



# BE Bulletin épidémiologique Santé animale - alimentation

Septembre 2013 trimestriel/numéro 58

## Page 2

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

## Page 8

Prévalence et facteurs de risque du virus de l'hépatite E dans les aliments à base de foie cru de porc

## Page 12

Dispositif pilote fièvre Q: présentation et bilan de fonctionnement de la surveillance des élevages de ruminants domestiques présentant des avortements répétés

## Page 17

Évaluation de la qualité des données collectées dans le cadre du dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins en France

## Page 21 - Brèves

- Épidémiologie de diarrhée épidémique porcine aux USA: le point sur l'émergence d'une maladie aujourd'hui absente en Europe
- Nouvelle avancée de la peste porcine africaine aux frontières de l'Europe: la Biélorussie atteinte

## ÉDITORIAL

Dans ce numéro, une synthèse très complète des connaissances actuelles sur le risque d'infection par des salmonelles tout au long de la filière porcine permet d'identifier les points critiques sur lesquels faire porter des mesures de maîtrise.

Un article sur le risque que représentent pour l'Homme les aliments à base de porc, vis-à-vis de l'hépatite E, vient compléter un précédent article du *BE* sur la prévalence du virus dans la filière porcine. Dans un contexte de maîtrise impossible d'une infection largement répandue dans les élevages de porcs et qui n'entraîne pas de manifestations cliniques, le contrôle du risque pour l'Homme passe par la modification de certaines pratiques alimentaires (consommation de produits de charcuterie crus) bien ancrées dans certaines régions, ce qui est particulièrement difficile à mettre en œuvre.

Deux articles sont consacrés aux actions menées sur la thématique *Avortements des ruminants* dans le cadre de la Plateforme nationale d'épidémiologie en santé animale (Plateforme ESA) (<http://www.plateforme-esa.fr/>): le premier présente la mise en place du programme de surveillance de la fièvre Q dans dix départements pilotes et ses tous premiers résultats; le second analyse la qualité des données recueillies dans le cadre du dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins, qualité dont dépend au premier chef la qualité de l'évaluation de la situation sanitaire que l'on peut estimer à partir de ce dispositif. Cette première analyse préfigure un guide générique d'évaluation de la qualité des données applicable à tout dispositif de surveillance.

Enfin, deux brèves consacrées à des virus du porc nous rappellent la propension des virus à circuler de par le monde (pour reprendre le mot de Bryan Eaton, virologue australien, « *Be a virus, visit the world* »): le virus de la « diarrhée épidémique porcine » qui avait touché l'Europe il y a quelque temps, apparemment disparu depuis, est en train de traverser les États-Unis en faisant des ravages dans une population porcine indemne; la peste porcine africaine, contre laquelle rappelons le, la seule mesure de lutte est la détection des élevages touchés suivie de leur abattage, semble quant à elle se rapprocher inéluctablement des frontières de l'Union européenne.

Le comité de rédaction

Le *Bulletin épidémiologique* est une publication conjointe de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et de la Direction générale de l'alimentation du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

# 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* diminue 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 <sup>(1)</sup>							
• 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 <sup>(2)</sup>	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 <sup>(2)</sup>	8,3 %/5 736	17,6 %/413	-	18,8 %/381	3,3 %/344	-	-
Alimentation: aliments composés <sup>(3)</sup> – UE: 0,5 %/5 548							
Viande fraîche de porc aux stades abattoir, découpe ou distribution <sup>(3)</sup> : UE: 0,9 %/69 005							

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

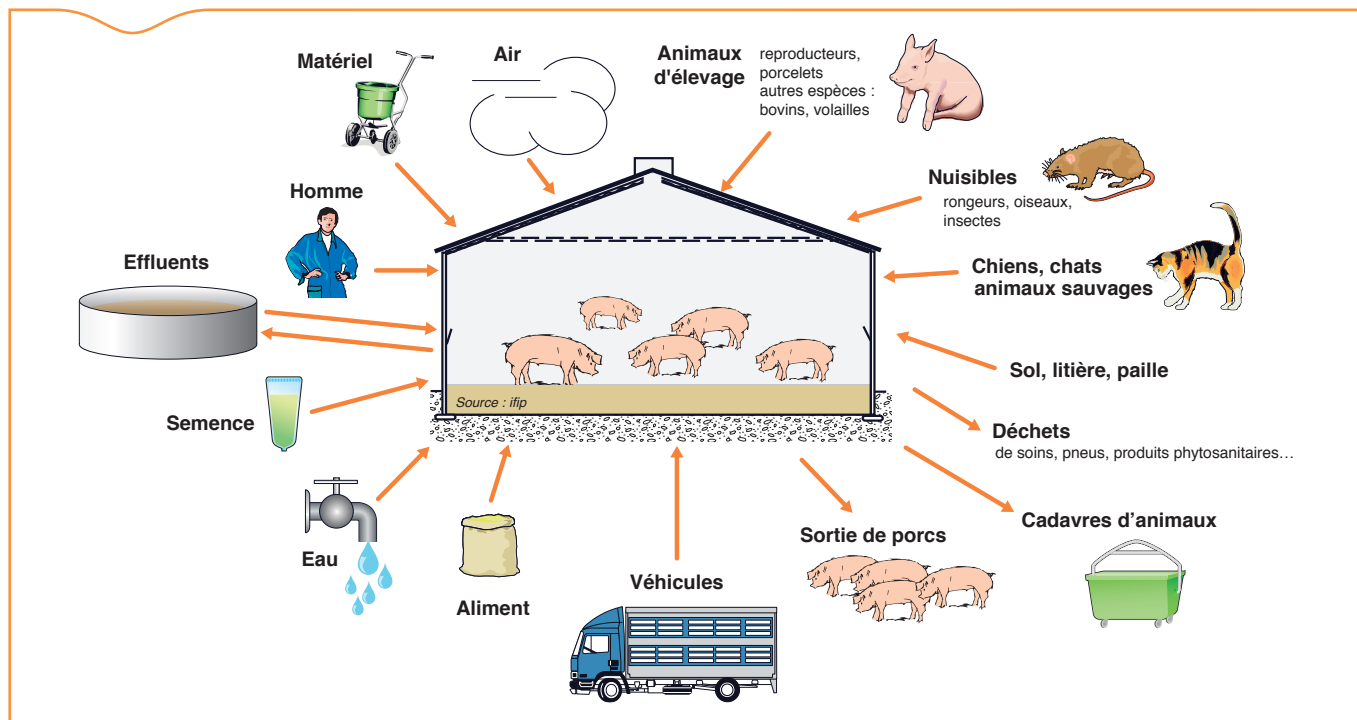


Figure 1. Activités liées à l'élevage, sources potentielles de salmonelles

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).

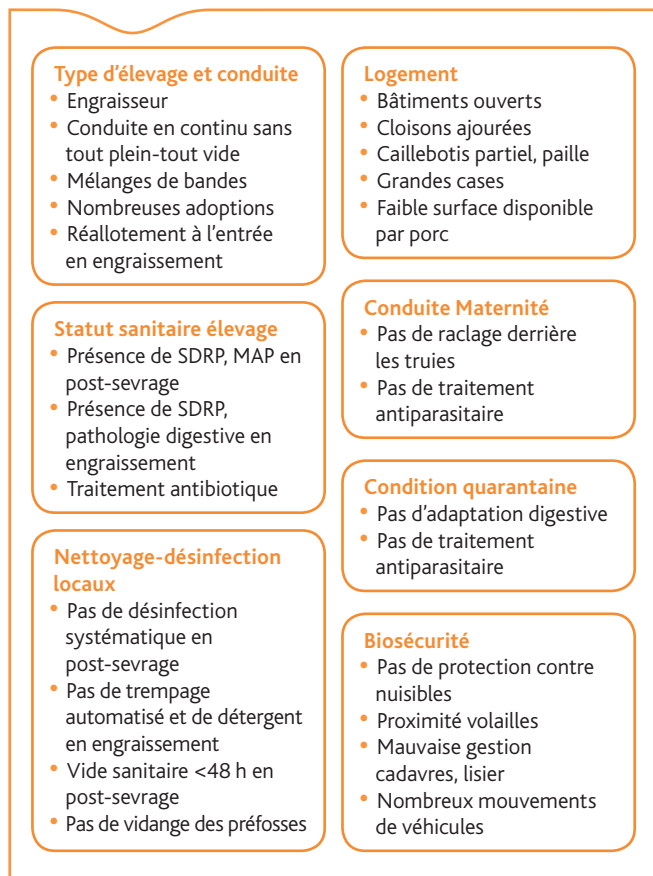
### Maillon élevage

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 <sup>res</sup>			
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 <sup>res</sup> /fournisseurs	Réglementaire - En place	Court terme	+ à +++ sur produit fini	Auto-contrôles
		Peu d'entreprises			
		Choix et coût matières 1 <sup>res</sup>			
		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.

# Prévalence et facteurs de risque du virus de l'hépatite E dans les aliments à base de foie cru de porc

Nicole Pavio (1,2,3) (nicole.pavio@anses.fr), Anne Thébault (4), Thiziri Merbah (1,2,3), Laurine Bouteiller (5), Soline Tabouis-Chaumien (6), Corinne Danan (7)

(1) UMR 1161 Virologie, Anses, Laboratoire de santé animale, Maisons-Alfort, France

(2) UMR 1161 Virologie, Inra, Maisons-Alfort, France

(3) UMR 1161 Virologie, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France

(4) Anses, Direction de l'évaluation des risques, Unité d'études et appuis en microbiologie et santé animale, Maisons-Alfort, France

(5) Direction générale de l'alimentation, Bureau des établissements de transformation et de découpe, Paris, France

(6) Direction générale de la santé, Bureau alimentation et nutrition, Paris, France

(7) Direction générale de l'alimentation, Bureau des zoonoses et de la microbiologie alimentaires, Paris, France

## Résumé

En France, les produits à base de foie cru de porc sont suspectés d'être à l'origine d'hépatites virales E autochtones. Entre 2007 et 2009, plusieurs cas groupés ont été observés chez des personnes ayant consommé des spécialités régionales de saucisses contenant du foie cru de porc. Deux avis de l'Anses ont souligné l'absence d'effet avéré du séchage sur la survie du virus et conclu à un risque d'exposition au virus de l'hépatite E (VHE) par consommation de ces aliments crus. Dans ce contexte, un plan de surveillance a été mené afin de déterminer la prévalence du VHE dans quatre catégories d'aliments à base de foie cru de porc au stade de la production. Un plan d'échantillonnage a été défini, en particulier dans des spécialités régionales, et quatre cents produits ont été analysés. Les résultats obtenus montrent des prévalences apparentes du VHE de 3 à 30 % selon les aliments considérés. Une analyse statistique a identifié les facteurs associés à une fréquence élevée de contamination par le VHE, et montré que le volume de fabrication annuelle de l'atelier de production et le nombre de foies inclus dans les lots de préparation contribuent à une augmentation de la fréquence de contamination. Ces résultats prouvent l'existence d'un risque non négligeable d'exposition au VHE par consommation de produits à base de foie cru de porc.

## Mots clés

virus de l'hépatite E, zoonose alimentaire, foie cru de porc

## Abstract

### **Prevalence and risk factors of hepatitis E virus in food products containing raw pork liver**

*In France, food products made from raw pork liver are suspected to be the cause of autochthonous viral hepatitis E cases. Between 2007 and 2009, small outbreaks were observed in patients who consumed regional sausages containing raw pork liver. Two opinions from ANSES have highlighted the lack of proven effect of drying on the survival of the virus and concluded on the possible risk of exposure to hepatitis E virus (HEV) through consumption of these raw delights. In this context, a study was conducted to determine the prevalence of HEV in four categories of foods made from raw pork liver. A sampling plan was elaborated, particularly in regional specialties, and 400 products were analyzed. The results show apparent prevalence of HEV from 3 to 30 % depending on the food items considered. Statistical analysis identified factors associated with a high incidence of infection with HEV, and showed that the annual production volume in the production plant and the number livers included in the batch contribute to an increase in the frequency of contamination. These results prove the existence of a significant risk of HEV exposure through consumption of products containing raw pork liver.*

## Keywords

Hepatitis E virus, foodborne zoonosis, raw pork liver

Le virus de l'hépatite E (VHE) est responsable, chez l'Homme, d'une hépatite aiguë entéro-transmissible, comparable à l'hépatite A, mais dont l'évolution peut être plus sévère. Bien que dans la plupart des cas la maladie soit résolutive, une hépatite fulminante fatale est observée dans 1 à 4 % des infections et cette proportion peut atteindre 20 % chez la femme enceinte dans certaines régions endémiques (Purcell and Emerson, 2008). Plus récemment, des cas chroniques d'hépatite E ont été décrits chez des patients greffés sous traitement immunosuppresseur; chez certains d'entre eux, cette infection a évolué vers une pathologie plus grave telle qu'une fibrose ou une cirrhose (Kamar *et al.*, 2008a; Kamar *et al.*, 2008b).

Ce virus a longtemps été considéré comme responsable d'épidémies en régions tropicales et subtropicales (Inde, Asie, Afrique), définies comme des zones endémiques, et de cas sporadiques aux USA, en Europe ou au Japon, liés à un voyage en zones d'endémie. Cependant, de nombreux cas d'infection contractés en zones non endémiques impliquaient des souches génétiquement différentes (génotype 3) de celles des pays d'endémie (génotypes 1 et 2), suggérant une origine autochtone de ces cas. Dans ce contexte, un fait marquant est que le VHE est le seul virus des hépatites (A, B, C et Delta) capable d'infecter d'autres espèces que les primates. Le VHE infecte de nombreuses espèces animales, dont le porc. Ceci suggère que les infections humaines contractées en zones non endémiques, soient d'origine zoonotique.

En France, un Centre national de référence (CNR) a été créé en 2002, ce qui a permis de caractériser les cas humains observés sur le territoire. Le nombre total de cas cliniques d'hépatite E n'est pas précisément

connu puisque la recherche des marqueurs du VHE (anticorps, génome) n'est pas systématique. Par ailleurs, la déclaration de cette maladie n'est pas obligatoire. En 2011, 307 cas d'hépatite E autochtones ont été observés en France (<http://www.cnrvha-vhe.org/wp-content/uploads/2012/03/2011-rapport-VHA-VHE-V2.pdf>). Deux enquêtes chez des donneurs de sang ont permis d'estimer des séroprévalences comprises entre 3,2 et 52,2 % selon les régions étudiées et les tests utilisés (Boutrouille *et al.*, 2007; Mansuy *et al.*, 2011).

Toujours en France, la présence du VHE dans le réservoir porcin a été caractérisée lors d'une enquête nationale réalisée en abattoirs. Cette enquête a montré que 65 % des élevages étaient contaminés par le VHE et que 4 % des foies entrant dans la chaîne alimentaire contenaient du virus (Rose *et al.*, 2011). L'étude moléculaire des séquences circulant chez l'Homme et l'animal a montré que les mêmes souches étaient retrouvées dans ces deux populations (Bouquet *et al.*, 2011).

