

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Salmonella spp. en alimentation animale

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Mai 2018

Édition scientifique



Salmonella spp. en alimentation animale

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Mai 2018

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 14 mai 2018

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
relatif au danger *Salmonella* spp. en alimentation animale

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 7 Mars 2016, de manière conjointe par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) et la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF), d'une demande d'avis relatif au danger salmonelles en alimentation animale pour l'ensemble des filières de production.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les salmonelloses humaines non typhiques sont la deuxième maladie bactérienne d'origine alimentaire la plus fréquemment signalée en Europe, après les campylobactérioses. L'importance relative de la transmission de l'infection à *Salmonella* spp par la voie alimentaire est estimée à 96 %, principalement du fait de la consommation d'aliments contaminés d'origine animale, crus ou insuffisamment cuits.

Dans un objectif final de protection de la santé publique, le règlement (CE) n°2160/2003 concernant le contrôle des salmonelles (et d'autres agents zoonotiques) présentes dans la chaîne alimentaire prévoit la fixation d'objectifs-cibles pour réduire la prévalence de ces micro-organismes à tous les stades de la chaîne alimentaire, y compris dans l'alimentation animale. Ainsi, il impose aux Etats membres la réalisation d'un plan de surveillance de la contamination par *Salmonella* spp. devant couvrir les différents maillons de la chaîne alimentaire et notamment le secteur de l'alimentation animale.

En France, en application du Règlement (CE) n° 2160/2003, l'arrêté du 29 Juillet 2013 liste, dans sa version initiale, les cinq sérovars (ou sérotypes) des salmonelles réglementées pour les espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Ces derniers sont, au titre de danger sanitaire de catégorie 1, les sérovars *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow*. Par ailleurs, l'arrêté ministériel du 22 mars 2017 modifiant celui du 29 juillet 2013, répartit les différents sérovars en fonction des espèces avicoles concernées, en cohérence avec les arrêtés ministériels de lutte. Ainsi, les sérovars *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* sont visés comme suit :

- *Meleagris gallopavo*, troupeaux reproducteurs et d'engraissement, selon l'arrêté ministériel du 04/12/2009 et celui du 24/04/2013,

- *Gallus gallus* filières chair et ponte d'œufs de consommation selon l'arrêté ministériel du 24/04/2013 et celui du 26/02/2008.

A ces deux sérovars, s'ajoutent *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow* pour l'espèce *Gallus gallus* dans les troupeaux de reproduction en filières chair et ponte, par deux arrêtés ministériels du 26/02/2008 pour les deux filières.

En outre, l'arrêté ministériel du 17 février 2015 modifie celui du 29 juillet 2013 et inscrit temporairement pour 3 ans le sérovar *S. Kentucky* comme danger sanitaire de catégorie 1 pour les espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. En effet, ce sérovar constitue un agent infectieux pouvant acquérir de nouveaux caractères d'antibiorésistance, comme décrit pour la souche résistante à haut niveau à la ciprofloxacine (souche CIP-R/ST 198), antibiotique stratégique de dernier recours en médecine humaine. Cette souche a été signalée, depuis quelques années, dans plusieurs autres pays de l'Union européenne (UE), dans des élevages de dindes et de poulets de chair. La France demeure jusqu'à présent épargnée par cette souche, à l'exception d'un épisode survenu en 2012 où deux élevages de dindes d'engraissement ont été contaminés suite au séjour, au Maroc, de l'un des deux éleveurs.

Actuellement, les autorités de tutelle (DGAL et DGCCRF) demandent aux professionnels de l'alimentation animale de mettre en œuvre différentes mesures de gestion en cas de présence d'un ou de plusieurs sérovars de *Salmonella* spp. réglementés : après signalement aux autorités compétentes, les professionnels peuvent procéder soit à une destruction soit à une thermisation des lots contaminés après autorisation par la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP). De plus, étant donné que seule une partie de la filière des volailles reproductrices est soumise à la réglementation (espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*), les autorités compétentes peuvent, comme indiqué dans le texte de la présente saisine, « *procéder à une destination restreinte des lots contaminés vers des usines ne produisant pas d'aliments pour volailles, ou vers des élevages hors filière avicole (porcins et ruminants)* ».

Par ailleurs, le règlement (CE) n°183/2005, qui établit les exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux afin d'assurer un niveau élevé de protection de la santé des consommateurs, évoque la « *nécessité de définir des critères microbiologiques fondés sur des critères de risque scientifiques* ». Dans cet esprit, à l'échelle nationale, l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 vise à définir, dans son annexe IV, un « *agrément salmonelles* » : celui-ci peut être délivré aux établissements de fabrication d'aliments composés destinés aux troupeaux de reproduction de plus de 250 animaux des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Il stipule que « *les aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce Gallus gallus ou de l'espèce Meleagris gallopavo doivent subir un traitement validé comme garantissant une réduction minimale de la contamination microbienne en entérobactéries de 3 log* ». De plus, « *le*

plan HACCP de l'établissement fixe comme limite maximale (seuil de non-conformité) applicable aux aliments composés destinés aux troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*, une contamination en entérobactéries (30 °C)¹ de 10³ UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g de l'aliment fini, prélevé au chargement des camions de distribution. Pour ces mêmes aliments, un seuil d'intervention donnant lieu à des actions correctives, mais sans pour autant que l'aliment soit déclaré non conforme, est fixé pour une contamination en entérobactéries (30 °C) supérieure à 10² UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g de l'aliment fini prélevé au chargement des camions de distribution ».

Rappelons que, pour les matières premières d'origine animale, les critères microbiologiques définis dans l'Annexe X du Règlement (UE) n°142/2011 sont directement appliqués. Pour les matières premières d'origine végétale ainsi que pour les aliments composés destinés aux animaux producteurs de denrées alimentaires (autres que les volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*), aucun critère microbiologique n'est actuellement défini.

Dans cette saisine, les questions posées à l'Anses sont récapitulées ci - dessous, en fonction des trois thématiques dégagées par les experts :

Thématique 1 : Rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire.

- Concernant les filières avicoles, porcines et ruminants :
 - Evaluer, au regard de la situation épidémiologique actuelle dans les élevages français, le rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de *Salmonella* spp., quel que soit le sérovar, dans les élevages avicoles, porcins et ruminants et, par voie de conséquence, comme source de contamination des denrées alimentaires. Dans le cas particulier des départements et régions d'outre-mer (DROM), déterminer s'il existe un risque particulier de transmission de *Salmonella* spp. aux élevages avicoles à partir de l'aliment ;
 - Indiquer si le risque pour la santé animale et humaine lié à la présence de *Salmonella* spp. dans les aliments pour animaux présente une variation significative selon les sérovares concernés. En cas de réponse positive, il est demandé à l'Agence d'indiquer quels sont les sérovares prioritaires au regard du risque pour la santé animale et humaine, pour les filières avicoles, porcines et ruminants ;
- Concernant les filières avicoles réglementées :
 - Evaluer le rôle de l'alimentation animale dans l'introduction des 5 sérovares réglementés *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Virchow*, *S. Hadar* et *S. Infantis* dans les élevages des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Serait-il pertinent de mettre en exergue d'autres sérovares de *Salmonella* spp. dans le cadre de la source alimentation animale pour *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* ? Quel est le risque de ces 5 sérovares pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs

¹ Dénombrement des entérobactéries à 30°C par la méthode normalisée ISO 21528-2 : 2017

filiales ? La réglementation sur les sérovars de *Salmonella* spp. devrait-elle être étendue à d'autres filiales de production ? Si oui, pour quels sérovars ?

- Concernant *S. Kentucky* :
 - Réaliser pour *S. Kentucky* (souches CIP-R² et WT³) un bilan de la surveillance en France de la contamination des aliments pour animaux des filiales de production sur les 5 dernières années ;
 - Indiquer quelles données seraient nécessaires pour évaluer l'impact de *S. Kentucky* dans les filiales de production ;
 - Évaluer les risques liés à la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs vis-à-vis de la souche *S. Kentucky* CIP-R, résistante à la ciprofloxacine, en particulier en filiales avicoles « chair » et « ponte ». Déterminer le devenir de ces denrées à partir du risque estimé.

Thématique 2 : Procédés de décontamination de *Salmonella* spp. en alimentation animale.

- Évaluer l'efficacité du traitement thermique (couple temps/température) et de la granulation (temps/température/pression) sur la contamination par *Salmonella* spp. des aliments pour animaux ;
- Évaluer l'efficacité des différents scénarios pour assainir un lot d'aliment contaminé : réorientation des lots ou non, avec ou sans traitement thermique et/ou chimique.

Thématique 3 : Critères microbiologiques en alimentation animale.

- Évaluer la pertinence des critères réglementaires relatifs à la maîtrise microbiologique des aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*, notamment le critère de 10³ UFC/g d'entérobactéries dans 100 g d'aliment composé. Ce seuil doit-il être maintenu comme un critère de sécurité ou un critère d'hygiène des procédés ?

Par ailleurs, du fait de l'écologie et du caractère ubiquitaire des salmonelles dans l'environnement, leurs voies d'entrée potentielles dans un élevage, mentionnées dans le rapport (cf. partie 3.1), sont multiples. L'alimentation animale n'est donc pas la seule source d'introduction de cette bactérie dans les filiales de production.

²Ciprofloxacine Résistante

³Wild Type

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise - Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences des comités d'experts spécialisés (CES) « alimentation animale » (ALAN), « risques biologiques en alimentation humaine » (BioRisk) et « santé et bien-être des animaux » (SABA), le CES « Alimentation animale » étant pilote de cette saisine.

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) SALAN « Salmonelles en alimentation animale », rattaché au Comité d'Experts Spécialisé (CES) ALAN « alimentation animale », l'instruction de cette saisine. Au vu des trois thématiques dégagées de la saisine, trois sous-groupes ont été constitués afin d'assurer un avancement optimal des travaux. La mise en commun des contributions des trois sous-groupes et les débats collectifs se sont tenus en réunion plénière du GT.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement aux CES, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Ils ont été adoptés par le CES « alimentation animale » réuni le 10 avril 2018.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

2.1. Limites du champ d'expertise

D'après le règlement (CE) n° 767/2009, l'eau d'abreuvement n'est pas explicitement incluse dans la définition d'un aliment pour animaux. Elle n'a donc pas été prise en compte dans cet avis.

Après échange avec les tutelles il a été convenu que seules les matières premières d'origine végétale entrant dans la composition des aliments pour animaux fabriqués en usine seraient considérées dans cette saisine. L'alimentation des animaux par fourrages (verts ou conservés), qui concerne notamment les ruminants, a été exclue du champ de cette expertise car prise en compte dans la saisine 2015-SA-0191⁴, en cours d'expertise. Concernant la fabrication d'aliments à la ferme (FAF), ce secteur n'a pas été considéré dans l'expertise, même si ce dernier constitue une part non négligeable de l'alimentation des animaux, notamment en filière porcine. Cette activité sera incluse dans la saisine 2016-SA-0037⁵. De plus, la présente saisine portant sur les aliments destinés aux animaux de production, les aliments destinés aux animaux de compagnie (« pet food ») ont donc été écartés du champ d'expertise. De même, les filières de productions aquacoles (poissons, mollusques et crustacés) n'ont pas été prises en considération dans ce travail, par manque de données disponibles. De plus, les denrées alimentaires, initialement destinées à l'alimentation humaine, n'ont pas été considérées : en effet, les éventuels dangers sanitaires liés à cette source de matières premières pour l'alimentation

⁴ Demande d'avis à l'évaluation des dangers microbiologiques en alimentation animale

⁵ Demande d'avis sur les mesures de maîtrise de *Salmonella* spp. dans la filière porcine

animale, actuellement en émergence, nécessiteraient d'abord d'être mieux caractérisés. Finalement, l'effet de l'ajout d'additifs ou d'antibiotiques dans les aliments composés, sur le portage intestinal et la dissémination de *Salmonella* spp. dans les élevages et dans les produits qui en sont issus, a été considéré comme étant hors champ de la saisine.

2.2. Moyens mis en œuvre

- Collecte et analyse des données de sérovars *Salmonella* spp et des entérobactéries, mises en évidence sur toute la chaîne de production des filières animales

En premier lieu, les données de détection de sérovars de *Salmonella* spp, en France métropolitaine, pour les matières premières d'origine végétale et les aliments composés pour les filières avicoles, porcines et ruminants ont été transmises au GT par Oqualim (plan collectif des autocontrôles des industriels de la nutrition animale), par la DGAL et la DGCCRF (plans de surveillance et plans de contrôle [PS/PC]) et par le Réseau *Salmonella*. Ces données ont concerné majoritairement les aliments fabriqués dans des usines pendant la période 2009-2015. Les autorités compétentes ont également fourni les données de contamination par *Salmonella* spp. pour les matières premières et les aliments composés destinés à la filière avicole pour la Guadeloupe, la Martinique, la Guyane et la Réunion. Le traitement et l'analyse de l'ensemble de ces données ont été menés par l'unité « Méthodologies et études » (UME) de la Direction d'évaluation des risques (DER) de l'Anses.

Afin d'appréhender la problématique *Salmonella* sur l'ensemble de la chaîne alimentaire, le Réseau *Salmonella* a également transmis les données de détection de sérovars de salmonelles *obtenues* pour les secteurs d'activités « santé et productions animales » (animaux de rente et environnement d'élevage) et « alimentation humaine » (carcasses et produits de transformation pour la consommation humaine), pour les filières avicoles, porcines et ruminants. Un bilan des sérovars isolés des élevages avicoles réglementés⁶ a été également réalisé par le Laboratoire National de Référence (LNR) « Salmonelloses aviaires » de l'Anses de Ploufragan-Plouzané. Le LNR a pu également fournir les résultats d'enquêtes, européennes et nationales, réalisées, entre 2004 et 2010, dans des élevages, abattoirs et produits transformés des filières avicoles.

Concernant les données de surveillance *Salmonella* spp. chez l'Homme, le Centre National de Référence (CNR) des *E. coli*, *Shigella* et *Salmonella* spp., situé à l'Institut Pasteur, a transmis les données relatives aux salmonelloses humaines pour la période 2009-2015.

Enfin, des données de contamination d'aliments composés par les entérobactéries ont été fournies par la DGCCRF pour la période 2008-2016, et le SNIA pour la période 2014-2017.

- Recherche bibliographique

Des recherches bibliographiques ont été menées afin de recenser, de manière la plus exhaustive possible, les connaissances scientifiques sur ces sujets. Des données complémentaires concernant les barèmes de traitements thermiques appliqués aux aliments pour animaux ont été

⁶ Reproducteurs *Gallus gallus* et dindes, poulettes, poules pondeuses, poulets et dindes de chair

également obtenues auprès du centre technique de la nutrition animale (Tecaliman) *via* les rapports d'études et les fiches techniques.

➤ Audition des professionnels

Par ailleurs, plusieurs auditions de syndicats de l'alimentation animale, de professionnels, de centres techniques et d'experts scientifiques ont été menées au cours de cette expertise. La liste des personnes auditionnées est présentée dans le rapport associé au présent avis.

Une visite d'un terminal portuaire spécialisé dans le débarquement de matières premières d'importation (principalement de tourteaux de soja) et d'usines de fabrication d'aliments composés pour animaux a également été organisée pour les experts du GT.

➤ Prise en compte de l'incertitude

Un recensement des sources d'incertitudes auxquelles l'expertise a été confrontée a été réalisé, en se basant sur la typologie et les recommandations proposées par le groupe de travail « Méthodologie en évaluation des risques » (GT MER). Ces recommandations ont notamment aidé les experts dans l'étape de planification de l'évaluation afin de clarifier, avec les parties prenantes, le cadrage de l'expertise, la formulation des questions et les méthodes, finalement qualitatives, de l'évaluation. Les principales sources d'incertitudes recensées ont été reprises et incorporées dans l'Annexe 17 du rapport.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GT SALAN ET DU CES ALAN

Le CES ALAN rappelle que le présent avis est associé à un rapport d'expertise collective qui développe l'ensemble de l'argumentaire des réponses aux questions posées par la DGAL et la DGCCRF, ainsi que les données analysées.

3.1. Réponses aux questions posées dans la saisine

Question 1 : Evaluer, au regard de la situation épidémiologique actuelle dans les élevages français, le rôle de l'alimentation animale comme « vecteur » d'introduction de *Salmonella* spp. (quel que soit le sérovar), dans les élevages et par voie de conséquence comme source de contamination des denrées alimentaires pour les différentes filières animales

Afin d'apporter des éléments de réponse sur la transmission de *Salmonella* spp. de l'aliment vers les élevages et, par conséquent, vers les denrées alimentaires, les experts se sont basés principalement sur les données issues des bilans de surveillance français⁷ ainsi que sur celles issues de la littérature scientifique⁸.

Les données quantitatives des bilans de surveillance d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF ont porté sur 12 229 échantillons de différentes matières premières, et 20 376 échantillons d'aliments composés. Ces résultats montrent de faibles taux de contamination par *Salmonella* spp. dans les matières premières d'origine végétale (entre 1 % et 2 %), ainsi que

⁷ Réseau *Salmonella*, LNR de Ploufragan, données Oqualim et PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF

⁸ Les données concernent majoritairement des situations épidémiologiques observées au-delà de l'Europe

dans les aliments composés destinés aux animaux des filières avicoles (0,6 %), porcines (1,4 %) et ruminants (0,5 %). Parmi les différentes matières premières analysées, le tourteau de soja est la matrice la plus contaminée (3,4 %). Ces observations sont en cohérence avec celles publiées par l'EFSA pour l'année 2015 qui indiquent que les matières premières du type « dérivés de soja » présentent le taux de contamination le plus élevé en salmonelles (3,7 %, sur 3 404 prélèvements). Quant aux aliments composés, les données de l'EFSA, pour l'année 2015, montrent de faibles taux de contamination par *Salmonella* spp., soit de 0,51 %, 0,67 % et 1,20 % respectivement pour les aliments destinés aux volailles, aux porcs et aux bovins.

L'analyse qualitative des données de surveillance françaises permet de souligner certaines spécificités dans la distribution des sérovars de *Salmonella* spp. retrouvés dans les différentes filières de production et aux différents maillons de la chaîne alimentaire : ainsi, *S. Senftenberg* a été détecté principalement dans les aliments destinés aux filières avicoles et dans les élevages de poulets de chair, de poules pondeuses et de dindes. Quant à *S. Infantis* et *S. Rissen*, principaux sérovars isolés d'aliments destinés aux porcs, ils ont également été détectés dans les élevages porcins, sur des carcasses et dans des viandes de porcs. Concernant la filière bovine, les données collectées soulignent la prépondérance de *S. Mbandaka*, détecté dans les aliments composés ainsi qu'en élevages, sur les carcasses et dans les prélèvements de viandes bovines. Ces observations étaient en accord avec certaines données issues de la littérature scientifique. L'analyse de l'ensemble de cette dernière a révélé un point de faiblesse : de nombreuses études présentaient des protocoles de prélèvements ne permettant pas de conclure, avec certitude, sur le lien de causalité, en raison d'un manque de précisions sur le site, le moment ou les modalités de réalisation des prélèvements. Malgré ce constat limitant l'analyse bibliographique, certains auteurs ont publié des études intéressantes qui établissent, avec précision, le transfert de *Salmonella* spp. à l'animal, voire à l'Homme, à partir de l'aliment pour animaux contaminé. L'analyse de ces différentes publications est développée dans le rapport (*cf.* partie 3.5) associé au présent avis.

L'établissement du lien de causalité entre l'utilisation d'un aliment contaminé et la contamination consécutive des animaux d'élevages et de leurs produits requiert la mise en place non seulement de protocoles précis de prélèvements et d'analyse, mais également des investigations poussées de caractérisation génotypique des souches isolées. A titre d'illustration, l'étude menée par Allerberg en 2012 relate un épisode de 159 cas de salmonelloses humaines attribuées à *S. Mbandaka*, survenu en Autriche en 2010 ; un lien épidémiologique a pu être établi entre ces cas humains et la contamination de 226 troupeaux de poules pondeuses et des œufs de consommation qui en sont issus car tous ces isolats présentaient le même profil moléculaire PFGE (Pulsed-Field Gel Electrophoresis), lui-même identique à celui d'un isolat détecté dans une seule usine, fournissant les aliments à l'ensemble de ces troupeaux. Cet exemple illustre que seule une caractérisation fine des souches, par un typage moléculaire adapté, permet d'établir, avec précision, un lien de causalité entre les aliments fabriqués à l'usine, les animaux d'élevages, leurs produits, voire les infections humaines.

En conclusion, concernant la situation française, la contamination par *Salmonella* spp. des matières premières végétales et des aliments composés demeure un événement rare (taux de contamination de l'ordre de 1 à 2 %). Cette contamination, même rare, peut néanmoins entraîner celle des animaux et de leur environnement et, par voie de conséquence, celle des aliments destinés à l'Homme.

Toutefois, les données issues des bilans de surveillance, basées à l'heure actuelle sur l'analyse phénotypique des sérovars isolés, ne sont pas suffisantes pour objectiver et quantifier

précisément la part liée à l'alimentation animale de transmission de *Salmonella* spp. aux autres maillons de la chaîne alimentaire.

Cependant, compte tenu du faible niveau de contamination des matières premières d'origine végétale et des aliments composés d'une part et de l'existence d'autres voies d'introduction dans les élevages parfois peu maîtrisées d'autre part, l'alimentation animale ne peut pas être considérée comme une source de contamination majeure des filières de production animale. Une étude danoise a permis d'estimer, par la mise en place d'un modèle d'analyse de risque, que 2,1 % au plus des cas de salmonelloses humaines d'origine alimentaire pouvaient être attribués à la contamination des aliments pour animaux (Hald *et al.*, 2006).

Question 2 : Déterminer s'il existe dans les départements et régions d'outre-mer un risque particulier de transmission de *Salmonella* spp. aux élevages avicoles à partir de l'aliment, cette question étant d'actualité pour le sérovar *S. Kentucky*, isolé en 2015 à deux reprises en filières avicoles ponte et chair (Réunion et Guyane)

Les données PS/PC de la DGCCRF, obtenues à partir d'aliments composés destinés à la filière « volailles » en Guadeloupe, Martinique, Guyane et à la Réunion, se sont toutes révélées négatives vis-à-vis de *Salmonella* spp. Par ailleurs, douze isolats de *S. Kentucky*, issus de l'environnement d'élevages de volailles de Guyane, la Réunion et Mayotte, ont été réceptionnés par le Réseau *Salmonella* en 2016 : toutes ces souches étaient multisensibles aux antibiotiques testés. À ce jour, le Réseau *Salmonella* n'a donc pas identifié de souches de *S. Kentucky* CIP-R isolées dans les départements et régions d'Outre-Mer.

Question 3 : Indiquer si le risque pour la santé animale et humaine lié à la présence de *Salmonella* spp. dans les aliments pour animaux présente une variation significative selon les sérovars concernés. En cas de réponse positive, il est demandé à l'Agence d'indiquer quels sont les sérovars prioritaires au regard du risque pour la santé animale et humaine, par grandes catégories animales (volailles, ruminants, porcins)

Les experts rappellent que la problématique *Salmonella* comporte, avant tout, une visée de santé publique. Pour l'année 2016, les données du CNR des *E. coli*, *Shigella* et *Salmonella* spp., situés à l'Institut Pasteur, montrent la prépondérance des sérovars *S. Typhimurium* et son variant monophasique et de *S. Enteritidis*, qui arrivent en tête des 20 principaux sérovars isolés en santé humaine en France. Selon le rapport de l'EFSA, ces trois sérovars représentent, pour l'année 2015, plus de 60 % des cas d'infection en Europe (EFSA-ECDC, 2016).

Chez l'animal, les salmonelloses se caractérisent, dans la plupart des cas, par du portage asymptomatique. Quelques formes cliniques ont été cependant recensées dans la bibliographie, le plus souvent liées à certains sérovars plus fréquemment retrouvés chez certaines espèces. A titre d'exemple, les études bibliographiques soulignent l'importance de *S. Typhimurium* et *S. Dublin* dans les cas de salmonelloses digestives et abortives chez les bovins. Chez le porc, les sérovars *S. Typhimurium* et *S. Derby* sont souvent décrits comme pouvant être responsables de diarrhées associées à de l'hyperthermie pendant la période de post-sevrage et d'engraissement. Quant aux filières avicoles, les biovars Gallinarum et Pullorum du sérovar *S. Gallinarum* sont responsables de la typhose et la pullorose, deux maladies aviaires inscrites en tant que dangers sanitaires de catégorie 2.

Comme vu précédemment, plusieurs données bibliographiques ont pu démontrer que des sérovars de *Salmonella* isolés de l'alimentation animale étaient épidémiologiquement liés à des salmonelloses humaines ainsi qu'à des manifestations cliniques chez les animaux. Concernant la situation française, l'analyse des données issues des bilans de surveillance n'a pas permis de démontrer que l'alimentation animale était une voie d'entrée pour les sérovars les plus fréquemment isolés en santé humaine, rappelés ci-dessus. Cette source ne devrait cependant pas être exclue de l'analyse. En effet, pour la santé humaine, et considérant la capacité des élevages à constituer un filtre (sélection de sérovars) et un amplificateur de la contamination, aboutissant à un portage asymptomatique fréquent tant chez les volailles que chez les porcins et les bovins, il faut considérer que l'introduction, même occasionnelle, de ces sérovars dans les élevages peut avoir un impact non négligeable.

Question 4 : Evaluer le rôle de l'alimentation animale dans l'introduction des cinq sérovars réglementés (*S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow*) dans les élevages des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Serait-il pertinent de mettre en exergue d'autres sérovars de *Salmonella* spp. dans le cadre de la source alimentation animale pour *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* ?

Les données du Réseau *Salmonella* montrent que les sérovars les plus fréquemment retrouvés dans les aliments composés destinés aux volailles (toutes filières confondues)⁹ pour la période 2009-2015, sont : *S. Mbandaka* (10 %), *S. Anatum* (10 %), *S. Senftenberg* (7 %), *S. Agona* (6 %) et *S.1,3,19:z27:-* (5 %).

