

SÉCURITÉ MICROBIOLOGIQUE DES VIANDES : DE NOUVELLES DONNÉES QUANTITATIVES. QUELS APPORTS POUR UNE MEILLEURE MAÎTRISE ?

MEAT MICROBIOLOGICAL SAFETY: NEW QUANTITATIVE DATA. HOW CAN CONTROLS BE IMPROVED?

Par Catherine MAGRAS⁽¹⁾, Michel LAROCHE et Julien FOSSE
(Communication présentée le 1^{er} octobre 2009)

RÉSUMÉ

Les viandes restent fréquemment incriminées dans les zoonoses d'origine alimentaire. Une meilleure maîtrise de leur contamination par les dangers biologiques passe donc par une hiérarchisation de ces dangers pour ensuite conduire une évaluation scientifique des risques d'exposition du consommateur, pour des couples danger/denrée. La localisation et la quantification de la contamination permet d'évaluer le risque d'introduction du danger dans la chaîne et le niveau de son transfert. Pour les viandes, l'abattoir peut maîtriser ce transfert, lequel sera cependant affecté par la prévalence de la contamination des carcasses par les dangers bactériens portés par les animaux et non détectables à l'examen macroscopique. Le niveau global de maîtrise hygiénique des opérations à risque pourrait être quantifié par le calcul du ratio de transfert et le profil de risque des élevages.

Mots-clés: zoonose alimentaire, danger biologique, viande, épidémiologie, analyse de risque.

SUMMARY

Meat is frequently involved in foodborne zoonoses. To improve the control of biological hazards to meat, these hazards must be graded and the consumer's risk of exposure must be assessed scientifically. Characterization of the contamination status helps evaluate the risk of hazard introduction in the food chain and the level of transfer. For meat, status of contamination of carcasses is mainly explained by the level of hygiene control at slaughterhouse combined with the status of infection of slaughter animals, particularly for meat-borne hazards lowly detected due to macroscopic examination of carcasses. The overall health control of high-risk operations could be quantified by calculating the transfer ratio and the farm risk profil.

Key words: foodborne zoonoses, biological hazard, meat, epidemiology, risk assessment.

(1) UMR INRA-ENVN-ENITIAA 1014 Secalim, Ecole Nationale Vétérinaire, BP 40706, 44307 Nantes cedex 3

INTRODUCTION

Nous entendons par denrée « toute substance ou produit, transformé, partiellement transformé ou non, destiné à être ingéré ou raisonnablement susceptible d'être ingéré par l'être humain » (règlement (CE) 178/2002) et par « la viande » de l'espèce X, l'ensemble des viandes fraîches et des produits carnés issus de la transformation des animaux de chair de cette espèce, c'est-à-dire les carcasses et les produits de découpe qui en découlent.

Il est bien connu que la consommation de denrées contaminées par un agent dangereux (danger) peut induire un effet néfaste chez l'homme, aujourd'hui appelé une maladie d'origine alimentaire (MOA). À ce jour dans les pays développés occidentaux, de 10 % à un tiers de la population contracterait annuellement une MOA infectieuse, c'est-à-dire induite par un danger biologique (bactéries, virus, parasites, autres...) (Lammerding & Fazil, 2000; OMS 2007). Or les viandes - toutes espèces confondues - constituent les denrées d'origine animale (DOA) les plus fréquemment incriminées en France. Ainsi, de 1996 à 2001, selon les données du Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire, elles sont la deuxième catégorie de denrées incriminées dans les MOA déclarées (25 % *versus* 30,2 % pour les œufs et ovoproduits). Les viandes sont aussi les plus fréquemment déclarées positives lors de la détection des principaux dangers biologiques zoonotiques (pour 2007, EFSA 2009). L'Europe, avec la refonte de son système réglementaire en matière de sécurité des denrées alimentaires, affiche clairement, comme une priorité de santé publique, la maîtrise de la sécurité des denrées par la mise en place de systèmes d'analyse et de maîtrise des risques tout au long de la chaîne de production et ce, depuis l'élevage des animaux défini comme le « maillon primaire » de cette chaîne. Elle incite également industriels et pouvoirs publics à revoir en profondeur leurs méthodes de maîtrise en se basant sur des évaluations scientifiques des risques. Dans ce contexte et par une approche intégrée des chaînes de production des DOA, les travaux conduits ont eu pour objectifs la quantification de l'exposition du consommateur aux dangers biologiques zoonotiques, la caractérisation de la contamination des viandes par ces dangers et enfin, l'évaluation de la valeur informative d'outils « traditionnels » de maîtrise, tels que l'examen macroscopique des carcasses, abats et produits de découpe. Nous illustrerons par des exemples l'intérêt de ces nouvelles méthodes et données pour le raisonnement des stratégies de maîtrise.