Par ailleurs, dans le sud de la France, des produits à base de foie cru de porc ont été suspectés à plusieurs reprises d'être à l'origine de cas autochtones d'hépatite virale E survenus entre 2007 et 2009. En effet, des cas ont notamment été observés chez des personnes ayant consommé des saucisses à base de foie cru de porc dans les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse (Colson *et al.*, 2010). L'avis de l'Anses 2009-SA-0101, complété par l'avis 2009-SA-0146, souligne que la consommation de saucisses de foie de porc (figatelli notamment) est susceptible d'exposer les consommateurs au VHE si elles sont consommées crues. Enfin en 2010, l'Institut de veille sanitaire (InVS) et le CNR ont conduit une étude descriptive prospective des



cas autochtones d'hépatite E aiguë. **Plus du tiers des cas (39 %) avait consommé des produits à base de foie de porc cru (figatelli, saucisses de foie de Toulouse) (Avis Anses 2012-SA-0012).**

Dans ce contexte, un plan de surveillance de la contamination par le virus de l'hépatite E des produits de charcuterie à base de foie cru de porc au stade de la production a été mené en 2011 (DGAL/SDSSA/N2010-8330). Les produits sélectionnés sont susceptibles d'être insuffisamment cuits par les consommateurs. L'objectif de cette étude était de déterminer la prévalence de la contamination de ces produits par le VHE (détection de son génome) afin de mieux caractériser l'exposition des consommateurs.

## Matériels et Méthodes

### Plan d'échantillonnage

Un échantillon de 400 aliments répartis dans quarante établissements a été analysé afin de pouvoir estimer une prévalence de 4 % (hypothèse de travail), pour un niveau de confiance de 95 %, avec un intervalle de confiance (IC) de +/-1,92%. Afin de prendre en compte la variabilité entre des lots différents d'un même établissement (coefficient de corrélation intra-établissement de 0,1) dix produits ont été collectés par établissement (Dohoo *et al.*, 2003), ce qui revient, pour une prévalence attendue de 4 %, à un intervalle de confiance à 95 % de +/-3,69% (précision absolue). Ces échantillons ont été régulièrement collectés de février à décembre 2011. L'échantillonnage a été stratifié en fonction de la taille des établissements et de la région. Quatre types de produits étaient concernés, les figatelli, les foies salés séchés, les quenelles de foie et les saucisses de foie.

Les prélèvements proviennent de cinq régions identifiées pour la production de produits artisanaux à base de foie cru de porc: Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Alsace. Les prélèvements ont été réalisés à la fin du procédé de fabrication ou dans le conditionnement des produits avant expédition.

### Détection moléculaire du VHE

L'extraction des ARN totaux a été réalisée par broyage de 20 g de matrice dégraissée pour les figatelli, fitones (figatelli séchés), saucisses sèches de foie, saucisses de foie sèches (appellation différente du même produit selon les régions) ou matrice non dégraissée pour les saucisses fraîches de foie, quenelles ou pâtes à quenelles et foies salés séchés, dans 25 ml de PBS à l'aide d'un blender. Après centrifugation des broyats (4°C à 1500 g, 30 minutes), la phase supérieure a fait l'objet d'une extraction des ARN totaux (kit Rneasy Lipid Tissue, Qiagen, Courtaboeuf, France) selon les instructions du fabricant. L'ARN du VHE a été détecté selon une technique qualitative de RT-PCR nichée (Rose *et al.*, 2011). Chaque échantillon a été analysé en duplicat, non

dilué et dilué au cinquième. La présence d'inhibiteurs réactionnels a été évaluée par ajout d'ARN provenant d'un foie de porc positif pour le VHE. L'absence de contamination croisée a été confirmée par séquençage des produits de PCR (Eurofin MWG, Ebersberg Germany).

### Analyse statistique

La prévalence moyenne du VHE par catégorie d'aliment et l'intervalle de confiance à 95 % ont été calculés par Bootstrap, en tenant compte du volume de production de chaque établissement, avec le logiciel R (version 2.13.1. Foundation for statistical computing). La recherche de facteurs de risque a été effectuée au moyen d'un modèle linéaire généralisé (GLM), de lien logistique. Les données issues d'un même établissement pouvant être corrélées entre elles, un effet aléatoire lié à l'établissement a été pris en compte.

Différentes variables ont été testées, à savoir le type de produit (figatelli/saucisses de foie/foie sec/quenelles de foie...), le tonnage annuel, la situation géographique des établissements, l'origine géographique des foies ayant servi à la production, le nombre de foies ayant servi à la mûlée, le poids de la mûlée, la proportion de foie dans la composition du produit. L'analyse univariée (facteur par facteur), sans effet aléatoire, a permis d'exclure des variables non significatives au seuil de 15 %. L'analyse multivariée, avec effet aléatoire (établissement) a pris en compte les variables significatives à l'analyse univariée. Les variables ont été retenues dans le modèle multivarié, en dehors de la variable aléatoire sur l'établissement, en fonction de leur significativité par le test du maximum de vraisemblance. En cas de colinéarité des variables (colinéarité), des modèles différents ont été évalués. Enfin, une sous analyse a été effectuée en excluant des données les foies secs, qui sont les seuls produits non issus de mélange.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R (version 2.13.1. Foundation for statistical computing, package lme4 pour le modèle mixte). Concernant l'origine des foies, certains établissements avaient des origines de foie très diverses ne pouvant pas être réduites à une seule région de production, elles ont été regroupées dans une catégorie à part.

## Résultats

### Prévalence du VHE

L'ensemble des 400 analyses a été réalisé selon la répartition présentée dans le [Tableau 1](#).

Les résultats montrent que toutes les catégories d'aliments sélectionnées dans le plan de surveillance présentent au moins un aliment positif pour le VHE. Les cinq régions et les dix départements où les prélèvements ont été effectués présentent tous des aliments positifs pour le VHE.

**Tableau 1.** Répartition et résultats des analyses par région, département, établissement et type d'aliment

Région	Département	Nombre d'établissements	Type de produits	Nombre d'analyses	Nombre d'analyses VHE positives
Alsace	Bas-Rhin	6	Quenelle et pâte à quenelle (de foie) + autre	60	12
Corse	Corse du Sud	3	Figatelli et fitone	30	4
	Haute Corse	8	Figatelli	80	22
Languedoc-Roussillon	Aude	5	Saucisse sèche de foie	50	7
	Pyrénées-Orientales	1	Saucisse de foie	10	1
Midi-Pyrénées	Ariège	4	Saucisse sèche et fraîche de foie	40	5
	Haute-Garonne	5	Figatelli et saucisse sèche de foie	40	7
	Tarn	5	Foie salé séché et saucisse sèche de foie	70	10
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Bouches-du-Rhône	1	Figatelli	10	1
	Vaucluse	1	Figatelli	10	1
<b>Total</b>				<b>400</b>	<b>70</b>

**Tableau 2. Prévalence du VHE par catégorie d'aliments**

Type de produits	Production annuelle en France en tonnes*	Nombre d'analyses	Prévalence et IC 95 %
Figatelli et Fitone	674	140 (dont 10 fitones)	0,3 [0,23,0,38]
Foie salé séché	5,93	30	0,03 [0,0,1]
Quenelle et pâte à quenelle	78,2	55	0,25 [0,15,0,37]
Saucisse sèche de foie et saucisse de foie (non précisé), et saucisse fraîche de foie (non cuite)	824,16	169 (dont 9 saucisses fraîches de foie et 10 non précisées)	0,29 [0,22,0,36]
<b>Total</b>	<b>1 582,4</b>	<b>394</b>	

\* À partir des données transmises par la DGAL en 2009-2010

**Tableau 3. Résultats du modèle linéaire généralisé sur les données de prévalence de VHE, (lien logistique, avec prise en compte de l'effet établissement comme variable aléatoire), P est estimé par le test de vraisemblance entre deux modèles emboîtés (avec et sans variable d'intérêt), Ps est estimé par le test de Wald (z Test)**

Modèle	Données utilisées	Variables (effets fixes) du modèle	Odds (OR) et IC à 95 %*	P
1	Jeu de données complet (394 données renseignées)	Type de produit (référence figatelli) • foie sec • quenelle • saucisse de foie	<b>0,11</b> [0,01-1] 0,37 [0,89-2,15] 0,36 [0,69-1,32]	0,05 0,81 0,27
2	Jeu de données complet (374 données renseignées)	Nombre de foies dans une mêlée (variable centrée réduite)	<b>1,33</b> [1,06-1,67]	0,0122
3	Jeu de données complet (374 enregistrements)	Tonnage annuel (variable centrée réduite)	<b>1,6</b> [1,27-2,01]	5, 10 <sup>-05</sup>
4	Jeu de données sans les foies secs (349 enregistrements)	Nombre de foies dans une mêlée (variable centrée réduite)	<b>1,3</b> [1,03-1,64]	0,029
5	Jeu de données sans les foies secs (349 enregistrements)	Tonnage annuel (variable centrée réduite)	<b>1,24</b> [1,57-1,98]	0,00017

\* Les OR significatifs sont indiqués en gras

Soixante-dix amplifications positives ont été obtenues sur 400 analyses. Soixante-cinq séquences différentes ont été identifiées (résultats non montrés). Il s'agit dans tous les cas de séquences appartenant au génotype 3 du VHE. Les prévalences moyennes en tenant compte du volume de production de chaque établissement, sont respectivement de 30 % [23-38 %], 29 % [22-36 %] et 25 % [15-37 %] dans les figatelli, saucisses de foie et quenelles de foie. Les foies salés séchés présentent la prévalence la plus faible (3 %, IC 95 [0-10 %]) (Tableau 2).

### Identification de quelques facteurs de risque

L'analyse univariée (facteur par facteur) a permis d'exclure des variables non significatives au seuil de 15 %, comme la proportion de foie dans la composition du produit, le poids de la mêlée, la situation géographique des établissements producteurs, l'origine des foies. Les trois autres variables retenues (en dehors de la variable aléatoire « établissement »), à savoir le type de produit, le tonnage annuel et le nombre de foies sont des informations colinéaires (associations significatives entre elles, testées par GLM au seuil de 1 %), et figurent par conséquent dans des modèles séparés dont les résultats figurent dans le Tableau 3 (modèles 1, 2, 3). L'information est disponible pour ces trois variables pour 374 enregistrements. La différence entre les foies secs et les figatelli est significative au seuil de 5 % dans le modèle à effet aléatoire (Tableau 3) (variable « type de produit » globalement significative à 7 % dans le modèle à effet aléatoire, à 5 % sans effet aléatoire). La prévalence augmente avec le nombre de foies ou le tonnage annuel (Tableau 3), et chacune de ces variables est significative au seuil de 5 % dans les modèles avec effet aléatoire.

Si on exclut les foies secs de l'analyse, toujours avec un modèle avec effet aléatoire (établissement) le type de produit est une variable non significative (p=0,58), les variables nombre de foies et tonnage annuel restant significatives au seuil de 5 % et colinéaires entre elles (modèle 4, 5, Tableau 3).

## Discussion

Le plan de surveillance de la contamination par le virus de l'hépatite E des produits de charcuterie à base de foie cru de porc, au stade de la production, avait pour objectif de déterminer la prévalence de la contamination d'aliments à cuire par le consommateur. Le critère de sélection des aliments de cette enquête était l'absence d'étape de fabrication pouvant avoir un impact sur la survie du virus (pas de chauffage, étuvage d'environ douze heures aux alentours de 25°C, fumage à froid température < 30°C et séchage 14-16°C).

Les résultats obtenus montrent une prévalence élevée du génome du VHE dans tous les produits finis sélectionnés. Les prévalences apparentes moyennes identifiées dans les figatelli, saucisses sèches de foie et quenelles de foie sont de 30 % [23-38 %], 29 % [22-36 %] et 25 % [15-37 %] respectivement. Dans une moindre mesure, le génome du VHE a été retrouvé dans des foies salés séchés (3 %, IC 95 [0-10 %]). Cette dernière valeur est en accord avec la prévalence du VHE de 4 % retrouvée dans une autre étude réalisée sur des foies de porc collectés à l'abattoir en France en 2011 (Rose *et al.*, 2011); en effet, un foie salé séché contient un seul foie de porc.

La présence d'ARN viral n'est pas toujours corrélée à la présence de particules virales infectieuses. Cependant, une collaboration, mise en place avec deux équipes ayant développé un système expérimental de culture du VHE dans une lignée hépatocytaire cultivée en 3D, a permis de démontrer que, pour au moins un échantillon testé sur quatre, la présence d'ARN correspondait bien à la présence de virus infectieux (Berto *et al.*, 2013).

L'analyse avec un facteur pris comme une variable en effet fixe et une variable en facteur aléatoire des données sur l'origine des productions souligne un lien significatif entre la présence du VHE et le nombre de foies mélangés par lot de production (jusqu'à 775 foies). La contamination de certains foies peut atteindre 10<sup>9</sup> copies de

génomique de VHE par gramme (Pavio *et al.*, 2012). Même en situation de mélange, les charges virales peuvent rester élevées. Par contre, il n'a pas été détecté d'effet significatif de la proportion de foie dans l'aliment.

L'origine des foies n'est pas trouvée significative au seuil de 5 %, mais l'analyse n'a pu être effectuée que sur une partie des échantillons prélevés (en excluant les foies salés séchés, 191 analyses sur 349, car pour certains établissements les foies provenaient de plusieurs régions de production. Enfin, il faut rappeler que la traçabilité individuelle des foies, comme pour les autres abats de porc, n'est pas une pratique habituelle dans les abattoirs.

Il est également à noter un effet significatif du tonnage produit par établissement, plus la production est importante plus la probabilité d'avoir des échantillons positifs est grande. Cependant ce facteur est lié à d'autres facteurs, comme le nombre de foies pour la fabrication de produits. Ceci montre l'intérêt de poursuivre de telles études pour la recherche de mesures de gestion permettant de diminuer le risque.

En conclusion, cette enquête a permis d'estimer la prévalence apparente de la contamination par le VHE dans les produits de charcuterie à base de foie cru de porc mis sur le marché et montre l'existence d'un risque d'exposition non négligeable, si ces produits sont insuffisamment cuits par les consommateurs.

Différentes perspectives de maîtrise du risque sont à considérer. Au stade de la transformation, de nouvelles approches technologiques sont actuellement étudiées (thermisation, haute pression (pascalisation)) pour réduire la contamination potentielle des foies, tout en répondant aux exigences technologiques et organoleptiques de ce type de produits. Une sensibilisation générale des opérateurs est également prévue à travers le Guide de bonnes pratiques d'hygiène de la Fédération des industries charcutiers-traiteurs, en cours de révision.

Si la cuisson finale par le consommateur des produits à risque apparaît comme une étape déterminante de maîtrise du risque, il importe que cette information soit correctement précisée : l'étiquetage des produits doit être lisible et compréhensible sur le fait de consommer ces aliments cuits. La DGAL a sensibilisé ses services d'inspection sur différents types de non-conformité identifiées dans ce domaine (produits vendus en vrac sans aucun étiquetage, produits pré-emballés ne portant pas la recommandation de cuisson, message incorrect différent de la mention « à consommer cuit à cœur », caractère illisible de la mention).

Les professionnels de santé ont à leur disposition une note d'information diffusée par la Direction générale de la santé ([http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche\\_Hepatite\\_E.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_Hepatite_E.pdf)) afin de sensibiliser les patients à risque de développer des formes graves. Ce document fait le point sur les modes de transmission et les principaux facteurs d'exposition au VHE, la clinique et le diagnostic, et les principaux messages de prévention à délivrer aux voyageurs, aux personnes à risque en France et aux personnes travaillant en contact avec des animaux réservoirs ou leurs carcasses.