Par ailleurs, il convient de faire une différence entre les aliments destinés aux volailles « chair » et « ponte » qui peuvent être sous forme de farines, de granulés ou de miettes, et ceux destinés aux volailles reproductrices, qui, quelle que soit leur forme de présentation, sont thermisés dans des usines agréées. Les résultats obtenus par les enquêtes Oqualim, pour la période 2009-2015, ont permis la détection de *S. Hadar* et de *S. Typhimurium* dans, respectivement, un et trois échantillons d'aliments destinés aux poules pondeuses (sur 7 338 échantillons analysés). Le sérovar *S. Virchow* a également été mis en évidence sur un échantillon d'aliment thermisé destiné aux poules reproductrices (sur 4 560 échantillons analysés).

Bien que la part des sérovars réglementés reste faible parmi l'ensemble des sérovars isolés dans les aliments pour volailles (proportion relative inférieure à 2 %), ils sont néanmoins retrouvés tout au long de la chaîne de production. Plusieurs données bibliographiques confortent cette observation, et il ressort des études que *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* sont les principaux sérovars identifiés à tous les maillons des filières avicoles.

Cependant, seule une caractérisation des isolats par un typage moléculaire adapté permet de démontrer que l'alimentation animale est une voie d'introduction des sérovars réglementés dans les filières de production avicole. Ainsi, suite à la recrudescence, en France et depuis 2014, de cas de salmonelloses humaines liés à *S. Enteritidis*, une enquête menée par la DGAL a permis de révéler, par typage moléculaire PFGE, la présence de ce sérovar à la fois dans l'aliment et dans les élevages avicoles.

L'aliment est donc une source possible, mais pas majeure, de contamination de ces filières par ces sérovars règlementés.

⁹ Le Réseau *Salmonella* ne permet pas de préciser l'espèce animale de destination des aliments composés

Enfin, à ce jour, l'analyse des données publiées ne permet pas d'identifier, parmi les sérovars non réglementés, ceux provenant de l'alimentation animale pouvant nécessiter d'être soumis à une réglementation dans les filières *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*.

Question 5 : Quel est le risque de ces cinq sérovars réglementés pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs filières ? La réglementation sur les sérovars de *Salmonella* spp. devrait-elle être étendue à d'autres filières de production ? Si oui pour quels sérovars ?

La réorientation de matières premières ou d'aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp., depuis la filière avicole réglementée vers les filières porcines, bovines ou avicoles non réglementées, ne semble pas opportune. En effet, en termes de santé animale, cette réorientation peut déboucher sur l'apparition de troubles de santé, qui ont été décrits, notamment avec certains sérovars réglementés (cf. rapport, partie 3.5. question 3). De plus, d'un point de vue de santé publique, l'introduction de *Salmonella* spp. dans un élevage, quelle que soit l'espèce animale, peut conduire à un portage asymptomatique pouvant entraîner une contamination des denrées alimentaires puis des consommateurs de ces denrées. S'il est décidé d'une réorientation des lots d'aliments contaminés vers d'autres filières, les experts recommandent fortement de procéder, au préalable, à un traitement assainissant de l'aliment ou de la matière première contaminée.

Concernant l'extension de la réglementation à d'autres filières de production, les experts ont considéré que cette question dépassait la problématique « salmonelles en alimentation animale » pour laquelle ils ont été mandatés. Cependant, ils constatent que la mise en place de réglementations successives dans certaines filières avicoles a contribué depuis 2010 à une diminution des cas de salmonelloses humaines (cf. rapport, partie 3.5. question 5). De plus, des sérovars identifiés dans des cas de salmonelloses humaines (*S. Typhimurium*, *S. Derby*, *S. Infantis* et *S. Dublin*) ont également été retrouvés dans des élevages porcins et bovins. En conséquence, une extension de la réglementation à d'autres filières de production devrait permettre de réduire les cas de salmonelloses humaines. Cependant, dans le cas d'une extension de la réglementation vers d'autres filières de productions animales, les mesures proposées ne devraient pas se limiter à la maîtrise de la contamination salmonellique des aliments pour animaux.

Question 6 : Réaliser, pour *S. Kentucky* (souches WT et CIP-R/ST198), un bilan de la surveillance, en France, de la contamination des aliments pour animaux des filières de production sur les 5 dernières années : i) indiquer quelles données seraient nécessaires pour évaluer l'impact de *S. Kentucky* dans les filières de production, ii) évaluer les risques liés à la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche *S. Kentucky* résistante à la ciprofloxacine, en particulier en filières avicoles chair et ponte. Déterminer le devenir de ces denrées à partir du risque estimé.

Les données obtenues d'Oqualim et des PS/PC de la DGCCRF et de la DGAL n'ont pas permis de mettre en évidence de souches *S. Kentucky* WT ou CIP- R/ST198, tant dans les matières premières que dans les aliments composés. De plus, le Réseau *Salmonella* a pu identifier, entre 2001 et 2016, 67 souches de *S. Kentucky* isolées d'aliments destinés aux animaux de production, mais aucune de ces souches n'a été attribuée au clone CIP-R/ST198.

Concernant l'impact de *S. Kentucky* dans les filières de production, depuis l'éradication, en fin de l'année 2012, dans les deux élevages de dindes français, de la souche *S. Kentucky* CIP-R/ST198, aucun autre élevage avicole n'a été à nouveau détecté positif pour cette souche. Cependant, depuis 2005, les données du Réseau *Salmonella* ont permis de détecter l'émergence, dans des denrées alimentaires importées ou de prélèvements environnementaux, de souches de *S. Kentucky* CIP-R/ST198 potentiellement problématiques en santé publique et/ou pouvant impacter économiquement les filières de production animale.

Enfin, il est reconnu que, du fait de la résistance de cette souche aux antibiotiques critiques, la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche *S. Kentucky* résistante à haut niveau à la ciprofloxacine pourrait entraîner un échec de l'antibiothérapie chez les patients dont le pronostic vital est engagé. Ces denrées contaminées doivent donc être écartées, en l'état, de tout circuit de commercialisation.

Question 7 : Evaluer le traitement thermique (couple temps/température) nécessaire pour garantir l'absence de *Salmonella* spp. dans un aliment pour animaux (y compris en cas de présence dans les matières premières constitutives de l'aliment). Évaluer, à cet égard, l'efficacité de l'étape de granulation (temps/température/pression) sur le niveau de contamination des aliments pour animaux.

Dans un premier temps et au regard de la question posée, les experts soulignent que « l'absence » de *Salmonella* spp. après un traitement thermique d'un aliment pour animaux ne peut pas être totalement garantie, et que les limites des méthodes analytiques et d'échantillonnage n'autorisent à conclure qu'à une non détection dans une prise d'essai donnée. Il a été difficile, pour les experts, de se positionner sur des barèmes de traitements à partir des données bibliographiques. En effet, certaines conditions expérimentales comme la contamination initiale de l'aliment traité, l'humidité, le type de contamination (naturelle ou artificielle) n'étaient pas toujours précisées dans les articles analysés. De plus, les essais menés à l'échelle du laboratoire ne reflètent pas forcément les conditions industrielles. Seuls les résultats des essais menés à l'échelle pilote par Tecaliman ont pu être exploités parce qu'ils sont plus proches des conditions pratiques et que tous les paramètres ont été enregistrés.

Le traitement thermique (thermisation) peut contribuer à obtenir un niveau de contamination très faible en *Salmonella* spp., souvent inférieur au seuil de détection. Dans le cas des aliments destinés aux volailles reproductrices, régis par l'agrément salmonelles, une thermisation de 85°C pendant 300 secondes permet de réduire la contamination des aliments de 3 log en entérobactéries et, par conséquent, de diminuer le risque de la présence de *Salmonella* spp.

Cette thermisation serait plus efficace que la granulation. Cependant, lorsque les paramètres de température et de temps de séjour dans la presse sont fixés dans un objectif de maîtrise de *Salmonella* spp., cette dernière peut être une alternative à la thermisation. Ainsi, les essais menés par Tecaliman ont pu montrer l'efficacité de ce procédé dans des conditions pilotes, avec une réduction de 3 log du nombre d'entérobactéries. Deux catégories d'aliments ont été distinguées en raison des profils de composition différents : ceux destinés aux porcs d'une part, et ceux destinés aux poulets d'autre part. La contamination initiale en entérobactéries a été fixée à 5.10^4 UFC/g pour tous les aliments afin de se rapprocher des contaminations naturelles retrouvées dans ces matrices. Des essais ont été menés sur ces matrices avec des temps de séjour contrôlés par l'épaisseur de la filière de granulation (à diamètre constant de 4 mm). Concernant les aliments destinés aux porcs, la réduction de 3 log en entérobactéries est obtenue

avec une température mesurée en sortie du conditionneur de 83,5°C, avec une filière de 20 mm, ou une température de 53,5 °C avec une filière de 47 mm. Dans le cas des aliments destinés aux poulets, leur passage dans la presse est plus aisé du fait de leurs teneurs élevées en matières grasses ; dans ces conditions, la température demandée devra être plus importante. Ainsi, la réduction recherchée de 3 log du nombre d'entérobactéries sera atteinte en appliquant une température, en sortie du conditionneur, de 87°C avec une filière de 20 mm ou une température de 72,5 °C avec une filière de 50 mm.

Au vu de cette étude, les experts concluent que la mise au point d'un barème de granulation visant une décontamination suppose donc une validation du procédé, au niveau de chaque outil industriel, en fonction des formules d'aliments concernées. La difficulté réside donc dans le passage à des conditions « terrain » totalement maîtrisées, du fait de la variabilité de certains paramètres (matrice, humidité, teneur en lipides, etc.).

Question 8 : En matière de gestion des lots d'aliments contaminés par *Salmonella* spp., évaluer l'efficacité des différents scénarios pour assainir un lot d'aliments contaminé : réorientation des lots ou non, avec ou sans traitement thermique et/ou chimique

La réorientation des lots d'aliments ou de matières premières contaminés, au sens de leur utilisation pour d'autres filières de production non réglementées pour *Salmonella* spp., ne doit pas être considérée comme étant un scénario d'assainissement. Ce scénario a d'ailleurs été traité en réponse à la question 5.

La question sur les différents scénarios d'assainissement pose une autre question préalable sur ce que l'on entend par un « lot d'aliments contaminé ». Il a été difficile pour les experts de donner une définition quantitative d'un lot d'aliments contaminé, compte tenu du caractère hétérogène de la contamination en salmonelles de ces aliments et de la taille des lots échantillonnés. En effet, cette « *quantité identifiable d'aliment* » (règlement (CE) n° 183/2005) peut être à la fois très importante et variable tout au long de la chaîne d'approvisionnement, ce qui induit une difficulté pour interpréter le résultat d'un lot « contaminé ou non » par des salmonelles, sur la base d'un échantillon prélevé dans des quantités de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de tonnes de matières premières ou d'aliments.

Les experts soulignent les limites et les faiblesses d'un dispositif de lutte qui reposerait uniquement sur de tels contrôles analytiques, notamment au regard d'un processus où les occasions de contaminations ultérieures sont variées. Toutefois, l'importance de ces résultats analytiques est soulignée, quand ceux-ci abondent une base de données établie sur plusieurs années, ce qui permet d'analyser ces résultats et d'en faire ressortir des variations temporelles relatives du niveau de contamination, si on fait l'hypothèse que l'échantillonnage est le même d'une année sur l'autre.

En matière de gestion du risque, les experts ont mis en évidence les difficultés liées d'une part à la particularité du secteur de l'alimentation animale en termes de volumes de produits transportés, stockés et transformés et d'autre part, aux différentes voies d'entrée possibles des salmonelles tout au long de la filière de production. Surveiller la présence des salmonelles dans les matières premières et les aliments demeure utile pour prévenir les dérives et en informer les fournisseurs et les utilisateurs. Mais les experts soulignent le caractère indispensable de l'application effective des bonnes pratiques d'hygiène et des principes de l'HACCP par tous les opérateurs de l'amont de la chaîne alimentaire, ainsi que le suivi de la qualité hygiénique des

aliments composés. Les actions correctives spécifiques, définies dans le plan HACCP de chaque établissement, devront être mises en œuvre en cas de résultats non satisfaisants.

Lorsque la présence de salmonelles est détectée et qu'il est décidé de procéder à un assainissement, alors des traitements thermiques et/ou chimiques peuvent s'appliquer, tel que décrit dans le rapport (chapitre 4), moyennant les compléments et les limites évoqués précédemment. Concernant les traitements chimiques assainissants, les acides organiques utilisés à des fins de décontamination sont classés dans la catégorie des additifs technologiques en tant qu'améliorateurs des conditions d'hygiène (règlement (CE) n°1831/2003). La démonstration de l'efficacité de la décontamination (et pas uniquement d'un effet bactériostatique) peut permettre d'envisager un tel traitement tant sur les matières premières (éventuellement les plus à risque) que sur l'aliment complet. Cependant, leur efficacité vis-à-vis de *Salmonella* spp. devrait être mieux documentée.

A l'heure actuelle, aucune étude n'a été consacrée à l'effet des huiles essentielles sur des aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp. Par ailleurs, d'autres méthodes de décontamination (l'irradiation-ionisation, les micro-ondes, l'infrarouge ou l'ultraviolet) ont montré un effet sur les entérobactéries ou *Salmonella* spp. en alimentation animale. Aucune application industrielle n'est cependant connue dans ce secteur.

Au regard des volumes de produits susceptibles d'être concernés, les experts soulignent que la mise en place de tels traitements assainissants pourrait nécessiter des moyens logistiques importants et qu'un travail visant à mieux circonscrire la quantité d'aliment concerné par une contamination reste à envisager.

Question 9 : Évaluer la pertinence des critères réglementaires relatifs à la maîtrise microbiologique des aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*, notamment le critère de 10^3 UFC/g d'entérobactéries dans 100g d'aliment composé. Ce seuil doit-il être maintenu comme un critère de sécurité ou un critère d'hygiène des procédés ?

Le règlement (CE) n°2073/2005 définit deux types de critères microbiologiques : les « critères de sécurité » définissent l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de denrées alimentaires et sont applicables aux produits mis sur le marché jusqu'à leur achat par le consommateur final. Un aliment qui ne respecte pas un critère de sécurité est considéré comme non conforme et ne doit pas être mis sur le marché. Quant aux « critères d'hygiène des procédés », ils indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production. Le nonrespect d'un critère d'hygiène des procédés ne permet pas de conclure à la conformité d'un produit. En revanche, l'exploitant doit alors mettre en place des actions correctives pour améliorer les pratiques d'hygiène ou réexaminer le plan HACCP de l'usine.

Les prescriptions de l'agrément salmonelles de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 ont un caractère hybride. En effet :

- Le seuil de 10^2 UFC/g s'apparente à la limite microbiologique d'un « critère d'hygiène des procédés » puisqu'il conduit à réviser les conditions d'hygiène ;
- Le seuil de 10^3 UFC/g s'apparente à la limite microbiologique d'un « critère de sécurité » puisque son dépassement conduit à déclarer le produit « non conforme » ;

Pour pouvoir fixer un critère de sécurité (pour l'Homme) des produits destinés à l'alimentation animale, il faut, dans l'idéal, disposer des éléments suivants :

- une relation quantitative entre d'une part la contamination des produits destinés à l'alimentation animale, et d'autre part la probabilité de conséquences néfastes pour la santé humaine ;
- la probabilité maximale de ces conséquences fixée par le gestionnaire du risque (c'est-à-dire le risque acceptable également appelé niveau approprié de protection - ALOP).

A l'heure actuelle, la relation quantitative entre l'alimentation animale et les conséquences pour l'Homme est inconnue et les experts n'ont pas trouvé de données qui leur auraient permis de lui substituer un « dire d'expert ».

En outre, même si cette relation était connue et l'information sur le risque acceptable était disponible, les experts ne pourraient pas proposer de critère de sécurité basé sur *Salmonella* spp. En effet, la prévalence et la concentration de cette bactérie sont trop faibles dans les aliments pour animaux pour que l'on puisse proposer un plan d'échantillonnage réaliste. Les experts ne pourraient pas non plus proposer un critère basé sur un indicateur ou sur un index de *Salmonella* spp. car il n'en a pas été trouvé à ce jour (cf. rapport, chapitre 5). Pour toutes ces raisons, les experts ne voient pas de justification à la limite de 10³ UFC d'entérobactéries par gramme qui figurait dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 en tant que critère de sécurité. Ils recommandent de ne pas la maintenir.

En revanche, les entérobactéries peuvent être utilisées comme indicateur de l'efficacité des traitements assainissants : la limite microbiologique de 10² UFC d'entérobactéries par gramme, qui est appliquée depuis dix ans, a contribué à l'amélioration de l'hygiène des procédés au sein des entreprises ayant obtenu l'agrément salmonelles. Les données nationales collectées montrent que cette limite est respectée par la grande majorité des fabricants (cf. rapport, chapitre 5). Pour les produits pour lesquels un traitement assainissant est revendiqué les experts proposent donc que la réglementation inclue le critère d'hygiène des procédés ci-dessous :

Catégorie d'aliments pour animaux	Micro-organismes	Plan d'échantillonnage	Limite	Méthode d'analyse de référence	Stade d'application du critère	Action en cas de résultats insatisfaisants
Aliments d'origine végétale destinés aux animaux, ayant été soumis à un traitement assainissant	<i>Enterobacteriaceae</i>	n = 1 ¹⁰	m ¹¹ = 10 ² UFC/g	ISO 21528-2 (37°C)	En sortie d'usine, au moment du chargement	Amélioration de l'hygiène de production et/ou amélioration de la sélection et/ou de l'origine des matières premières

¹⁰ Nombre d'unités constituant l'échantillon

¹¹ Limite des concentrations de microorganismes correspondant à une hygiène satisfaisante des procédés considérés

3.2. Conclusions et recommandations du GT « Salmonelles en alimentation animale » et du CES « Alimentation animale »

1. A l'heure actuelle, les données françaises issues des bilans de surveillance, basées uniquement sur l'analyse phénotypique des sérovars isolés, ne sont pas suffisantes pour objectiver et quantifier précisément la part de la transmission de *Salmonella* spp. liée à l'alimentation animale, aux animaux d'élevage, puis aux denrées alimentaires, voire à l'Homme. Cependant, le faible niveau de contamination des matières premières d'origine végétale et des aliments composés, et l'existence d'autres voies d'introduction dans les élevages parfois peu maîtrisées font de l'aliment une source possible, mais pas majeure, de contamination des filières de production animale par les salmonelles.

Pour la santé humaine, considérant la capacité du secteur « productions animales » à constituer un filtre (sélection de sérovar) d'une part et à être un amplificateur de la contamination, aboutissant à un portage asymptomatique fréquent tant chez les volailles que chez les porcs et les bovins, d'autre part, il convient de considérer que l'introduction, dans les élevages, et même de manière occasionnelle, des sérovars fréquemment retrouvés chez l'homme peut avoir un impact en santé publique.

Dans les filières avicoles, il convient de noter que les sérovars réglementés, bien que représentant une part relativement faible parmi l'ensemble des sérovars isolés en alimentation animale, peuvent être retrouvés à tous les maillons de la chaîne de production.

Ainsi, afin de mieux caractériser le rôle de l'alimentation animale dans la transmission des salmonelles dans la chaîne alimentaire, les experts recommandent la mise en place de méthodes plus fines de caractérisation des isolats, notamment par l'analyse génomique, sur des souches de salmonelles isolées depuis la fabrication des aliments pour animaux jusqu'aux denrées alimentaires. Cette analyse devrait apporter des connaissances plus approfondies sur l'origine et l'attribution des sources de contamination, ainsi que l'apparente spécificité de certains sérovars vis-à-vis de certaines filières de production animale.

2. La réorientation de matières premières ou d'aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp., depuis la filière avicole réglementée vers les filières porcines, bovines ou avicoles non réglementées, ne semble pas opportune. En effet, cette réorientation pourrait déboucher sur le déclenchement de manifestations cliniques chez les animaux, ou même sur le portage asymptomatique dans un élevage de production, ce qui constitue une préoccupation de santé publique. **S'il est décidé d'une réorientation des lots d'aliments contaminés vers d'autres filières, les experts recommandent fortement de procéder au préalable à un traitement assainissant de l'aliment.**
3. Concernant l'extension de la réglementation à d'autres filières de production, et bien que cette question dépasse la problématique des salmonelles en alimentation animale, les experts constatent que cette mesure devrait permettre de réduire les cas de salmonelloses humaines, comme ceci a été observé lors de l'application de réglementations dans certaines filières avicoles.

4. Concernant l'analyse du danger représenté par *S. Kentucky*, en particulier des souches résistantes à haut niveau à la ciprofloxacine, les données issues des bilans de surveillance n'ont pas permis de détecter de souches *S. Kentucky* (souches sauvages ou CIP-R) dans les matières premières d'origine végétale et les aliments composés, aussi bien en France métropolitaine que dans certains départements et régions d'outre-mer. Cependant, depuis 2005, les données du Réseau *Salmonella* ont permis de détecter l'émergence de souches de *S. Kentucky* CIP-R/ST198 en lien avec des denrées alimentaires importées. Du fait d'un danger cumulé « *Salmonella* spp. » et « haut niveau de résistance aux antibiotiques critiques pour la santé publique », **il est recommandé de continuer de prévenir l'installation de *S. Kentucky* résistante à haut niveau aux fluoroquinolones en maintenant son inscription en tant que danger sanitaire de catégorie 1. Les démarches mises en place pour les filières avicoles devront être poursuivies, tout en maintenant une vigilance pour les autres filières de production.**
5. Les traitements thermiques (thermisation) appliqués aux aliments composés destinés aux volailles reproductrices *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, dans le cadre de l'agrément salmonelles, contribuent à obtenir un niveau de contamination très faible en salmonelles, souvent inférieur au seuil de détection. Concernant la granulation, ce procédé peut être une alternative à la thermisation, à condition que les paramètres de température et de temps de séjour dans la presse soient fixés dans un objectif de maîtrise de *Salmonella* spp. D'autres traitements, en particulier l'incorporation d'acides organiques dans les matières premières et les aliments composés en tant qu'additifs technologiques, permettent de réduire le niveau de contamination et limiter la multiplication des salmonelles dans les produits traités, mais l'efficacité des différents produits devrait être mieux documentée. Cependant, quel que soit le type de traitement appliqué, les experts soulignent que l'absence totale de salmonelles ne peut cependant pas être garantie.
6. Il ressort des critères réglementaires de « l'agrément salmonelles » figurant dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 un caractère hybride. En effet, le seuil de 10^2 UFC/g s'apparente à la limite microbiologique d'un « critère d'hygiène des procédés » puisqu'il conduit à réviser les conditions d'hygiène. Quant au seuil de 10^3 UFC/g, il s'apparente à la limite microbiologique d'un « critère de sécurité » puisque son dépassement conduit à déclarer le produit « non conforme ». Ce critère de sécurité, basé sur un niveau de contamination par des entérobactéries, n'apparaît pas pertinent. En effet, des contaminations élevées en entérobactéries dans des aliments pour animaux ont été rapportées dans la littérature scientifique sans qu'il y ait l'évidence d'une contamination par *Salmonella* spp. Inversement, il arrive parfois d'avoir des contaminations faibles en entérobactéries, notamment sur des tourteaux de soja, avec des détections régulières de *Salmonella* spp. Un critère basé sur les entérobactéries ne devrait donc être, à l'heure actuelle, qu'un critère d'hygiène du procédé d'assainissement. Les experts proposent donc de maintenir le seuil de 10^2 UFC d'entérobactéries comme critère d'hygiène des procédés lorsqu'un traitement assainissant est mis en œuvre.
En outre, en l'absence d'une relation quantitative établie entre la contamination par *Salmonella* des produits destinés à l'alimentation animale et la probabilité de conséquences néfastes pour la santé humaine, les experts ne sont pas en mesure de recommander un critère de sécurité pour les aliments thermisés destinés aux reproducteurs des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*.

Concernant le traitement de décontamination des aliments composés destinés aux volailles reproductrices *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, le gestionnaire du risque peut choisir de laisser à l'exploitant la responsabilité de moduler l'intensité de ce dernier afin de respecter, pour ce critère d'hygiène des procédés, une limite en entérobactéries de 10^2 UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g d'aliment fini prélevé au chargement des camions de distribution.

En conclusion, le GT rappelle qu'il demeure essentiel de maintenir voire renforcer la surveillance de la contamination par les salmonelles tout au long de la chaîne alimentaire, tout en améliorant les méthodes de caractérisation des isolats.

Il souligne la difficulté de la définition d'un lot contaminé par *Salmonella* spp., compte tenu de la définition initiale du lot d'une part et des difficultés d'échantillonnage rencontrées dans le secteur de l'alimentation animale d'autre part. Cependant, la collecte régulière des données de surveillance permet de faire ressortir des variations relatives du niveau de contamination au cours du temps, si on fait l'hypothèse que l'échantillonnage est le même d'une année sur l'autre.

Enfin, au-delà du contrôle analytique, la mise en place et le respect, par tous les opérateurs de l'alimentation animale, du guide de bonnes pratiques d'hygiène et l'application des principes du HACCP demeurent indispensables pour la maîtrise des salmonelles dans la chaîne de fabrication des aliments pour animaux.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandations du GT SALAN et du CES ALAN.

L'Agence constate que la contamination par *Salmonella* spp. des matières premières végétales et des aliments composés pour animaux demeure un événement rare (taux de contamination de l'ordre de 1 à 2 %). Des analyses conduites par le collectif d'experts, il ressort notamment que l'aliment composé pour animaux d'élevage est une source possible, mais pas majeure, de contamination des filières de productions animales. Toutefois, l'Agence souligne que, pour les filières avicoles en particulier, cette source peut devenir majeure, si l'aliment est destiné à des sélectionneurs ou des multiplicateurs, qui amplifient la contamination en la distribuant aux maillons de production ultérieurs de la filière. C'est la raison d'être de la réglementation actuellement en place en aviculture, qui consiste à sécuriser les hauts de pyramide des filières de production, en focalisant l'attention des acteurs sur le critère pertinent (critère d'hygiène des procédés à 10^2 UFC/g).