QUANTIFIER LE RISQUE D'EFFET NÉFASTE POUR LE CONSOMMATEUR DU FAIT DE COUPLES DANGER / VIANDE

La quantification de l'exposition du consommateur aux dangers zoonotiques alimentaires est un préliminaire à toute appréciation scientifique des risques (Codex Alimentarius). Le risque est entendu, dans le domaine de la sécurité des aliments, au sein de l'Union européenne, comme « une fonction de la probabi-

lité et de la gravité d'un effet néfaste sur la santé du fait de la présence d'un danger » (règlement (CE) 178/2002). Il s'agit donc bien de quantifier d'une part, la probabilité de l'effet néfaste et d'autre part, la gravité de cet effet néfaste chez l'homme. Cette évaluation ne doit pas être confondue avec l'estimation de la gravité, pour une filière ou un exploitant du secteur alimentaire, des conséquences économiques de la survenue d'une crise ou encore, celle de la fréquence globale des maladies infectieuses, toutes voies de transmission confondues. Cette quantification des deux termes de cette définition du risque, la « probabilité » et la « gravité », doit contribuer à la construction de la réponse scientifique à la question du gestionnaire du risque : « est-ce important ? ».

Définir une typologie des dangers biologiques alimentaires

Dans le domaine des maladies infectieuses humaines, du fait d'une contamination de l'homme par l'animal (à son contact au sens large) ou par la consommation des denrées d'origine animale - aujourd'hui toutes regroupées sous le même terme de « zoonoses » -, de très nombreux dangers biologiques sont évoqués. Il était donc nécessaire de proposer une méthode d'identification et de réaliser une typologie de ces dangers permettant de bien identifier, parmi l'ensemble de ces dangers, ceux transmis à l'homme par la consommation d'une denrée contaminée. Ce travail a débuté en 2004 pour aboutir en 2008 à la publication d'une méthode scientifique d'identification des dangers zoonotiques alimentaires (Fosse *et al.* 2008d). Le premier point fort de cette méthode est la proposition d'une typologie des dangers reposant sur une première dichotomie essentielle en analyse des risques : le danger est-il avéré ou suspecté ? Des définitions ont été proposées : un danger avéré est un « agent » pour lequel le lien entre sa transmission par la consommation de la denrée contaminée par ce danger et un effet néfaste pour l'homme a été démontré par des études cas/témoins ; un danger suspecté (ou potentiel) est un « agent » détecté dans la denrée étudiée mais pour lequel la transmission à l'homme par voie alimentaire reste contestée, ou un « agent » responsable d'une MOA mais dont la mise en évidence dans la denrée concernée n'est pas prouvée. Ainsi par exemple, *Mycobacterium bovis* est un danger zoonotique alimentaire avéré, mais *Mycobacterium avium paratuberculosis* (responsable de la paratuberculose des bovins d'une part et possiblement associé à la maladie de Crohn chez l'homme d'autre part) est à ce jour un danger zoonotique alimentaire suspecté (AFSSA, 2009). Les étapes suivantes de la typologie reposent sur la détection du danger dans un espace temps - danger actuel *versus* danger historique - et un espace géographique - danger autochtone *versus* danger exotique - correspondant au champ de l'analyse des risques. Ainsi pour ces travaux, nous avons défini comme champ de l'analyse des risques zoonotiques alimentaires, le consommateur européen. L'espace géographique a donc été les pays de l'Union européenne (UE à 15), complété parfois par des données des USA et du Canada pour l'évaluation de la gravité des signes cliniques induits chez l'homme. L'espace temps a été ces 20 dernières

DANGERS BIOLOGIQUES Bactérie, Parasite, Virus, Autres (prion, amines biogènes...)			
	Total « associés »	Total AVÉRÉS	Références
Viandes porcines	35 14B; 12 P; 9V	12 9 B; 3 P	Fosse et al. 2008
Viandes bovines	21 18 B; 9 P; 2 A	15 8 B; 5 P; 2 A	Warret et al. 2008 Fosse et al. 2008
Viandes de volailles	16 14 B; 2 P	15 13 B; 2 P	Fosse et Magras 2004
Viandes de grands gibiers sauvages Cerf-biche, chevreuil, sanglier	16 9 B; 6 P; 1 V	12 7B; 4 P; 1 V	Magras et al. 2008 Poignet et al. 2006

Tableau 1 : Différentiels entre le total des dangers biologiques associés à la consommation des viandes et le total des dangers avérés pour les couples danger/viandes porcines, danger/viandes bovines, danger/viandes de volailles, danger/viandes de grands gibiers sauvages).