À ce jour, en l'absence de mesure unique de maîtrise du risque VHE dans les produits contenant du foie cru de porc, une approche pluridisciplinaire, à différentes étapes de la chaîne alimentaire, permet néanmoins d'envisager une réduction du risque d'exposition du consommateur.

La stratégie consiste donc à définir une palette de mesures qui réduiront le risque de manifestation de la maladie, par l'information des populations les plus à risque (rôle du corps médical), l'information du consommateur sur les bonnes pratiques de consommation, l'implication des opérateurs dans la mise en œuvre des mesures de maîtrise de ce danger, et l'évolution des procédés de fabrication, préservant les spécificités gastronomiques d'un produit alimentaire.

## Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants à Marine Dumarest pour son assistance technique. Nos pensées et remerciements vont également à Julien Santolini, collègue et ami, qui a toujours su partager son enthousiasme pour la surveillance des zoonoses.

## Références Bibliographiques

- Berto, A., Grierson, S., Hakze-van der Honing, R., Martelli, F., Johne, R., Reetz, J., Ulrich, R.G., Pavio, N., Van der Poel, W.H., Banks, M., 2013. Hepatitis E virus in pork liver sausage, France. *Emerg. Infect. Dis.* 19, 264-266.
- Bouquet, J., Tesse, S., Lunazzi, A., Eloit, M., Rose, N., Nicand, E., Pavio, N., 2011. Close similarity between sequences of hepatitis E virus recovered from humans and swine, France, 2008-2009. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 2018-2025.
- Boutrouille, A., Bakkali-Kassimi, L., Cruciere, C., Pavio, N., 2007. Prevalence of anti-hepatitis E virus antibodies in French blood donors. *J. Clin. Microbiol.* 45, 2009-2010.
- Colson, P., Borentain, P., Queyriaux, B., Kaba, M., Moal, V., Gallian, P., Heyries, L., Raoult, D., Gerolami, R., 2010. Pig liver sausage as a source of hepatitis E virus transmission to humans. *J. Infect. Dis.* 202, 825-834.
- Dohoo, I., Martin, W., Stryhn, H., 2003. Veterinary epidemiologic research. AVC Inc., Charlottetown, Canada, 706 p.
- Kamar, N., Mansuy, J.M., Cointault, O., Selves, J., Abravanel, F., Danjoux, M., Ota, P., Esposito, L., Durand, D., Izopet, J., Rostaing, L., 2008a. Hepatitis E virus-related cirrhosis in kidney- and kidney-pancreas-transplant recipients. *Am. J. Transplant.* 8, 1744-1748.
- Kamar, N., Selves, J., Mansuy, J.M., Ouezzani, L., Peron, J.M., Guitard, J., Cointault, O., Esposito, L., Abravanel, F., Danjoux, M., Durand, D., Vinel, J.P., Izopet, J., Rostaing, L., 2008b. Hepatitis E virus and chronic hepatitis in organ-transplant recipients. *N. Engl. J. Med.* 358, 811-817.
- Mansuy, J.M., Bendall, R., Legrand-Abravanel, F., Saune, K., Miedouge, M., Ellis, V., Rech, H., Destruel, F., Kamar, N., Dalton, H.R., Izopet, J., 2011. Hepatitis E virus antibodies in blood donors, France. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 2309-2312.
- Pavio, N., Rose, N., Bouquet, J., Tessé, S., Nicand, E., 2012. Endémicité du virus de l'hépatite E dans le cheptel porcin français et transmissions zoonotiques probables par l'alimentation. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 52, 16-20.
- Purcell, R.H., Emerson, S.U., 2008. Hepatitis E: an emerging awareness of an old disease. *J. Hepatol.* 48, 494-503.
- Rose, N., Lunazzi, A., Dorenlor, V., Merbah, T., Eono, F., Eloit, M., Madec, F., Pavio, N., 2011. High prevalence of Hepatitis E virus in French domestic pigs. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 34, 419-427.

# Dispositif pilote fièvre Q : présentation et bilan de fonctionnement de la surveillance des élevages de ruminants domestiques présentant des avortements répétés

Kristel Gache (1)\* (kristel.gache.fngds@reseaugds.com), Carole Sala (2), Jean-Baptiste Perrin (3)\*, Elodie Rousset (4), Anne Touratier (1)

(1) GDS France, Paris, France

(2) Anses, Laboratoire de Lyon, Unité Épidémiologie, Lyon, France

(3) Direction générale de l'alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

(4) Anses, Laboratoire national de référence fièvre Q, Sophia-Antipolis, France

\* Membre de l'Equipe opérationnelle de la Plateforme nationale d'épidémiosurveillance en santé animale (Plateforme ESA)

## Résumé

Causée par la bactérie *Coxiella burnetii*, la fièvre Q est une zoonose largement répandue dans le monde. Depuis quelques années, une plus grande attention est portée sur la fièvre Q en Europe, du fait de l'existence de cas humains groupés. En France, un dispositif de surveillance événementielle de la fièvre Q chez les ruminants domestiques a été mis en place en septembre 2012, pour une durée de trois ans, dans dix départements pilotes (Hautes-Alpes, Aveyron, Finistère, Indre-et-Loire, Loire, Mayenne, Nièvre, Pyrénées-Atlantiques, Saône-et-Loire, Deux-Sèvres), afin de mieux connaître la situation de cette maladie sur le territoire.

Au 30 avril 2013, 546 élevages bovins et 208 élevages d'ovins et caprins avaient été intégrés au dispositif. Parmi eux, 4 % (n=24) des élevages bovins et 8 % (n= 17) des élevages de petits ruminants ont été déclarés « cliniquement atteints de fièvre Q ».

Un bilan de mise en place du dispositif en mars 2013 a permis d'identifier les principaux points d'amélioration. Plusieurs actions ont ainsi été identifiées et sont en cours de mise en place afin de corriger les anomalies et d'améliorer la qualité des données.

## Mots clés

Fièvre Q, ruminants, surveillance épidémiologique

## Abstract

### **Pilot monitoring plan of Q fever: presentation and review of implementation of surveillance of domestic ruminants holdings with repeated abortions**

*Caused by the bacterium Coxiella burnetii, Q fever is a widespread zoonosis in the world. In recent years, more attention was given to Q fever in Europe, due to clusters of human cases. In France, a surveillance plan for clinical Q fever was set up in September 2012 in domestic ruminant for three years, in ten pilot départements (Hautes-Alpes, Aveyron, Finistère, Indre-et-Loire, Loire, Mayenne, Nièvre, Pyrénées-Atlantiques, Saône-et-Loire, Deux-Sèvres) to better understand the epidemiological situation of the disease in the country.*

*As of April 30, 2013, 546 cattle holdings and 208 sheep and goat flocks were included in the monitoring plan. Among them, 4 % (n = 24) of cattle holdings and 8 % (n = 17) of sheep and goat flocks were considered as "clinically affected". A review of implementation of the monitoring plan in March 2013 identified key areas for improvement. Several actions have been identified and are being implemented to correct anomalies and improve data quality.*

## Keywords

Q fever, ruminants, epidemiological surveillance

Causée par la bactérie *Coxiella burnetii*, la fièvre Q est une zoonose largement répandue dans le monde. La survenue de cas ou d'épidémies dans la population apparaît dépendre d'une combinaison de facteurs favorisant la diffusion aérienne, tels que la topographie des lieux et les conditions météorologiques (Forland *et al.*, 2012). Néanmoins, le risque maximal de contamination de l'environnement semble associé aux épisodes d'avortements dans un élevage, cumulant à la fois un nombre important d'animaux excréteurs et des charges individuelles excrétées élevées (De Bruin *et al.*, 2012).

Depuis quelques années, une plus grande attention est portée à la fièvre Q en Europe, du fait de l'existence de cas humains groupés (entre 2007 et 2010, le sud des Pays-Bas a notamment connu une très importante épidémie humaine de fièvre Q (Sidi Boumedine *et al.*, 2010)). En France, la conduite d'actions vis-à-vis de cette maladie a débuté depuis une dizaine d'années et une surveillance des élevages atteints de fièvre Q clinique a été envisagée à partir du printemps 2010 pour mieux connaître la situation et l'évolution sur le territoire de cette maladie.

Dans ce contexte, un dispositif de surveillance événementielle de la fièvre Q chez les ruminants a été mis en place en septembre 2012, pour une durée de trois ans, dans dix départements pilotes (Hautes-Alpes, Aveyron, Finistère, Indre-et-Loire, Loire, Mayenne, Nièvre, Pyrénées-Atlantiques, Saône-et-Loire, Deux-Sèvres) (Figure 1), suite à l'arrêté technique et financier du 13 août 2012 (Anonyme, 2012). Ces départements ont été choisis à partir d'une première liste de 28 départements dans lesquels le taux de déclaration des avortements

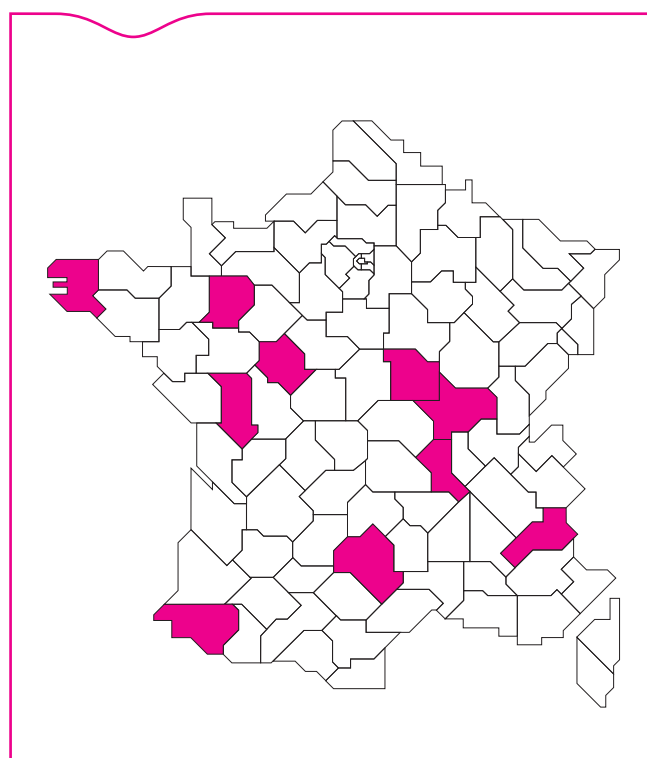


Figure 1. Répartition géographique des dix départements pilotes

était supérieur à la moyenne nationale (pour une ou plusieurs des trois espèces de ruminants) et auxquels l'action a été proposée. Puis les dix départements ont été choisis sur la base du volontariat, permettant de couvrir les trois espèces de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins), les différentes typologies d'élevage (laitier vs allaitant), dans différentes zones géographiques du territoire.

Ce dispositif est mené dans le cadre de la thématique « Surveillance des maladies abortives d'intérêt pour l'État en élevage de ruminants », qui fait partie des thématiques prioritaires de la Plateforme nationale d'épidémiologie en santé animale (Plateforme ESA) (Calavas *et al.*, 2012). Le groupe de suivi de ce projet, piloté par GDS France, réunit des représentants de la DGAL, l'Anses, l'Adilva, la SNGTV, Races de France, l'Institut de l'Élevage, l'Inra et Oniris-Nantes.

L'objectif principal de la surveillance événementielle de la fièvre Q en élevage de ruminants est d'évaluer la proportion d'élevages considérés comme « cliniquement atteints de fièvre Q », parmi les élevages présentant des avortements répétés ayant fait l'objet d'un diagnostic, et ce pour les trois espèces de ruminants domestiques. Un second objectif est de décrire les niveaux d'excrétion des bactéries, en fonction des espèces de ruminants et de la nature des prélèvements (écouvillon vaginal (pour les petits ruminants) ou endocervical (pour les bovins) et cotylédons placentaires). Ces dernières données pourront notamment permettre d'apporter des éléments dans la validation ou la modification des grilles d'interprétation des résultats en matière de fièvre Q, en lien avec les résultats d'études ciblées, et ainsi optimiser la spécificité diagnostique. Par ailleurs, la mise en place de cette surveillance doit contribuer à renforcer la surveillance et le diagnostic des avortements en élevage et ainsi à améliorer la capacité de détection précoce de la brucellose. Enfin, une valorisation importante du patrimoine biologique issue de cette surveillance est attendue: une description des génotypes des souches circulantes et une meilleure compréhension de l'épidémiologie. L'intérêt est de déterminer les critères d'interprétation du génotypage des souches, adaptées aux divers besoins (investigation lors d'épidémie humaine, études des *scenarii* de transmission intra et inter-élevages, des facteurs favorisant la transmission vers les populations et des options de lutte).

Cet article présente de manière détaillée le protocole de surveillance événementielle de la fièvre Q dans les dix départements pilotes. Il aborde également le bilan de fonctionnement de ce dispositif réalisé en mars 2013 et les perspectives envisagées.

## Protocole du dispositif pilote

Les modalités organisationnelles de cette surveillance sont définies dans l'arrêté du 13 août 2012 (Anonyme, 2012) et présentées de manière détaillée dans la Note de service du 11 septembre 2012 (Note de service DGAL/SDSPA/N2012-8188).

### Seuils de déclenchement des investigations fièvre Q

Le diagnostic de la fièvre Q (en plus du diagnostic de la brucellose) est conduit en cas de survenue d'au moins deux avortements sur une période d'au maximum trente jours pour les bovins, et en cas de survenue d'au moins trois avortements sur une période d'au maximum sept jours pour les petits ruminants.

### Réalisation des prélèvements (Encadré 1)

Les prélèvements à réaliser pour le dépistage de la brucellose et de la fièvre Q sont les suivants:

- pour le diagnostic direct: écouvillon endocervical (chez les bovins) ou vaginal (chez les petits ruminants) (dans le cas où seul un placenta est transmis au laboratoire, l'analyse est réalisée sur écouvillons de placenta réalisés au laboratoire selon une procédure définie par le LNR);
- pour le diagnostic indirect: prise de sang sur tube sec.

## Encadré 1. Réalisation des prélèvements

### Pour les bovins

En cas d'avortement, le vétérinaire réalise, au maximum dans les huit jours suivant l'avortement, une prise de sang et un écouvillon endocervical sur la femelle ayant avorté. Si le résultat sérologique vis-à-vis de la brucellose est négatif, l'écouvillon est stocké en vue d'une analyse ultérieure pour la fièvre Q (en cas d'apparition de nouveaux avortements dans le mois suivant la première intervention).

Si un second avortement survient dans les trente jours suivant le premier, le vétérinaire réalise, au maximum dans les huit jours suivant le second avortement, une prise de sang et un écouvillon endocervical sur chaque femelle ayant avorté et six prises de sang supplémentaires (dépistage fièvre Q) ciblées sur des femelles ayant avorté depuis plus de quinze jours ou ayant présenté des troubles de la reproduction (métrite, retours en chaleur tardifs ou décalés) dans les quatre mois précédents. Dans la mesure du possible, les prélèvements sanguins doivent être réalisés sur des multipares et des primipares (idéalement 50 % de chaque catégorie), en excluant les nullipares. Ces prises de sang complémentaires peuvent être complétées si besoin par 50 % au maximum d'autres femelles (primipares ou multipares) n'ayant pas présenté de troubles de la reproduction et appartenant au même lot d'animaux.