Il convient également de noter que le secteur de l'alimentation fabriquée à la ferme n'a pas été couvert par cette expertise, alors qu'elle peut représenter une part importante de l'alimentation des animaux dans certaines filières. D'autres saisines en cours à l'Anses, aborderont cette

question, mais il convient d'ores et déjà de souligner le peu de données disponibles pour la fabrication à la ferme, vis-à-vis de cette thématique *Salmonella* spp. en alimentation animale. L'Agence recommande que, d'une part, des plans de surveillance réguliers soient instaurés également dans ce secteur d'activité et, d'autre part, les plateformes d'épidémiosurveillance en santé animale (ESA) et en sécurité sanitaire des aliments (SSA) se mobilisent afin d'organiser au mieux et d'harmoniser la remontée de ce type de données.

Enfin, l'Anses souligne toutes les incertitudes relevées par les experts dans la quantification de la part de l'alimentation animale dans les cas de salmonellose humaine. L'Agence confirme la nécessité de compléter plus systématiquement les investigations par des analyses génomiques adaptées, afin de disposer de connaissances plus approfondies sur l'origine, les liens épidémiologiques et l'attribution des sources de contamination. Le séquençage des souches isolées aux différents maillons des filières de production et la comparaison des séquences obtenues avec celles des souches humaines constitue aujourd'hui un enjeu scientifique décisif pour progresser, non seulement dans la connaissance sur l'épidémiologie de *Salmonella* spp. dans les filières de productions animales, mais également dans la gestion du risque salmonelles en alimentation animale et humaine.

Dr. Roger Genet

MOTS-CLES

Salmonella spp., alimentation animale, Règlement (CE) n°2160/2003, matières premières, aliments composés, tourteau de soja, usines de fabrication, élevages, porcs, volailles, ruminants, agrément salmonelles, critères microbiologiques, critère d'hygiène de procédés, décontamination, thermisation, granulation, traitements chimiques, entérobactéries, S. Kentucky.

Salmonella spp., feedingstuffs, Regulation (EC) n°2160/2003, feed ingredients, compound feeds, soybean meal, feedmills, livestock farms, pigs, poultry, cattle, *Salmonella* certification, microbiological criteria, process hygiene criteria, decontamination, cooking, pelleting, chemical treatments, *Enterobacteriaceae*, S. Kentucky.

BIBLIOGRAPHIE

- **Normes**

NF X 50-110 (mai 2003) Qualité en expertise - Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement X 50-110).

ISO 21528-2:2017 (juin 2017) Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des *Enterobacteriaceae* - Partie 2 : Technique par comptage des colonies.

- **Publications**

Allerberger, F. 2012. "Molecular Typing in Public Health Laboratories: From an Academic Indulgence to an Infection Control Imperative." *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 45 (1):1-7. doi: 10.3961/jpmph.2012.45.1.1.

EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2016. "The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015." *EFSA Journal* 14 (12):e04634-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4634.

Hald, T., A. Wingstrand, T. Brøndsted et D. M. A. L. F. Wong. 2006. "Human health impact of *Salmonella* contamination in imported soybean products: a semiquantitative risk assessment." *Foodborne Pathogens & Disease* 3 (4):422-431.

- **Règlements**

Règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2003 relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 268, 18 octobre 2003, p. 29-43

ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj>

Règlement (CE) n° 2160/2003 du Parlement européen et du Conseil du 17 novembre 2003 sur le contrôle des salmonelles et d'autres agents zoonotiques spécifiques présents dans la chaîne alimentaire. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 325, 12 décembre 2003, p. 1-15

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2160/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2160/oj)

Règlement (CE) n° 183/2005 du Parlement européen et du Conseil du 12 janvier 2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux). *Journal officiel de l'Union européenne*, L 35, 8 février 2005, p. 1-22

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2005/183/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2005/183/oj)

Règlement (CE) n°2073/2005 modifié par le Règlement (CE) n°1441/2007 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 142, 22 décembre 2015, p. 1-26

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj)

Règlement (CE) n° 767/2009 du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des aliments pour animaux, modifiant le règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 79/373/CEE du Conseil, la directive 80/511/CEE de la Commission, les directives 82/471/CEE, 83/228/CEE, 93/74/CEE, 93/113/CE et 96/25/CE du Conseil, ainsi que la décision 2004/217/CE de la Commission. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 229, 1^{er} septembre 2009, p. 1-28

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2009/767/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2009/767/oj)

Règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 54, 26 février 2011, p. 1-254

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj)

- **Arrêtés**

Arrêté du 23 avril 2007 modifié relatif aux agréments et autorisation des établissements du secteur de l'alimentation animale et modifiant notamment l'arrêté du 28 février 2000 modifié relatif à l'agrément et à l'enregistrement de certains établissements et intermédiaires dans le secteur de l'alimentation animale. *Journal officiel de la République Française n°101*, 29 avril 2007, p. 7650

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2007/4/23/AGRG0752250A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2007/4/23/AGRG0752250A/jo/texte)

Arrêté du 26 février 2008 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de l'espèce *Gallus gallus* en filière ponte d'œufs de consommation et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D. 223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux. *Journal officiel de la République Française n° 0055*, 5 mars 2008, p. 3954

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803850A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803850A/jo/texte)

Arrêté du 26 février 2008 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* en filière chair et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D. 223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux.

Journal officiel de la République Française n° 0055, 5 mars 2008, p. 3946

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803846A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803846A/jo/texte)

Arrêté du 4 décembre 2009 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de dindes de reproduction de l'espèce *Meleagris gallopavo* et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D.223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux.

Journal officiel de la République Française n° 0290, 15 décembre 2009, p. 21597

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2009/12/4/AGRG0928623A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2009/12/4/AGRG0928623A/jo/texte)

Arrêté du 24 avril 2013 relatif à la lutte contre les infections à salmonelles considérées comme dangers sanitaires de première catégorie dans les troupeaux de poulets de chair et de dindes d'engraissement et fixant les modalités de déclaration des salmonelles considérées comme dangers sanitaires de deuxième catégorie dans ces troupeaux. *Journal officiel de la République Française n°0114, 18 mai 2013, p. 8333*

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/4/24/AGRG1239392A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/4/24/AGRG1239392A/jo/texte)

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française n°187, 13 août 2013, p. 13832*

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/7/29/AGRG1320208A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/7/29/AGRG1320208A/jo/texte)

Arrêté du 17 février 2015 modifiant l'arrêté ministériel du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française n°0050, 28 février 2015, p. 3946*

[ELI: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/2/17/AGRG1504715A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/2/17/AGRG1504715A/jo/texte)

Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française n°0080, 4 avril 2017, texte n° 27*

[ELI : https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2017/3/22/AGRG1709215A/jo/texte](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2017/3/22/AGRG1709215A/jo/texte)



***Salmonella* spp. en alimentation animale**

Saisine 2016-SA-0029

Saisine liée 2016-SA-0037

RAPPORT d'expertise collective

**CES « Alimentation animale »
GT « *Salmonella* en alimentation animale »**

-Avril 2018-

Mots clés

Salmonella spp., alimentation animale, Règlement (CE) n°2160/2003, matières premières, aliments composés, tourteau de soja, usines de fabrication, élevages, porcs, volailles, ruminants, agrément salmonelles, critères microbiologiques, critère d'hygiène de procédés, décontamination, thermisation, granulation, traitements chimiques, entérobactéries, S. Kentucky.

Salmonella spp., feedingstuffs, Regulation (EC) n°2160/2003, feed ingredients, compound feeds, soybean meal, feedmills, livestock farms, pigs, poultry, cattle, *Salmonella* certification, microbiological criteria, process hygiene criteria, decontamination, cooking, pelleting, chemical treatments, *Enterobacteriaceae*, S. Kentucky.

SOMMAIRE

Présentation des intervenants.....	6
Liste des tableaux	13
Liste des figures.....	13
1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise	15
1.1 Contexte	15
1.1.1 Problématique <i>Salmonella</i> spp. en santé publique et santé animale.....	15
1.1.2 Réglementation <i>Salmonella</i> spp. dans les filières animales.....	16
1.1.3 Modalités de traitement et de gestion des aliments pour animaux contaminés par <i>Salmonella</i> spp. ..	17
1.1.4 Critères microbiologiques en alimentation animale	18
1.1.5 Le Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH) de l'alimentation animale	19
1.2 Objet de la saisine	21
1.3 Limites du champ d'expertise et incertitudes.....	23
1.4 Modalités de traitement : organisation et moyens mis en œuvre	24
1.4.1 Organisation.....	24
1.4.2 Moyens mis en œuvre	24
1.4.2.1 Collecte et traitement des données relatives à <i>Salmonella</i> spp.....	24
1.4.2.2 Transmission des données relatives aux Entérobactéries	27
1.4.2.3 Transmission des données de barèmes de traitements thermiques	27
1.4.2.4 Consultation des parties prenantes et visites d'usines.....	27
1.4.2.5 Recherche bibliographique	27
1.5 Prévention des risques de conflits d'intérêts	28
2 La fabrication des aliments composés pour animaux en France	29
2.1 Généralités	29
2.2 L'industrie de l'alimentation animale en France.....	29
2.2.1 Chiffres clés	29
2.2.2 L'usine de production d'aliments.....	31
3 Rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de <i>Salmonella</i> spp. dans la chaîne alimentaire	35
3.1 Principales voies de contamination par <i>Salmonella</i> spp. dans un élevage.....	35
3.2 Voies d'introduction de <i>Salmonella</i> spp. dans les aliments pour animaux : considérations générales.....	36
3.2.1 Matières premières	36
3.2.2 La fabrication des aliments composés.....	36
3.3 Apport des données de surveillance sur la contamination par <i>Salmonella</i> spp. dans la chaîne alimentaire	37
3.3.1 Sérovars isolés dans les matières premières.....	38
3.3.2 Sérovars isolés depuis les aliments composés jusqu'aux denrées alimentaires	39
3.3.2.1 Filières avicoles	39
3.3.2.1.1 Données issues du Réseau Salmonella, des PSPC et d'Oqualim pour la période 2009-2015.....	39
3.3.2.1.2 Données issues du LNR « Salmonelloses aviaires » pour la période 2009-2015.....	40
3.3.2.1.3 Données issues des enquêtes nationales et européennes pour la période 2004-2010.....	42
3.3.2.2 Filières porcines et ruminants	44
3.3.3 L'alimentation animale, source d'introduction de <i>Salmonella</i> spp. dans la chaîne alimentaire ? Des éléments de présomption.....	46
3.3.3.1 Sérovars rares	46
3.3.3.2 Génotypage d'isolats lors d'enquêtes nationales	46
3.4 Données de surveillance de <i>Salmonella</i> spp. chez l'Homme	48
3.4.1 Situation en Europe	48

3.4.2	Situation en France	49
3.4.3	Cas particulier de <i>S. Kentucky</i>	51
3.5	Réponses aux questions de la saisine.....	53
4	Procédés de décontamination de <i>Salmonella</i> spp. en alimentation animale	66
4.1	Synthèse bibliographique	66
4.1.1	Effet des procédés physiques associés à la chaleur sur <i>Salmonella</i> spp. et les entérobactéries	66
4.1.2	Effet des traitements chimiques sur <i>Salmonella</i> spp.	68
4.1.3	Autres méthodes de décontamination	70
4.2	Réponses aux questions de la saisine.....	72
5	Critères microbiologiques en alimentation animale	77
5.1	Généralités	77
5.1.1	Définition d'un critère microbiologique	77
5.1.2	Critère de sécurité et critère d'hygiène des procédés	77
5.1.3	Conséquences du non-respect des critères microbiologiques	78
5.2	Application des critères microbiologiques en alimentation animale	79
5.2.1	Critère de sécurité.....	79
5.2.1.1	Matières premières d'origine végétale	79
5.2.1.2	Aliments composés.....	79
5.2.2	Critère d'hygiène des procédés	80
5.2.2.1	Matières premières d'origine végétale	80
5.2.2.2	Aliments composés.....	80
5.3	Réponse à la question de la saisine.....	82
6	Conclusions et recommandations du groupe de travail	85
7	Bibliographie	89
7.1	Publications	89
7.2	Normes	96
7.3	Législation et réglementation	96
ANNEXES	100	
Annexe 1	: Lettre de saisine	101
Annexe 2	: Analyse des données de sérovars <i>Salmonella</i> spp. issues des plans d'autocontrôles Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF	102
Annexe 3	: Le Réseau <i>Salmonella</i>	114
Annexe 4	: Souchothèque réglementaire du LNR <i>Salmonella</i> de l'Anses Ploufragan-Plouzané.....	116
Annexe 5	: Profils de recherche bibliographique pour les trois thématiques.....	118
Annexe 6	: Exemple d'une fiche de lecture extraite de la thématique 3	131
Annexe 7	: Utilisation des matières premières pour la fabrication d'aliments composés par l'industrie de l'alimentation animale en France en 2015, hors aliment d'allaitement (Source : Agreste, citée par le SNIA).....	132
Annexe 8	: Données Oqualim de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine	133
Annexe 9	: Données DGCCRF de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine	135

Annexe 10 : Données DGAL de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine	137
Annexe 12 : Données Oqualim de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine	140
Annexe 13 : Données DGCCRF de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine.....	142
Annexe 14 : Données DGAL de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine	143
Annexe 15 : Données DGCCRF de contamination par <i>Salmonella</i> spp. des aliments composés et matières premières pour la période 2009-2015 dans les DROM	144
Annexe 16 : Données de dénombrement en entérobactéries dans des aliments composés	145
Annexe 17 : Recensement des sources d'incertitudes selon la typologie du GT MER.....	146

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Président

M. Pierre COLIN - Professeur émérite, Université de Bretagne occidentale (hygiène et microbiologie des aliments - viandes, produits carnés et volailles)

Membres

Mme Isabelle ALBERT – Chargée de recherche, INRA - AgroParisTech (analyse quantitative de risques)

Mme Marianne CHEMALY - Chef d'unité Hygiène et qualité des produits avicoles et porcins, Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané (microbiologie et sécurité sanitaire des aliments, hygiène des procédés)

Mme Evelyne FORANO - Directrice de recherche, INRA - Centre Auvergne-Rhône-Alpes (microbiologie du rumen, portage animal de pathogènes humains, additifs en nutrition animale)

M. Didier GAUDRÉ - Ingénieur d'études, IFIP (alimentation / nutrition animale en particulier porc, production et qualité de la viande de porc)

Mme Sophie GRANIER – Chef de mission pôle antibiorésistance, Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses (antibio-résistance, épidémiologie bactérienne, microbiologie des aliments)

Mme Nadia HADDAD - Professeur, Directrice adjointe de l'UMR BIPAR, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (microbiologie, épidémiologie, maladies contagieuses)

M. Hervé JUIN - Ingénieur de recherche, INRA Centre Poitou-Charentes (physiologie et nutrition des volailles, additifs en alimentation animale)

M. Renaud LAILLER - Chef de projet en surveillance sanitaire des aliments, équipe « coordination des activités de référence », Laboratoire de sécurité des aliments, Anses (microbiologie et sécurité sanitaire des aliments, écologie microbienne)

M. Yves MILLEMANN - Professeur, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (pathologie des animaux d'élevage)

M. Claude SAEGERMAN - Professeur, Faculté de médecine vétérinaire de Liège (épidémiologie quantitative, maladies contagieuses, maladies émergentes)

RAPPORTEURS

M. Jean-Christophe AUGUSTIN – Professeur, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (modélisation, appréciation quantitative des risques, microbiologie des aliments)

M. Olivier CERF – Professeur émérite, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (évaluation des risques microbiologiques, microbiologie des aliments)

COMITÉS D'EXPERTS SPÉCIALISÉS

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

CES Alimentation animale

Président

M. Francis ENJALBERT – Professeur, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (alimentation animale, additifs, zootechnie, élevage des ruminants)

Membres

Mme Corine BAYOURTHE – Professeur, ENSA Toulouse (zootechnie, physiologie et nutrition des ruminants)

M. Jean DEMARQUOY – Professeur, Université de Bourgogne (physiologie métabolique et moléculaire)

Mme Marianne DIEZ – Chargée de Cours, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège (nutrition des animaux de compagnie)

Mme Anne FERLAY – Directrice de recherche, INRA Centre Auvergne-Rhône-Alpes (alimentation des ruminants)

Mme Evelyne FORANO – Directrice de recherche, INRA Centre Auvergne-Rhône-Alpes (microbiologie du rumen, additifs en nutrition animale)

M. Didier GAUDRÉ – Ingénieur d'études, IFIP - Institut du Porc (nutrition porcine)

M. Thierry GIDENNE – Directeur de recherche, INRA Centre Occitanie-Toulouse (alimentation/nutrition, écosystème digestif du lapin, santé et efficacité digestive)

M. Jean-Philippe JAEG – Maître de conférences, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (pharmacologie, toxicologie)

M. Hervé JUIN – Ingénieur de recherches, INRA Centre Poitou-Charentes (physiologie et nutrition des volailles, additifs en alimentation animale)

M. Stephan JURJANZ – Maître de conférences, Université de Lorraine (physiologie et alimentation animales, transfert de micropolluants et résidus)

Mme Maryline KOUBA – Professeur, Agrocampus Ouest (zootechnie, physiologie et nutrition des monogastriques)

M. Jean LEGARTO – Ingénieur de recherches, Institut de l'Élevage (alimentation, nutrition et conduite d'élevage des ruminants laitiers)

M. Michel LESSIRE – Ingénieur de recherches, INRA Centre Val-de-Loire (physiologie et nutrition des volailles)

Mme Françoise MEDALE – Chef du département Physiologie animale et systèmes d'élevage, INRA (nutrition animale et systèmes d'élevages) ;

Mme Isabelle OSWALD – Directrice de recherche, INRA Centre Occitanie-Toulouse (pharmacologie, toxicologie, mycotoxines)

M. Alain PARIS – Professeur, Muséum National d'Histoire Naturelle (toxicologie, métabolomique)

M. Hervé POULIQUEN – Professeur, Oniris – Ecole vétérinaire de Nantes (pharmacologie, toxicologie, antibiorésistance)

Mme Nathalie PRIYMENKO – Maître de conférences, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (botanique, alimentation et nutrition des animaux de compagnie)

M. Philippe SCHMIDELY – Professeur Sciences animales, AgroParisTech (alimentation animale, additifs, zootechnie, élevage des ruminants)

M. Yves SOYEUX – Professeur honoraire, AgroParisTech (alimentation et droit alimentaire)

Ces travaux ont également été suivis par le CES « Santé et bien-être des animaux » (SABA) et le CES « Risques biologiques des aliments » (BIORISK)

▪ **CES SABA**

Président

M. Etienne THIRY – Professeur, Faculté de médecine vétérinaire de Liège (infectiologie, immunologie, vaccinologie, virologie)

Membres

Mme Suzanne BASTIAN – Maître de conférences, Oniris - Ecole vétérinaire de Nantes (épidémiologie, bactériologie, parasitologie)

Mme Catherine BELLOC – Maître de conférences, Oniris – Ecole vétérinaire de Nantes (médecine des animaux d'élevage - monogastriques)

M. Alain BOISSY – Directeur de recherche, INRA Centre Auvergne-Rhône-Alpes (éthologie, bien-être animal, ruminants, physiologie, zootechnie)

M. Jordi CASAL – Professeur, Université de Barcelone (zoonoses, épidémiologie quantitative, maladies animales exotiques, AQR)

M. Christophe CHARTIER – Professeur, Oniris – Ecole vétérinaire de Nantes (parasitologie, techniques d'élevage, petits ruminants, épidémiologie)

M. Eric COLLIN – Vétérinaire praticien (pathologie des ruminants)

M. Frédéric DELBAC – Professeur, Université Clermont Auvergne, Laboratoire Microorganismes Génome et Environnement UMR 6023 (abeilles, épidémiologie, parasitologie, microbiologie, interactions hôte-parasite)

Mme Barbara DUFOUR – Professeur, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (maladies contagieuses, épidémiologie générale, évaluation de risques)

M. Guillaume FOURNIÉ – Enseignant chercheur, Royal Veterinary College (évaluation des risques quantitative et qualitative, modélisation, épidémiologie)

M. Jean-Pierre GANIÈRE – Professeur émérite, Oniris – Ecole vétérinaire de Nantes (maladies contagieuses, réglementation, zoonoses)

M. Dominique GAUTHIER – Directeur, Laboratoire départemental d'Analyses des Hautes-Alpes (laboratoire, faune sauvage, méthodes diagnostiques)

M. Etienne GIRAUD – Chargé de recherches, INRA Centre Occitanie-Toulouse (microbiologie, antibiorésistance, environnement, élevages piscicoles)

M. Jacques GODFROID – Professeur, Université Arctique de Norvège (évaluation des risques, zoonoses, épidémiologie, bactériologie, faune sauvage marine)

M. Jean-Luc GUERIN – Professeur, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (volailles et lagomorphes, immunologie, virologie, zoonoses et santé publique)

M. Jean GUILLOTIN – Directeur, Laboratoire départemental d'Analyses du Nord (diagnostic de laboratoire, infectiologie)

Mme Nadia HADDAD – Professeur, Directrice adjointe de l'UMR BIPAR, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (microbiologie, épidémiologie, maladies contagieuses)

M. Jean HARS – Inspecteur Général de Santé Publique Vétérinaire, retraité de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (pathologie de la faune sauvage libre, épidémiologie)

Mme Véronique JESTIN – Ex-directrice de recherche et ex-responsable d'unité et du Laboratoire National de Référence Influenza aviaire, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Anses (virologie, infectiologie, pathologie aviaire, vaccinologie, méthodes de diagnostic, analyse de risque)

Mme Elsa JOURDAIN – Chargée de Recherche, INRA Auvergne-Rhône-Alpes (zoonoses, épidémiologie quantitative, faune sauvage)

Mme Claire LAUGIER – Directrice, Laboratoire de pathologie équine, Anses Dozulé (pathologie équine, diagnostic de laboratoire)

Mme Monique L'HOSTIS – Professeur, Oniris - Ecole vétérinaire de Nantes (parasitologie, pathologie des abeilles, faune sauvage)

Mme Coralie LUPO – Chercheur épidémiologiste, IFREMER (épidémiologie, pathologie aviaire, pathologie des mollusques)

M. Gilles MEYER – Professeur, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (pathologie des ruminants, virologie)

M. Pierre MORMEDE – Directeur de recherche émérite, INRA – Centre Toulouse-Midi-Pyrénées (génétique du stress, endocrinologie, bien-être animal)

Mme Carine PARAUD – Responsable secteur parasitologie, Anses Niort (statistiques, pathologie des petits ruminants, parasitologie)

Mme Claire PONSART – Chef d'Unité, Unité zoonoses bactériennes, Laboratoire de santé animale, Anses Maisons-Alfort (épidémiologie, bactériologie, statistiques, virologie, pathologie de la reproduction)

Mme Nathalie RUVOEN – Professeur, Oniris – Ecole vétérinaire de Nantes (maladies contagieuses, zoonoses, réglementation)

M. Claude SAEGERMAN – Professeur, Faculté de médecine vétérinaire de Liège (épidémiologie quantitative, maladies contagieuses, maladies émergentes)

M. Stéphan ZIENTARA – Directeur UMR Virologie, Anses Laboratoire de santé animale de Maisons-Alfort (virologie)

▪ **CES BioRisk**

Présidente

Mme Isabelle VILLENA – PU-PH, CHU Reims (parasitologie, infectiologie)

Membres

M. Jean-Christophe AUGUSTIN - Professeur, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (modélisation, appréciation quantitative des risques, microbiologie des aliments)

Mme Anne BRISABOIS - Directrice adjointe du laboratoire de sécurité des aliments – Anses (microbiologie des aliments, écologie microbienne, méthodes analytiques)

M. Frédéric CARLIN - Directeur de recherche, INRA-Centre PACA (microbiologie des aliments, filière fruits et légumes, technologie de décontamination)

M. Olivier CERF - Professeur émérite, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (évaluation des risques microbiologiques, microbiologie des aliments)

M. Pierre COLIN - Professeur émérite, Université de Bretagne occidentale (hygiène et microbiologie des aliments : viandes et produits carnés – volailles)

M. Philippe DANTIGNY - Maître de conférence, Université Claude-Bernard, IUT Bourg-en-Bresse (mycologie, procédés de décontamination, écologie microbienne)

Mme Florence DUBOIS-BRISSONNET – Professeur, AgroParisTech (microbiologie des aliments, mécanismes d'adaptation au stress, biofilms, hygiène des surfaces et des procédés)

M. Michel FEDERIGHI - Professeur, ONIRIS (hygiène et microbiologie des aliments, procédés de décontamination)

M. Benoit FOLIGNE - Professeur des universités, Faculté de médecine de Lille 2 (microbiote intestinal, interaction écosystème alimentaire/microbiote)

Mme Florence FORGET-RICHARD – DR2, INRA (mycotoxines, champignons filamenteux, biochimie, filières céréales)

M. Philippe FRAVALO - Professeur agrégé, Université de Montréal-Québec, Canada (hygiène et microbiologie des aliments)

M. Pascal GARRY - Responsable de laboratoire microbiologie, Ifremer (hygiène et microbiologie des aliments (viandes et produits carnés, coquillages)

M. Michel GAUTIER – Professeur classe exceptionnelle, Agrocampus-ouest, centre de Rennes (microbiologie des aliments, biologie moléculaire, génie génétique)

M. Laurent GUILLIER - Chargé de projets scientifiques, Laboratoire de sécurité des aliments, Anses (modélisation, appréciation quantitative des risques, microbiologie des aliments)

Mme Nathalie JOURDAN-DA SILVA - Médecin épidémiologiste, Santé publique France (épidémiologie des maladies entériques et zoonoses)

M. Alexandre LECLERCQ – Directeur adjoint CNR/CCOMS de l'Institut Pasteur (microbiologie des aliments (*Listeria monocytogenes*, *Yersinia entéropathogènes*), méthodes phénotypiques et moléculaires)

M. Simon LE HELLO – Directeur du CNR *E.coli*, *Shigella*, *Salmonella*, Institut Pasteur (*Salmonella*, épidémiologie, méthodes phénotypiques et moléculaires)

M. Eric OSWALD – PU-PH, CHU Toulouse (infectiologie clinique, écologie microbienne, *E. coli*)

Mme Nicole PAVIO – Directrice de recherche, Laboratoire de santé animale, Anses (Virologie)

Mme Sabine SCHORR-GALINDO – Professeur des universités, Université Montpellier 2 (mycologie, écologie microbienne)

Mme Muriel THOMAS – Directrice de recherche, INRA (microbiote intestinal, probiotiques)

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Elissa KHAMISSE-Coordinatrice scientifique d'expertise - Anses-DER-UERSABA

Mme Charlotte DUNOYER - Chef d'Unité - Anses-DER-UERSABA

Mme Caroline BOUDERGUE- Chef de projet scientifique - Anses-DER-UERSABA

Coordination scientifique transversale saisine 2016-SA-0037

Mme Diane CUZZUCOLI- Anses-DER-UERALIM

Mme Marie-Bénédicte PEYRAT - Anses-DER-UERALIM

Appui méthodologique

Mme Sandrine FRAIZE-FRONTIER- Anses-DER-UME

Mme Sonia POISSON- Anses-DER-UME

Secrétariat administratif

Mme Catherine FRANCOIS - Anses

Mme Angélique LAURENT - Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

- **Représentants professionnels**

- SYNACOMEX¹ :

Mme Valérie CHANAL - Secrétaire générale du SYNACOMEX ;

M. Thierry COIFFARD - Directeur de la société Atlantique Stockage à Montoir et président de la section « manutentionnaires » du SYNACOMEX ;

M. Laurent HOUIS - Président de la société Solteam pour l'importation de matières premières

M. Arthur KUHN - Directeur de la branche « manutention portuaire » du groupe La Maritime Kuhn

¹ Syndicat National du Commerce Extérieur des Céréales

- SNIA² et COOP DE FRANCE :

Mme Valérie BRIS - Directrice adjointe du pôle « animal » en charge de la nutrition animale chez COOP DE FRANCE ;

M. François CHOLAT - Président du SNIA et de Qualimat sud-est ;

M. Vincent LEMOINE - Responsable qualité et sécurité des aliments (groupe Avril - nutrition animale) ;

Mme Anne PAUL - Responsable service « formulation » chez TERRENA ;

M. Emmanuel REVEILLERE - Responsable technique chez NUTRICIAB Vendée (filiales avicoles et lapins)

Mme Coline RIA - Chargée de mission scientifique, technique et réglementaire au sein du SNIA ;

M. Sébastien TAUTY - Responsable qualité alimentation et production animale, COOP DE FRANCE.

- AIRFAF³

- M. Pierre CHARDIN - Président, Association AIRFAF nationale

- **Personnalités scientifiques**

- M. Philippe FRAVALO - Professeur agrégé, Université de Montréal-Québec, Canada ;

- Mme Florence HUMBERT - Consultante, Société FlowBio Veto ;

- M. Simon LE HELLO – Co-directeur du CNR *E. Coli*, *Shigella*, *Salmonella*, Institut Pasteur ;

- M. Fabrice PUTIER - Directeur, Tecaliman ;

- M. Eric ROYER - Ingénieur d'études « nutrition porcine et qualité », IFIP.