(B = bactérie, P = parasite, V = virus, A = autre danger biologique ; en gris les viandes pour lesquelles les données épidémiologiques sont insuffisantes).

années (de 1987 à 2007). Cette méthode a été appliquée à ce jour à plusieurs couples danger/viandes avec cependant des degrés de développement différents, du fait de données épidémiologiques insuffisantes ou totalement manquantes pour différents couples. Une synthèse de ces résultats est présentée dans le **tableau 1**. Il est à noter que l'absence d'évaluation de la présence de certains dangers des viandes (virus notamment) ne permet à ce jour de les considérer que comme des dangers suspects, même si un cas de MIOA associée au couple (virus de l'hépatite E, viandes de porc) a été rapporté très récemment en France.

Dangers pris en exemple	I moy.(n)	Note de gravité G ^(k=10) [min ; max]	I porcine moy.	I bovine moy.
<i>Campylobacter</i> thermotolérants	62,980 (35)	8,1 [5 ; 11,2]	2,2	3,2
<i>Salmonella enterica</i>	51,5 (58)	23,4 [6,5 ; 33,9]	3,4	6,5
<i>Escherichia coli</i> shiga-toxinogènes (STEC)	1,3 (33)	44,9 [37,5 ; 59,6]	0,06	1,1
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,305 (34)	366,9 [292,2 ; 451,4]	0,04	nc
<i>Trichinella spiralis</i>	0,025 (29)	14,2	0,014	nc

Quantifier la fréquence et la gravité de l'effet néfaste

Le deuxième volet de cette méthode repose sur la détermination d'indicateurs quantitatifs de la fréquence des effets néfastes et de leur gravité pour le consommateur européen. Des indicateurs (QALY - *Quality-Adjusted Life Year* et DALY - *Disability-Adjusted Life Years*) ont été proposés mais à ce jour, les données chiffrées nécessaires pour leur calcul manquent pour de nombreux dangers zoonotiques alimentaires (Homedes 1995, OMS 2007b) Quatre indicateurs ont été proposés pour chacun des dangers avérés : une note de gravité **G** ($G = TH + kTM$, $k = 10$) combinant les taux moyens calculés de mortalité (TM) et d'hospitalisation (TH) ; une incidence moyenne **I** des cas alimentaires liés à chacun des dangers avérés, exprimée en nombre de cas/100 000 habitants/an ; la **PAD**, part alimentaire (en %) de ces cas affectés à la denrée ; enfin l'incidence moyenne **I_{denrée}** des effets néfastes du danger liés à la consommation de la denrée contaminée, exprimée en nombre de cas/100 000 hab./an. Il est à noter ici que la quantification de **G** et de **I** sont totalement indépendantes de la denrée. **G** estime donc ici une gravité « globale » de l'effet néfaste du danger. Elle peut varier en fonction de la situation sanitaire générale des populations du champ de l'analyse (Fosse et al. 2008d) (**tableau 2**) mais l'intérêt de cette note est de prendre en compte à la fois les conséquences sanitaires aggravées chez les populations à risque, la dose infectante (or celle-ci est encore inconnue ou mal déterminée pour de nombreux dangers alimentaires) et enfin la sensibilité de l'hôte. **I** estime au plus juste la fréquence « réelle » des MOA, et non pas des approximations de toutes les maladies infectieuses, quelle que soit la voie de transmission, ni uniquement des cas déclarés pour lesquels il existe de très fortes variations entre les pays, ni encore des fréquences de détection du danger que constitueraient les denrées sans cas humains associés. **G** et de **I** ont été calculés pour 12 dangers biologiques avérés autochtones actuels. Les indicateurs **PAD** et **I_{denrée}**, eux totalement dépendants de la denrée, permettent d'affecter la participation relative de la denrée étudiée dans l'apparition des cas d'origine alimentaire, ce qui devrait permettre d'identifier des stratégies de maîtrise mieux ciblées. **PAD** et **I_{denrée}** ont été calculés pour la viande de porc (Fosse et al. 2008c) et une première estimation a été réalisée pour la viande bovine (Waret et al. 2008). Les valeurs de ces indicateurs sont présentées pour cinq exemples de