### Pour les petits ruminants

En cas d'avortement, le vétérinaire réalise, au maximum dans les huit jours suivant l'avortement, une prise de sang et un écouvillon vaginal sur la femelle ayant avorté.

Si trois avortements surviennent en sept jours ou moins, le vétérinaire réalise deux à six écouvillons vaginaux sur des femelles ayant avorté dans les huit jours précédents, des prises de sang sur les femelles ayant avorté et dix prises de sang supplémentaires sur des femelles ayant avorté ou ayant eu des agneaux ou chevreaux morts-nés dans les quinze derniers jours. Dans la mesure du possible, les prélèvements sanguins doivent être réalisés en proportions égales sur des jeunes reproductrices (primipares ou le cas échéant bipares) et des reproductrices plus âgées (trois mises-bas ou plus), en excluant les nullipares. Ces prises de sang complémentaires peuvent être complétées si besoin par d'autres femelles n'ayant pas présenté de troubles de la reproduction et appartenant au même lot d'animaux.

## Encadré 2. Rendu des résultats de PCR-TR par le laboratoire (interprétation à l'échelle de l'échantillon)

- ADN non détecté: résultat « négatif »;
- ADN détecté en quantité inférieure à la limite de quantification (LQ): résultat « positif faible »;
- ADN détecté et quantifié, avec un nombre de bactéries par écouvillon étant compris entre la LQ et le seuil diagnostique: résultat « positif »;
- ADN détecté et quantifié, en quantité supérieure ou égale au seuil diagnostique, ou en quantité supérieure à la limite de quantification maximale (LQ max): résultat « positif fort ».

### Réalisation des analyses de laboratoire

Dans cette démarche diagnostique, l'analyse PCR-TR réalisée au laboratoire est capitale. Elle permet la détection et la quantification des bactéries dans les prélèvements vaginaux (ovins, caprins), endocervicaux (bovins) ou placentaires (toute espèce de ruminant) (Rousset *et al.* 2012, a). Le résultat obtenu est ensuite interprété par rapport à une charge bactérienne seuil, admise à dire d'experts, qui est de 10 000 bactéries par écouvillon provenant d'un animal ou de 1 000 bactéries pour les analyses en mélange provenant de trois animaux (trois écouvillons) (Encadré 2).

Les analyses sont réalisées sur des prélèvements individuels chez les trois espèces de ruminants, avec une possibilité de faire des analyses de mélange chez les ovins et caprins.

### Interprétation des résultats au niveau de l'élevage

Concernant la fièvre Q, les résultats sont interprétés à l'échelle de l'élevage et non au niveau de l'animal (Rousset *et al.* 2012, b). Deux analyses PCR-TR sont réalisées pour le diagnostic dans un élevage. Les

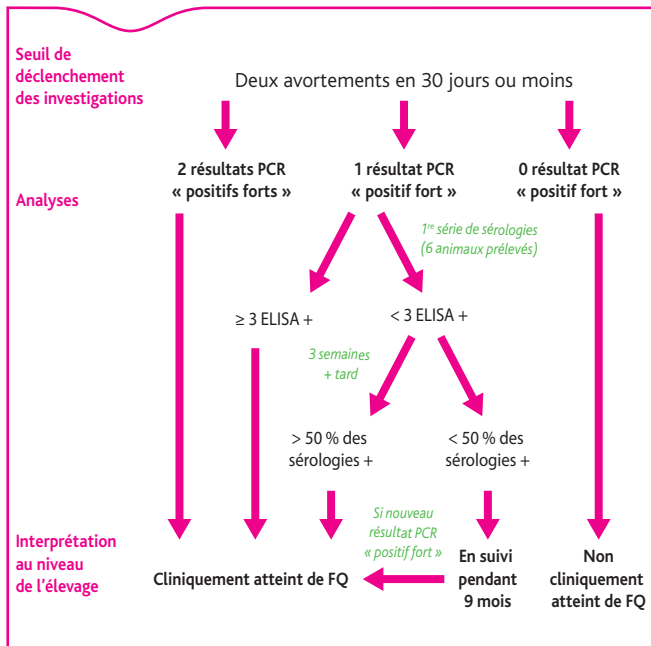


Figure 2. Interprétation des résultats d'analyse au niveau de l'élevage (bovins)

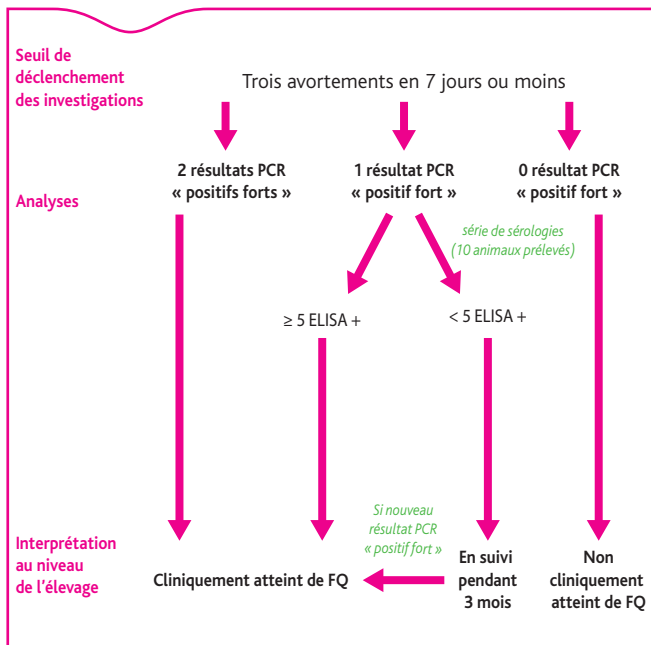


Figure 3. Interprétation des résultats d'analyse au niveau de l'élevage (petits ruminants)

résultats des autres analyses sur d'autres animaux du cheptel sont pris en compte pour orienter la suspicion: il s'agit des analyses sérologiques lorsqu'un seul résultat PCR « positif fort » a été obtenu, et d'autres analyses PCR-TR dans le cas d'un suivi.

Les résultats sont considérés sur une période donnée (trois mois pour les petits ruminants, neuf mois pour les bovins) (durée prévisible des mises bas pour une saison de reproduction donnée). Les délais correspondants courent à partir de la date de prélèvement (visite) du ou des premier(s) avortement(s) pris en compte pour atteindre le seuil de déclenchement des investigations.

### Élevages de bovins (Figure 2)

Sont considérés comme cliniquement atteints de fièvre Q les élevages de bovins dans lesquels ont été obtenus soit deux résultats d'analyses PCR-TR « positif fort » sur des animaux ayant avorté, soit un résultat PCR-TR « positif fort » sur des animaux ayant avorté et une séroprévalence supérieure ou égale à 50 % sur un échantillon de six animaux.

Lorsqu'un seul résultat de PCR-TR « positif fort » est obtenu et que moins de trois animaux ont été détectés séropositifs, l'élevage est mis « en suivi » durant neuf mois à partir des premiers avortements (ou la période de mise-bas en cours). Dans ce cas, les animaux séronégatifs prélevés initialement doivent être prélevés à nouveau trois semaines plus tard (Figure 2).

Si aucun des résultats de PCR-TR n'est « positif fort », l'épisode abortif n'est pas lié à la fièvre Q, l'élevage est déclaré non atteint de fièvre Q clinique et aucun avortement se produisant dans les neuf mois ne sera analysé pour le diagnostic de fièvre Q.

### Élevages de petits ruminants (Figure 3)

Sont considérés comme cliniquement atteints de fièvre Q les élevages d'ovins ou de caprins dans lesquels sont obtenus soit deux résultats d'analyses PCR-TR « positif fort », sur des animaux ayant avorté, soit un résultat PCR-TR « positif fort » sur un animal ayant avorté et une séroprévalence supérieure ou égale à 50 % sur un échantillon de dix animaux.

Lorsqu'un seul résultat de PCR-TR est « positif fort » et moins de cinq animaux séropositifs, l'élevage est alors considéré « en suivi » (Figure 3).

Si aucun des résultats de PCR-TR n'est « positif fort », l'épisode abortif n'est pas lié à la fièvre Q, le troupeau n'est pas considéré comme cliniquement atteint de fièvre Q.

### Mesures de maîtrise

La fièvre Q n'est pas une maladie soumise à des mesures de police sanitaire. Aucune mesure spécifique n'est prise dans les élevages « cliniquement atteints de fièvre Q », notamment en matière de gestion du lait. L'abrogation fin 2012 (Note de service DGAL/SDSSA/N2012-8271) de l'arrêté du 6 août 1985 sur la patente sanitaire pour la vente directe de lait cru (Anonyme, 1985) a permis de lever les derniers freins en matière de surveillance de fièvre Q.

Il convient toutefois de mentionner que des mesures de maîtrise sont proposées dans ces élevages, afin de contrôler l'excrétion par les animaux, la circulation au sein du troupeau et la dissémination de la bactérie à partir des élevages cliniquement atteints. Aussi, les mesures proposées associent des mesures sanitaires et des mesures médicales (vaccination à l'aide de vaccins contenant *C. burnetii* en phase I) (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2007).

### Prise en charge financière du dispositif

Dans les départements pilotes, l'État prend en charge les visites vétérinaires, les prises de sang pour le diagnostic indirect, la réalisation des écouvillons vaginaux pour le diagnostic direct, et une partie du coût des analyses (à hauteur de 50 % des analyses en élevages de bovins, 90 % en élevages de petits ruminants).

Une prise en charge financière complémentaire pour les analyses (PCR-TR et sérologies) est réalisée dans huit départements sur dix (par le GDS départemental, la FRGDS (Fédération régionale des GDS) et/ou le Conseil général).

## Premiers résultats et bilan de fonctionnement

Les résultats présentés ci-dessous sont issus d'une collecte des données auprès des acteurs locaux, à l'occasion du questionnaire de bilan adressé en mars 2013 (voir *infra* « Bilan de fonctionnement du dispositif »).

### Élevages de bovins

Depuis la mise en place du dispositif, 546 élevages de bovins ont été intégrés au dispositif de surveillance événementielle (données sur huit départements).

**Tableau 1. Synthèse des principaux points abordés dans le questionnaire de bilan (les points surlignés en rose sont considérés comme des points à améliorer)**

Département	Organisation de réunions de préparation de lancement	Mise en place d'actions auprès des éleveurs	Mise en place d'actions auprès des vétérinaires	Transmission des résultats du LVD dans Sigal par RAI	Gestion des RAI dans Sigal	Réalisation d'un suivi au niveau du département	Retour d'information collectif prévu	Réintégration des troupeaux prévue	Proposition d'un plan de maîtrise aux élevages cliniquement atteints	Repérage des élevages vaccinés
A	Oui	Oui	Oui	Non	S.O.	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Non
B	Oui	Oui	Oui	Oui	Aisée	Réalisé	Oui	Oui	Non	Non
C	Oui	Oui	Oui	Oui	Non aisée	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Non
D	Oui	Oui	Oui	Non	SO	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Oui
E	Oui	Oui	Oui	Oui	N.D	Non	Non	Non	N.D	N.D
F	Oui	Oui	Oui	Oui	En partie aisée	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Non
G	Oui	Oui	Oui	Oui	Aisée	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Non
H	Oui	Oui	Oui	Oui	Non aisée	Prévu	Oui	Oui	Oui	Oui
I	Oui	Oui	Oui	Non	S.O.	Réalisé	Oui	Oui	Oui	Oui
J	Oui	Oui	Oui	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	Oui	Non

(ND: information non disponible, SO: sans objet)

Sur la même période, la proportion départementale d'élevages intégrés dans le protocole par rapport aux élevages « éligibles » (élevages de bovins ayant eu au moins deux avortements sur 30 jours déclarés et enregistrés dans SIGAL) est en moyenne de 67 % (données sur sept départements, min.: 43 %, max.: 100 %).

Parmi les 546 élevages intégrés au dispositif, 4 % (n=24) ont été déclarés « cliniquement atteints de fièvre Q ».

### Élevages d'ovins et de caprins

Depuis la mise en place du dispositif, 208 élevages de petits ruminants ont été intégrés au dispositif de surveillance événementielle (données sur huit départements).

La proportion départementale d'élevages intégrés dans le protocole par rapport aux élevages « éligibles » (nombre d'élevages de petits ruminants ayant eu au moins trois avortements déclarés en moins de sept jours) est en moyenne de 65 % (données sur six départements, min.: 26 %, max.: 100 %).

Parmi les 208 élevages intégrés au dispositif, 8 % (n=17) ont été déclarés « cliniquement atteints de fièvre Q ».

### Bilan de fonctionnement du dispositif

Afin d'identifier les points d'amélioration de ce dispositif de surveillance événementielle et de renforcer la qualité des données, une analyse de sa mise en place a été réalisée en mars 2013. Un questionnaire a été envoyé à l'ensemble des acteurs locaux impliqués: GDS, DD(CS)PP, GTV et LVD des dix départements pilotes. L'objectif de cette enquête était d'établir un premier bilan de mise en place du protocole de surveillance de la fièvre Q (bilan des actions menées, des difficultés et des anomalies rencontrées), et d'élaborer des propositions de gestion et de correction des anomalies à destination des acteurs locaux.

Le questionnaire comportait 42 questions (semi-ouvertes pour la plupart) portant sur l'organisation et la coordination locale du dispositif, la mise en œuvre des analyses de laboratoire, les actions d'information et de formation mises en place, les modalités de collecte, la saisie et la validation des données, la gestion des résultats de la surveillance et la gestion des anomalies. Deux questions ouvertes portaient plus précisément sur les propositions d'améliorations du dispositif.

Le questionnaire devait être pré-rempli tout d'abord par chacun des acteurs puis renseigné collégialement lors d'une réunion organisée par la DD(CS)PP. Neuf départements sur dix ont pu ainsi se réunir pour renseigner le questionnaire.

Tous les départements pilotes ont renvoyé le questionnaire. Cependant, pour l'un des départements, le questionnaire n'était renseigné que très partiellement.

La synthèse par département des différents points abordés dans le questionnaire est présentée dans le **Tableau 1**.

### Organisation et coordination locales

Dans les dix départements, des réunions de préparation pour le lancement du dispositif ont été mises en place avec, en moyenne, trois réunions par département. L'ensemble des acteurs impliqués (DDPP, GDS, GTV, LVD) était présent lors de ces réunions au cours desquelles des questions ou des difficultés ont été identifiées pour cinq départements, à propos de l'applicabilité du protocole sur le terrain et de la gestion des résultats dans SIGAL.

### Actions d'information et de formation

Des actions d'information et/ou de formation ont été mises en place localement depuis juin 2011 auprès des éleveurs et des vétérinaires dans les dix départements pilotes. Pour les vétérinaires sanitaires, une formation « Surveillance des avortements de ruminants: au-delà de la brucellose » a également été réalisée à l'automne 2011. Cependant, huit départements estiment qu'il sera nécessaire de poursuivre ces actions d'information et/ou de formation.

### Réalisation des prélèvements

La principale anomalie concerne les prélèvements sanguins en vue des analyses sérologiques fièvre Q, qui sont régulièrement absents ou réalisés en nombre insuffisant dans six départements.