CONTRIBUTIONS EXTERIEURES AU GT

Des experts relecteurs du rapport final, extérieurs au GT ont été sollicités pour recueillir leur avis sur la rédaction du rapport et sur sa compréhension :

Mme Corine BAYOURTHE - Professeur, ENSA Toulouse (zootechnie, physiologie et nutrition des ruminants) ;

M. Michel LESSIRE - Ingénieur de recherches, INRA Centre Val-de-Loire (physiologie et nutrition des volailles) ;

Mme Françoise MEDALE - Chef du département Physiologie animale et systèmes d'élevage, INRA (nutrition animale et systèmes d'élevages) ;

M. Philippe FRAVALO - Professeur agrégé, Université de Montréal-Québec, Canada, (hygiène et microbiologie des aliments)

² Syndicat National de l'Industrie de la Nutrition Animale

³ Association d'éleveurs fabricants d'aliments à la ferme

Liste des tableaux

Tableau 1: Importance relative des contextes d'isolement des salmonelles recensées dans le cadre du Réseau <i>Salmonella</i> entre 2009 et 2015, selon le secteur d'activité (n = nombre de souches sérotypées)	26
Tableau 2 : Bilan des enquêtes de prévalence de <i>Salmonella</i> spp. réalisées entre 2004 et 2010 aux différents stades (élevages, abattoirs, distribution) dans les filières poules pondeuses, poulets de chair et dindes.	43
Tableau 3 : Distribution du nombre de cas confirmés de salmonelloses humaines recensés en Europe en 2013, 2014 et 2015 selon le sérovar (EFSA-ECDC, 2016b)	48
Tableau 4 : Répartition des 20 principaux sérovars de <i>Salmonella</i> spp. entre les années 2000 et 2015 et 2016, en France (extrait de Weill <i>et al.</i> , 2016)	50
Tableau 5 : Récapitulatif des traitements préconisés vis-à-vis de <i>Salmonella</i> spp. (Beroff <i>et al.</i> , 1999a)	68
Tableau 6 : Modèle d'un critère d'hygiène des procédés	83
Tableau 7 : Probabilité de respect du critère selon les données du SNIA pour la période 2014-2017.....	83
Tableau 8 : Répartition des données issues des plans d'autocontrôles Oqualim ainsi que des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF	103
Tableau 9 : Nomenclature utilisée pour classer l'ensemble des données	104
Tableau 10 : Nombre de sérovars et résultats de sérotypage recensés par le Réseau <i>Salmonella</i> entre 2009 et 2015.....	114
Tableau 11 : Nombre de sérovars (n) et résultats de sérotypage recensés (N) par le Réseau <i>Salmonella</i> entre 2009 et 2015, selon l'année et le secteur d'activité (*: hors alimentation destinée aux animaux de compagnie).....	115
Tableau 12 : Tableau récapitulatif des souches qui doivent être envoyées au LNR de Ploufragan [SE : <i>S. Enteritidis</i> , SH : <i>S. Hadar</i> , SI : <i>S. Infantis</i> , STm : <i>S. Typhimurium</i> , SV : <i>S. Virchow</i>]	117
Tableau 13 : Répartition de la contamination par les salmonelles des matières premières pour la période 2009-2015 pour les données issues de la DGCCRF dans les DROM	144
Tableau 14 : Répartition de la contamination par les salmonelles des aliments composés pour la période 2009-2015 pour les données issues de la DGCCRF dans les DROM	144

Liste des figures

Figure 1 : Proportions des matières premières utilisées entrant dans la composition d'aliments destinés aux volailles, porcs et ruminants (Source : SNIA et COOP DE FRANCE).....	30
Figure 2 : Schéma du procédé de fabrication d'aliments composés pour animaux (Reizian, 1992)	31
Figure 3 : Filière à granuler munie de canaux à cylindres.....	33
Figure 4 : Vue d'un thermiseur pour aliments.....	33
Figure 5 : Représentation schématique des principales voies de contamination possibles par <i>Salmonella</i> spp. dans un élevage (extrait et adapté de Corrége, 2001)	35
Figure 6 : Distribution relative des sérovars majoritaires recensés par le Réseau <i>Salmonella</i> entre 2009 et 2015, dans le secteur de l'alimentation animale (n=4 099 isolats, 188 sérovars) toutes catégories de matrices confondues.	38
Figure 7 : Importance relative des sérovars majoritaires isolés en filières avicoles, aux différents maillons de la chaîne alimentaire, d'après les données du Réseau <i>Salmonella</i> , collectées entre 2009 et 2015. Pour les aliments composés, l'espèce animale de destination n'est pas précisée. Les sérovars réglementés pour les filières <i>Gallus gallus</i> et dindes sont indiqués en rouge. « n » représente le nombre total d'isolats. Les sérovars dits « majoritaires » correspondent aux sérovars pour lesquels la proportion relative est supérieure ou égale à 5 %, de l'ensemble des souches recensées dans la catégorie considérée.....	40
Figure 8 : Répartition de la proportion relative annuelle de chaque sérovar dans les élevages avicoles pour la période 2009-2015	41
Figure 9 : Proportion de l'ensemble des 5 sérovars réglementés (Fig. 9-A) et leur évolution entre 2009 et 2015 (Fig. 9-B) dans les filières avicoles (SE : <i>S. Enteritidis</i> , ST : <i>S. Typhimurium</i> , SH : <i>S. Hadar</i> , SI : <i>S. Infantis</i> et SV : <i>S. Virchow</i>)	41

Figure 10 : Importance relative des sérovars majoritaires en filières porcine et ruminant, aux différents maillons de la chaîne alimentaire, selon les données du Réseau <i>Salmonella</i> collectées entre 2009 et 2015. Les sérovars réglementés sont indiqués en rouge. « n » représente le nombre total d'isolats. Les sérovars dits « majoritaires » correspondent aux sérovars pour lesquels la proportion relative est supérieure ou égale à 5 % de l'ensemble des souches recensées dans la catégorie considérée.	45
Figure 11 : Extraits du dendrogramme obtenu pour les souches de <i>S. Enteritidis</i> issues de l'enquête diligentée par la DGAL (la date indiquée sur le dendrogramme correspond à la date de prélèvement des échantillons).	47
Figure 12 : Evolution des sérovars majoritaires de <i>Salmonella</i> spp. isolés chez l'Homme entre 1983 et 2016 (Weill <i>et al.</i> , 2016)	49
Figure 13 : Evolution du nombre de souches de <i>S. Kentucky</i> détectées au CNR selon leur profil de résistance (Source : CNR <i>E. coli</i> , <i>Shigella</i> et <i>Salmonella</i> , Institut Pasteur).....	52
Figure 14 : Origine géographique et types de prélèvements contaminés par la souche <i>S. Kentucky</i> CIP- R/ST198 (Source : Réseau <i>Salmonella</i>)	64
Figure 15 : Répartition métropolitaine des laboratoires adhérents au Réseau <i>Salmonella</i> en 2015. Chaque point rouge (n=130) représente un laboratoire adhérent au réseau. Les laboratoires adhérents des départements et régions d'Outre-Mer ne sont pas représentés sur cette carte.	114
Figure 16 : Evolution du nombre de souches reçues par an au LNR.....	116

1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise

1.1 Contexte

1.1.1 Problématique *Salmonella* spp. en santé publique et santé animale

Les salmonelloses humaines non typhiques sont la deuxième maladie alimentaire d'origine bactérienne la plus fréquemment signalée en Europe, après les campylobactérioses. L'importance relative de la transmission par voie alimentaire de l'infection à *Salmonella* spp. est très élevée (91 % à 96 %). Elle résulte principalement de la consommation d'aliments contaminés d'origine animale, crus ou insuffisamment cuits et, dans une moindre mesure, de la consommation de fruits frais et de légumes crus (Van Cauteren, 2016). La transmission des salmonelles non-typhiques à l'Homme peut être également directe, interhumaine ou par contact avec des animaux infectés (Anses, 2011). Une large majorité des infections se traduit par une diarrhée fébrile, des vomissements et des douleurs abdominales, qui ne conduisent généralement pas à une consultation médicale. En France, le nombre total annuel de cas symptomatiques de salmonelloses est estimé à 187 000 [ICR 90 % : 105 000 - 380 500], soit un taux d'incidence annuel de 296 cas pour 100 000 habitants [ICR 90 % : 168 - 590]. Ce taux d'incidence est similaire à ceux observés au Canada et aux Etats-Unis. La France a reporté 8876 cas confirmés de salmonelloses humaines en 2016, ce qui la positionne au 6^{ème} rang européen, derrière la Pologne (9 718 cas), l'Espagne (9 818 cas), le Royaume-Uni (9 902 cas), la République Tchèque (11 610) et l'Allemagne (12 858)⁴. Entre 2008 et 2013, le nombre annuel d'hospitalisations dues à une salmonellose d'origine alimentaire a été estimé, en France, à 4 125 cas (Van Cauteren, 2016). Notons que ces estimations sont bien supérieures aux nombres de cas réellement recensés par les systèmes nationaux de déclaration et de surveillance.

La fréquence et la sévérité des salmonelloses humaines varient selon le niveau d'exposition, la sensibilité des individus et les caractéristiques des bactéries pathogènes (virulence, résistance aux antibiotiques). Pour rappel, l'exposition du consommateur au danger (ici *Salmonella* spp.) dépend de la taille de la portion de l'aliment consommé et du niveau de contamination de l'aliment (fréquence et concentration du danger) (Anses, 2017a). La diffusion de chaque sérovar (ou sérotype) tout au long de la chaîne alimentaire dépend de sa capacité à résister aux différents procédés assainissants et à survivre, voire se multiplier dans les différents environnements naturels ou de production spécifiques des différentes filières. Les probabilités de transfert et d'amplification de la contamination entre les différentes matrices de cette chaîne de transmission jusqu'à l'Homme sont également à prendre en compte. La distribution observée des sérovares aux différents maillons de la chaîne alimentaire dépend donc de nombreux facteurs, ce qui la rend très complexe à caractériser.

La problématique *Salmonella* spp. est avant tout une visée de santé publique. Cependant, les salmonelles dans leur ensemble (même si c'est à des degrés divers en fonction du sérovar, des conditions d'élevage, etc.) peuvent, dans certains cas, être responsables de maladies animales. Ainsi, une étude menée par le Réseau d'épidémiologie-surveillance des salmonelloses bovines (RESSAB) a montré qu'en 2006,

⁴ <https://ecdc.europa.eu/en/salmonellosis/surveillance-and-disease/atlas>, consulté le 16/04/2018

l'incidence des salmonelloses cliniques digestives dans des cheptels bovins était estimée à 0,5 %, le sérovar *S. Typhimurium* étant majoritairement identifié (Chazel *et al.*, 2007). Par ailleurs, la typhose et la pullorose, deux maladies aviaires dues respectivement aux biovars *Gallinarum* et *Pullorum* du sérovar *S. Gallinarum*, sont inscrites en tant que dangers sanitaires de catégorie 2. Ces deux maladies n'ont pas d'incidence significative en santé publique, mais restent néanmoins réglementées. Leur déclaration au préfet est obligatoire, et elles sont soumises à des mesures de police sanitaire.

Concernant la filière porcine, les deux sérovares majoritaires les plus décrits dans la littérature scientifique sont *S. Typhimurium* et *S. Derby* (Kérouanton *et al.* 2007 ; Denis *et al.*, 2009). Les manifestations cliniques sont relativement rares, mais quand elles sont présentes, elles s'expriment essentiellement pendant la période de post-sevrage et d'engraissement, avec des diarrhées associées à de l'hyperthermie. Dans la plupart des cas, c'est le sérovar *S. Typhimurium* qui est principalement isolé (Alsop *et al.*, 2005 ; Bergeron *et al.*, 2010).

1.1.2 Réglementation *Salmonella* spp. dans les filières animales

Le Règlement (CE) n°882/2004 établit les règles générales applicables à la réalisation des contrôles officiels destinés à s'assurer de la conformité des aliments pour animaux et des denrées alimentaires, avec la législation en vigueur et les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux. Il impose aux Etats membres la réalisation de contrôles officiels, fondés sur une analyse de risques dont les modalités sont définies dans un plan de contrôle pluriannuel. Dans le secteur de l'alimentation animale, cette obligation se traduit par la réalisation de plusieurs types de contrôles (plans de prélèvements, contrôles des entreprises à une fréquence déterminée selon le risque qui leur est associé, contrôles à l'importation, etc.).

Dans le domaine des risques microbiens, les contrôles officiels sont organisés en fonction du risque lié à la présence des salmonelles dans les aliments pour animaux. En effet, le Règlement (CE) n°2160/2003 concernant le contrôle de ces microorganismes (et d'autres agents zoonotiques) présents dans la chaîne alimentaire, vise à établir une approche coordonnée entre Etats membres et prévoit la fixation d'objectifs-cibles pour réduire la prévalence des salmonelles à tous les stades de la chaîne alimentaire, y compris l'alimentation animale. Il impose aux Etats membres la réalisation d'un plan de surveillance sur la contamination en *Salmonella* spp., devant couvrir les différents maillons de la chaîne alimentaire et notamment le secteur de l'alimentation animale. Les résultats de ces contrôles sont transmis, chaque année, à l'EFSA (European Food Safety Authority), en application de la Directive 2003/99/CE.

En France, en application du Règlement (CE) n° 2160/2003, l'arrêté du 29 Juillet 2013 liste, dans sa version initiale, les cinq sérovares (ou sérotypes) des salmonelles réglementées pour les espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Ces derniers sont, au titre de danger sanitaire de catégorie 1, les sérovares *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow*. Par ailleurs, l'arrêté ministériel du 22 mars 2017 modifiant celui du 29 juillet 2013, répartit les différents sérovares en fonction des espèces avicoles concernées, en cohérence avec les arrêtés ministériels de lutte. Ainsi, les sérovares *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* sont visés comme suit :

- *Meleagris gallopavo*, troupeaux reproducteurs et d'engraissement, selon l'arrêté ministériel du 04/12/2009 et celui du 24/04/2013,

- *Gallus gallus* filières chair et ponte d'œufs de consommation selon l'arrêté ministériel du 24/04/2013 et du 26/02/2008.

A ces deux sérovars, s'ajoutent *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow* pour l'espèce *Gallus gallus* dans les troupeaux de reproduction en filières chair et ponte, par deux arrêtés ministériels du 26/02/2008 pour les deux filières.

En outre, l'arrêté ministériel du 17 février 2015 modifiant celui du 29 juillet 2013, inscrit temporairement le sérovar *S. Kentucky* comme danger sanitaire de catégorie 1 pour les espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Ce sérovar a été qualifié d'émergent car il constitue un agent infectieux connu en cours d'extension et pouvant acquérir de nouveaux caractères d'antibiorésistance, comme déjà constaté avec la souche CIP-R/ST 198 résistante à haut niveau à la ciprofloxacine, fluoroquinolone de seconde génération et antibiotique stratégique de dernier recours en médecine humaine. En France, les contaminations par cette souche sont essentiellement reliées au séjour des personnes dans les pays étrangers où la probabilité d'infection est élevée, ou bien à la consommation de produits importés. Cependant, elle a été signalée depuis plusieurs années, en Pologne et dans plusieurs autres pays de l'Union européenne (UE), dans des élevages de dindes et de poulets de chair. La France demeure épargnée jusqu'à présent, à l'exception d'un épisode survenu en 2012 où deux élevages de dindes d'engraissement ont été contaminés, cette contamination étant associée au séjour, au Maroc, de l'un des deux éleveurs. Par mesure de précaution et pendant la durée provisoire de l'arrêté, les élevages des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*⁵ doivent faire l'objet d'une notification aux services compétents, en cas d'isolement de ce sérovar.

1.1.3 Modalités de traitement et de gestion des aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp.

En application du Règlement (CE) n° 2160/2003, les programmes de contrôle établis par les Etats membres doivent couvrir tous les stades de la chaîne alimentaire, à savoir « la production des aliments pour animaux, la production primaire d'animaux, la transformation et la préparation de denrées alimentaires d'origine animale »⁶. Ils doivent prévoir la recherche de *Salmonella* spp., définir les responsabilités respectives des autorités compétentes et des exploitants des secteurs de l'alimentation animale, et déterminer les mesures de gestion à mettre en œuvre en cas de détection. A l'heure actuelle, en cas de détection d'un ou plusieurs sérovars de *Salmonella* spp. réglementés⁷, la Direction générale de l'alimentation (DGAL) et la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) demandent aux professionnels de mettre en œuvre différentes mesures de gestion concernant les stocks restants : après signalement aux autorités compétentes, les professionnels doivent procéder soit à une destruction, soit à une thermisation des lots contaminés, après autorisation par la Direction départementale de la cohésion Sociale et de la protection des populations (DDCSPP). Par ailleurs, les autorités compétentes peuvent, selon la saisine, « procéder à une destination restreinte des lots contaminés vers des usines ne produisant pas d'aliments pour volailles, ou vers des élevages hors filière avicole (porcins et ruminants) »

⁵ Dans les deux filières, ponte et chair, à tous les étages, y compris en production de volailles d'engraissement

⁶ Article 5 paragraphe 4 du règlement (CE) n° 2160/2003

⁷ *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infantis*, *S. Virchow* et *S. Kentucky*

1.1.4 Critères microbiologiques en alimentation animale

Le Règlement (CE) n°183/2005, révisé à plusieurs reprises, établit les exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux, afin d'assurer un niveau élevé de protection de la santé des consommateurs. Il s'applique aux activités exercées à tous les stades, depuis la production de matières premières et d'aliments (y compris la fabrication d'aliments à la ferme) jusqu'à la mise sur le marché de ces produits destinés aux animaux d'élevage. Il impose la mise en œuvre de procédures fondées sur les principes du système HACCP (analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise) et, pour ce faire, il préconise le développement de guides de bonnes pratiques destinés à aider les exploitants du secteur de l'alimentation animale à se conformer aux règles en matière d'hygiène des aliments pour animaux. Dans le considérant 6(e), le Règlement évoque également la « *nécessité de définir des critères microbiologiques fondés sur des critères de risque scientifiques* », et indique, dans l'article 3(a), que les opérateurs doivent respecter des critères microbiologiques. Selon le *Codex alimentarius*, un critère microbiologique est une « *référence utilisée pour la gestion des risques indiquant l'acceptabilité d'une denrée alimentaire ou la performance, soit d'un procédé, soit d'un système de maîtrise de la sécurité des aliments, mesurée à un point précis de la chaîne alimentaire au moyen d'un plan d'échantillonnage et de la détection de micro-organismes, de leurs métabolites toxiques ou de marqueurs associés à leur pathogénicité ou à d'autres caractéristiques* » (Codex Alimentarius, 2013). Ainsi, les autorités compétentes mettent en place deux types de critères microbiologiques (Règlement (CE) n°2073/2005) : les « critères de sécurité » et les « critères d'hygiène des procédés ». Ces aspects seront développés dans le chapitre 5 du rapport. Rappelons que, pour les matières premières d'origine animale, telles que les protéines animales transformées (PAT), le collagène et les produits dérivés du sang ou du lait, des critères microbiologiques sont déjà établis dans l'annexe X du Règlement (CE) n°142/2011 : « *les échantillons de produits finaux prélevés pendant l'entreposage ou au terme de celui-ci dans l'usine de transformation, doivent satisfaire⁸ :*

- *Salmonella* : absence dans 25 g : $n=5, c=0, m=0, M=0$;
- *Enterobacteriaceae* : $n=5, c=2, m=10, M=300$ dans 1 g »

Pour les matières premières d'origine végétale ainsi que pour les aliments composés destinés aux animaux producteurs de denrées alimentaires (autres que les volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*), il n'existe actuellement pas de critères microbiologiques définis, malgré les préconisations du Règlement (CE) n°183/2005.

A l'échelle nationale, dans l'esprit du Règlement (CE) n° 2160/2003, l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 relatif aux agréments et à l'enregistrement des établissements du secteur de l'alimentation animale, vise à définir, dans son chapitre III, les règles relatives à l'agrément des établissements de fabrication d'aliments, dans le cadre du programme national des contrôles des salmonelles. Cet agrément peut être délivré aux établissements de fabrication d'aliments composés destinés aux troupeaux de plus de 250 volailles de reproduction des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Il a pour objet de garantir le respect d'éléments de maîtrise du danger *Salmonella* spp. dans la fabrication et la distribution des aliments composés destinés à ces volailles. L'agrément est délivré aux établissements pour lesquels le plan de

⁸ m = limite des concentrations de microorganismes correspondant à une hygiène satisfaisante des procédés considérés ; M (plans à trois classes seulement) = limite des concentrations dénotant une hygiène insatisfaisante des procédés considérés ; n = nombre d'unités constituant l'échantillon ; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M.

maîtrise sanitaire présenté peut garantir que les conditions d'équipement, de fonctionnement et de transport mises en œuvre, permettent d'assurer que l'aliment produit respecte les critères relatifs à la maîtrise microbiologique. Ainsi, « *les aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce Gallus gallus ou de l'espèce Meleagris gallopavo doivent subir un traitement validé, comme garantissant une réduction minimale de la contamination microbienne en entérobactéries de 3 log* ». De plus, « *le plan HACCP de l'établissement fixe comme limite maximale (seuil de non-conformité) applicable aux aliments composés destinés aux troupeaux de reproduction de l'espèce Gallus gallus ou de l'espèce Meleagris gallopavo une contamination en entérobactéries (30 °C) de 10³ UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g d'aliment fini prélevé au chargement des camions de distribution. Pour ces mêmes aliments, un seuil d'intervention donnant lieu à des actions correctives⁹, mais sans pour autant que l'aliment soit déclaré non conforme, est fixé à une contamination en entérobactéries (30 °C) supérieure à 10² UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g d'aliment fini prélevé au chargement des camions de distribution* ».

L'application de ces spécifications, pour ces aliments, est complétée par d'autres mesures sanitaires intégrées dans le plan de maîtrise sanitaire de l'établissement :

- Mise en place d'autocontrôles (dénombrement des entérobactéries et recherche de *Salmonella enterica*) sur les matières premières et les aliments composés ; la fréquence de ces autocontrôles doit être définie en fonction de l'estimation de la probabilité de contamination (origine des matières premières, conditions de transport, etc.) ;
- Etablissement d'un plan HACCP décrivant les actions correctives à mettre en place en cas de résultats d'analyses microbiologiques non satisfaisants ou en cas d'isolement de *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Virchow* ou *S. Infantis* ;
- Prise en compte des possibilités spécifiques de recontamination, par *Salmonella* spp., des aliments traités, notamment dans les dispositifs de captage d'air et de ventilation dans les usines de production ;
- Application d'une procédure spécifique et ciblée de nettoyage et de désinfection lors de la mise en évidence de *Salmonella* spp. dans l'environnement ou sur les outils de production, ainsi que dans les aliments composés.