denrées étudiées dans l'apparition des cas d'origine alimentaire, ce qui devrait permettre d'identifier des stratégies de maîtrise mieux ciblées. **PAD** et **I_{denrée}** ont été calculés pour la viande de porc (Fosse et al. 2008c) et une première estimation a été réalisée pour la viande bovine (Waret et al. 2008). Les valeurs de ces indicateurs sont présentées pour cinq exemples de

Tableau 2 : Valeurs, pour cinq exemples de dangers biologiques, des indicateurs « I », « G », « I_{denrée} » pour deux viandes comme denrée : la viande porcine et la viande bovine (d'après Fosse et al. 2008 c et d, Waret et al. 2008)

(n = nombre de références utilisées pour le calcul de I moyen. ; les incidences I et I_{denrée}, sont données en nombre de cas/100 000 habitants/an ; nc = non calculé car danger non avéré pour cette denrée ; en gris premières estimations.)

COMMUNICATION

dangers dans le **tableau 2**. Ces données montrent, par exemple, que sur les 51,5 cas de salmonellose d'origine alimentaire/100 000 habitants/an, 6,5 sont liés à la consommation de la viande bovine et 3,3 cas à celle de la viande de porc. Mais cette dernière est responsable de près de 56 % des 0,025 cas de trichinellose à *T. spiralis* d'origine alimentaire, là où ce danger n'est pas avéré pour les viandes bovines. La quantification de la PAD nécessite des données robustes. Or elles demeurent confuses à ce jour, certes par la difficulté d'identifier l'aliment responsable mais aussi par un enregistrement, insuffisamment discriminant, des données relatives à l'identification des vecteurs alimentaires impliqués. Ainsi pour les viandes bovines, il est difficile de dissocier les espèces (amalgame entre ovins, caprins et bovins), voire même des types de production (veau, jeunes bovins, vaches de réforme). Il apparaît de même que ces calculs ne peuvent se faire sans une recherche et analyse critique conséquente de la bibliographie.

Calculer une note de risque des couples danger-viande pour le consommateur européen

Une note du risque (**R**) - le risque au sens réglementaire européen - a été calculée. Elle correspond au produit de la note de gravité **G** par l'incidence moyenne des effets néfastes du danger liés à la consommation de la denrée contaminée ($I_{denrée}$). Pour la viande porcine, pour laquelle ce calcul a été réalisé, la détermination de **R** permet de hiérarchiser les 12 dangers biologiques alimentaires avérés (**figure 1**). Cette hiérarchisation des dangers en fonction du risque conduit à l'identification des dangers significatifs à intégrer dans la première étape, « l'analyse des dangers », des démarches HACCP et des Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiène (au sens réglementaire (CE) 852/2004). L'étape ultérieure de ces démarches consiste à évaluer pour la situation étudiée - l'entreprise avec son procédé, sa (ses) matière(s) première(s) - le risque d'introduction, de persistance et d'aggravation de chacun de ces dangers identifiés et ensuite, à adapter les outils et méthodes de maîtrise en fonction de la denrée et de son procédé de production.

DÉCRIRE ET QUANTIFIER LE STATUT DE CONTAMINATION

Afin d'envisager des mesures de maîtrise plus efficaces, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'évaluer plus précisément les risques de présence et / ou de développement du danger à des étapes « clefs » de la chaîne de production des denrées. Une appréciation de l'état de « contamination » de la denrée, au plus proche de son ingestion par le consommateur, peut sembler de prime abord suffisante. Néanmoins, le calcul des indicateurs **I** et $I_{denrée}$ inclut *de facto* l'évaluation du statut de contamination des viandes au moment de la consommation (par définition, les cas humains recensés grâce à l'indicateur $I_{denrée}$ sont des cas dus à la consommation de viande contaminée). De plus, cette seule connaissance ne permet pas d'identifier les étapes à risque majeur d'introduction, d'aggravation et de persistance du danger dans la chaîne de production, limitant de fait le raisonnement d'actions de prévention des risques pour le consommateur. Or, pour les viandes, en l'absence de traitement d'assainissement des viandes fraîches réglementairement autorisé, cet état de « contamination » peut, en première intention, être considéré comme le résultat d'un enchaînement d'événements, plus ou moins liés, dont l'un est majeur : la contamination primaire, c'est-à-dire la transmission du danger à la structure tissulaire native de la denrée par un transfert de ce danger depuis son réservoir naturel, notamment pour les dangers biologiques responsables de MIOA, le réservoir animal (le contenu digestif des animaux, leur peau et leurs phanères) mais aussi les réservoirs humain et environnemental. Le « statut de contamination » des denrées peut donc être mieux décrit par deux éléments : la localisation au sein de la chaîne alimentaire du risque majeur de contamination (introduction du danger dans la denrée), la quantification de la contamination par sa fréquence et son niveau.