### Mise en œuvre des analyses de laboratoire

Concernant la méthode ELISA, le sérum « MRE (Matériau de référence externe) calibrant », commun à la fois au réseau pilote et à chaque fabricant, et qui doit permettre d'assurer un suivi de l'homogénéité des lots de kits ELISA, est employé par sept laboratoires d'analyses (données sur neuf départements).

Concernant le suivi des performances de la méthode PCR-TR, la carte de contrôle est opérationnelle sans difficultés dans sept laboratoires d'analyse (données sur neuf laboratoires d'analyse).

### Saisie, validation et interprétation des données

Dans le cadre du dispositif pilote, les résultats d'analyse de laboratoire doivent être envoyés dans SIGAL sous forme informatisée (via le système d'échange de données informatisé EDI-SACHA), cet envoi nécessitant un paramétrage du logiciel de gestion des laboratoires d'analyse.

Au 30 avril 2013, six laboratoires d'analyse transmettent leurs résultats dans SIGAL par résultats d'analyses informatisés (RAI) (données sur 9 départements). Pour les départements qui ne disposent pas des RAI dans SIGAL, les résultats sont stockés dans une base de données et/ou un fichier Excel.

Selon le schéma organisationnel, le GDS valide les résultats et en assure l'interprétation. Parmi les six départements disposant de RAI dans SIGAL, la gestion de ces RAI n'apparaît aisée que pour deux départements. De plus, des difficultés d'interprétation de certains résultats d'analyses (PCR proches du seuil, PCR « ininterprétables », sérologies « douteuses »), entraînant des difficultés pour établir le statut de l'élevage, ont été soulevées par quatre départements.

### Utilisation des résultats de la surveillance

Au niveau de chaque département, les résultats de la surveillance doivent faire l'objet d'un retour d'information aux éleveurs et aux vétérinaires, afin de maintenir la sensibilisation et l'implication de l'ensemble des acteurs. Ce retour d'information collectif aux éleveurs et aux vétérinaires est prévu dans huit départements.

Concernant la maîtrise de la fièvre Q dans les troupeaux déclarés « cliniquement atteints de fièvre Q », un plan de maîtrise est déjà réalisé ou prévu dans huit départements, et les modalités de réintégration des troupeaux dans le protocole pour la saison de reproduction suivante (délai de neuf mois pour les bovins, trois mois pour les petits ruminants) sont prévues dans huit départements.

Enfin, un repérage des élevages vaccinés (élevages non éligibles dans le cadre du dispositif pilote) est réalisé dans seulement trois départements.

## Pistes d'améliorations et perspectives

Le groupe de suivi de la Plateforme ESA a analysé les résultats de cette enquête et formulé un certain nombre de propositions d'amélioration du dispositif décrites de façon synthétique ci-après. Ces propositions ont été envoyées en juillet 2013 aux acteurs de la surveillance des dix départements pilotes.

Les principaux points d'amélioration concernent la sensibilisation des vétérinaires et des éleveurs à la réalisation des prélèvements, les difficultés d'intégration des données dans SIGAL (retard de paramétrage de logiciels pour trois laboratoires) et les difficultés d'interprétation pour certaines analyses.

D'ores et déjà, plusieurs mesures destinées à améliorer le dispositif ont été mises en œuvre :

- le plan d'intégration des données fièvre Q dans SIGAL a été modifié ;
- des précisions ont été apportées aux laboratoires quant à la bonne utilisation du sérum MRE de type calibrant fourni par le LNR, à savoir *a minima* à chaque changement de lot, afin de vérifier la concordance avec les valeurs (taux en %DO et son incertitude) consignées sur les certificats de chaque lot des kits, et statuer sur la reproductibilité entre lots ;
- un arbre décisionnel a été élaboré pour les analyses auparavant ininterprétables (interprétation des résultats PCR-TR « ininterprétables » et des résultats sérologiques « douteux »).

D'autres mesures sont en cours de mise en place. Elles comprennent la définition et mise en place d'un plan d'action et d'information à destination des vétérinaires des dix départements pilotes, notamment en ce qui concerne la bonne réalisation des prélèvements sanguins complémentaires en vue des analyses sérologiques fièvre Q, et une analyse fine des anomalies présentes dans SIGAL de façon à pouvoir y remédier.

Enfin, il sera intéressant d'analyser et de comprendre les raisons d'un écart important entre élevages intégrés au dispositif et élevages « éligibles », dans les départements pour lesquels la proportion départementale d'élevages intégrés dans le protocole par rapport aux élevages « éligibles » est faible.

## Conclusion

Le bilan de mise en place du dispositif pilote de surveillance événementielle de la fièvre Q chez les ruminants domestiques a permis d'identifier les principaux points d'amélioration. Plusieurs actions ont ainsi été identifiées et sont en cours de mise en place afin de corriger les anomalies et d'améliorer la qualité des données.

Une analyse complète des données de surveillance événementielle sera réalisée en fin d'année 2013, puis régulièrement tous les trimestres.

Par ailleurs, une enquête de séroprévalence de la fièvre Q est également prévue en 2014 dans les dix départements pilotes. Cette enquête aura pour objectif d'estimer, pour les trois espèces de ruminants, la prévalence des élevages infectés par la fièvre Q et d'estimer dans ces élevages la proportion d'animaux séropositifs, parmi les femelles ayant déjà mis-bas. Cette enquête représentera le deuxième volet de l'évaluation de la situation de la fièvre Q dans les dix départements pilotes.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires impliqués dans la surveillance événementielle de la fièvre Q dans les dix départements pilotes, ainsi que les membres du groupe de suivi de cette thématique au niveau de la Plateforme ESA.

## Références bibliographiques

Anonyme 1985. Arrêté du 6 août 1985 relatif aux normes d'hygiène et de salubrité auxquelles doit répondre le lait cru livré en l'état et destiné à la consommation humaine [consulté le 28/08/2013] [http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=3834CE41F33CF13F96B30727EA475F46.tpdjo08v\\_1?cidTexte=LEGITEXT000006071982&dateTexte=](http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=3834CE41F33CF13F96B30727EA475F46.tpdjo08v_1?cidTexte=LEGITEXT000006071982&dateTexte=)

Anonyme 2012. Arrêté technique et financier du 13 août 2012 relatif à la constitution d'un dispositif pilote de surveillance de la fièvre Q dans des départements en élevages bovins, ovins et caprins [consulté le 27 août 2013] <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026296466&dateTexte=&categorieLien=id>

Calavas D., Fediaevsky A., Collin E., Touratier A., Amar P., Moquay V., Marcé C., Bronner A., Hendrikx P. (2012) Plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale: missions prioritaires et organisation. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 48, 2-5.

De Bruin A., van der Plaats RQJ., de Heer L., Paauwe R., Schimmer B., Vellema P., van Rotterdam BJ., van Duynhoven YTHP. (2012) Detection of *Coxiella burnetii* DNA on small-ruminants farms during Q fever outbreak in The Netherlands. *Applied and Environmental Microbiology*, 78, 1652-1657.

Forland F., de Carvalho Gomes H., Nokleby H., Escriva A., Coulombier D., Giesecke J., Jansen A. (2012) Applicability of evidence-based practice in public health: risk assessment on Q fever under an ongoing outbreak. *Eurosurveillance*, 17 [consulté le 27 août 2013]

<http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/EE/V17N03/art20060.pdf>  
Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (2007) ACERSA Proposition de plan de maîtrise de la fièvre Q dans les élevages cliniquement atteints [consulté le 27 août 2013]

[http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Plan\\_de\\_maitrise\\_FQ.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Plan_de_maitrise_FQ.pdf)

Note de service DGAL/SDSPA/N2012-8188 du 11 septembre 2012 sur le Protocole de surveillance de la fièvre Q à mettre en place dans les départements pilotes en lien avec la surveillance de la brucellose [consulté le 27 août 2013]

<http://ext-jur.franceagrimer.fr/Juridique/note-dgal-sdspa-2012-8188-fievre-Q.pdf>

Note de service DGAL/SDSSA/N2012-8271 du 24 décembre 2012 sur le lait cru destiné à la consommation humaine directe [consulté le 28/08/2013] [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20128271Z\\_cle8b3544.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20128271Z_cle8b3544.pdf)

Rousset E., Prigent M., Ameziame G., Brugidou R., Martel I., Grob A., Le Gall G., Kerninon S., Delaval J., Chassin A., Vassiloglou B., Aulagnon S., Valogne A., Ogier M., Audeval C., Colocci F., Perennes S., Cazalis L., Nicollet P., Maingourt C., Sidi-Boumedine K. (2012) Adoption par un réseau de laboratoires d'une méthode de PCR temps réel quantitative validée pour conduire une surveillance des avortements dus à la fièvre Q en élevages de ruminants. *Euroreference*, 8, 21-27 [consulté le 20 août 2013] <http://www.ansespro.fr/euroreference/Documents/ER08-Meth-FievreQAvort.pdf>

Rousset E., DeCremoux R., Bronner A., Jourdain E., Touratier A., Sidi-Boumedine K. (2012) La fièvre Q. *Bulletin GTV, N° Hors-Série Zoonoses. Tome 2: maladies bactériennes*, 53-67.

Sidi Boumedine K., De Cremoux R., Bronner A., Rousset E. (2010) Poursuite de l'épidémie humaine de fièvre Q aux Pays-Bas: des mesures drastiques pour limiter l'extension. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 36, 15 [consulté le 27 août 2013]

<http://www.afssa.fr/bulletin-epidemiologique/Documents/BEP-mg-BE36-art5.pdf>



# Evaluation de la qualité des données collectées dans le cadre du **dispositif de déclaration obligatoire des avortements** chez les bovins en France

Mathilde Palussière (1), Didier Calavas (1)\*, Anne Bronner (anne.bronner@anses.fr) (1)

(1) Anses, Laboratoire de Lyon, France

\* Membre de l'équipe opérationnelle de la Plateforme d'épidémiologie en santé animale (Plateforme ESA)

## Résumé

La qualité des données collectées dans le cadre d'un dispositif de surveillance en santé animale influence directement l'évaluation de son fonctionnement et de la situation épidémiologique de la maladie. L'objectif ici est de présenter les résultats d'une évaluation quantitative et qualitative de la qualité des données du dispositif national de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins (DA). L'évaluation a porté sur l'analyse de la proportion de DA respectant les spécifications générales d'enregistrement, puis de la qualité des données provenant des DA respectant ces spécifications. Au total, 28 indicateurs ont été élaborés et calculés au niveau national et départemental. Malgré une forte variabilité interdépartementale, les résultats de l'évaluation de la qualité des données de DA sont globalement satisfaisants. Toutefois, dans un souci de pouvoir mieux évaluer le fonctionnement du dispositif actuel, des perspectives concrètes d'évolution sont proposées. Elles devront être discutées avec les différents acteurs notamment au sein de la Plateforme ESA.

## Mots clés

Avortements, bovins, qualité des données, brucellose, France

## Abstract

### **Assessment of data quality from the mandatory bovine abortion notification system in France**

*Data quality from an animal health surveillance system influences the assessment of the correct application of this surveillance system and of the disease epidemiological situation. We used a quantitative and qualitative approach to estimate the data quality from the mandatory bovine abortion notification system. The study focused on the proportion of abortion notifications that met the general specifications of data recording and on the quality of data associated with the abortion notifications that met these specifications. A total of 28 specific indicators were constructed and calculated at the local (departmental) and national level. Whereas indicators vary highly between departments, data quality should be considered as quite good. However, some concrete improvement lines are suggested in order to enhance the quality of assessment of this surveillance system; they are going to be discussed with stakeholders, in the framework of the National epidemiological surveillance platform for animal health.*

## Keywords

Abortion, bovine, data quality, brucellosis, France

L'analyse des données collectées dans le cadre d'un dispositif de surveillance en santé animale permet d'évaluer son fonctionnement, ainsi que la situation épidémiologique du danger sanitaire surveillé. Toutefois, la qualité de cette analyse dépend fortement de la qualité des données recueillies; l'évaluation de la qualité des données est donc un préalable indispensable à l'analyse et à l'interprétation des résultats de surveillance.

Aucun travail dédié spécifiquement à l'évaluation de la qualité des données collectées dans le cadre d'un dispositif de surveillance en santé animale n'a pu être identifié. Il a donc été choisi de développer une méthodologie d'évaluation de la qualité des données, à partir d'une première étude appliquée au dispositif de déclaration obligatoire des avortements (DA) chez les bovins en France. Ce dispositif a été retenu du fait des travaux d'évaluation déjà engagés sur la surveillance des maladies abortives (Bronner *et al.*, 2013a; Bronner *et al.*, 2013b) ainsi que de l'intérêt des différents acteurs à la faire évoluer. En effet, alors que la surveillance des avortements constitue l'une des modalités principales de la surveillance de la brucellose bovine (Anonyme, 1964, 2005, 2008), seul un quart des éleveurs ayant détecté des avortements les déclareraient (Bronner *et al.*, 2013b). Compte tenu de cette faible sensibilité, différentes voies d'amélioration sont actuellement discutées au sein du groupe de suivi « Surveillance des maladies abortives d'intérêt pour l'État en élevage de ruminants » de la Plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale (Plateforme ESA).

L'objectif de cet article est de présenter les résultats de l'évaluation de la qualité des données collectées dans le cadre du dispositif de DA, les axes d'amélioration proposés ainsi que les perspectives ouvertes par ce travail.

## Matériel et méthode

L'évaluation a été conduite aux niveaux national et départemental, incluant les 86 départements ayant enregistré au moins une DA entre le 1<sup>er</sup> août 2011 et le 31 juillet 2012. L'analyse a été faite au niveau départemental plutôt qu'au niveau de chaque acteur (un laboratoire peut par exemple réaliser les analyses pour différents départements) car la maîtrise d'ouvrage est assurée par la DDecPP, qui est donc responsable de la validation des données dans SIGAL. L'analyse a porté sur les données à visée de surveillance (les données de gestion, comme la catégorie fiscale du véhicule du vétérinaire, n'ont pas été étudiées). Dans un premier temps, elle a été réalisée sur toutes les données disponibles pour la période d'étude afin d'évaluer le respect des spécifications générales d'enregistrement (Encadré) en s'appuyant sur la définition de critères qui ont permis d'élaborer des indicateurs (Tableau 1). Dans un second temps, l'analyse s'est focalisée sur la qualité des données associées aux DA respectant ces spécifications générales.

Plusieurs dimensions de la qualité ont été évaluées, de manière qualitative ou quantitative (Tableau 2).

L'évaluation quantitative de la qualité a été réalisée à deux échelles :

- à l'échelle des données: la qualité de chaque donnée à renseigner (ex. « identifiant bovin » ou « stade de gestation ») a été évaluée selon une ou plusieurs dimensions de la qualité (ex. complétude, format, etc.) jugées pertinentes pour cette donnée. Par exemple, la donnée « identifiant bovin » a été évaluée vis-à-vis des dimensions complétude, format et validité. Ce type d'évaluation a abouti à l'estimation d'indicateurs relatifs à des couples [donnée à renseigner – dimension de qualité];
- à l'échelle des DA: la qualité de chaque DA (c'est-à-dire l'ensemble des données à renseigner se rapportant à une même déclaration) a été évaluée en calculant la proportion de DA de « bonne qualité » selon chaque dimension de la qualité retenue. Par exemple, un indicateur

calculé était la proportion de DA complètement renseignées, c'est-à-dire pour lesquelles les différentes données à renseigner étaient effectivement renseignées.