Les établissements de fabrication des aliments pour ces animaux, respectant ces conditions, sont agréés pour cette production et une mention spéciale est inscrite sur le préemballage des aliments destinés aux animaux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*. Pour les autres établissements, aucune réglementation nationale n'indique une obligation de résultats vis à vis du danger *Salmonella* spp.

1.1.5 Le Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH) de l'alimentation animale

L'industrie de la nutrition animale s'est engagée, dès 2000, dans une démarche volontaire, en élaborant ses Guides de Bonnes Pratiques de la Fabrication des Aliments Composés pour Animaux (GBP AC), de la Fabrication de Prémélanges d'additifs (GBP PM) et de la Fabrication d'Aliments Minéraux (GBP AM). Ces guides, adaptés aux spécificités du métier de fabricant d'aliment pour animaux, ont été officiellement reconnus par les pouvoirs publics, au titre du Règlement (CE) n° 183/2005. Dans le même temps, afin d'apporter une réponse professionnelle à la multiplication des cahiers des charges et des contrôles correspondants, la profession a souhaité que ces guides soient reconnus par l'ensemble des partenaires de la filière comme des référentiels métiers permettant un audit unique du procédé de fabrication des aliments.

⁹ Au niveau des aliments composés et de la chaîne de fabrication

C'est pourquoi la profession s'est dotée d'un système de certification des usines qui répond aux attentes des fabricants et des filières de productions animales. En 2016, les trois guides de bonnes pratiques ont évolué vers un guide unique de bonnes pratiques de la nutrition animale (GBP NA) (Oqualim, 2016)¹⁰. Ce dernier décrit toutes les étapes de la fabrication des aliments, réalisant, pour chacune d'entre elles, une analyse des dangers physiques, chimiques et biologiques permettant d'établir un indice de criticité, un classement en Point d'Attention (PRPo) ou CCP (Critical Control Point) et recommandant les mesures de maîtrise. Il mentionne clairement les salmonelles comme un danger biologique pouvant être présent dans les intrants (matières premières, etc.), dans les installations de fabrication et enfin, dans l'aliment fini. Ce danger est reconnu comme ayant des conséquences non seulement sur la santé et les performances des animaux, mais également sur la santé et la sécurité des consommateurs. Des points de maîtrise de ce danger (pour toutes les fabrications d'aliments) sont proposés, notamment :

- Un point d'attention pour les intrants, avec un fort indice de criticité (6 sur une échelle de 10), nécessitant non seulement un contrôle à la réception, mais également le respect des règles d'hygiène pour les membres du personnel et pour les moyens de transport ;
- Un CCP pour l'étape de traitement thermique (criticité 6 dans le cas d'une non maîtrise du procédé entraînant une réduction insuffisante de la charge microbienne).

Les mesures de maîtrise correspondantes s'appuient notamment sur une validation, un suivi et un enregistrement des paramètres (durée, température) du traitement thermique, sur la mise en place d'un plan de maintenance et de nettoyage des équipements et sur une formation du personnel. Les actions à mener, en cas de non-conformité, vont du blocage des produits fabriqués au retraitement du produit non conforme et à la remise en conformité du procédé.

L'annexe 1 du guide propose pour les intrants et en fonction des dangers, la classification suivante :

- Risque prioritaire, nécessitant la mise en place de mesures de maîtrise spécifiques chez le fournisseur ou le fabricant d'aliments, et d'un plan d'analyses permettant de vérifier l'efficacité des mesures de maîtrise ;
- Risque à surveiller, nécessitant la mise en place d'un plan d'analyses permettant de vérifier l'efficacité des mesures de maîtrise ;
- Risque non significatif pour lequel l'application des bonnes pratiques doit permettre de maîtriser la conformité des intrants.

Pour les salmonelles, cinq catégories d'intrants sont classées en « risque prioritaire » : les coproduits de colza importés, les issues de céréales et écarts de triage, les coques de cacao, les produits laitiers et les produits de poissons et de crustacés. Une dizaine d'autres produits sont classés dans la catégorie « risque à surveiller », parmi lesquels les coproduits céréaliers (blé, orge, maïs, riz), le tournesol, le soja, le lin, le coton et leurs coproduits, les tourteaux d'arachide, les coproduits de concentrés de protéines végétales, les graisses de porcs et de volailles.

Une autre annexe de ce guide propose une fiche pratique sur les salmonelles. Celle-ci mentionne en particulier, la réglementation relative à cette bactérie et surtout, propose des moyens de maîtrise (application d'un plan de maîtrise sanitaire, réalisation de plans d'échantillonnage sur les matières premières et les aliments composés en fonction du risque estimé, suivi du niveau d'hygiène des procédés

¹⁰ L'Anses a été saisie le 05 février 2018 par la DGGCRF sur une demande d'évaluation de ce projet de guide (saisine 2018-SA-0025).

de fabrication et de l'efficacité des opérations du traitement thermique et de granulation par un dénombrement des entérobactéries, etc.).

Un autre document national, intitulé « Recueil des pratiques professionnelles des mesures de gestion et de maîtrise du risque salmonelles en alimentation animale » a été publié, en juin 2016, par les principaux acteurs professionnels de la filière (Coop de France *et al.*, 2016). Il recense les mesures de gestion appliquées depuis la commercialisation des matières premières, en incluant les importateurs (navires et installations portuaires), jusqu' à la livraison des aliments dans les élevages. Ce recueil propose également des nouvelles modalités de gestion opérationnelles des « alertes salmonelles ». Ainsi, outre la description de la situation actuelle à chaque maillon de la chaîne, ce document énonce des voies de progrès intéressantes dans le but d'une amélioration de cette situation.

1.2 Objet de la saisine

L'Anses a été saisie, en date du 7 Mars 2016 (courrier reçu le 10 Mars 2016) de manière conjointe par la DGAL et la DGCCRF d'une demande d'avis relatif au danger salmonelles en alimentation animale pour l'ensemble des filières de production (saisine 2016-SA-0029, Annexe 1)

Les questions, telles que posées à l'Anses, sont récapitulées ci - dessous :

« 1.2.1. Espèces sensibles et sérotypes ciblés

- *Evaluer, au regard de la situation épidémiologique actuelle dans les élevages français, le rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de Salmonella spp., (quel que soit le sérotype), dans les élevages et par voie de conséquence comme source de contamination des denrées alimentaires pour les différentes filières animales (volailles, ruminants, porcins, poissons, autres...).*
- *Déterminer s'il existe dans les départements et régions d'Outre-Mer un risque particulier de transmission de Salmonella spp. aux élevages avicoles à partir de l'aliment, du fait de l'origine variée des matières premières utilisées par les usines d'aliments approvisionnant ces zones ; cette question étant d'actualité pour le sérotype S. Kentucky, isolé en 2015 à deux reprises en filières avicoles « ponte » et « chair » (Réunion et Guyane)*
- *Indiquer si le risque pour la santé animale et humaine lié à la présence de Salmonella dans les aliments pour animaux, présente une variation significative selon les sérovars concernés. En cas de réponse positive, il est demandé à l'Agence d'indiquer quels sont les sérovars prioritaires au regard du risque pour la santé animale et humaine, par grandes catégories animales (volailles, ruminants, porcins). Cette évaluation pourra notamment se baser sur :*
 - *l'évolution de la situation épidémiologique humaine et animale,*
 - *les résultats des contrôles officiels et des autocontrôles sur la présence de salmonelles dans les aliments pour animaux,*
 - *les résultats des contrôles officiels et des autocontrôles sur la présence de salmonelles aux différents stades de production (élevage, abattoir, transformation) et dans les denrées alimentaires d'origine animale.*
- *L'arrêté du 29 juillet 2013 liste les sérotypes S. Typhimurium, S. Enteritidis, S. Virchow, S. Hadar et S. Infantis comme dangers sanitaires de catégorie 1, pour les espèces de volailles Gallus gallus et Meleagris Gallopavo. Il est demandé d'évaluer le rôle de l'alimentation animale dans l'introduction de ces sérotypes dans les élevages de ces deux espèces. Serait-il pertinent de mettre en exergue*

d'autres sérotypes de *Salmonella* dans le cadre de la source alimentation animale pour *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* ?

- Actuellement, seules ces deux espèces sont concernées par cette réglementation et par conséquent par des mesures de gestion en fonction du sérotype trouvé. Quel est le risque de ces sérotypes pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs filières ? La réglementation sur les sérotypes de *Salmonella* devrait-elle être étendue à d'autres filières de production ? Si oui, pour quels sérotypes ?
- Réaliser pour *Salmonella* Kentucky (souches CIP-R¹¹ et WT¹²), un bilan de la surveillance en France de la contamination des aliments pour animaux des filières de production sur les 5 dernières années :
 - Indiquer quelles données seraient nécessaires pour évaluer l'impact de *S. Kentucky* dans les filières de production ;
 - Évaluer les risques liés à la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche Kentucky CIP-R résistante à la ciprofloxacine, en particulier en filières avicoles « chair » et « ponte ». Déterminer le devenir de ces denrées à partir du risque estimé.

1.2.2. Sécurité sanitaire des aliments pour animaux

1.2.2.1. Effet du traitement thermique et de la granulation

- Évaluer le traitement thermique (couple temps/température) nécessaire pour garantir l'absence de salmonelles dans un aliment pour animaux, y compris en cas de présence dans les matières premières intrantes. Évaluer à cet égard l'efficacité de l'étape de granulation (temps/température/pression) sur le niveau de contamination des aliments pour animaux.

1.2.2.2. Traitement des lots d'aliments pour animaux contaminés en salmonelles

- En matière de gestion des lots d'aliments contaminés par des salmonelles, évaluer l'efficacité des différents scénarios pour assainir un lot d'aliment contaminé : réorientation des lots ou non, avec ou sans traitement thermique et/ou chimique.

1.2.2.3. Critères de sécurité / d'hygiène des procédés

- Évaluer la pertinence des critères réglementaires relatifs à la maîtrise microbiologique des aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*, notamment le critère de 10^3 UFC/g d'entérobactéries dans 100 g d'aliment composé. Ce seuil doit-il être maintenu comme un critère de sécurité ou un critère d'hygiène des procédés ? »

¹¹ Ciprofloxacine Résistante

¹² Wild Type

1.3 Limites du champ d'expertise et incertitudes

Il est à signaler que l'eau d'abreuvement n'est pas explicitement incluse dans la définition d'un aliment pour animaux (Règlement (CE) n° 767/2009) et ne sera pas prise en compte dans le présent rapport. La fabrication d'aliments à la ferme (FAF) pour les filières porcine, ruminants et avicoles (poules pondeuses principalement) n'a pas été considérée par le GT : ce secteur sera en partie, développé dans le rapport relatif à une autre saisine portant sur l'évaluation des dangers microbiologiques en alimentation animale (saisine 2015-SA-0191). De plus, étant donné que la FAF occupe une place importante dans les élevages porcins, celle-ci sera également évaluée dans le rapport de la saisine transversale portant sur les mesures de maîtrise de *Salmonella* spp. dans la filière porcine (saisine 2016-SA-0037)¹³.

Après échange avec les demandeurs, il a été convenu que, pour **les matières premières entrant dans la composition des aliments**, seules celles d'origine végétale seraient considérées, étant donné que pour les matières premières d'origine animale, des critères microbiologiques sont déjà définis dans le Règlement (CE) n°142/2011, tel que précisé dans la partie 1.1.4. de ce rapport. L'alimentation des animaux par fourrages (verts et conservés) a également été exclue du champ de cette expertise. Les écarts de production (surplus de fabrication, malfaçons...) de denrées initialement destinées à l'alimentation humaine, n'ont pas été considérés car ils constituent, à ce jour, une part très mineure de l'alimentation animale et une absence de données de surveillance. Par ailleurs, étant donné que la saisine traite des aliments destinés aux animaux de production (filiales avicoles, porcine et ruminants), les aliments destinés aux animaux de compagnie (« pet food ») ont été écartés du champ de l'expertise. De même, par manque de données, les filières de productions aquacoles (poissons, mollusques et crustacés) n'ont pas été prises en considération dans ce rapport. Par ailleurs, l'effet de l'ajout d'additifs ou d'antibiotiques dans les aliments composés, sur le portage intestinal et la dissémination de *Salmonella* spp. dans les élevages et dans les produits qui en sont issus, a été considéré comme étant hors champ de la saisine. Enfin, plusieurs références bibliographiques citées dans le rapport sont relativement anciennes : elles ont néanmoins été retenues, du fait du manque d'informations plus récentes pour certaines situations décrites.

L'expertise collective « *Salmonella* spp. en alimentation animale » a constitué un des cas d'études du groupe de travail « Méthodologie en évaluation des risques » (GT MER). Ces cas d'études ont été initiés pour étudier l'applicabilité des recommandations élaborées par les membres du GT MER. Dans ce cadre, ces recommandations ont notamment aidé les experts dans l'étape de planification de l'évaluation afin de clarifier, avec les parties prenantes, le cadrage de l'expertise, la formulation des questions et les méthodes, finalement qualitatives, de l'évaluation. De plus, comme recommandé par le GT MER, un recensement des sources d'incertitudes (Annexe 17), auxquelles l'expertise a été confrontée, a été fait en se basant sur la typologie proposée par le GT MER (Anses, 2017b). Les principales sources d'incertitudes recensées dans cette annexe ont été reprises et incorporées dans le rapport.

¹³ La contamination par *Salmonella* de l'alimentation en soupe dans les élevages porcins sera également abordée dans le rapport de cette saisine.

1.4 Modalités de traitement : organisation et moyens mis en œuvre

1.4.1 Organisation

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) SALAN « Salmonelles en alimentation animale », rattaché au Comité d'Experts Spécialisé (CES) ALAN « alimentation animale » l'instruction de cette saisine. Au vu des trois thématiques dégagées de la saisine, trois sous-groupes ont été constitués afin d'assurer un avancement optimal des travaux. La mise en commun des contributions des trois sous-groupes et les débats collectifs se sont tenus en réunion plénière du GT. Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement aux membres du CES ALAN tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques.

Dans le cadre de la transversalité de cette saisine avec le CES « Risques biologiques en alimentation humaine » (BioRisk) et le CES « Santé et bien-être des animaux » (SABA), les travaux ont été soumis à ces deux collectifs le 16 mai 2017 et le 6 février 2018 (CES SABA), ainsi que le 30 mai 2017 et le 30 janvier 2018 (CES BioRisk).

Le rapport produit par le GT SALAN tient compte des observations et des éléments complémentaires transmis par les membres des CES. L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise - prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) »

Les travaux du GT SALAN ont été adoptés par le CES « alimentation animale » le 10 avril 2018.

1.4.2 Moyens mis en œuvre

1.4.2.1 Collecte et traitement des données relatives à *Salmonella* spp.

Afin de mener à bien les travaux d'expertise, une demande de transmission des données de contrôle et de surveillance de sérovars de *Salmonella* spp. a été formulée auprès des professionnels de l'alimentation animale, des autorités de contrôle et des laboratoires partenaires pour la période 2009 - 2015 :

- **Données de surveillance de *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire : alimentation animale¹⁴, élevages, carcasses et produits d'origine animale destinés à la consommation humaine**

Les sources de données sont les suivantes :

- Oqualim¹⁵ : Cette association, émanation de l'industrie de l'alimentation animale, a pour objet d'élaborer, de mettre en place et de coordonner toute démarche visant à l'amélioration de la sécurité et de la qualité des aliments pour animaux. Quatre vingt dix pour cent du tonnage des aliments composés sont produits dans des usines certifiées par cet organisme. Celui-ci centralise les résultats des autocontrôles réalisés sur les aliments pour animaux et les matières premières¹⁶.

¹⁴ Matières premières et aliments composés

¹⁵ www.oqualim.fr

¹⁶ Ce plan, basé sur le volontariat des entreprises, concerne 80 % de la production d'aliments

Les données de détection de sérovars de *Salmonella* spp, isolés dans les matières premières d'origine végétale et les aliments composés, en France métropolitaine dans le cadre de ces autocontrôles, ont été transmises au GT.

- DGAL et DGCCRF : Les autorités compétentes ont également fourni les données de contamination par *Salmonella* spp. issues des plans de surveillance et plans de contrôle (PS/PC) pour les matières premières et les aliments composés, pour la France métropolitaine ainsi que pour la Guadeloupe, la Martinique, la Guyane et la Réunion.

Le traitement et l'analyse de l'ensemble de ces données, issues des plans d'autocontrôles Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, ont été menés par l'unité « Méthodologies et études » (UME) de la Direction d'évaluation des risques (DER) de l'Anses (Annexe 2).

Globalement, cette analyse, réalisée pour la période 2009-2015, a concerné 12 229 échantillons de différentes matières premières, et 20 376 échantillons d'aliments composés. Il convient cependant de mentionner, dès à présent, que les modes d'échantillonnage et de prélèvements ne sont pas identiques d'un organisme à un autre. Les résultats sont exprimés en présence/absence de *Salmonella* spp. dans l'échantillon analysé.

- Le « Réseau *Salmonella* » (RS) : Ce réseau, géré et animé par le Laboratoire de sécurité des aliments (LSAI) de l'Anses de Maisons-Alfort, est un dispositif transversal de surveillance des salmonelles d'origine non humaine. Depuis une vingtaine d'années, il centralise les résultats consécutifs à l'isolement et au sérotypage des salmonelles retrouvées dans toutes les filières et dans tous les secteurs d'activités (alimentation animale, élevages, abattoirs, ateliers de transformation et alimentation humaine). Cette surveillance, dite événementielle, vient compléter les contrôles officiels réalisés chaque année. Les laboratoires adhérents¹⁷ sont implantés non seulement sur l'ensemble du territoire métropolitain (Annexe 3) mais également dans les territoires et départements d'Outre-Mer et à l'étranger (Leclerc *et al.*, 2017). Entre 2001 et 2016, 227 000 résultats de sérotypage de salmonelles ont été saisis dans cette base de données. Pour la période 2009-2015, entre 246 et 279 sérovars y ont été recensés (Annexe 3), traduisant une grande diversité des sérovars de salmonelles présents tout au long de la chaîne alimentaire. Le contexte d'isolement de ces salmonelles (Tableau 1) s'explique en premier lieu par la réalisation d'un grand nombre d'autocontrôles à l'initiative des professionnels, la part des contrôles officiels étant plus importante dans le secteur « santé et productions animales » (animaux de rente et environnement d'élevages) du fait de la réglementation avicole en vigueur.

¹⁷ Les laboratoires partenaires, issus du secteur privé ou public, sont adhérents aux trois grandes associations nationales de laboratoires : ADILVA (Association française des Directeurs et cadres de Laboratoires Vétérinaires publics d'Analyses), AFLABV (Association française des laboratoires d'analyses de biologie vétérinaires) et APROLAB (Association Professionnelle des Sociétés Françaises de Contrôle en Laboratoire). Ils adressent des isolats et / ou des résultats de sérotypage au Réseau, accompagnés de données descriptives contextuelles. L'ensemble des laboratoires officiels, agréés ou reconnus pour la recherche des salmonelles, est adhérent au Réseau.

Tableau 1: Importance relative des contextes d'isolement des salmonelles recensées dans le cadre du Réseau *Salmonella* entre 2009 et 2015, selon le secteur d'activité (n = nombre de souches sérotypées)

Secteurs Contextes	Alimentation animale (n=4 099)	Santé et productions animales (n=56 834)	Alimentation humaine (n=20 863)
Autocontrôles	88,4 %	54,4 %	86,4 %
Contrôles officiels	1,6 %	13,8 %	1,3 %
Plan de surveillance	1,0 %	0,4 %	3,4 %
Epidémie/Alerte sanitaire	0 %	0,2 %	2,1 %
Alerte Produit	0 %	0 %	0,1 %
Non spécifié	8,9 %	31,3 %	6,7 %

Au-delà de l'appui scientifique apporté aux laboratoires adhérents, le Réseau *Salmonella* poursuit deux objectifs principaux :

- ✓ Détecter l'émergence de souches potentiellement problématiques en santé publique et/ou pouvant impacter économiquement les filières de production ;
- ✓ Caractériser la contamination des animaux, de leur environnement et des denrées alimentaires, au regard du danger *Salmonella* spp.

Dans le cadre de cette saisine, le Réseau *Salmonella* a transmis, sous la forme d'un Appui Scientifique et Technique (AST), les données de contamination par les sérovars *Salmonella* spp. pour les trois secteurs d'activités : (i) l'alimentation animale (matières premières, aliments et aliments composés, exceptés ceux destinés aux animaux de compagnie), (ii) la santé et les productions animales (animaux de rente et environnement d'élevages) et (iii) l'alimentation humaine (carcasses et produits d'origine animale destinés à la consommation humaine) pour les filières avicoles, porcine et ruminants¹⁸.

- Le Laboratoire National de Référence (LNR) « Salmonelloses aviaires » : Ce laboratoire basé à l'Anses de Ploufragan-Plouzané et nommé dans le domaine de compétence « Maladies animales », collecte les souches de *Salmonella* spp. provenant de prélèvements réalisés dans les élevages avicoles (reproducteurs *Gallus gallus* et dindes, poulettes, poules pondeuses, poulets et dindes de chair) (Annexe 4). La souchothèque enregistre annuellement entre 2 200 et 4 000 souches. C'est en tenant compte des données acquises par cette souchothèque que le bilan des sérovars isolés dans les filières avicoles a été réalisé, pour la période 2009-2015. Par ailleurs, le LNR a pu également fournir les résultats d'enquêtes européennes et nationales, réalisées entre 2004 et 2010, dans des élevages, abattoirs et produits de distribution avicoles. La transmission de l'ensemble de ces données s'est faite également sous la forme d'un AST.

¹⁸ Pour les ruminants, les isolats proviennent majoritairement de la filière bovine

- **Données de surveillance *Salmonella* spp. chez l'Homme :**

Le Centre National de Référence (CNR) des *E. coli*, *Shigella* et *Salmonella* spp. situé à l'Institut Pasteur assure, depuis de nombreuses années, une surveillance des salmonelles isolées chez l'Homme. Le CNR recense chaque année plus de 11 000 isolements humains de *Salmonella* spp. de France métropolitaine et d'outre-mer. Ces isolats sont transmis, en grande majorité, au CNR pour sérotypage. D'autres sont identifiés par les laboratoires collaborateurs responsables de l'isolement, les résultats étant alors centralisés au CNR via des fiches d'information. Le réseau de laboratoires collaborateurs du CNR est stable et historique, et réunit 90 % des laboratoires français (laboratoires d'analyses biomédicales et laboratoires hospitaliers). La représentativité des isolats humains, recensés annuellement par le CNR, a été estimée à 66 % de l'ensemble des isolements réalisés sur le territoire national. Les données relatives aux salmonelloses humaines pour la période 2009-2015, ont été analysées à partir des rapports d'activités annuels du CNR.

1.4.2.2 Transmission des données relatives aux Entérobactéries

Afin d'apporter des éléments de réponse à la question relative aux critères microbiologiques en alimentation animale, des données de contamination d'aliments composés par les entérobactéries, ont été fournies par la DGCCRF (période 2008-2016) ainsi que le SNIA et COOP DE FRANCE (période 2014-2017).

1.4.2.3 Transmission des données de barèmes de traitements thermiques

Les données concernant les barèmes de traitements thermiques appliqués aux aliments pour animaux, ont été obtenues auprès du centre technique de la nutrition animale (Tecaliman) via ses rapports d'études et ses fiches techniques.

1.4.2.4 Consultation des parties prenantes et visites d'usines

Plusieurs auditions de syndicats de l'alimentation animale, professionnels, centres techniques et experts scientifiques ont été menées au cours de cette expertise. Le secteur de la fabrication d'aliments à la ferme (FAF) a également fait l'objet d'auditions de représentants de cette activité. La liste des personnes auditionnées est présentée en début de rapport.

Au cours de l'expertise, les membres du GT SALAN ont eu l'opportunité de visiter les installations d'un port de déchargement de matières premières ainsi que deux usines de fabrication d'aliments composés.

1.4.2.5 Recherche bibliographique

Des recherches bibliographiques ont été menées par les membres des trois sous-groupes afin de recenser, de manière la plus exhaustive possible, les connaissances scientifiques sur les 3 thématiques de la saisine. La première étape de cette démarche a été de définir, avec les experts, les mots-clés pertinents en se basant sur le profil de recherche bibliographique selon le modèle proposé par l'Anses (ANSES/PR1/9/06-01) (Annexe 5). Une fois ces mots-clés validés, les recherches ont été menées sur les bases de données de Scopus¹⁹ et Pubmed²⁰. Le nombre d'études triées et examinées en vue de leur éligibilité ainsi que celui

¹⁹ <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

²⁰ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

d'articles exclus sont présentés sous la forme d'un diagramme de flux PRISMA (Annexe 5). Après répartition des articles entre les différents experts, une fiche de lecture a été élaborée, pour chaque sous-groupe, afin de recueillir les éléments de lecture et classer les informations selon des critères prédéfinis (Annexe 6).

1.5 Prévention des risques de conflits d'intérêts

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site de l'Anses (www.anses.fr).

2 La fabrication des aliments composés pour animaux en France

2.1 Généralités

Le but de la fabrication d'aliments composés pour animaux producteurs de denrées alimentaires est de produire, à partir d'un mélange de matières premières, des aliments équilibrés permettant de couvrir tout (cas d'un aliment composé complet) ou partie (cas d'un aliment composé complémentaire) des besoins physiologiques des animaux. En France, diverses matières premières sont utilisées : céréales, oléo-protéagineux, prémélanges d'additifs de natures variées, graisses, co-produits de la transformation primaire. Selon le Règlement (CE) n° 767/2009, les matières premières pour aliments des animaux sont définies comme étant « *les produits d'origine végétale ou animale dont l'objectif principal est de satisfaire les besoins nutritionnels des animaux, à l'état naturel, frais ou conservés, et les dérivés de leur transformation industrielle, ainsi que les substances organiques ou inorganiques, comprenant ou non des additifs pour l'alimentation animale, qui sont destinés à être utilisés pour l'alimentation des animaux par voie orale, soit directement en l'état, soit après transformation, ou pour la préparation d'aliments composés pour animaux ou en tant que supports des prémélanges* ».