Localiser la contamination (transfert) au sein de la chaîne alimentaire

Le premier élément du statut de contamination est la détermination de sa localisation au sein de la chaîne de production.

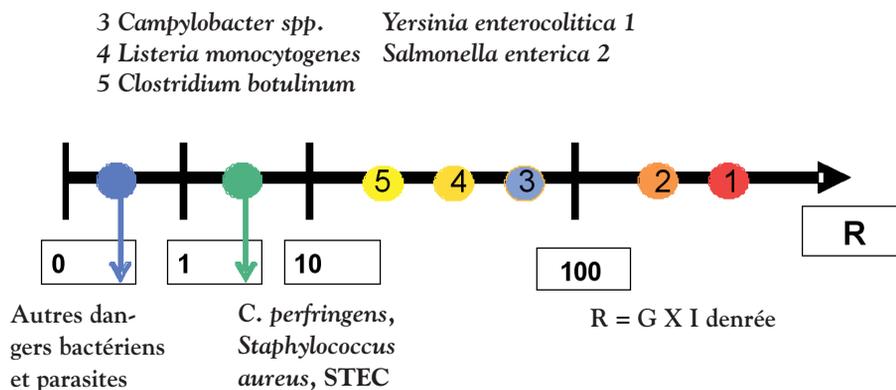


Figure 1 : Hiérarchisation des 12 dangers biologiques zoonotiques alimentaires avérés en fonction de leur note de risque pour le consommateur européen de viandes de porc. (**R** = note de risque, **G** = note de gravité, $I_{denrée}$ = Incidence moyenne des cas alimentaires du fait de la consommation de la denrée, STEC = Shiga-toxin producing *Escherichia coli*).

Pour les viandes, l'abattoir détermine la prévalence maximale de contamination des carcasses (Fosse *et al.* 2008b). En effet, des travaux de détection et de quantification de cinq dangers bactériens conduits sur 21 lots de porcs charcutiers, issus de 12 exploitations conventionnelles, abattus dans trois abattoirs du Grand Ouest (plus de 10 % du tonnage national abattu), ont permis la détermination d'un ratio de transfert (RT) des dangers étudiés de l'animal vers la carcasse. RT exprime le rapport entre le nombre de lots positifs sur pools de fèces ou peau et sur pools de carcasses, et le nombre de lots positifs sur pools de fèces ou peau. Le RT varie en fonction des abattoirs et des dangers. Ce ratio de transfert apparent est un indicateur intégrant de fait la contamination primaire mais aussi des contaminations croisées potentielles intervenant sur la chaîne avant l'entrée en refroidissement. Il peut constituer, à ce titre, un indicateur d'intérêt du niveau de maîtrise de l'hygiène du procédé d'abattage, particulièrement de l'étape d'éviscération. En effet, ces travaux montrent une maîtrise possible du transfert de ces dangers (des lots de pools de carcasses sont négatifs, alors que les animaux étaient porteurs) avec un nombre de pools de carcasses par lot positifs fréquemment inférieur à 20 %. Enfin, la caractérisation de la localisation du danger au sein de la denrée – contamination en surface, en profondeur, nature histologique et physico-chimique de la matrice – doit aussi être réalisée car ces éléments conditionnent les interactions avec le niveau de contamination, du fait de la survie ou de l'accentuation possible du danger sur la denrée au long de la chaîne de production. Nous ne développerons pas ici ces aspects qui font l'objet d'autres travaux de recherche (Laroche *et al.* 2007; Jayé 2009).