La cohérence entre certaines données a également été étudiée (Tableau 1). D'autres dimensions ont été évaluées qualitativement: l'objectif était d'affiner l'interprétation des résultats quantitatifs et de

### Encadré. Modalités de collecte et de circulation des données dans le cadre du dispositif de DA

Une description générale du dispositif de DA a été présentée dans un précédent article (Fediaevsky *et al.*, 2010), mais plusieurs points méritent d'être précisés ici. La circulation des données peut être résumée ainsi:

- le vétérinaire sanitaire (VS) collecte les commémoratifs d'intervention (incluant notamment l'identifiant du bovin, la durée de gestation, la date d'avortement);
- le laboratoire saisit tout ou partie des commémoratifs d'intervention et des résultats d'analyse dans son système d'information (LIMS, *Laboratory information management system*);
- les données saisies par le laboratoire sont exportées dans SIGAL (système d'information du ministère de l'agriculture) sous la forme d'un RAI (résultat d'analyses informatisé);
- ce RAI est utilisé comme base pour la création dans SIGAL d'une intervention, qui regroupe toutes les données disponibles se rapportant à la DA;
- la DDecPP (ou le GDS par délégation de service public) peut saisir dans Sigal certaines informations qui n'auraient pas été saisies ou transmises par le laboratoire.

De plus, la recherche sérologique réalisée par le laboratoire doit se faire via un test ELISA ou une épreuve à l'antigène tamponné (EAT), puis une fixation du complément (FC) si la première analyse est positive (Anonyme, 2010).

#### Définitions

**Qualité d'une donnée:** concept multidimensionnel (Berti-Equille *et al.*, 2011; Kerr and Norris, 2004); une donnée est de qualité élevée quand elle est *convenable pour l'usage que l'on souhaite en faire* (« *fitness for use* ») (Kerr *et al.*, 2007; Wang and Strong, 1996).

**DA respectant les spécifications générales d'enregistrement:** DA pour laquelle une intervention enregistrée dans SIGAL a été associée à un seul bovin ayant avorté à un moment donné, et à un seul RAI complet; la date de visite du vétérinaire devait en outre être antérieure à la date d'exportation des résultats. Ces spécifications générales d'enregistrement ont été définies afin de garantir une analyse fiable des données (et notamment, pouvoir disposer d'une durée de gestation et d'une date d'avortement pour chaque femelle ayant avorté).

mettre en évidence des facteurs influençant la qualité des données, et notamment ceux relatifs aux modes de fonctionnement des acteurs. Des entretiens ont été menés auprès de huit VS, quatre personnes travaillant dans un laboratoire, deux dans un GDS et quatre en DDecPP, localisés dans trois départements (Rhône, Puy-de-Dôme et Haute-Savoie) (Tableau 2). Il leur a été demandé d'attribuer, pour chaque donnée, une note entre 0 et 3 par dimension. Les indicateurs correspondent, pour chaque donnée et par dimension, aux moyennes par type d'acteur et à la moyenne globale.

## Résultats

Les résultats de certains indicateurs calculés à l'échelle départementale sont présentés sous forme de box plot, dont les règles de lecture sont présentées en Figure 1.

L'analyse a porté sur 67 261 DA, parmi lesquelles 94 % (n=63 073) respectaient les spécifications générales d'enregistrement. La suite de l'analyse n'a concerné que les DA qui respectaient les spécifications générales d'enregistrement.

Concernant la vitesse de circulation des données, les moyennes nationales des délais entre la date d'avortement et la date de validation des résultats, ainsi qu'entre la date de validation des résultats et la date d'exportation des données étaient respectivement de 11,7 et 2,9 jours, avec une forte variabilité interdépartementale (Figure 2).

Pour l'identifiant du bovin (Figure 3.a), l'indicateur associé à la complétude était compris entre 99,6 et 100 %, celui associé au format présentait une importante variabilité, et celui de la validité était le plus bas des trois, avec une médiane autour de 93 %. Un identifiant bovin valide a été défini comme un identifiant retrouvé dans la Base de données nationale d'identification des bovins (BDNI), qui recense l'ensemble des mouvements de bovins et leurs lieux de détention. La date de visite et l'identifiant de l'exploitation étant considérées comme des données présentant très peu d'erreurs de collecte, le bovin devait par ailleurs être présent dans l'exploitation déclarée le jour de la visite. La démarche étant progressive (la validité n'a été étudiée que sur les données au bon format, elle-même étudiée que sur les données renseignées), il en résulte que l'identifiant du bovin n'était pas valide pour environ un cinquième des DA respectant les spécifications générales d'enregistrement.

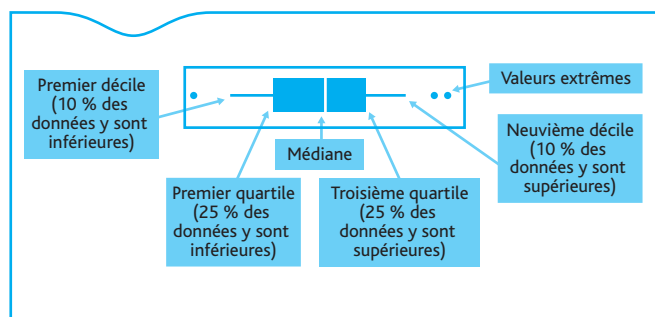
Pour la durée de gestation et la date d'avortement, les indicateurs associés à leur complétude étaient d'un niveau assez variable entre les

Tableau 1. Modalités de calcul des indicateurs pour chaque critère et dimension de la qualité retenue

Critères / dimensions		Indicateurs	
DA respectant les spécifications générales d'enregistrement	Un bovin par intervention	Proportion (en %) d'interventions ou d'avortements respectant le critère étudié	
	Une intervention par avortement		
	Un RAI par intervention		
	Date de visite < date de RAI		
Evaluation à l'échelle des données	Complétude de la durée de gestation et de la date d'avortement	Proportion (en %) de DA ou d'analyses pour lesquelles la donnée est présente	
	Complétude de l'interprétation et de l'identifiant du bovin	Proportion (en %) de DA complètes avec la donnée au bon format	
	Format de l'identifiant du bovin, de la date d'avortement et de la durée de gestation		
	Validité du prélèvement, de la matrice analysée, de la méthode et du résultat		
	Validité de la durée de gestation et de l'identifiant du bovin		
Evaluation à l'échelle des DA	Complétude	Proportion (en %) de DA avec toutes les données renseignées	
	Validité	Proportion (en %) de DA complètes avec toutes les données valides	
	Vitesse de circulation des données	Délai d'obtention des résultats	Délai moyen entre la date d'avortement et la date de validation des résultats (en jours)
		Disponibilité des données	Délai moyen entre la date de validation des résultats et la date d'envoi du RAI (en jours)
Cohérence	Date d'avortement - date de visite Nature du prélèvement - matrice analysée Matrice analysée - analyte - méthode Analyse - motif de non analyse Méthode - « confirmation » Entre les différentes analyses Résultats d'un RAI - interprétation	Proportion (en %) de DA avec les données étudiées cohérentes	

**Tableau 2. Définition retenue pour chaque dimension de la qualité étudiée**

	Dimension	Définition
Evaluation quantitative	Vitesse de circulation des données	Délai entre la date de l'événement ayant généré la donnée et la date à partir de laquelle elle est disponible
	Complétude	Absence de valeur nulle (Berti-Equille <i>et al.</i> , 2011)
	Format	Absence d'erreur de syntaxe (orthographe ou format), pour les données renseignées
	Validité	Concordance entre la donnée collectée et la réalité, pour les données au bon format (Berti-Equille <i>et al.</i> , 2011)
	Cohérence	Cohérence de plusieurs données valides entre elles
Evaluation qualitative	Pertinence	Intérêt de la donnée collectée (Pipino <i>et al.</i> , 2002)
	Crédibilité	Niveau de confiance dans la validité de la donnée collectée (Pipino <i>et al.</i> , 2002)
	Objectivité	Niveau d'impartialité perçue dans la collecte de la donnée (Pipino <i>et al.</i> , 2002)



**Figure 1. Modalités d'interprétation d'un « box plot »**

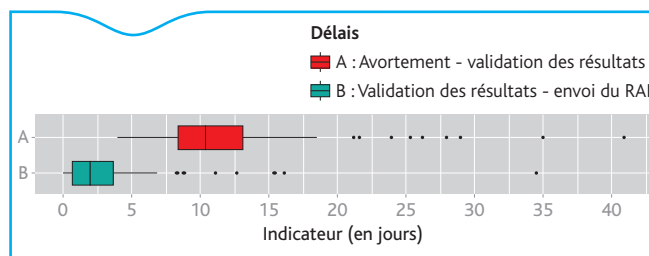
départements, contrairement à ceux associés à leur format (Figure 3.b et 3.c). L'indicateur associé à la validité de la durée de gestation (une donnée valide correspondant à une durée de gestation comprise entre 1 et 10 mois) était également élevé et peu variable.

Le prélèvement, la matrice, la méthode d'analyse et les résultats ont été considérés valides (c'est-à-dire appartenant à une liste de valeurs possibles) dans plus de 96,9 % des analyses au niveau national. Pour ces trois dernières données, quelques départements se démarquaient fortement (départements pour lesquels les indicateurs de la validité étaient compris entre 50 et 80 %).

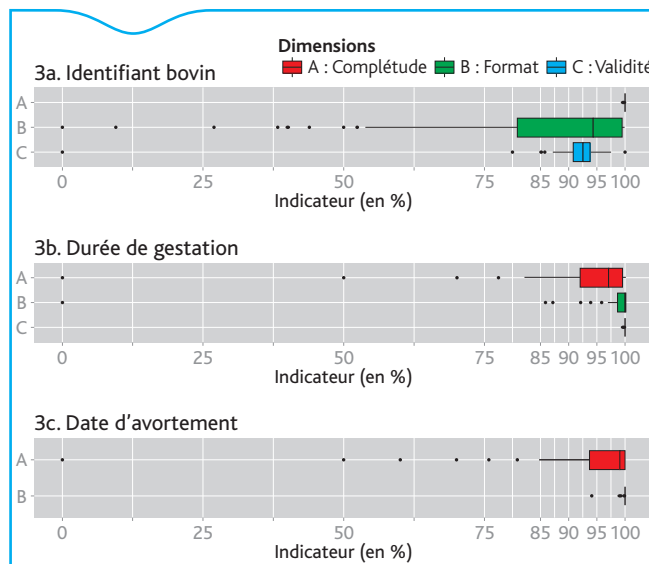
À l'échelle des DA, 83,6 % des DA étaient complètement renseignées, et parmi ces DA, 80,7 % étaient complètement valides. Au total, 67,4 % (=83,6%\*80,7%) des DA étaient donc complètement renseignées et valides.

La majorité des indicateurs associés à la cohérence entre des données (Tableau 1) étaient globalement très bons (moyennes nationales situées entre 96,3 % et 99,7 %) et peu variables entre départements, à l'exception de l'indicateur associé à la cohérence entre les différentes analyses réalisées par le laboratoire. Cet indicateur a montré une variabilité très élevée, avec 48 départements en dessous de 5 % et 32 au-dessus de 95 % ; au niveau national, des analyses supplémentaires étaient réalisées pour 80 % des avortements (par exemple, la FC était systématiquement réalisée en complément de l'EAT ou de l'ELISA).

Enfin, concernant l'évaluation qualitative, les personnes interrogées ont jugé la collecte de la durée de gestation et de la date d'avortement peu pertinente, et la qualité de ces données peu crédible et objective : en effet, la collecte de ces données est demandée (et réalisée) alors que souvent elles ne peuvent pas être connues de manière précise. Les données relatives aux analyses de laboratoire ont été jugées très crédibles et objectives par tous, mais leur collecte parfois peu pertinente, du fait de leur absence d'utilisation.



**Figure 2. Distribution des indicateurs témoignant de la vitesse de circulation des données calculés à l'échelle départementale (données tronquées à 43 jours)**



**Figures 3. Distribution des indicateurs témoignant de la qualité des données pour l'identifiant bovin (3a), la durée de gestation (3b), la date d'avortement (3c), calculés à l'échelle départementale**

## Discussion

L'évaluation de la qualité des données du dispositif de DA présente quelques limites, en particulier en ce qui concerne l'étude de la validité des données. Celle-ci avait comme objectif d'évaluer la concordance entre les données et la réalité. Cependant, hormis l'identifiant du bovin pour lequel un contrôle était possible (en utilisant comme base de référence la BDNI, même si des erreurs de notification existent), cette validité n'a pu être étudiée que de façon incomplète, en s'assurant que la donnée appartenait bien à un ensemble de valeurs considérées comme « valides » et en recueillant la perception qu'en avaient les acteurs (au travers de la dimension « crédibilité »). De plus, elle n'a pas pu être étudiée pour certaines données, comme la date d'avortement, alors même que les entretiens avec les acteurs de terrain ont révélé que cette date pouvait être saisie par défaut (lorsqu'elle était non renseignée par le vétérinaire) comme identique à la date de visite. Le délai moyen d'obtention des résultats est donc réduit, et l'indicateur relatif au délai moyen d'obtention des résultats surestimé. En outre, malgré le souhait de limiter le nombre d'indicateurs, ceux-ci restent nombreux ; il serait ainsi intéressant d'élaborer des indicateurs synthétiques, permettant d'avoir une vision plus globale de la qualité des données, à l'échelle nationale et départementale. Ceux-ci pourraient être calculés comme le rapport entre le nombre d'indicateurs pour lesquels une valeur cible (préalablement fixée) serait atteinte ou dépassée et le nombre d'indicateurs mesurés. Les valeurs cibles restent à définir avec les acteurs du dispositif.

Malgré ces limites, cette évaluation permet de disposer d'un premier état des lieux de la qualité des données du dispositif de DA. Les résultats de cette évaluation sont globalement satisfaisants et il y a peu de départements pour lesquels la qualité des données peut être considérée comme insuffisante. Toutefois, une marge de progrès existe : à l'échelle nationale, deux tiers des DA (sur 63 073 DA) étaient entièrement complètes et valides. Les différents défauts de qualité des

données mis en évidence ne sont pas préjudiciables à la capacité de détecter précocement un foyer de brucellose lorsqu'un avortement est déclaré. Toutefois, ils impactent la qualité de l'évaluation du dispositif et la connaissance de la population surveillée: l'identifiant bovin permet de s'assurer que l'avortement a bien eu lieu, la durée de gestation de connaître les types d'avortements déclarés, par exemple. En outre, un délai d'obtention des résultats dans SIGAL élevé (ce délai moyen étant supérieur à 15 jours dans un cinquième des départements) limite certainement les possibilités de correction à apporter aux données mal ou non renseignées. Enfin, certains résultats de cette étude permettent de mettre en évidence certains dysfonctionnements dans la mise en œuvre du dispositif, tels que ceux relatifs à la non-conformité des résultats d'analyse (des analyses excédentaires étant fréquemment réalisées).