Ce même Règlement définit un aliment composé comme étant « *un mélange d'au moins deux matières premières pour aliments des animaux, comprenant ou non des additifs pour l'alimentation animale, qui est destiné à l'alimentation animale par voie orale, sous la forme d'un aliment complet pour animaux ou d'un aliment complémentaire pour animaux* ». Ainsi, l'assemblage des matières premières peut être réalisé dans des usines de fabrication des aliments mais également au niveau des élevages. Dans ce dernier cas, on parle de « fabrication d'aliments à la ferme » ou FAF, dans lequel tout ou partie de l'approvisionnement en matières premières peut provenir de l'exploitation des terres agricoles détenues par les éleveurs. L'aliment composé peut être distribué aux animaux sous la forme de farine, de granulés, de miettes ou de soupe (Cf. paragraphe 2.2.2). Les matières premières utilisées par l'industrie de la nutrition animale proviennent majoritairement du territoire français. Cependant, certaines catégories n'étant pas disponibles en quantité suffisante, les fabricants s'approvisionnent sur les marchés extérieurs. Ainsi, l'importation de matières premières concerne surtout les graines et tourteaux d'oléagineux (soja et tournesol).

2.2 L'industrie de l'alimentation animale en France

2.2.1 Chiffres clés

En France, le secteur de l'alimentation animale compte 305 usines de fabrication d'aliments composés. Le tonnage moyen annuel, par usine, est de 67 700 tonnes mais la capacité est très variable : plus de la moitié d'entre elles produisent moins de 50 000 tonnes d'aliments composés, et 23 % des usines produisent plus de 100 000 tonnes (Source : SNIA²¹).

Les fabricants de l'alimentation animale utilisent une grande variété de matières premières. Les céréales (blé et maïs principalement) représentent près de la moitié des ingrédients des aliments composés et les

²¹ www.nutritionanimale.org

tourteaux, coproduits issus principalement du soja et du colza, avoisinent le tiers des ingrédients. Au total, plus de 40 % des matières premières incorporées sont des coproduits (Annexe 7). Chaque année, la France importe près de 4 millions de tonnes de tourteaux (soja ou autres) par voie maritime. Pour les tourteaux de soja, les principales origines sont le Brésil et l'Argentine qui représentent respectivement 60 % et 9 % des importations françaises. Concernant les tourteaux de tournesol, ils proviennent principalement d'Ukraine, avec 69 % des tonnages importés (Source : SNIA).

La France produit annuellement entre 20 et 21 millions de tonnes d'aliments composés pour animaux d'élevage (toutes espèces confondues). En 2016, la répartition de la production d'aliments composés (hors FAF) par espèce animale, était la suivante :

- Volailles : 46 %
- Porcs : 28 %
- Ruminants : 22 %
- Autres animaux : 4 %

Concernant les filières avicoles pour l'année 2015, la France a produit plus de 8,8 millions de tonnes d'aliments avec la répartition suivante :

- Volailles de reproduction : 8 %
- Poules pondeuses : 21 %
- Dindes : 39 %
- Poulets de chair : 13 %
- Autres volailles : 19 %

La composition et les caractéristiques nutritionnelles d'un aliment varient non seulement en fonction de l'espèce animale, mais également d'autres critères comme le stade physiologique de l'animal concerné. Par exemple, pour les volailles, le soja est la principale source de protéines et peut représenter jusqu'à 30 % des composants de l'aliment ; pour les ruminants, la proportion de tourteaux, essentiellement de soja, dépend de la nature des fourrages distribués (ensilage de maïs ou herbe) ; pour les porcs et les volailles, les céréales représentent plus de 50 % de l'aliment (Figure 1).

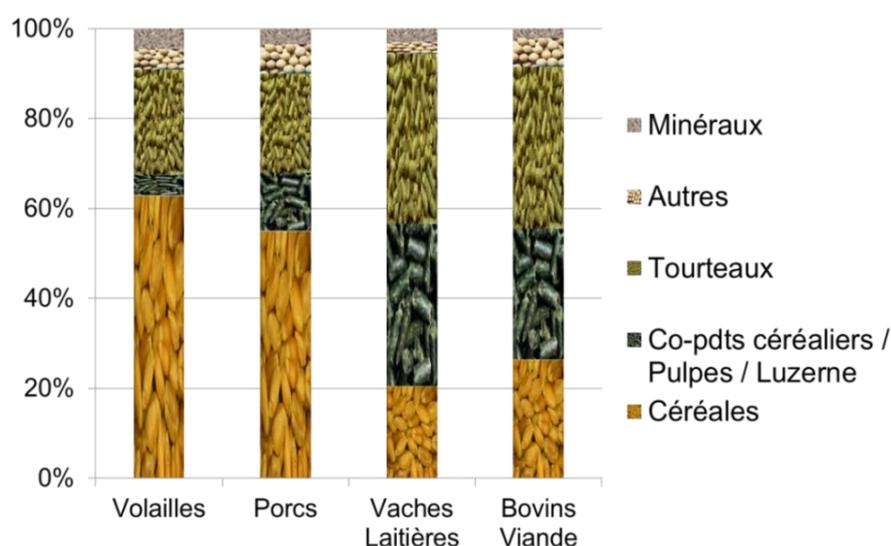
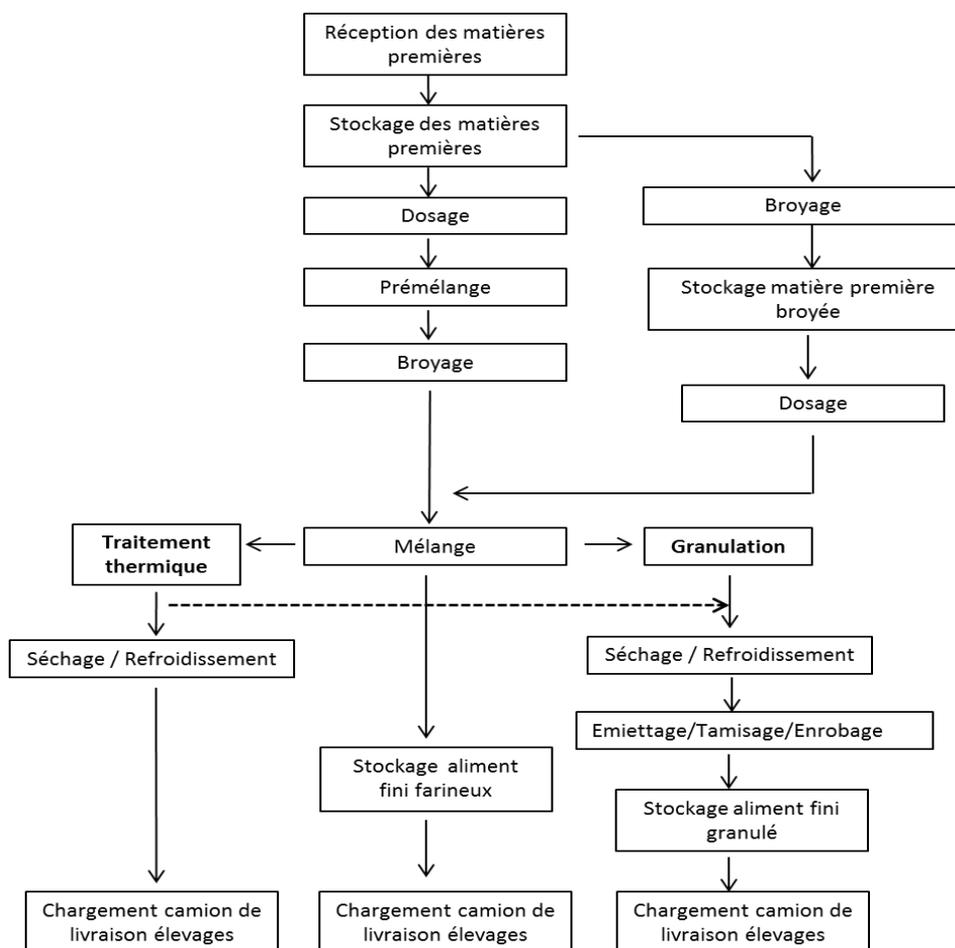


Figure 1 : Proportions des matières premières utilisées entrant dans la composition d'aliments destinés aux volailles, porcs et ruminants (Source : SNIA et COOP DE FRANCE)

2.2.2 L'usine de production d'aliments

Les différentes étapes du procédé de fabrication d'aliments composés pour animaux sont les suivantes (Figure 2) :



----> Des farines thermisées peuvent être aussi granulées

Figure 2 : Schéma du procédé de fabrication d'aliments composés pour animaux (Reizian, 1992)

- Réception : Parmi les multiples matières premières qui arrivent principalement par camions dans une usine, la plupart sont déversées dans des trémies de réception puis transférées par voies mécaniques dans les cellules de stockage²². Certaines matières premières nécessitent un broyage, ce qui conditionne, par le positionnement de cette opération dans le procédé, la typologie des usines. On distingue ainsi :

²² Les matières premières sont échantillonnées pour la réalisation de contrôles rapides avant déchargement (humidité, impuretés, contaminations microbiennes, caractéristiques biochimiques ...). Les échantillons sont conservés en échantillothèque.

- Les installations en prébroyage : dans ce cas, les matières premières sont préalablement broyées individuellement, puis stockées avant l'opération de dosage défini selon la formule. Le prébroyage nécessite cependant, pour une même matière première, plusieurs silos de stockage pour répondre aux différentes moutures souhaitées ;
- Les installations en prémélange (ou prédosage) : dans ce cas, toutes les matières premières composant une formule sont dosées, grossièrement mélangées, avant d'être broyées ensemble.

- Broyage : Cette étape consiste à broyer les matières premières principales, seules ou en association (ex : graines oléagineuses + céréales). L'objectif du broyage est d'amener toutes les particules composant une formule à une granulométrie voisine, favorisant ainsi l'obtention de mélanges homogènes et stables. En général, seules les matières premières présentées sous la forme de grains, de graines ou agglomérées sont broyées. Les matières premières présentées sous une forme pulvérulente ou liquide, sont incorporées au niveau de la mélangeuse.

- Dosage : Il consiste à introduire, dans une benne peseuse, la quantité de chaque ingrédient définie par la formule alimentaire souhaitée. Cette opération peut être réalisée en plusieurs endroits de la ligne de fabrication.

- Mélange : Cette étape consiste à homogénéiser dans une mélangeuse et par brassage l'ensemble des ingrédients de la formule. A la sortie, l'aliment est présenté en « farine ». Ce mélange peut avoir 3 destinations :

- Le stockage comme produit fini : le mélange sera livré dans les élevages en l'état ;
- La granulation : la farine est transférée dans une presse, pour en sortir sous la forme de granulés. Cette opération se réalise par incorporation de vapeur sèche, dans le préparateur ou conditionneur. Les réglages et les consignes de température appliqués varient selon le type d'aliments et l'espèce animale à laquelle celui-ci est destiné (espèce et stade physiologique). Ces paramètres sont donc définis principalement pour des objectifs zootechniques. Le temps de séjour, dans le préparateur, peut varier de quelques secondes à plusieurs centaines de secondes. La température appliquée peut varier de 50° C à 90° C. La farine, ainsi chauffée, est ensuite introduite dans une « filière » constituée d'un anneau métallique équipé de canaux radiants. La farine est conduite sous pression, par action mécanique, à travers ces canaux desquels elle ressort sous la forme de cylindres qui sont ensuite coupés en morceaux, de quelques millimètres au centimètre, dénommés granulés (Figure 3). Les contraintes mécaniques exercées au cours de cette opération, génèrent un échauffement supplémentaire du produit. Ainsi, la température atteinte par ce mélange, lors de la granulation, est à la fois liée à l'adjonction de vapeur et à la pression exercée dans une filière étroite (frottements). Pour des raisons de faisabilité technique, la température est généralement prise à la sortie de la presse. Après cette étape de granulation, l'aliment est refroidi dans un refroidisseur. Pour des raisons zootechniques, ce « granulé » peut, par la suite, être émietté avant stockage ;

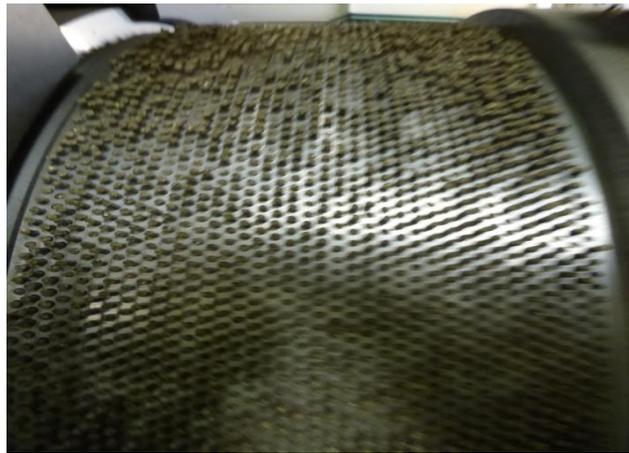


Figure 3 : Filière à granuler munie de canaux à cylindres

- La thermisation : pour cette opération particulière, le mélange (farine) est introduit dans un thermiseur (Figure 4), avec une durée de séjour et une température définies et contrôlées. Le traitement thermique est appliqué de façon discontinue ce qui permet de s'assurer que les barèmes de température et de durée de traitement souhaités sont bien respectés pour l'ensemble du lot traité. Après thermisation, le mélange est distribué soit en l'état (farine thermisée), soit après une granulation (granulé thermisé). Ce traitement qui vise à améliorer la qualité sanitaire de l'aliment, permet aussi d'améliorer la valeur nutritionnelle, en détruisant certains facteurs antinutritionnels thermosensibles et en améliorant la digestibilité des glucides par modification de la structure de l'amidon. Cependant, lorsque la température ou la durée du barème de thermisation sont élevées, certaines vitamines thermosensibles peuvent être détruites ainsi que des fractions protéiques et glucidiques. Les opérateurs doivent donc trouver un compromis entre la qualité sanitaire et la qualité nutritionnelle. La thermisation est actuellement le moyen de maîtrise proposé dans le cadre de l'arrêté du 23 avril 2007 sur l'agrément « salmonelles » pour les établissements délivrant des aliments composés aux troupeaux reproducteurs *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* de plus de 250 volailles.



Figure 4 : Vue d'un thermiseur pour aliments

- Séchage/refroidissement : chaque ligne de presse à granuler ou de traitement thermique comporte une étape de séchage/refroidissement qui va permettre le stockage du produit dans de bonnes conditions. Ces opérations sont assurées par un échange de chaleur à travers un flux d'air ambiant délivré à l'intérieur de la masse d'aliment. Cet air se charge en particules au contact des granulés ou de la farine, et doit donc être filtré avant d'être rejeté à l'extérieur de l'usine. Le séchage/refroidissement des granulés est plus facile à

gérer que celui de la farine, car ceux-ci permettent une meilleure circulation de l'air. La qualité finale des granulés ne s'apprécie qu'après cette phase de séchage/refroidissement.

- Emiettage/Tamisage/Enrobage : l'émiettage a pour objectif de générer, à partir des aliments granulés, de petites particules agglomérées, destinées aux petits animaux (poussins, cailles, ...). La séparation des particules, dites « fines », est opérée par un tamisage. A la fin de ces opérations, des liquides (matières grasses ou additifs) peuvent être incorporés à l'aliment, par pulvérisation sur des granulés lors d'une étape appelée enrobage. Il s'agit de la dernière opération et la formule n'est considérée définitivement terminée qu'après ce stade.

- Stockage des aliments finis : les produits finis (farines, miettes ou granulés) sont stockés dans des cellules dans l'attente de leur expédition. La durée de stockage est variable entre une et 48 heures. Les aliments peuvent être chargés en vrac dans les cases du camion ou répartis dans des sacs avant d'être expédiés sur des palettes.

3 Rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire

3.1 Principales voies de contamination par *Salmonella* spp. dans un élevage

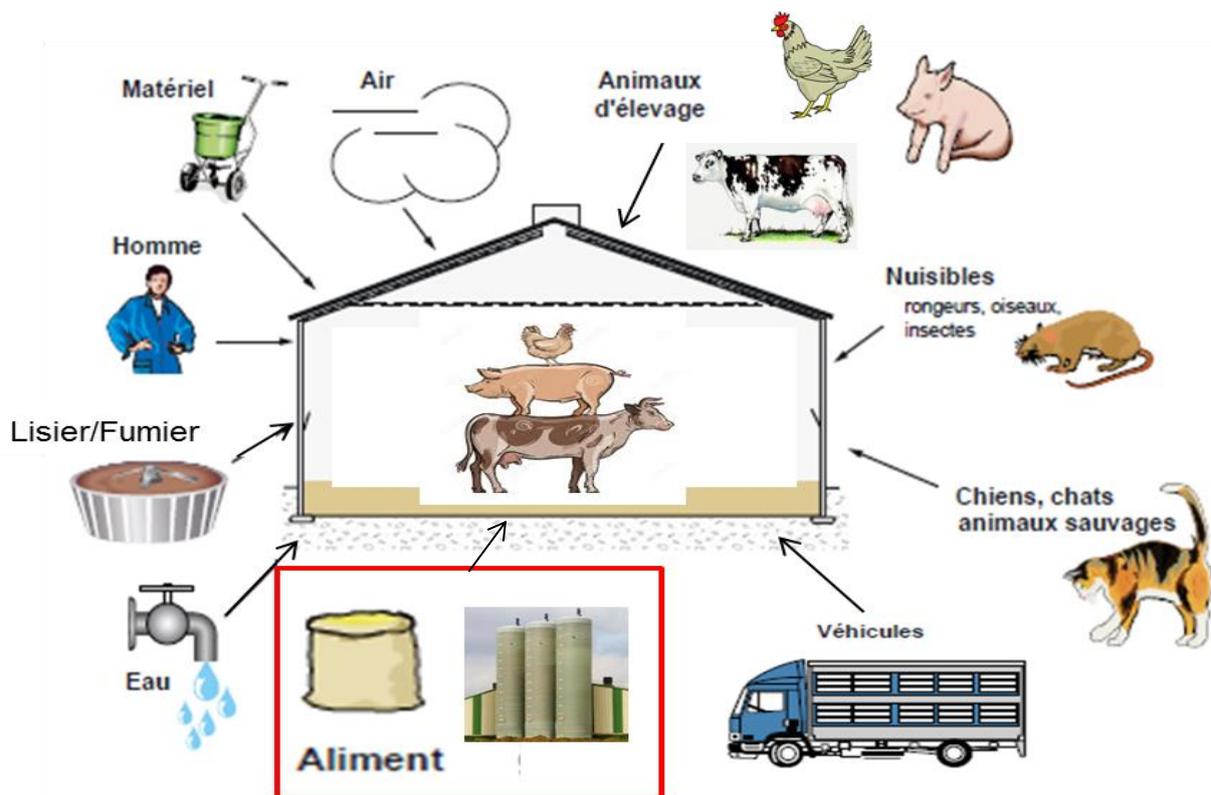


Figure 5 : Représentation schématique des principales voies de contamination possibles par *Salmonella* spp. dans un élevage (extrait et adapté de Corrége, 2001)

L'écologie et le caractère ubiquitaire des salmonelles dans l'environnement rendent multiples leurs voies d'entrée potentielles dans un élevage. Cette contamination peut intervenir *via* les animaux introduits dans l'élevage étant donné que le réservoir principal de *Salmonella* spp. est constitué par le tractus gastro-intestinal des mammifères (porcs, bovins) et des oiseaux (volailles domestiques) (Anses, 2011). Ces bactéries peuvent être également isolées des matières fécales d'oiseaux, de rongeurs ou d'animaux de compagnie qui peuvent s'introduire dans un élevage. Des études montrent que le personnel (éleveurs, vétérinaires, techniciens) ainsi que les visiteurs, sont susceptibles d'introduire les salmonelles dans un élevage. Il en est de même pour le matériel amovible (brouettes, échelle, tracteur, etc.) et les véhicules circulant autour du bâtiment (Fris et *al.*, 1995 ; Cardinale *et al.*, 2004). La contamination d'un élevage peut également intervenir par l'intermédiaire de l'eau d'abreuvement ou des aliments destinés aux animaux (Institut de l'élevage, 2008). Si les différentes études n'ont jusqu'à présent pas permis de privilégier

réellement l'une ou l'autre de ces voies, aucune ne peut cependant être exclue comme point de départ d'une contamination. L'amplification de la contamination passe par la colonisation/excrétion par les animaux. La capacité de rompre les cycles de contamination des lots successifs nécessite alors une excellente maîtrise non seulement des opérations de nettoyage et de désinfection, mais également de la mise en place de mesures de biosécurité. Ainsi, en fonction du niveau de biosécurité appliqué dans un élevage, certaines voies de contamination pourraient prendre de l'importance : plus un élevage sera fermé et correctement protégé (exemple des élevages reproducteurs pour lesquels les dispositifs de biosécurité internes et externes sont renforcés), plus l'importance relative d'une contamination alimentaire pourrait devenir prédominante.

3.2 Voies d'introduction de *Salmonella* spp. dans les aliments pour animaux : considérations générales

3.2.1 Matières premières

Du fait de l'écologie de *Salmonella* spp. et de son caractère ubiquitaire, la contamination des matières premières peut se produire à toutes les étapes, depuis la récolte jusqu'à l'incorporation dans l'aliment composé.

Concernant les matières premières importées, transportées majoritairement par bateaux et déchargées dans des ports, cette contamination peut être effective depuis le chargement du navire dans le pays exportateur, jusqu'à la livraison aux usines de fabrication ou dans les élevages. Eu égard aux conditions de transport, de déchargement et de stockage des matières premières, les animaux nuisibles (rongeurs, oiseaux et insectes) apparaissent comme des vecteurs potentiels de *Salmonella* spp., car ils peuvent s'introduire dans les cales des navires, les silos exposés ou dans les magasins d'entreposage. De plus, l'accumulation de poussières et de dépôts de matières premières, au niveau des installations mécanisées des bandes transporteuses et des tours de manutention, peut être également une source de contamination et de multiplication. Une mauvaise gestion de la température, de l'humidité et de la ventilation des cellules de stockage peut engendrer la formation d'aérosols et de gouttes de condensation qui sont des milieux propices à la multiplication de *Salmonella* spp. Des contaminations peuvent également se produire au niveau des camions de livraison mal nettoyés et désinfectés. Enfin, le personnel est un vecteur de contamination par *Salmonella* spp. à toutes les étapes de la chaîne, d'où la nécessité d'une formation des opérateurs aux bonnes pratiques d'hygiène et de production (Beroff *et al.*, 1999a).

3.2.2 La fabrication des aliments composés

L'analyse des bulletins de synthèse de Tecaliman, des études bibliographiques ainsi que l'audition de professionnels, ont permis d'identifier les principales sources potentielles de contamination, par *Salmonella* spp., dans une usine de fabrication d'aliments composés. Ainsi, les matières premières entrantes, quelle que soit leur origine, sont susceptibles d'apporter une contamination initiale dans l'usine. De même, les camions de transport des matières premières peuvent être une source d'entrée de *Salmonella* spp. Ainsi, selon une étude menée par Qualimat, 2 % des prélèvements réalisés sur les bâches et 5 % de ceux réalisés sur les surfaces intérieures de portes des camions, étaient contaminés par *Salmonella* spp. Cependant, « *il n'est pas certain que l'effet camion soit important par rapport à la contamination des matières premières* » (Tecaliman, 2002). Les filtres des fosses de réception sont également des points où les contaminations sont les plus probables car ils sont exposés au passage de toutes les matières premières d'une part, et aux variations des conditions atmosphériques d'autre part (Tecaliman, 1996a). De

plus, au cours de campagnes de prélèvements menées par Tecaliman, il a été montré que les pieds d'élevateur de matières premières et les filtres d'aspiration des broyeurs qui collectent les poussières pouvaient être contaminés par *Salmonella* spp. (Tecaliman, 1996a). Au niveau des cellules de stockage, de dosage ainsi que de la mélangeuse, les variations de température créent souvent, à la surface des parois, une condensation de l'eau contenue dans l'air, d'où un risque de développement de *Salmonella* spp. Par ailleurs, les parois du refroidisseur sont fréquemment reconnues comme étant les zones les plus à risque, du fait de dépôts de condensats (changements de température résultant du contact entre le produit chaud et des surfaces froides), constituant un milieu propice au développement de *Salmonella* spp. (Israelsen *et al.*, 1996 ; Dipl *et al.*, 1991 ; König *et al.*, 1995, cités par Beroff *et al.*, 1999a). Les quais de chargement des aliments en vrac, parfois ouverts sur l'extérieur et exposés aux conditions atmosphériques, sont également des lieux possibles de (re)contamination des aliments. Notons aussi qu'une recontamination des aliments finis peut se produire au niveau des camions de livraison si ces derniers sont mal nettoyés et désinfectés.

Enfin, les animaux nuisibles (rongeurs, insectes, oiseaux) peuvent être des vecteurs de *Salmonella* spp. tout au long de la chaîne de fabrication, avec une entrée plus probable au niveau des fosses de réception. Des méthodes de lutte sont déjà mises en place dans toutes les usines ; ces actions visent à limiter les ressources alimentaires pour ces nuisibles notamment par l'élimination des fuites de produits dans le circuit de fabrication (Tecaliman, 1996a)

3.3 Apport des données de surveillance sur la contamination par *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire

Les données recueillies sur les sérovars de *Salmonella* spp concernent la période 2009-2015, pour les trois secteurs d'activité : l'alimentation animale (matières premières et aliments composés), la santé et les productions animales et l'alimentation humaine (produits d'origine animale destinés à la consommation humaine). Pour l'alimentation animale, ces données proviennent majoritairement de prélèvements réalisés dans des usines de fabrication des aliments, sachant que cette production ne représente pas la totalité des aliments consommés en élevage.

