R., Nichols M.A., 2000. The effect of fecal sample weight on detection of *Salmonella enterica* swine feces. J. Vet. Diagnostic Investigation, 12, 412-418.
- IFIP, 2009. Manuel d'application du Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène en élevage de porcs. IFIP éd. Paris, 106 p.
- INVS, 2011. Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives. Données de la déclaration obligatoire, 2009, 5 p.
- Jourdan-Da Silva, N., Le Hello, S., 2012. Salmonelloses en France, 2002-2010: tendances en épidémiologie humaine, émergence de la souche monophasique, principaux aliments impliqués dans les dernières épidémies. BEH, Hors-série mai 2012, 25-29.