Quantifier la contamination

Les deux autres éléments du statut de contamination comportent une estimation de la fréquence de la présence du danger dans la denrée et une estimation (si techniquement possible) du niveau moyen de contamination exprimé comme la charge bactérienne (nombre d'UFC/g ou cm²). La connaissance de ces éléments permet notamment d'évaluer d'une part, le risque d'introduction du danger dans la chaîne et d'autre part, le niveau de transfert. Ainsi pour exemples les deux couples (*Campylobacter* thermotolérants, viandes de porcs) et (*Campylobacter* thermotolérants, viandes de volailles), les statuts de contamination des animaux entrant à l'abattoir (estimés à partir de la quantification du portage digestif individuel) sont du même ordre : en moyenne 71 % de porcs porteurs *versus* 63 % de volailles, avec un niveau moyen de contamination de 5,7 log UFC/g de contenu digestif *versus* 6,8 log UFC/g. Pourtant ces statuts sont très différents si l'on prend en considération les carcasses, soit un niveau de contamination de 0,4 à 2,5 log UFC/cm² *versus* 3 à 5 log UFC/cm² (Lebigre 2004; Musgrove *et al.* 2001; EFSA 2007; Fosse *et al.* 2009). Ces données quantitatives permettent également d'évaluer les capacités de survie (persistance) et d'accentuation éventuelle du danger. Ainsi toujours pour le couple (*Campylobacter* thermotolérant-viandes de porcs), si le statut de contamination des carcasses chaudes montre 23 % (n=250) de carcasses contaminées

avec des niveaux pouvant atteindre 170 UFC/cm², le resuyage limiterait la survie de cette bactérie (Minvielle *et al.* 2007).

COMPLÉTER L'EXAMEN MACROSCOPIQUE POST MORTEM PAR DE NOUVEAUX INDICATEURS

La capacité de détection des dangers biologiques zoonotiques alimentaires par les méthodes dites « traditionnelles » de maîtrise, telles que la vérification du respect de critères microbiologiques et l'examen macroscopique des carcasses, doit être évaluée et quantifiée. Nous ne développerons ici que l'examen macroscopique des viandes. En effet, cet examen individuel systématique des carcasses (l'inspection *post-mortem*) avec le retrait total ou partiel et l'affectation d'un motif référencé dans une liste est certainement la plus ancienne action de maîtrise des viandes contaminées, conduite à l'abattoir.

Mesurer la valeur informative de l'examen macroscopique des viandes

Il apparaît que les dangers biologiques avérés autochtones et actuels ne sont pas ou très peu associés à la présence de signes cliniques ou aux performances de production des animaux. Ainsi, le portage de *Campylobacter* thermotolérants est « silencieux » chez le porc et les volailles; les salmonelloses cliniques du porc sont très rares, alors que la prévalence moyenne individuelle du portage digestif chez le porc est de 6,2 % (Fosse *et al.* 2009). La détection, par le seul examen « clinique » du vivant de l'animal, de sa contamination reste donc extrêmement limitée. Néanmoins les indicateurs macroscopiques de l'examen *post mortem* des carcasses pourraient contribuer directement ou indirectement à leur détection/suspicion. Ces indicateurs macroscopiques sont toutes les lésions et anomalies détectées, conférant à la viande un caractère manifestement impropre à la consommation humaine et identifiées sous le terme de « motif du retrait ». Dans toutes les espèces, ils peuvent être classés en deux catégories : d'une part, les motifs se rapportant à une saisie pour « viande préjudiciable pour la santé » (VPPS), incluant à ce jour les abcès, les processus inflammatoires non stabilisés et les souillures fécales d'autre part, ceux se rapportant à une saisie pour « viande impropre à la consommation humaine » (VICH) dont la qualité organoleptique et/ou nutritionnelle insuffisante interdit la commercialisation. La valeur informative de ces indicateurs VPPS et VICH doit être déterminée dans chaque espèce. En effet, il a été montré pour l'espèce porcine que les VPPS étaient faiblement ou non associés à la présence des cinq dangers bactériens à note de risque élevée (Fosse *et al.* 2008a). Ces travaux ne font que confirmer des évaluations conduites en Australie (Hamilton *et al.* 2002) et aux Pays Bas (Jelsma *et al.* 2006); ils corroborent une estimation théorique obtenue par le calcul d'une note théorique de non-contrôle (NC), calculée pour chaque danger, par le rapport entre l'incidence *I* denrée et la prévalence moyenne de détection du

COMMUNICATION

danger sur carcasse avant ressuyage ($NC = I_{denrée}/Prév_{Carcasse}$) (Fosse *et al.* 2008c). Le calcul de **NC** montre néanmoins que la détection de certains dangers par l'examen macroscopique reste très efficace, ce qui explique certainement que ces dangers soient aujourd'hui classés comme dangers historiques ou à note de risque basse.