Il convient de noter que la quantité et la qualité des données épidémiologiques présentées permettent au mieux de suivre les tendances évolutives des sérovars majoritaires et de détecter d'éventuelles émergences. Ces données de surveillance permettent de fournir des informations qualitatives mais ne constituent en aucun cas des estimations de la prévalence de la contamination.

Dans le cadre du Réseau *Salmonella*, et durant la période concernée, 4 099 souches de *Salmonella* spp. ont été identifiées : elles appartenaient à 188 sérovars différents isolés d'aliments composés ou de matières premières (Annexe 3). Onze sérovars représentaient 67,2 % du total des isolats détectés²³ (Figure 6).

²³ Les autres sérovars (n=177) étaient représentés dans moins de 2 % de l'ensemble des isolements

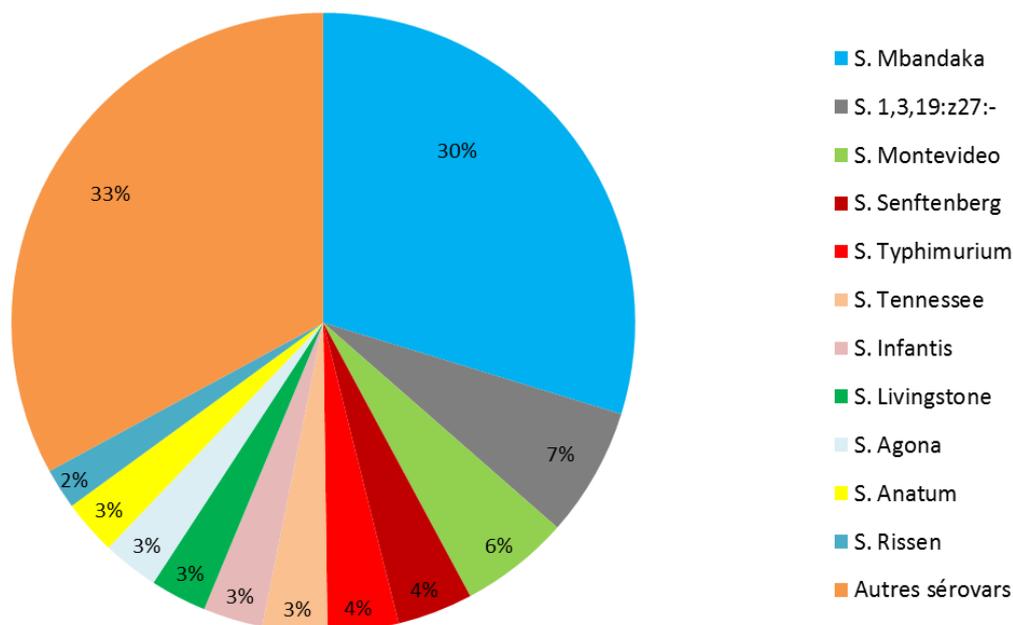


Figure 6 : Distribution relative des sérovars majoritaires recensés par le Réseau *Salmonella* entre 2009 et 2015, dans le secteur de l'alimentation animale (n=4 099 isolats, 188 sérovars) toutes catégories de matrices confondues²⁴.

Ce panorama général est détaillé dans la suite du rapport, aussi bien pour les matières premières que les aliments composés, pour les trois filières animales considérées.

3.3.1 Sérovars isolés dans les matières premières

Les données d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF montrent que le pourcentage d'échantillons positifs en *Salmonella* spp., pour les matières premières d'origine végétale, varie entre 1 % et 2 % (1,3 % pour les données Oqualim, Annexe 8 ; 1,9 % pour les données DGCCRF, Annexe 9 et 0,9 % pour les données DGAL, Annexe 10). Les matrices qui apparaissent les plus contaminées sont les dérivés de graines (essentiellement tourteaux) de soja, de colza et de tournesol, avec des taux de contamination respectivement de 3,4 %, 1,4 % et 1,3 % (données DGCCRF). La diversité des sérovars retrouvés dans ces matières premières est présentée dans l'Annexe 11 : *S. Mbandaka* est majoritairement isolé des tourteaux de soja et de colza. D'autres sérovars sont détectés dans les tourteaux quel que soit le type de graine (soja, colza ou tournesol), tels que *S. Senftenberg*, *S. 1,3,19:z27:-*, *S. Montevideo*, *S. Tennessee*, *S. Anatum* ou *S. Agona*.

Concernant les sérovars réglementés, les données du Réseau *Salmonella*, d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, mettent en évidence la présence de *S. Typhimurium* et *S. Infantis* dans les tourteaux de soja. Quant à *S. Enteritidis*, elle a été principalement isolée dans le blé et ses dérivés (farine, remoulage et son).

²⁴ Le nombre total de souches et de sérovars recensé par le Réseau *Salmonella* est fluctuant selon les années : l'importance relative de *S. Mbandaka* est plus élevée en 2013 et 2014, tandis que *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* sont recensés chaque année avec une importance relative variable.

3.3.2 Sérovars isolés depuis les aliments composés jusqu'aux denrées alimentaires

Cette partie a pour objectif de présenter un premier aperçu global des sérovars isolés tout au long de la chaîne (aliments composés, élevages, carcasses et produits d'origine animale destinés à la consommation humaine) à partir des données issues du Réseau *Salmonella*, d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, pour les trois filières animales.

3.3.2.1 Filières avicoles

3.3.2.1.1 Données issues du Réseau *Salmonella*, des PSPC et d'Oqualim pour la période 2009-2015

La figure 7 récapitule les sérovars majoritaires identifiés par le Réseau *Salmonella* pour les filières avicoles (*Gallus gallus*, dindes et canards) au cours de la période 2009-2015, aux différents maillons de la chaîne alimentaire. Cependant, pour les aliments composés, ces données ne permettent pas d'apporter des renseignements sur l'espèce animale de destination. Ces données ont donc été complétées par les plans de contrôles Oqualim (Annexe 12) et les PS/PC de la DGCCRF et de la DGAL, qui apportent cette information (Annexes 13 et 14 respectivement). Ainsi, les données Oqualim montrent des taux de contamination de 0,6 % pour les aliments composés destinés aux volailles (75 échantillons contaminés sur un total de 12 903 analysés). Pour les aliments composés destinés aux poules pondeuses, 72 échantillons sur un total de 7 338 étaient contaminés par *Salmonella* spp., soit 0,98 %. Pour les aliments thermisés destinés aux poules et dindes reproductrices, les données Oqualim montrent qu'un seul échantillon sur 4 560 analysés était contaminé par *S. Virchow*, soit 0,02 % (Annexe 12).

Par ailleurs, les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Senftenberg* est majoritairement détecté dans les aliments composés destinés aux volailles ainsi que dans les élevages *Gallus gallus* et dindes. Il convient cependant de noter que l'application des réglementations dans ces élevages, conduisant à une pression accrue du contrôle, induit un biais dans la surveillance des salmonelles isolées dans ce secteur.

Concernant les sérovars réglementés, les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Typhimurium* figure parmi les sérovars majoritaires isolés dans les élevages *Gallus gallus* ainsi que parmi ceux retrouvés dans les carcasses et les viandes de dindes. De plus, les sérovars *S. Infantis* et *S. Enteritidis* sont également prédominants dans les viandes de poulets. Quant à *S. Hadar*, il figure parmi les sérovars majoritaires isolés dans les viandes de dindes. Bien que ces sérovars réglementés n'aient pas été retrouvés parmi les sérovars majoritaires isolés dans les aliments composés, ils ont cependant été détectés dans ces matrices avec une proportion relative inférieure à 2 %. Etant donné que le Réseau *Salmonella* ne permet pas de préciser l'espèce animale de destination des aliments composés, les données Oqualim ont permis de compléter cette information : les sérovars *S. Typhimurium*, *S. Infantis* et *S. Hadar* ont été ainsi détectés dans les aliments composés destinés aux poules pondeuses (Annexe 12).

Concernant la filière « canards », les données analysées soulignent la spécificité de *S. Indiana*, particulièrement adapté à cette espèce animale, ainsi que de *S. Kottbus* et *S. Saintpaul* : ces trois sérovars sont détectés à la fois en élevages, sur les carcasses et les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. A ce stade, ni les données du Réseau *Salmonella*, ni celles d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, ne permettent d'établir une corrélation avec la présence de ces sérovars dans la production d'aliments composés destinés spécifiquement aux canards : en effet, cette catégorie n'est pas identifiée comme telle dans les bases de données, les résultats étant intégrés dans une catégorie intitulée « autres volailles ».

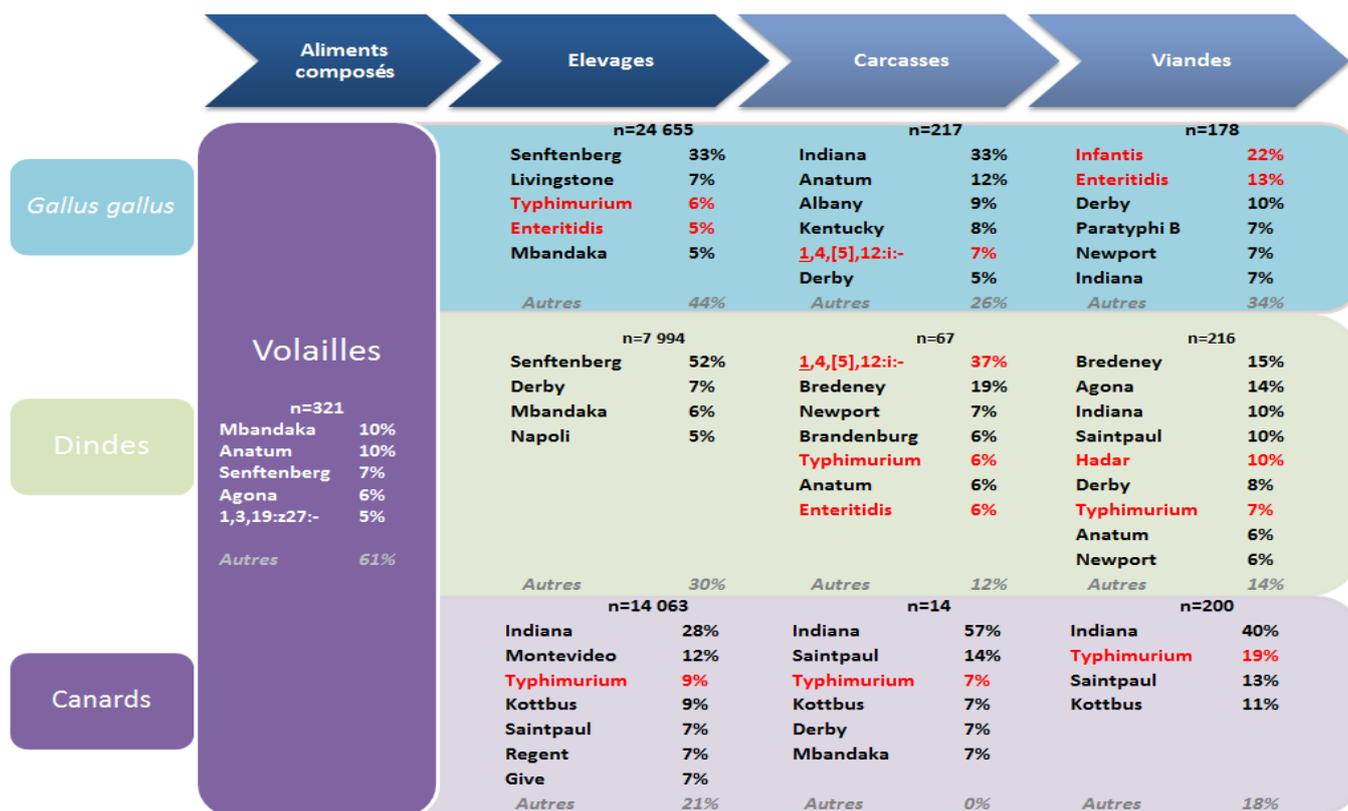


Figure 7 : Importance relative des sérovars majoritaires isolés en filières avicoles, aux différents maillons de la chaîne alimentaire, d'après les données du Réseau *Salmonella*, collectées entre 2009 et 2015. Pour les aliments composés, l'espèce animale de destination n'est pas précisée. Les sérovars réglementés pour les filières *Gallus gallus* et dindes sont indiqués en rouge. « n » représente le nombre total d'isolats. Les sérovars dits « majoritaires » correspondent aux sérovars pour lesquels la proportion relative est supérieure ou égale à 5 %, de l'ensemble des souches recensées dans la catégorie considérée.

3.3.2.1.2 Données issues du LNR « Salmonelloses aviaires » pour la période 2009-2015

La souchothèque réglementaire du LNR (Annexe 4) permet non seulement de détecter l'émergence de certaines souches de *Salmonella* spp., mais également de suivre l'évolution temporelle de sérovars particuliers présents dans les élevages avicoles. L'analyse des dix premiers sérovars, pour la période 2009-2015, permet de mettre l'accent sur la proportion de *S. Senftenberg* isolé dans ces filières, sérovant majoritaire entre 2011 et 2015. Ce bilan souligne également l'importance de *S. Mbandaka*, *S. Indiana* et *S. Montevideo* et leur évolution en fonction des années (Figure 8).

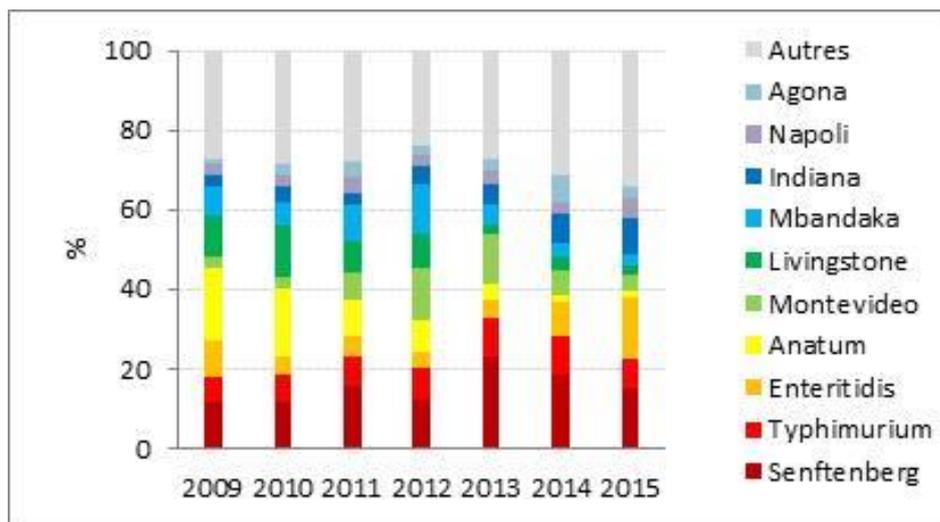


Figure 8 : Répartition de la proportion relative annuelle de chaque sérovar dans les élevages avicoles pour la période 2009-2015

L'analyse de la proportion relative respective des cinq sérovats réglementés dits «d'intérêt en santé publique» sur la totalité des souches reçues au LNR (Figure 9-A) montre, dans un premier temps, une diminution de leur proportion entre 2009 et 2012 puis, depuis 2014, une importante augmentation pouvant s'expliquer par une recrudescence du nombre de souches de *S. Enteritidis* (Figure 9-B). Par ailleurs, si *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* font partie des sérovats majoritaires isolés dans les filières avicoles, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow* sont en proportion stable entre 2009 et 2015, mais ne figurent pas parmi les dix sérovats majoritairement isolés (Figure 8).

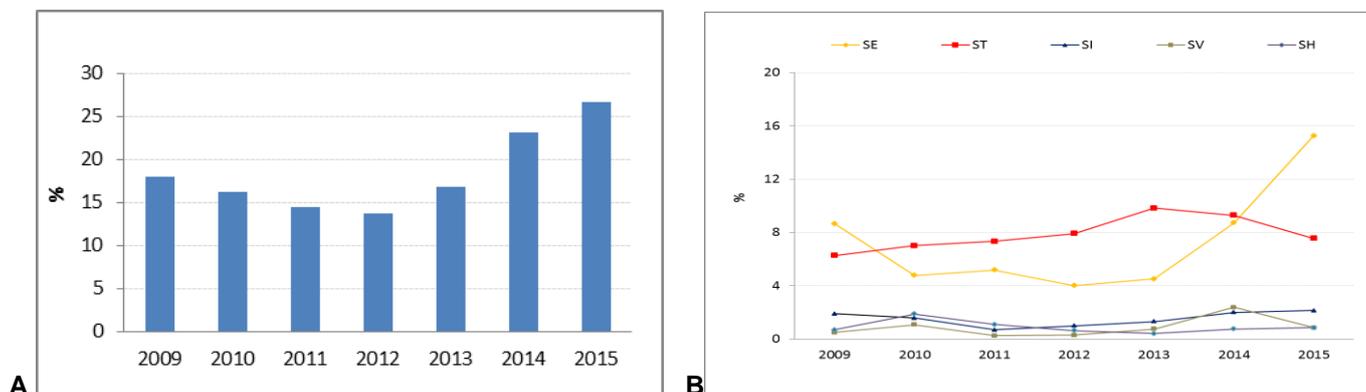


Figure 9 : Proportion de l'ensemble des 5 sérovats réglementés (Fig. 9-A) et leur évolution entre 2009 et 2015 (Fig. 9-B) dans les filières avicoles (SE : *S. Enteritidis*, ST : *S. Typhimurium*, SH : *S. Hadar*, SI : *S. Infantis* et SV : *S. Virchow*)

3.3.2.1.3 Données issues des enquêtes nationales et européennes pour la période 2004-2010

Afin d'avoir une estimation de la prévalence de *Salmonella* spp. dans les filières avicoles, 6 enquêtes épidémiologiques européennes ont été menées, entre 2004 et 2010, dans des systèmes de productions animales (élevages et abattoirs) d'une part, et sur des produits d'origine animale destinés à la consommation humaine, au niveau national (enquêtes DGAL) d'autre part :

- Enquête épidémiologique sur la contamination par *Salmonella* spp des troupeaux de poules pondeuses d'œufs de consommation, en fin de production, pendant la période 2004-2005 ;
- Enquête épidémiologique sur la contamination par *Salmonella* spp. des troupeaux de poulets de chair pendant la période 2005-2006 ;
- Enquête épidémiologique sur la contamination par *Salmonella* spp. des troupeaux de dindes de production et de reproduction pendant la période 2006-2007 ;
- Enquête épidémiologique sur la prévalence de *Salmonella* spp. sur les carcasses de poulets de chair en France en 2008 ;
- Contamination des produits de distribution de poulets de chair par *Salmonella* spp., en 2009 ;
- Contamination par *Salmonella* spp. des produits de poulets de chair et dindes, à la distribution, en 2010.

Ces enquêtes ont permis d'estimer à 17,7 % la prévalence de *Salmonella* spp. dans les élevages de poules pondeuses pour l'année 2004-2005 (Huneau-Salaun *et al.*, 2009), à 8,6 % dans les élevages de poulets de chair pour l'année 2005-2006 (Le Bouquin *et al.*, 2010) et à 15,6 % et 1,5 % respectivement dans les élevages de dindes de production et de reproduction pour l'année 2006-2007 (Aury *et al.*, 2010). L'analyse des sérovars isolés dans ces élevages (Tableau 2) montre une prédominance de *S. Typhimurium* (23,7 %) et *S. Enteritidis* (21,5 %) dans les élevages de poules pondeuses et de *S. Hadar*, *S. Anatum*, *S. Virchow* et *S. Montevideo* (8,3 % chacun) dans les élevages de poulets de chair.

Par ailleurs, l'enquête européenne réalisée en 2008, sur des carcasses de poulets de chair, a permis d'estimer à 7,5 % la prévalence de *Salmonella* spp. (n= 425 carcasses), avec une prédominance de *S. Indiana* (33 %).

Au stade de la distribution, la prévalence de *Salmonella* spp. sur les produits de poulets de chair était de 3,6 % en 2009 et de 1,2 % en 2010, *S. Livingstone* était le sérovar majoritairement isolé durant ces deux années. Les carcasses étaient néanmoins plus contaminées que les produits de découpe avec et sans peau (DGAL, 2010). Pour les produits de dindes, la prévalence de *Salmonella* spp. était estimée à 7,4 % avec une prédominance de *S. Indiana* (53,6 %).

Tableau 2 : Bilan des enquêtes de prévalence de *Salmonella* spp. réalisées entre 2004 et 2010 aux différents stades (élevages, abattoirs, distribution) dans les filières poules pondeuses, poulets de chair et dindes.

Elevages	Année	Nombre d'élevages/lots/ produits	Matrice	Prévalence (%)	Sérovars majoritaires (> 5%) ²⁵
Elevages de poules pondeuses	2004-2005	524	Poussières : 2 Fientes : 5 Ou Pédichiffonnettes : 5	17,7	S. Typhimurium (23,7) S. Enteritidis (21,5) S. Infantis (8,6) S. Mbandaka (8,6) S. Anatum (6,5) S. Braenderup (6,5) S. Tennessee (6,5) S. Livingstone (5,4)
Elevages de poulets de chair	2005-2006	390	Pédichiffonnettes : 5	8,6	S. Hadar (8,3) S. Anatum (8,3) S. Virchow (8,3) S. Montevideo (8,3) S. Mbandaka (5,6) S. Indiana (5,6) S. Enteritidis (5,6) S. Infantis (5,6)
Elevages de dindes	2006-2007	205 (reproducteurs) 302 (production)	Pédichiffonnettes : 5	1,5 15,6	<u>Reproducteurs :</u> S. Enteritidis, S. Kotbus, S. Bradford (4,3) <u>Production :</u> S. Derby (4,3) S. Typhimurium (2) S. Enteritidis (1,7) S. Mbandaka (1,7) S. Hadar (1)
Poulets de chair à l'abattoir	2008	425	1 carcasse /lot	7,5	S. Indiana (33) S. Kottbus (13,9) S. Derby (11,1) S. Brandenburg (8,3) S. Agona (5,6) S. Montevideo (5,6) S. Anatum (5,6)
Produits de poulets de chair à la distribution	2009	361	Carcasses, cuisses, filets	3,6	S. Livingstone (23) S. Kottbus (22,2) S. Indiana (11,1) S. Typhimurium (11,1) S. Mbandaka (11,1) S. Albany (11,1) S. Bredeney (7,7) S. Bareilly (7,7)
Produits de poulets de chair à la distribution	2010	330	Carcasses, cuisses, filets	1,2	S. Livingstone (54,5) S. Indiana (27,3) S. Lille (18,2)
Produits de dindes à la distribution	2010	323	Carcasses, cuisses, rôtis, filets	7,4	S. Indiana (53,6) S. Derby (14,3) S. Anatum (9,5) S. Typhimurium (7,1)

²⁵ Pour les élevages de dindes, toutes les prévalences ont été reportées car elles étaient toutes inférieures à 5 %.

3.3.2.2 Filières porcine et ruminants

Les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Infantis* et *S. Rissen*, deux sérovars majoritairement isolés d'aliments destinés aux porcs, sont également détectés parmi les cinq ou six sérovars isolés en élevage de porcs, sur les carcasses, et à partir de viandes de porc. La contamination de la filière porcine par les sérovars *S. Rissen* et *S. Infantis*, pourrait donc résulter d'une contamination initiale des aliments composés destinés aux porcs. D'autres sérovars (*S. Derby*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique *S.1,4,[5],12:i:-*), bien que très largement identifiés aux autres stades de la filière porcine, ne sont pas retrouvés parmi ceux isolés majoritairement dans les aliments composés²⁶. Par ailleurs, une enquête nationale menée en 2010, sur des produits de porcs prélevés au stade de la distribution (327 produits : viandes hachées, côtes, rôtis, filets mignons, rouelles, jarrets, escalopes) a permis d'estimer la prévalence de *Salmonella* spp. à 2,5 %. Les sérovars majoritairement identifiés étaient *S. Derby* (51,9 %), *S. Typhimurium* (22,1 %), *S. 1,4,[5],12:i:-* (11 %) et *S. Infantis* (11 %).

Concernant la filière bovine, *S. Mbandaka* arrive en tête de liste des sérovars majoritairement isolés dans les aliments composés (30 %). Ce sérovar figure également parmi les 5 majoritairement isolés dans les élevages bovins (15 %), sur les carcasses (9 %) et dans les prélèvements de viandes bovines (6 %) (Figure 10). Cette observation s'applique également, dans une moindre mesure, au sérovar *S. Montevideo*.

Finalement, que ce soit pour la filière de production porcine ou bovine, les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Typhimurium* est largement identifié dans les élevages, sur les carcasses et dans les viandes. Absent parmi les sérovars majoritairement isolés dans les aliments pour animaux, il est cependant détecté dans les aliments composés, avec une proportion relative de 2 % pour ces deux filières²⁷.

²⁶ Seule une partie des autocontrôles, réalisés sur ces aliments, est recensée par le Réseau en vue de confirmer le sérovar de la souche *Salmonella*.

²⁷ Pour les aliments composés destinés aux porcs, seule une souche de *S. Typhimurium* a été isolée pour la période 2009-2015. Pour les aliments composés destinés aux bovins, 7 souches de *S. Typhimurium* ont été isolées pour la même période.