Cette étude a permis d'identifier certains facteurs influençant la qualité des données et ainsi certains axes d'amélioration, regroupés en trois catégories: le matériel, la méthode et les acteurs. Les facteurs relatifs au matériel portent sur la feuille de commémoratifs utilisée (avec parfois des informations demandées mais non utilisées), qui mériterait d'être harmonisée au niveau national, et sur le fait que SIGAL a été conçu comme un outil informatique imposant peu de contraintes de saisie (relatives aux relations entre données, et au renseignement et format de certaines données). En outre, la forte disparité interdépartementale qui a été observée peut s'expliquer pour partie par la diversité des LIMS des laboratoires et de leur paramétrage. En effet, les différents LIMS utilisés en France sont nombreux (plus de 25 prestataires recensés) et une partie de leur programmation relève des laboratoires eux-mêmes. Ainsi on peut considérer que chaque laboratoire a son propre LIMS.

Concernant la méthode, les modalités de collecte, de saisie et de validation des données sont précisées pour partie dans un ordre de méthode national, mais reposent fortement sur le réseau d'acteurs (vétérinaires sanitaires, laboratoires agréés, coordinateurs SIGAL régionaux (CoSiR), agents des DDecPP et des GDS), et mériteraient d'être rappelées dans des procédures nationales.

Enfin, même si certains résultats attestent du souci qu'ont les acteurs à renseigner à leur niveau des données de « bonne qualité », l'harmonisation nationale de la qualité des données pourrait être améliorée par une meilleure valorisation des données de DA et une plus forte sensibilisation de l'ensemble des acteurs. Plus globalement, il s'agirait ainsi de renforcer l'animation du dispositif sur la qualité des données (incluant une sensibilisation des acteurs, un suivi de la qualité des données et un retour d'information).

## Conclusion

L'évaluation de la qualité des données issues du dispositif de DA a montré une qualité très satisfaisante pour un grand nombre de points. Toutefois, compte tenu de certains résultats et de l'impact direct de la qualité des données sur l'évaluation du fonctionnement du dispositif, il semble important d'intégrer dans les réflexions menées actuellement au sein de la Plateforme ESA des modalités d'amélioration de cette qualité. Au préalable, il s'agirait de préciser les objectifs attendus en terme de qualité optimale des données en tenant compte des différentes contraintes, notamment informatiques et de terrain (temps et ressources humaines disponibles). Les résultats de ce travail seront utilisés pour élaborer un guide générique d'évaluation de la qualité des données, qui pourrait être utilisé par les partenaires de la Plateforme ESA pour d'autres dispositifs de surveillance en santé animale.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un stage de première année à l'École nationale des services vétérinaires.

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement les agents des GDS, des DDecPP, des laboratoires et les vétérinaires sanitaires rencontrés dans le Rhône, le Puy-de-Dôme et la Haute-Savoie, André Gauffier pour son décryptage du système d'information SIGAL et Anne Van de Wiele pour sa connaissance sur les échanges informatiques SIGAL-laboratoires.

## Références bibliographiques

- Anonyme 1964. Directive du Conseil du 26 Juin 1964 relative à des problèmes de police sanitaire en matière d'échanges intra-communautaires d'animaux des espèces bovine et porcine.
- Anonyme 2005. Décision de la Commission du 28 octobre 2005.
- Anonyme 2008. Arrêté du 22 avril 2008 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prophylaxie collective et à la police sanitaire de la brucellose des bovinés.
- Anonyme 2010. Note de service du 31 août 2010 relative à la brucellose des bovinés: application de l'arrêté du 22 avril 2008 révisé.
- Berti-Equille, L., Comyn-Wattiau, I., Cosquer, M., Kedad, Z., Nugier, S., Peralta, V. Si-Said Cherfi, S. Thion V., 2011. Assessment and analysis of information quality: a multidimensional model and case studies. *IJIQ* 2, 300-323.
- Bronner, A., Hénaux, V., Fortané, N., Calavas, D., 2013a. Identification des facteurs influençant la déclaration des avortements chez les bovins par les éleveurs et les vétérinaires. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 57, 5-8.
- Bronner, A., Henaux, V., Vergne, T., Vinard, J.L., Mornat, E., Hendrikx, P., Calavas, D., Gay, E., 2013b. Assessing the mandatory bovine abortion notification system in France using unilist capture-recapture approach. *PLoS one* 8, e63246.
- Fediaevsky, A., Garin-Bastuji, B., Moutou, F., 2010. Bilan de la surveillance de la brucellose bovine en 2009: des contraintes de surveillance dans une situation assainie. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 40, 9-12.
- Kerr, K., Norris, T., 2004. The development of a healthcare data quality framework and strategy. *IQ2004*.
- Kerr, K., Norris, T., Stockdale, R. 2007. Data quality information and decision making: a healthcare case study. In: 18th Australasian Conference on Information Systems, Toowoomba, 5-7.
- Pipino, L.L., Lee, Y.W., Wang, R.Y., 2002. Data quality assessment. *Communications of the ACM* 45, 211-218.
- Wang, R.Y., Strong, D.M., 1996. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers? *J. Manag. Inform. Syst.*, 5-33.

## Brève. Épidémie de diarrhée épidémique porcine aux USA : le point sur l'émergence d'une maladie aujourd'hui absente en Europe

### Short item. Porcine Epidemic Diarrhea in the US: an update on the emergence of a disease currently not circulating in Europe

Nicolas Rose (nicolas.rose@anses.fr), Marie-Frédérique Le Potier  
Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Ploufragan, France

**Mots clés:** Diarrhée épidémique porcine (DEP), émergence  
**Key-words:** Porcine epidemic diarrhea (PED), emergence

Fin avril 2013, les premiers cas de diarrhée épidémique porcine (DEP) (ou PED pour Porcine Epidemic Diarrhea en anglais) ont été détectés aux États-Unis alors que cette maladie n'avait jamais été décrite auparavant sur le continent américain. Aujourd'hui, plus de 200 sites porcins ont été infectés (Figure 1), la majorité d'entre eux se trouvant dans les États à forte concentration porcine : Iowa, Minnesota, Indiana principalement et récemment en Oklahoma (60 cas depuis le mois de juin). Quelques cas ont été décrits en Ohio, Colorado, Missouri, Illinois, Michigan, Nebraska et Dakota du sud. Le coronavirus responsable de cette maladie, proche de celui de la gastro-entérite transmissible (GET), n'avait jamais été détecté aux États-Unis jusqu'ici. Ce virus touche les porcs de tous âges, mais entraîne principalement de la mortalité chez les porcelets avant sevrage (jusqu'à 95 %). La maladie est par ailleurs enzootique dans de nombreux pays d'Asie orientale.

#### Agent étiologique

Le virus de la DEP est un coronavirus, classé dans le genre *Alphacoronavirus* avec le virus de la GET et le coronavirus respiratoire porcine (CVRP) (différent de celui du SARS (betacoronavirus)). Il s'agit d'un virus à ARN positif enveloppé de 28kb, peu résistant dans le milieu extérieur. Il ne se conserve pas non plus dans les viandes de porc et ne se transmet pas à l'Homme. Ce virus, difficile à cultiver sur cellules, se transmet par voie oro-fécale entre porcs. Des formes plus virulentes ont été décrites en 2011 et 2012 en Chine. Par analyse moléculaire basée sur les séquences des gènes codant pour les protéines S, M et ORF3, il est possible d'identifier différents clusters selon la région d'origine. Les isolats chinois sont très proches des coréens, mais différents génétiquement des souches européennes comme des souches vaccinales (Song and Park, 2012).

#### Diagnostic

Sur le plan clinique, le virus de la DEP est responsable d'une diarrhée profuse, aqueuse pouvant toucher différentes classes d'âge (animaux adultes, porcelets sous la mère, porcs en croissance). Des vomissements peuvent aussi être observés sur les porcelets ou même les truies. Au pic de l'épidémie, le taux de morbidité peut atteindre 100 % et le taux de mortalité est souvent très élevé chez les porcelets sous la mère (50 % en moyenne, pouvant atteindre 100 %). La situation post-épidémie évolue souvent sous une forme enzootique avec persistance de diarrhées chez les porcs en croissance d'âge supérieur. Il est très difficile de différencier la DEP de la GET sur le plan clinique. Pour confirmer un cas de DEP et notamment le différencier d'une infection par le virus de la GET, l'approche classique est de combiner une détection directe de l'antigène ou du virus, associée à une réponse sérologique. Les échantillons biologiques pour la recherche du virus sont les fèces ou les cellules épithéliales du petit intestin prélevé chez le jeune porcelet 24 h après le début de diarrhée aiguë. Le virus peut être mis en évidence par microscopie électronique dans les fèces par sa morphologie caractéristique et identifié par agrégation avec des antisérum spécifiques de porcs convalescents. Toutefois, la visualisation et l'identification des particules virales nécessitent une expertise technique peu disponible en Europe vu que ce type d'affection a disparu depuis plus de vingt ans. L'isolement viral sur culture cellulaire est difficile mais possible sur cellules Vero ou PK15. La RT-PCR reste la méthode la plus sensible et la plus spécifique, en routine en Corée et au Japon (Kim *et al.*, 2001). La détection d'anticorps spécifiques peut se faire par IPMA (immunoperoxidase monolayer assay) ou ELISA (Saif *et al.*, 2012).

#### Épidémiologie

La description des premiers cas de DEP remonte au début des années 1970 en Angleterre (Oldham, 1972) où une maladie proche de la GET a été observée dans plusieurs élevages. La différence clinique avec la GET portait sur l'absence de maladie chez les porcelets sous la mère. Le coronavirus de la GET et d'autres agents infectieux à tropisme entérique ont été exclus et la maladie dénommée alors « diarrhée

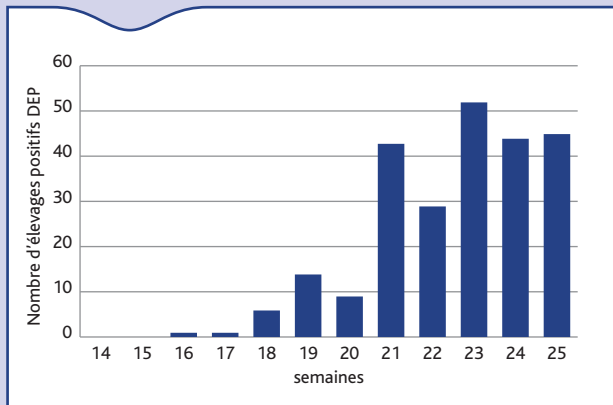
épidémique virale » s'est étendue à plusieurs pays en Europe. Par la suite, d'autres épisodes, pour lesquels la GET a également été exclue mais où les porcelets sous la mère étaient aussi touchés, ont été décrits. Ce n'est qu'en 1978 qu'un coronavirus a été identifié en tant qu'agent de ce nouveau syndrome appelé "Diarrhée épidémique porcine" (DEP) (Chasey and Cartwright, 1978; Pensaert and DeBouck, 1978). Dans les années 1980, des enquêtes sérologiques conduites dans plusieurs pays européens (Belgique, Angleterre, Allemagne, France, Pays-Bas, Suisse, Bulgarie) ont montré la très large diffusion du virus dans la population porcine. À partir des années 1990, la plupart des travaux montrent que la prévalence du virus tend à décliner dans ces pays (Pensaert and Van Reeth, 1998) avec cependant quelques cas sporadiques jusqu'à la fin des années 1990. Les cas décrits en Europe dans les années 1990 contrastaient avec ceux de certains pays d'Asie où l'on observait plutôt des épidémies sévères associées à de très fort taux de mortalité (Japon, Corée). Depuis la maladie n'est plus décrite en Europe à l'exception de l'épidémie de diarrhée qui a affecté des porcs de tous âges en Italie de mai 2005 à juin 2006. L'infection par le virus de la DEP a été confirmée dans 63 élevages par microscopie électronique, RT-PCR et sérologie. Dans les élevages naisseurs, les truies et les porcelets étaient atteints de diarrhée profuse sans mucus ni sang. À l'aide d'un suivi longitudinal détaillé d'un élevage de 2 500 truies naisseur-post-sevrage, les auteurs rapportent un taux de mortalité moyen en lien avec la diarrhée chez les nouveaux nés de 11,9 %, atteignant 34 % au pic de l'épidémie dans l'élevage. À la fin de l'épidémie, le taux de mortalité en lien avec la diarrhée est resté supérieur à ce qu'il était avant l'épisode. Dans les élevages post-sevrageurs et engraisseurs, la morbidité pouvait atteindre de 20 à 80 % mais la mortalité était quasi nulle. La durée de l'épisode clinique était très variable selon le type et la taille de l'élevage, de quelques semaines à plusieurs mois (Martelli *et al.*, 2008). Aujourd'hui, la situation en Asie revêt plus la forme d'une enzootie associée à une population de truies partiellement immune favorisant ponctuellement l'émergence d'épidémies locales.

La voie de transmission oro-fécale est probablement prépondérante, si ce n'est la seule voie de propagation de l'infection au sein d'une population. Les épisodes cliniques aigus documentés montrent que l'épidémie au sein d'un élevage sensible survient quatre à cinq jours après l'introduction ou la vente de porcs. Le virus est ainsi probablement introduit en élevage *via* des porcs infectés ou par des vecteurs mécaniques (bottes, camions, etc.), soulignant l'importance des mesures de biosécurité et d'hygiène dans la prévention de l'introduction du virus de la DEP en élevage. Le processus de transmission diffère ainsi peu du virus de la GET, mais le virus de la DEP est susceptible de persister plus facilement sous une forme enzootique au sein de l'élevage après une première phase épidémique. Un cycle enzootique peut ainsi s'instaurer dans les élevages où le rythme de rotation est important et s'accompagne de mélanges de portées de bandes différentes et de statut immunitaire hétérogène. Il convient de rappeler que le virus n'est pas zoonotique et qu'il n'existe pas de risque de transmission à l'Homme par l'alimentation ou par l'exposition à des porcs infectés.

#### Situation actuelle aux États-Unis

Le virus de DEP incriminé aux États-Unis est une souche très virulente à l'origine d'une diarrhée aqueuse intense chez les porcs de tous âges accompagnée parfois de vomissements et conduisant jusqu'à 100 % de mortalité chez les porcelets sous la mère. Les autres catégories d'animaux sont affectées, mais moins sévèrement que les jeunes porcelets. L'origine de la contamination du cas index n'a toujours pas été identifiée. Les enquêtes rétrospectives conduites montrent que le premier cas identifié remonte à la mi-avril et il s'agit d'un site d'engraissement situé dans l'Ohio. L'épidémie s'est propagée très rapidement à plus de deux cents sites porcins en quelques mois. Les données disponibles sur le site de l'AASV (American Association of Swine Veterinarians, <http://www.aasv.org/aasv%20website/Resources/Diseases/PorcineEpidemicDiarrhea.php>) montrent une

incidence qui reste élevée la semaine du 17 au 21 juin) (Figure 1). Les services vétérinaires et les professionnels se sont organisés pour identifier la source d'introduction en menant des investigations détaillées dans les élevages touchés avec l'aide des praticiens porcins. Le virus a été séquencé et présente plus de 99 % d'identité avec le génome d'un virus de DEP isolé en Chine en 2012. Dans la mesure où ces virus mutent rapidement, ceci semble indiquer une introduction sur le territoire américain relativement récente. Les pays voisins tels que le Canada ont mis en place une communication importante vers les professionnels de la filière porcine du pays destinée à renforcer de manière drastique les mesures de biosécurité en élevage. Les professionnels de la filière porcine aux États-Unis ont débouqué en urgence 450 000 \$ pour des travaux de recherche sur cette problématique (informations disponibles sur le site du National Pork Board : <http://www.pork.org/>).