Proposer des indicateurs complémentaires

Face à la très faible possibilité de détecter de nombreux dangers biologiques, il apparaît aujourd'hui nécessaire de compléter l'examen macroscopique des viandes par d'autres indicateurs. Nous avons vu précédemment l'intérêt d'indicateurs analytiques – détection du danger sur/dans les organes cibles (contenu digestif, tonsilles amygdaliennes, peau) et sur la carcasse – comme le calcul du ratio de transfert (**RT**) qui permettrait d'établir des profils de risque des abattoirs. Mais établir aussi des profils de risque des élevages pourrait accentuer la détection-suspicion. Cet objectif doit être en partie atteint en France par les nouvelles visites sanitaires en élevage (Frugère 2009) mais aussi par la transmission d'informations sanitaires pertinentes constituant l'Information sur Chaîne Alimentaire (ICA) descendante (règlement (CE) 853/2004). À ce titre, le recensement des fac-

teurs de risque déjà connus de la présence de dangers biologiques constituerait une première base de cette ICA. Il apparaît néanmoins, à ce jour, suite à un travail conduit en élevages porcins conventionnels, que pour de nombreux dangers biologiques, ces facteurs de risque ne sont pas recherchés (Fosse *et al.* 2009). Il faut certainement relier cette insuffisance, voire l'absence de données, au caractère silencieux de ces dangers, précédemment évoqué.

CONCLUSION

Cette première analyse des risques zoonotiques alimentaires associés à la consommation des viandes apporte une base scientifique solide à l'analyse des dangers. De plus, les méthodes et données générées peuvent contribuer à l'établissement de nouveaux schémas de maîtrise des dangers biologiques dans les filières « viande ». Des perspectives scientifiques s'annoncent également quant à la caractérisation de la survie (persistance) et de l'accentuation des dangers en fonction des différentes matrices carnées, quant à la quantification des contaminations secondaires, quant à l'identification de facteurs de risque de contamination en élevage.

REMERCIEMENTS

à G. Salvat (AFSSA Ploufragan) et P. Le Bail qui ont proposé à l'Académie Vétérinaire ce thème ;
aux partenaires scientifiques, institutionnels (DGAL) et professionnels de ces travaux de recherche ;
aux stagiaires : Nicolas Oudot, Geoffrey Trassart, Nabila Haddad,
et aux personnels des UMR INRA-ENVN Secalim et BioEpar : Albert Rossero, Françoise Armand,
Jean-Yves Audiart, Florence Rama et Florence Jugiau.

BIBLIOGRAPHIE

- AFSSA, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. 2009. Paratuberculose des ruminants [en ligne : <http://www.afssa.fr/Documents/SANT-Ra-Paratuberculose.pdf>].
- EFSA, European Centre for Disease Prevention and Control. 2007. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2006. The EFSA Journal (130) [en ligne : http://www.efsa.eu.int/EFSA/DocumentSet/Zoonoses_Report_EU_en_2005,1.pdf?ssbinary=true].
- EFSA. 2009. The community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the european union in 2007. The EFSA Journal: 223p.
- Fosse J. & Magras C. 2004. Les dangers biologiques et consommation des viandes. In *Manuel de bactériologie alimentaire*. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 223 pp.
- Fosse, J., Laroche, M., Oudot, N., Rossero, A., Magras, C. 2008a. Quantification de la détection de dangers bactériens contaminant des carcasses de porcs à l'aide d'indicateurs macroscopiques. Viande et Produits Carnés, HS 12^e Journées «Sciences du Muscle et Technologies des Viandes», 8 et 9 octobre, Tours, 227–228.
- Fosse, J., Oudot, N., Laroche, M., Rossero, A., Seegers, H., Magras, C. 2008b. Contamination de lots de porcs par cinq agents de zoonoses alimentaires bactériennes : variabilité en élevage et à l'abattoir. *Epidémiol et santé anim.* 53 : 57–71.
- Fosse, J., Seegers, H., Magras, C. 2008c. Foodborne zoonoses due to meat: a quantitative approach for a comparative risk assessment applied to pig slaughtering in Europe. *Vet Res.* 39:01 <http://www.vetres.org/index.php?option=article&access=doi&doi=10.1051/vetres:2007039>
- Fosse, J., Seegers, H., Magras, C. 2008d. Hiérarchiser les risques de zoonoses alimentaires: une approche quantitative. Application aux dangers bactériens transmis par les viandes bovine et porcine. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 27 (3) : 643–655.
- Fosse, J., Seegers, H., Magras, C. 2009. Prevalence and risk factors for bacterial foodborne zoonotic hazards in slaughter pigs: a review. *Zoonosis and Public Health* 56 (8) : 429–454.
- Frugère, S. 2009. La visite sanitaire obligatoire en élevage bovin. *Bull Acad Vét France* 162 (4/5) : 341-348
- Hamilton, D.R., Gallas, P., Lyall, L., Lester, S., McOrist, S., Hathaway, S.C. and Pointon,

- A.M. 2002. Risk-based evaluation of post-mortem inspection procedures for pigs in Australia. *Vet Rec.* 151 (4): 110–116.
- Homedes, N. 1995 The disability-adjusted life year (DALY) definition, measurement and potential use. In Human Capital Development and Operations Policy working papers, World Bank [en ligne: 409 http://www.worldbank.org/html/extdr/hnp/hddflash/workp/wp_00068.html consulté le 21 août 2006].
 - Jaÿ, M. 2009. *Elaboration d'un modèle expérimental d'étude de la contamination d'origine digestive en surface des viandes – application au danger Campylobacter*. Thèse Méd. Vét., Nantes, n° 69 130 pp.
 - Jelsma, A., Lesuis, R., Ronteltap, E. 2006. Final report on the data analysis from the «visual inspection pilot». Food and Consumer Product Safety Authority, La Haye, Pays-Bas.
 - Lammerding, A.M. & Fazil, A. 2000. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment. *Int J Food Microbiol.* 58 : 147–157.
 - Laroche M., Kaiser J., Magras C. 2007. Survival of *Campylobacter* spp. on inoculated pork skin or meat. *Safe Pork*, In *Proceedings of the 7th international symposium on the epidemiology and control of foodborne pathogens in pork*, 9-11 may, Verona, Italy, pp. 48–52 (ISBN 978-88-6129-083-9).
 - Lebigre, M. 2004. *Prévalence et niveau de contamination en Campylobacter thermotolerants des porcs et de leur carcasse à l'abattoir*. Thèse Méd. Vét., Nantes; n°142; 100 pp.
 - Magras, C., Poignet, B., Laroche, M. 2008. Statut de contamination au stade « unité vente consommateur » de viandes de biche sauvage pour 3 indicateurs bactériens. *Viande et Produits Carnés, HS*, In *Comptes rendus des 12^{es} Journées "Sciences du Muscle et Technologies des Viandes"*, 8 et 9 octobre, Tours, pp. 213-214.
 - Minveille, B., Magras, C., Laroche, M., Desmonts, M.H., Mircovich, C., 2007. *Campylobacter* in pork food chain: a quantitative hazard analysis. *Safe Pork*, In *Proceedings of the 7th international symposium on the epidemiology and control of foodborne pathogens in pork*, 9-11 may, Verona, Italy, pp. 145–147 (ISBN 978-88-6129-083-9).
 - Musgrove, M. T., Berrang, M. E., Byrd, J. A., Stern, N. J. and Cox, N. A. 2001. Detection of *Campylobacter* spp. in caeca and crops with and without enrichment. *Poultry Science* 80: 825–828.
 - Organisation Mondiale de la Santé. 2007a. Food safety and foodborne illness. Fact sheet 237. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
 - Organisation Mondiale de la Santé 2007b. - WHO consultation to develop a strategy to estimate the global burden of foodborne diseases. OMS, Genève [en ligne : http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/burden_sept06/en, consulté le 19 avril 2007].
 - Poignet, B., Laroche, M., Magras, C. 2006. Quantitative analysis of bacteriological contamination of wild boar, red deer and roe deer meat. In *Proceedings of the Annual Scientific Conference and Annual General Meeting, European College of Veterinary Public Health*, 6th-7th December, Lyon, France. pp.17–18.
 - Waret, A., Fosse, J., Roger, F., Pfeiffer, D., Magras, C. 2008. Foodborne zoonoses due to bovine meat, applying a quantitative approach for a comparative risk assessment – first results. In *Annual Scientific Conference "responding to Veterinary public health challenges: communication and education"*, European College of Veterinary Public Health, 4th-5th December, 46, Thessaloniki, Grèce.