**Figure 1.** Incidence hebdomadaire du nombre d'élevages confirmés DEP positif aux États-Unis depuis le mois d'avril 2013 (semaine 14) (source : <http://www.aasv.org/aasv%20website/Resources/Diseases/PorcineEpidemicDiarrhea.php>)

L'Europe n'est pas à l'abri d'une introduction du virus dont les conséquences sont difficiles à évaluer. Les structures des élevages et des mouvements d'animaux au sein de la filière porcine française sont très différentes de celles des USA. Néanmoins, une vigilance des acteurs du terrain s'avère nécessaire afin de détecter le plus précocement possible une introduction dans la population porcine française et mettre en place des mesures rapides de limitation de la propagation à d'autres élevages.

## Références

- Chasey, D., Cartwright, S.F., 1978. Virus-like particles associated with porcine epidemic diarrhea. *Res. Vet. Sci.*, 25:255-256.
- Kim, S.Y., Song, D.S., and Park, B.K., 2001. Differential detection of transmissible gastroenteritis virus and porcine epidemic diarrhea virus by duplex RT-PCR. *J. Vet. Diagn. Invest.* 13:516-520.
- Martelli, P., Lavazza, A., Nigrelli, AD., Merialdi, G., Alborali, L.G., Pensaert, M.B., 2008. Epidemic of diarrhoea caused by porcine epidemic diarrhea virus in Italy. *Vet. Rec.* 162:307-310.
- Oldham, J., 1972. *Pig Farming* (Oct suppl.), 72-73.
- Pensaert, M.B., DeBouck, P., 1978. A new coronavirus-like particle associated with diarrhea in swine. *Arch. Virol.*, 58:243-247.
- Pensaert, M.B., Van Reeth, K., 1998. Porcine epidemic diarrhea and porcine respiratory coronavirus. *Proceedings of the American Association of Swine Practitioners*, 433-436.
- Saif, L., Pensaert, M.B., Sestak, K., Yeo, S.G., and Jung, K., 2012. Coronaviruses. *Diseases of swine*, 10th edition. Edited by Zimmerman J, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW. 501-524.
- Song, D. and Park, B., 2012. Porcine epidemic diarrhea virus: a comprehensive review of molecular epidemiology, diagnosis and vaccines. *Virus Genes*, 44:167-175.

## Brève. Nouvelle avancée de la peste porcine africaine aux frontières de l'Europe : la Biélorussie atteinte

### Short item. African Swine Fever is in the vicinity of Europe: first case notified in Belarus

Marie-Frédérique Le Potier (marie-frederique.lepotier@anses.fr) (1), Clara Marcé (2)

(1) Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Ploufragan, France

(2) Direction générale de l'alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

**Mots clés:** PPA, Biélorussie, vigilance

**Key-words:** AFS, Belarus, awareness

Le 21 juin 2013, les autorités sanitaires biélorusses ont notifié à l'OIE un premier foyer de peste porcine africaine (PPA) dans la région de Grodno, à une quarantaine de kilomètres de la frontière lituanienne et à environ 150 kilomètres de la frontière avec la Pologne (Figure 1). Depuis plusieurs semaines, des rumeurs circulaient sur la possible présence de PPA en Biélorussie, mais la suspicion avait été écartée lorsqu'une souche hautement virulente de SDRP (syndrome dysgénésique respiratoire porcin) avait été mise en évidence dans un élevage à Vostochny dans la région de Brest (déclaration OIE du 24 mai 2013). Cependant, quelques jours plus tard, un petit élevage de seize porcs était affecté avec un porc trouvé mort dans le village de Chapun. Le laboratoire national a confirmé le diagnostic par PCR. Tous les porcs ont été abattus et le village mis en quarantaine. Des restrictions de déplacement de porcs et un dépistage de l'infection ont été instaurés. De nouveau, le 4 juillet, un cas est notifié à l'OIE, localisé cette fois à l'est du pays, dans la région de Vitebsk, district de Nevsky. Sur les 20 611 porcs présents dans ce village, vingt-six cas dont vingt et un mortels ont été recensés et 1 089 porcs ont été abattus. Les mêmes mesures sanitaires que pour le premier cas ont été mises en place. Les autorités lituanienes très concernées par un risque d'introduction ont instauré une obligation de désinfection pour tout camion en provenance de Russie ou Biélorussie. La Commission

européenne a effectivement rappelé aux États membres la nécessité de faire respecter scrupuleusement les procédures de nettoyage et de désinfection des véhicules en provenance ou à destination de la Russie ou de la Biélorussie telles que décrites dans la Décision 2011/78/UE du 3 février 2011. Par ailleurs, pour rappel, la Biélorussie est exclue de la liste des pays qui peuvent exporter vers l'Union européenne des produits issus d'animaux sensibles au virus de la PPA (règlement CE n°206/2009). En conséquence, ces produits sont prohibés quel que soit leur statut, qu'ils soient introduits à des fins commerciales ou contenus dans les bagages personnels des voyageurs.

Il ne faut pas oublier que la situation sanitaire sur la partie européenne de la fédération de Russie est hors de contrôle. Après un silence prolongé, les autorités russes ont déclaré à l'OIE les 18 et 21 juin, vingt-cinq nouveaux foyers de PPA à l'extrême ouest du pays, dans les régions de Voronej (20 foyers en élevages de porcs domestiques), de Rostov (deux), Volgograd (un) et Smolensk (un foyer chez des sangliers). Dans vingt-quatre villages comptant près de 1 500 porcs, 180 cas ont été recensés, dont 94 mortels. Le 25<sup>e</sup> foyer concerne des sangliers de la région de Smolensk, zone non encore affectée par la maladie. Jusqu'ici, les sangliers étaient infectés de manière secondaire aux porcs, probablement par distribution de viande contaminée (eaux grasses). Le fait que dans ce dernier foyer des sangliers plutôt que des porcs soient trouvés infectés pose la question de la transmission du virus chez les sangliers et de leur rôle dans le maintien de l'infection et la propagation vers des élevages plein air. Un nouveau foyer impliquant des sangliers a été déclaré à l'OIE le 9 juillet 2013 dans le district de Yaroslavskaya, village de Golovino.

#### Épidémiologie

La PPA, décrite pour la première fois au Kenya en 1920, est traditionnellement présente en Afrique sub-saharienne. Pendant la période des années 1960-1990, la PPA a sévi dans différents pays d'Amérique centrale, d'Amérique du Sud et d'Europe, suite à l'introduction de déchets de viande de porc infectés par un isolat de génotype I (Afrique de l'Ouest). Elle a été éradiquée de ces zones, hormis en Sardaigne, où la maladie s'est endémisée (Costard *et al.*, 2009). La description des premiers cas de PPA dans la région transcaucasienne remonte à avril 2007 quand le virus a été introduit en Géorgie par une distribution de déchets de cuisine d'un bateau en provenance d'Afrique de l'Est, le virus géorgien est similaire aux isolats du génotype II (Afrique de l'Est, Madagascar). Le virus s'est ensuite propagé par sauts, indiquant que la source d'infection était liée à une distribution d'eaux grasses. Il a ensuite progressé rapidement, puisqu'en juillet 2007 il était déjà identifié en Arménie et en novembre 2007 en Tchétchénie. Depuis 2010, l'infection s'est endémisée dans la région sud de la partie européenne de la fédération de Russie. En raison de la virulence élevée de la souche impliquée, un fort taux de mortalité était enregistré chez les porcs. Les sangliers atteints se contaminaient là encore par consommation de viande infectée et ne semblaient pas être en capacité de transmettre le virus.



**Figure 1.** Situation de la peste porcine africaine sur le continent européen entre juin 2012 et juillet 2013 (Source OIE)

#### Encadré

##### Agent étiologique

Le virus de la PPA est un virus enveloppé à ADN, seul représentant de la famille des *Asfaviroidae*. Ce virus est particulièrement résistant dans un milieu protéique, il peut survivre dans la viande de porc plus de trois ans au congélateur ou jusqu'à 300 jours dans du jambon sec. Il résiste aussi à la chaleur et aux désinfectants. Ce virus se transmet par contact entre porcs et /ou sangliers mais peut être aussi transmis par des tiques molles du genre *Ornithodoros* qui peuvent jouer le rôle d'hôte intermédiaire entre les cycles sylvatique et domestique.

##### Diagnostic

Pour confirmer un cas de PPA, un diagnostic de laboratoire est obligatoire car l'expression clinique de la maladie n'est pas différentiable de celle de la peste porcine classique, voire d'autres infections virales telles que celles dues au circovirus porcin de type 2 ou au virus du SDRP. Des techniques de diagnostic direct par détection du génome viral (PCR) ou indirect par sérologie (ELISA) permettent de lever très rapidement une suspicion. La confirmation d'un cas se base sur la réalisation combinée de différentes analyses par sérologie ou virologie dont l'isolement viral et le séquençage.

Pour autant, les autorités sanitaires russes n'ont pas réussi à endiguer la progression de la maladie, comme l'a prouvé le foyer détecté en Ukraine en juillet 2012 où là encore l'origine de l'infection est très probablement liée à des déchets de viande de porc infecté. Cependant l'endémisation en cours de la maladie fait penser à une atténuation de la souche qui rend ainsi les cas plus difficiles à détecter, comme décrit en Tanzanie. Une enquête sérologique menée récemment dans le cadre d'un jumelage OIE entre le laboratoire de référence OIE de l'université de Madrid (Espagne) et le NRIVVaM (Pokrov, Russie), a montré qu'en effet il était possible de détecter des anticorps chez certains porcs apparemment sains, ce qui signifierait une adaptation de la souche qui de fait pourrait se transmettre plus facilement d'élevage en élevage et se maintenir chez les sangliers (Arias, 2013). Cette situation est aussi à mettre en rapport avec ce qui se passe en Afrique sub-saharienne où de nouveaux foyers sont décrits régulièrement avec un rôle de réservoir de la faune sauvage mais aussi et surtout le commerce de carcasses infectées. En effet, les fermiers abattent leurs animaux malades et vont les vendre au marché. A ce jour, l'implication de tiques dans un cycle de transmission n'a pas encore été mise en évidence en Transcaucasie. Une mission de la FAO a été menée courant juin 2013, en lien avec le projet européen ASFORCE, pour former les services compétents à la recherche et à l'identification de ce genre de tiques.

Sans aller si loin, le cas de la Sardaigne est très informatif. Le virus y a été introduit depuis plus de vingt ans, et après maints programmes d'éradication et une amélioration sensible de la situation, de nombreux foyers ont été détectés de nouveau ces trois dernières années dans des zones non encore déclarées comme infectées. L'atténuation de la souche et le mode d'élevage avec des porcs domestiques qui pâturent en liberté et peuvent entrer au contact des sangliers sont très probablement le facteur majeur de la persistance de l'infection, l'implication de tiques n'ayant jamais été démontrée.

Les principaux risques d'introduction dans les États membres seraient donc l'importation illégale de porcs ou sangliers en provenance des zones affectées, mais surtout le risque lié aux voyageurs (touristes ou travailleurs) qui ramènent avec eux, illégalement, des produits de charcuterie, voire des chasseurs qui ramèneraient des trophées de chasse ou rentreraient avec des bottes non nettoyées (Savey, 2012).

Suite à cette avancée de la PPA en Biélorussie, un appel à la vigilance est formulé auprès des différents acteurs du sanitaire (éleveurs, opérateurs, transporteurs, chasseurs, vétérinaires) (Note de service DGAL/SDSPA/N2013-8111).

#### Liens internet utiles :

Peste porcine africaine en Biélorussie sur le Centre de ressources de la Plateforme ESA ([http://www.plateforme-esa.fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=221&Itemid=257](http://www.plateforme-esa.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=221&Itemid=257))

Savoir reconnaître la peste porcine africaine (<http://www.fao.org/docrep/004/X8060E/X8060E00.HTM#ch8>)

#### Références bibliographiques

Arias M., 2013. ASF update: An state-of-the-art, gaps and needs to improve laboratory diagnostics., Annual meeting of ASF Reference Laboratories, Brussels, 03 juin 2013.

Costard, S., Wieland, B., de Glanville, W., Jori, F., Rowlands, R., Vosloo, W., Roger, F., Pfeiffer, D.U., Dixon, L.K., 2009. African swine fever: how can global spread be prevented? *Philos. T. R. Soc. B* 364(1530), 2683-2696.

Gogin, A., Gerasimov, V., Malogolovkin, A., Kolbasov, D., 2013. African swine fever in the North Caucasus region and the Russian Federation in years 2007–2012. *Virus Res.* 173, 198-203.

Khomenko, S., Beltran-Alcrudo, D., Rozstanlnyy, A., Gogin, A., Kolbasov, D., Pinto, J., Lubroth, J., Martin, V., 2013. African swine fever in the Russian Federation: Risk factors for Europe and beyond. *EMPRES-WATCH* 28, 1-14.

Oganesyan, A.S., Petrova, O.N., Korennoy, F.I., Bardina, N.S., Gogin, A.E., Dudnikov, S.A., 2013. African swine fever in the Russian Federation: Spatio-temporal analysis and epidemiological overview. *Virus Res.* 173, 204-211.

Okoth, E., Gallardo, C., Macharia, J.M., Omoro, A., Pelayo, V., Bulimo, D.W., Arias, M., Kitala, P., Baboon, K., Lekolol, I., Mijele, D., Bishop, R.P., 2013. Comparison of African swine fever virus prevalence and risk in two contrasting pig-farming systems in South-west and Central Kenya. *Prev. Vet. Med.* 110, 198-205.

Savey, M., 2012. Peste porcine africaine: émergence explosive ou globalisation silencieuse ? *Virologie* 16 (6), 339-341.

Uttenthal, Å., Braae, U.C., Ngowi, H.A., Rasmussen, T.B., Nielsen, J., Johansen, M.V., 2013. ASFV in Tanzania: Asymptomatic pigs harbor virus of molecular similarity to Georgia 2007. *Vet. Microbiol.* 165, 173-176.

**Directeur de publication:** Marc Mortureux  
**Directeur associé:** Patrick Dehaumont  
**Comité de rédaction:** Sandrine Baron, Didier Boisseleau, Anne Brisabois, Corinne Danan, Françoise Gauchard, Pascal Hendrikx, Paul Martin, François Moutou, Sylvain Traynard  
**Rédacteur en chef:** Didier Calavas  
**Rédactrice en chef adjointe:** Clara Marcé  
**Secrétaire de rédaction:** Catherine Delorme

**Responsable d'édition:** Fabrice Coutureau  
**Assistante d'édition:** Céline Leterq  
**Webmaster du site du BE:** Julien Vignerot  
**Anses - www.anses.fr**  
27-31 avenue du général Leclerc  
94701 Maisons-Alfort CEDEX  
**Courriel:** bulletin.epidemiologie@anses.fr  
**Conception et réalisation:** Parimage

**Photographies:** Anses  
**Impression:** Bialec - n° 81471  
65 boulevard d'Austrasie - 54000 Nancy  
**Tirage:** 4000 exemplaires  
**Dépôt légal à parution/ISSN 1630-8018**