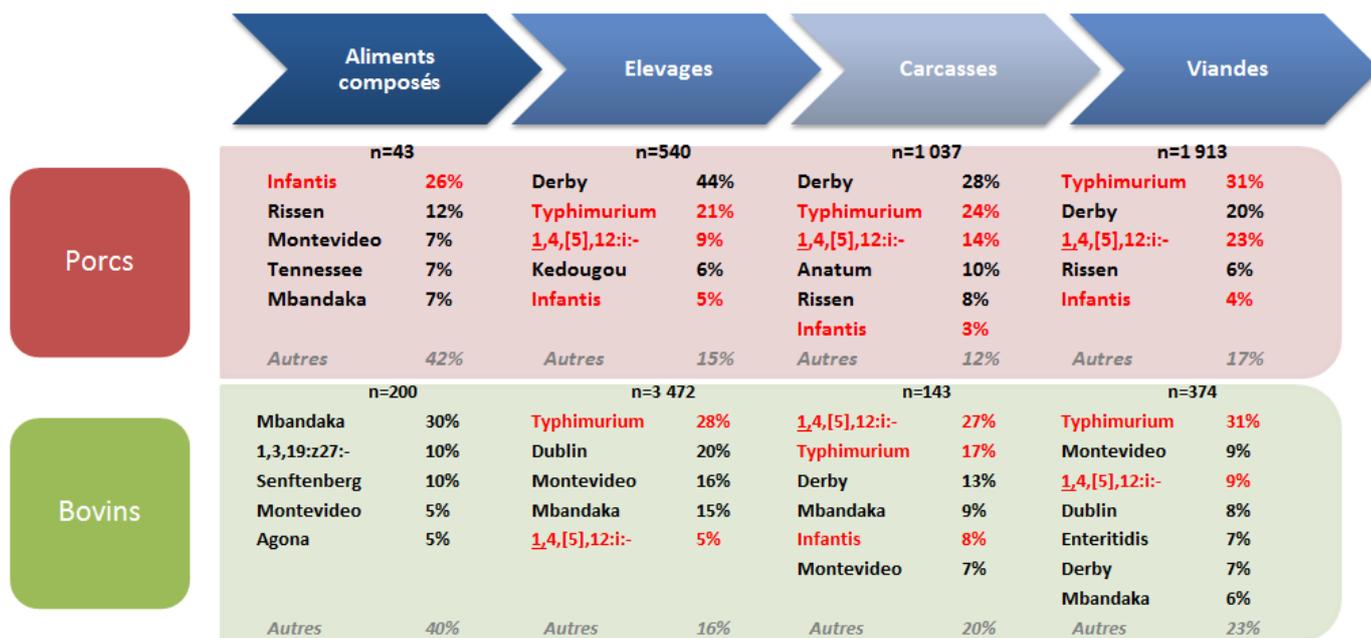


Figure 10 : Importance relative des sérovars majoritaires en filières porcine et ruminants, aux différents maillons de la chaîne alimentaire, selon les données du Réseau *Salmonella* collectées entre 2009 et 2015. Les sérovars réglementés sont indiqués en rouge. « n » représente le nombre total d'isolats. Les sérovars dits « majoritaires » correspondent aux sérovars pour lesquels la proportion relative est supérieure ou égale à 5 % de l'ensemble des souches recensées dans la catégorie considérée.

Les données issues des plans d'autocontrôles réalisés par les professionnels (Oqualim) ainsi que des PS/PC menés par la DGAL et la DGCCRF, montrent de faibles taux de contamination pour les matières premières d'origine végétale (entre 1 % et 2 %) et les aliments composés (0,6 %, 1,4 % et 0,5 % respectivement pour les filières avicoles, porcine et ruminants). Les matrices qui apparaissent les plus contaminées sont les tourteaux de soja, de colza et de tournesol avec des taux de contamination respectivement de 3,4 %, 1,4 % et 1,3 %. Une grande diversité de sérovars est notée dans ces matières premières : à titre d'exemple, pour les tourteaux de soja, le sérovar *S. Mbandaka* est dominant, mais des souches de *S. Typhimurium* et *S. Infantis* sont également détectées. Quant à *S. Enteritidis*, ce sérovar est principalement isolé dans les échantillons de blé et de ses dérivés.

Par ailleurs, les données collectées par le Réseau *Salmonella* entre 2009 et 2015, soulignent certaines spécificités de distribution des sérovars détectés dans les différentes filières de production et aux différents maillons de la chaîne alimentaire : ceci est le cas pour *S. Mbandaka* pour la filière bovine, *S. Infantis* et *S. Rissen* pour la filière porcine et *S. Senftenberg* pour les filières avicoles. Concernant les élevages avicoles « réglementés », les souches collectées annuellement par le LNR *Salmonella* appartiennent majoritairement à une dizaine de sérovars, dont *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis*. Les trois autres sérovars réglementés, à savoir *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow* sont très rarement recensés dans les élevages avicoles (< 3 %). Les données du LNR montrent l'émergence de *S. Senftenberg* depuis 2011 ainsi qu'une nette augmentation de *S. Enteritidis* depuis 2014.

3.3.3 L'alimentation animale, source d'introduction de *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire ? Des éléments de présomption.

Dans ce paragraphe, la présomption d'un lien épidémiologique de contamination entre l'alimentation animale et les autres maillons de la chaîne alimentaire sera abordée en se basant sur :

- L'étude de souches rarement isolées ;
- Le génotypage de souches isolées en alimentation animale et dans les autres maillons de la chaîne alimentaire.

3.3.3.1 Sérovars rares²⁸

Parmi les 227 000 isolats recensés par le Réseau *Salmonella* entre 2001 et 2016, certains d'entre eux appartiennent à des sérovars dits « rares », sur la base de leur très faible fréquence d'isolement et d'une fenêtre temporelle (voire spatiale) très resserrée. D'un point de vue épidémiologique, ces isolats appartenant à un même sérovar rare peuvent raisonnablement être considérés comme reliés. Ainsi, sur l'ensemble des isolats recensés par le Réseau *Salmonella* pendant cette période, seuls 15 appartenaient au sérovar S. 1,3,19:g,p,t,s:-, dont 14 ont été détectés à partir de prélèvements indépendants, réalisés dans des élevages de dindes, de poules pondeuses et de poulets de chair, et 1 en 2011 dans un prélèvement de tourteau de colza, provenant d'un pays européen. La rareté de la détection de ce sérovar, sur une période de 16 années consécutives de surveillance, est un argument en faveur d'un lien épidémiologique entre ces isolats, tout au moins pour ceux détectés en 2011. Cet exemple illustre ainsi la possible contamination des élevages avicoles, à partir de tourteaux de colza contaminés par un sérovar de *Salmonella* spp.

Un autre exemple de sérovar rare concerne S. Llandoff, peu fréquemment isolé en filière bovine. Or, des isolats ont été, dans un premier temps, détectés entre 2009 et 2014, à partir de prélèvements d'aliments composés destinés au bétail, ainsi qu'à partir de matières premières d'origine végétale (tourteaux de soja et colza) et de prélèvements réalisés dans des environnements d'élevages bovins (notamment en filière laitière). Par la suite, en 2014 et 2015, des prélèvements de lait et de fromages se sont avérés contaminés par ce même sérovar. Ces événements de contamination pourraient donc traduire une diffusion, lente mais progressive, de la contamination au sein de cette filière de production animale : il s'agit donc de premiers éléments en faveur d'une possible transmission de S. Llandoff depuis la matière première d'origine végétale, utilisée pour la production d'aliments composés destinés aux bovins, jusqu'aux fromages fabriqués à partir de lait de vache. Pour autant, l'analyse comparative des génomes de ces bactéries permettrait de renforcer cette présomption d'un lien épidémiologique entre ces différents isolats.

3.3.3.2 Génotypage d'isolats lors d'enquêtes nationales

L'analyse des données du LNR montre, depuis 2014, une augmentation du nombre d'isolats de S. Enteritidis dans les élevages avicoles. Cette recrudescence a conduit la DGAL à procéder à une enquête sur les raisons et l'origine de cette augmentation. Pour cela, plus de 300 isolats de S. Enteritidis ont été analysés par la méthode d'électrophorèse en champ pulsé (Pulsed-Field Gel Electrophoresis, PFGE), en utilisant l'enzyme de restriction XbaI. Les résultats du dendrogramme obtenu (Figure 11) conduisent à

²⁸ A la date du rendu de l'AST (Août 2017)

émettre l'hypothèse de la présence d'une souche identique, tant dans l'aliment avant traitement thermique, que dans les élevages de sélection des dindes et de multiplication des canards.

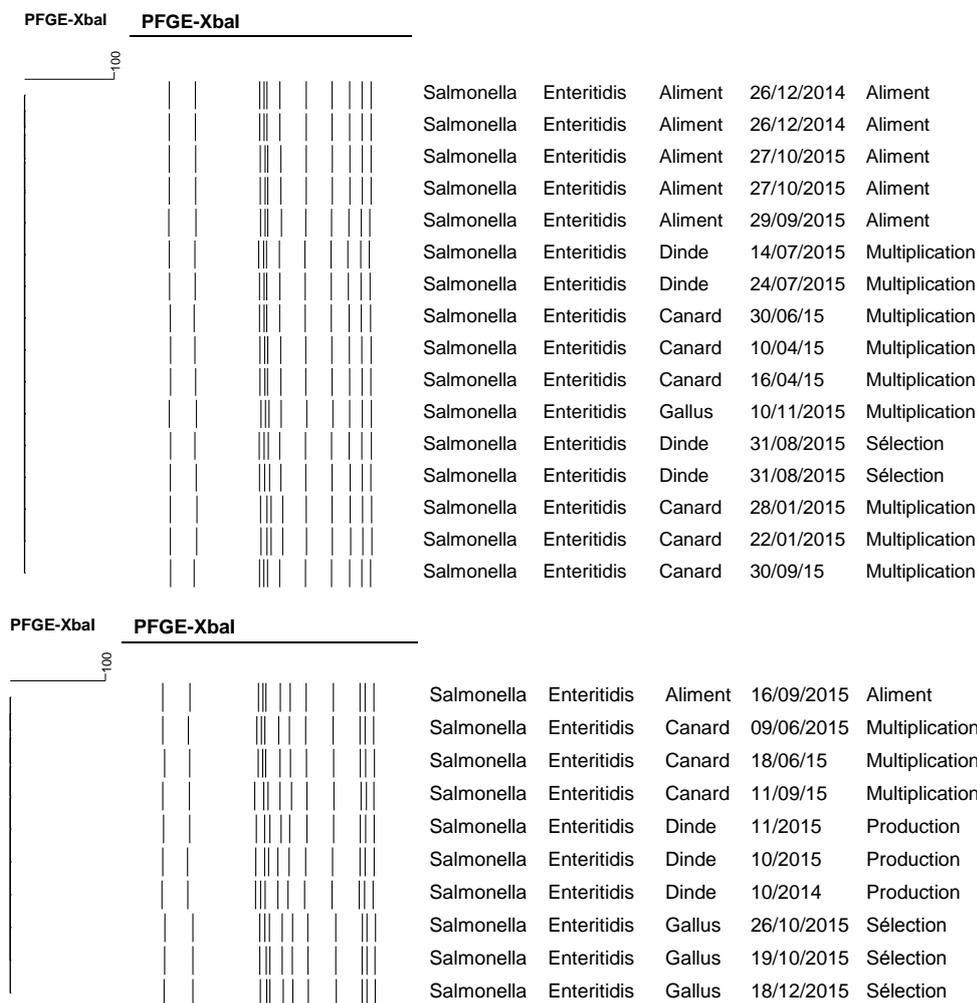


Figure 11 : Extraits du dendrogramme obtenu pour les souches de *S. Enteritidis* issues de l'enquête diligentée par la DGAL (la date indiquée sur le dendrogramme correspond à la date de prélèvement des échantillons).

En conclusion, la présomption d'un lien épidémiologique d'une contamination entre l'alimentation animale et les autres étapes de la chaîne alimentaire, peut être basée sur l'étude de souches rarement isolées. C'est le cas du sérovar *S. Llandoff* en filière bovine ou encore du sérovar *S. 1,3,19:g,p,t,s:-* en filière avicole, dont les exemples cités évoquent une contamination de l'animal par l'aliment. Le génotypage de souches isolées en alimentation animale et aux autres maillons de la chaîne alimentaire, permettrait de renforcer cette première analyse qualitative et l'hypothèse d'un lien épidémiologique. La similarité des profils moléculaires ainsi obtenus par PFGE, pour les souches de *S. Enteritidis* isolées dans l'aliment et dans les différents élevages, est une première approche en faveur d'un transfert de contamination entre cet aliment, et la présence de cette bactérie dans les élevages avicoles.

3.4 Données de surveillance de *Salmonella* spp. chez l'Homme

3.4.1 Situation en Europe

Le tableau 3 présente le nombre de cas confirmés d'infections humaines (cas sporadiques et épidémiques), rapportés en Europe entre 2013 et 2015 (EFSA-ECDC, 2016b). Parmi les sérovars identifiés, les 4 majoritairement isolés (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique ainsi que *S. Infantis*) font partie des 6 sérovars actuellement réglementés, avec une forte prédominance de *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* qui représentent, chaque année, plus de 50 % des souches isolées. Quant à *S. Hadar* et *S. Virchow*, ils ne représentent respectivement que 0,3 % et 0,7 % des isolats humains recensés. Parmi les sérovars non réglementés, *S. Stanley*, *S. Newport* et *S. Derby* sont les plus fréquemment isolés des cas humains en Europe. Ces données soulignent à la fois la grande diversité des sérovars identifiés et l'importance relative des sérovars réglementés (73,8 % en 2015 correspondant aux sérovars *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique, *S. Infantis*, *S. Virchow*, *S. Hadar* et *S. Kentucky*). Malgré une légère ré-augmentation du nombre de cas de salmonelloses, entre 2014 et 2015 (de 92 007 à 94 625 cas), la tendance à long terme est toujours une régression, se traduisant par une diminution de 41 % des foyers épidémiques depuis 2010 (EFSA-ECDC, 2016b).

Tableau 3 : Distribution du nombre de cas confirmés de salmonelloses humaines recensés en Europe en 2013, 2014 et 2015 selon le séovar (EFSA-ECDC, 2016b)

Sérovars	2013			2014			2015		
	Cas déclarés	Etats-membres	%	Cas déclarés	Etats-membres	%	Cas déclarés	Etats-membres	%
Enteritidis	29 090	27	39,5	32 874	27	44,4	31 829	26	45,7
Typhimurium	14 852	27	20,2	12 866	27	17,4	10 997	26	15,8
Variante monophasique Typhimurium 1.4.[5].12:i-	6 313	14	8,6	5 773	13	7,8	5 770	15	8,3
Infantis	2 225	26	3	1 841	26	2,5	1 585	24	2,3
Stanley	813	21	1,1	757	23	1	763	22	1,1
Newport	714	21	1	752	20	1	725	19	1
Derby	818	21	1,1	753	23	1	648	21	0,9
Kentucky	651	23	0,9	605	21	0,8	506	18	0,7
Virchow	571	22	0,8	509	22	0,7	504	21	0,7
Paratyphi B var. Java	348	16	0,5	388	15	0,5	434	17	0,6
Agona	581	24	0,8	378	23	0,5	374	15	0,5
Bovismorbificans	412	20	0,6	440	21	0,6	372	20	0,5
Napoli	434	14	0,6	333	14	0,4	366	13	0,5
Oranienburg	274	17	0,4	261	17	0,4	305	15	0,4
Saintpaul	401	19	0,5	374	19	0,5	274	17	0,4
Thompson	255	19	0,3	167	18	0,2	262	17	0,4
Chester	111	13	0,2	294	18	0,4	260	13	0,4
Panama	352	16	0,5	244	15	0,3	258	13	0,4
Braenderup	245	19	0,3	276	17	0,4	238	15	0,3
Hadar	267	20	0,4	286	16	0,4	235	19	0,3
Autres	13 900	—	18,9	13 845	—	18,7	12 958	—	18,6
Total	73 627	27	100	74 016	27	100	69 663	26	100

3.4.2 Situation en France

En France, l'évolution des sérovars les plus impliqués en médecine humaine (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique), entre 1983 et 2016, est indiqué sur la figure 12. A partir de la fin des années 90, une diminution du nombre de cas des infections humaines à *Salmonella* spp. est remarquée. Celle-ci a pu être corrélée à la mise en place, en France, de la Directive 92/117/CEE qui ciblait les filières avicoles et certains sérovars réglementés (Poirier *et al.*, 2008). Si la diminution est plus limitée, voire absente, pour *S. Typhimurium* et *S. Infantis*, l'impact a été net pour *S. Enteritidis*, *S. Hadar* et *S. Virchow*, notamment à partir des années 2000. En effet, le bilan établi par le CNR et Santé Publique France, pour la période 2000-2016, montre que ces deux derniers sérovars présentent un nombre d'isolats humains en constante diminution depuis plus d'une décennie (Tableau 4). Concernant *S. Enteritidis*, il est important de noter, depuis 2014, une ré-augmentation du nombre de souches isolées de ce sérovar (Figure 12).

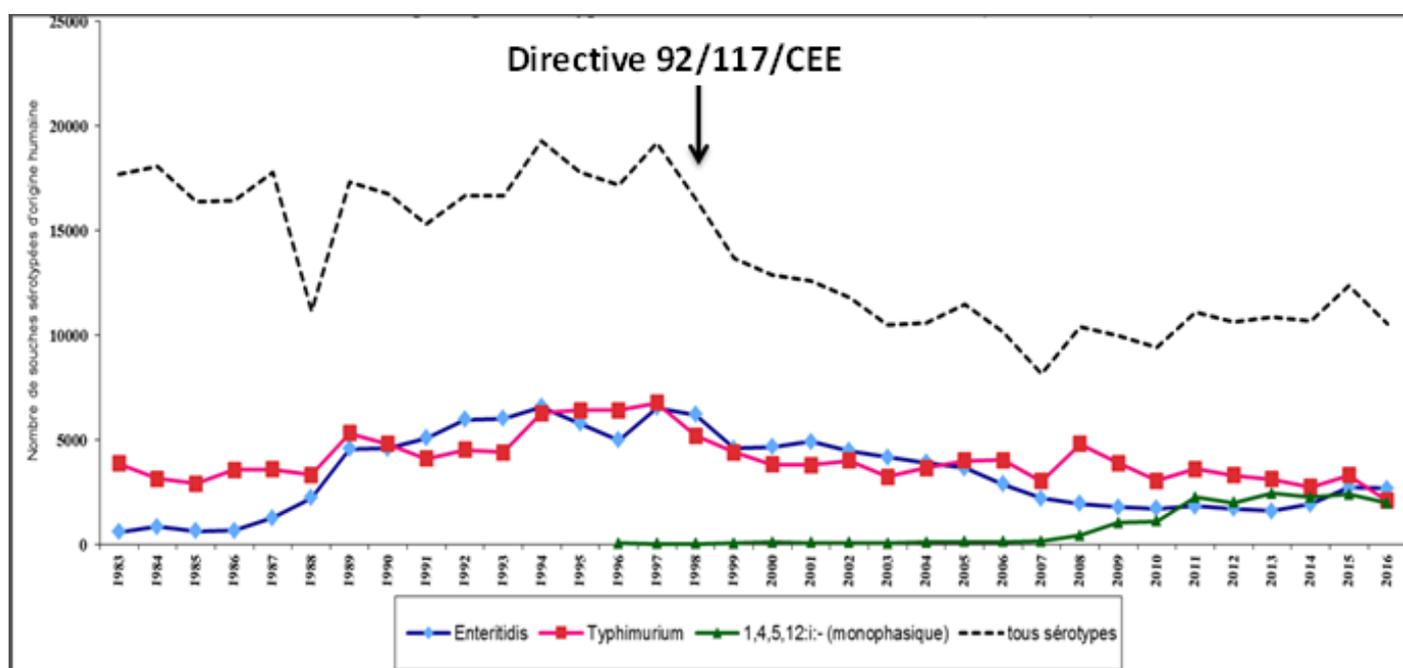


Figure 12 : Evolution des sérovars majoritaires de *Salmonella* spp. isolés chez l'Homme entre 1983 et 2016 (Weill *et al.*, 2016)

Par ailleurs, il est intéressant de noter que *S. Heidelberg*, sérovar reconnu pour être inféodé aux filières avicoles et présent parmi les 5 sérovars identifiés par le CNR en 2000, n'est plus retrouvé parmi les 20 principaux isolés les années suivantes (Tableau 4). En revanche, le sérovar *S. Derby* présente une grande stabilité du nombre d'isolats humains recensés chaque année par le CNR. Les données de surveillance du Réseau *Salmonella* indiquent que ce sérovar, non réglementé, est plus fréquemment isolé en filière porcine.

Tableau 4 : Répartition des 20 principaux sérovars de *Salmonella* spp. entre les années 2000 et 2016 en France (extrait de Weill et al., 2016).

	2000	2005	2010	2015	2016
1	Enteritidis (4656)	Typhimurium (3992)	Typhimurium (3027)	Typhimurium (3288)	Enteritidis (2651)
2	Typhimurium (3800)	Enteritidis (3638)	Enteritidis (1711)	Enteritidis (2696)	Typhimurium (2071)
3	Hadar (787)	Agona (274)	<u>1</u> ,4,[5],12:i:- (1098)	<u>1</u> ,4,[5],12:i:- (2370)	<u>1</u> ,4,[5],12:i:- (1958)
4	Virchow (321)	Infantis (210)	Kentucky (208)	Infantis (224)	Infantis (251)
5	Heidelberg (226)	Typhi (187)	Newport (191)	Derby (215)	Panama (174)
6	Infantis (209)	Derby (158)	Typhi (181)	Newport (171)	Kentucky (170)
7	Brandenburg (187)	Hadar (147)	Derby (167)	Kentucky (169)	Newport (158)
8	Derby (164)	Virchow (142)	Panama (148)	Napoli (149)	Typhi (157)
9	Typhi (152)	Newport (133)	Infantis (128)	Dublin (135)	Dublin (143)
10	Newport (137)	Panama (124)	Napoli (100)	Panama (129)	Chester (113)
				Typhi (129)	Derby (113)
11	Panama (125)	<u>1</u> ,4,[5],12:i:- (101)	Dublin (81)		
12	Dublin (105)	Manhattan (95)	Hadar (76)	Chester (113)	Saintpaul (104)
13	Indiana (87)	Napoli (93)	Corvallis (70)	Hadar (79)	Paratyphi B Java (90)
14	Blockley (83)	Indiana (86)	Kottbus (66)	Saintpaul (78)	Napoli (82)
			Virchow (66)		
15	<u>1</u> ,4,[5],12:i:- (75)	Brandenburg (82)		IIIa. 48:z4,z23:- (73)	Poona (81)
16	Bredeney (63)	Dublin (73)	Saintpaul (64)	Agona (67)	Hadar (76)
17	Bovismorbificans (58)	Manhattan (62)	Montevideo (61)	Coeln (65)	Weltevreden (73)
18	Livingstone (56)	Worthington (55)	Rissen (60)	Virchow (63)	Agona (68)
19	Montevideo (51)	Kentucky (48)	Bovismorbificans (59)	Rissen (62)	Virchow (60)
20	Agona (50)	Dublin (45)	Brandenburg (56)	Weltevreden (60)	ParatyphiA (58)

Enfin, le CNR note l'émergence d'autres sérovars, en particulier :

- *S. Dublin* associé à la filière laitière et lié à une épidémie consécutive à la consommation de fromages au lait cru, en 2015 et 2016 ;
- *S. Kentucky*, dont le cas est développé ci-après.

3.4.3 Cas particulier de *S. Kentucky*

La souche de *S. Kentucky* CIP-R (aussi appelée dans la littérature ST198-X1) a émergé sur le continent africain, il y a une quinzaine d'années, avant de s'étendre rapidement au Moyen-Orient, à l'Asie et maintenant à l'Europe. Au fil des années, elle a semblé accumuler de nombreux gènes de résistance pour être, aujourd'hui, considérée comme une bactérie hautement résistante aux antibiotiques. Son réservoir semble être la filière avicole. L'épidémie est maintenant considérée comme mondiale, la plupart des cas humains se rapportant à un voyage récent en Afrique du Nord. En France, le CNR signale, depuis 2002, l'émergence de salmonelloses humaines causées par des souches de *S. Kentucky* hautement résistantes aux fluoroquinolones et liées au clone ST198-X1 (Le Hello *et al.*, 2011). Ces souches sont majoritairement résistantes à la fois aux bêta-lactamines et aux fluoroquinolones qui sont les deux familles recommandées pour le traitement des salmonelloses humaines sévères ou invasives. Toutefois, 11 % de l'ensemble des patients français détectés par le CNR depuis 2002, ne rapportent aucun voyage à l'étranger dans les 2 mois précédents les symptômes (Le Hello *et al.*, 2013). Les possibilités d'une contamination secondaire ou de la consommation de produits importés contaminés, doivent donc être envisagées. La Pologne a rapporté en 2010, la contamination de sa filière de production de dindes par *S. Kentucky* CIP-R (Wasył *et al.*, 2012). Les données européennes publiées chaque année par l'EFSA et l'ECDC²⁹ montrent que dès 2013, *S. Kentucky* était le 8^{ème} sérovar causant des salmonelloses humaines dans l'UE, avec 82 % de ces cas causés par *S. Kentucky* CIP-R. La même année, *S. Kentucky* CIP-R était retrouvée dans les filières de production de volailles (*Gallus gallus* ou dindes, environnement d'élevage ou carcasses à l'abattoir) dans 6 Etats membres (Italie, Espagne, Roumanie, Hongrie, République Tchèque et Pologne) (EFSA-ECDC, 2015). En 2014, Chypre est venue s'ajouter à cette liste en déclarant des échantillons positifs dans des élevages de *Gallus gallus* (EFSA-ECDC, 2016a).

En France, depuis 2010, on observe une stabilité du nombre de cas rapportés, avec 137 cas annuels en moyenne (Figure 13). Bien qu'aucun prélèvement officiel français destiné à la surveillance réglementaire de l'antibiorésistance, n'ait mis en évidence cette souche chez les animaux producteurs de denrées alimentaires (Décision 2013/652/UE), le Réseau *Salmonella* a détecté au dernier trimestre 2012, la contamination de deux élevages de dindes dans le Morbihan (Guillon *et al.*, 2013). Les investigations ont conclu à l'introduction de cette souche après un voyage d'éleveurs au Maroc, zone endémique de circulation de cette souche. L'intervention qui s'en est suivie par les autorités a permis de contrôler cette contamination et a motivé la décision du ministère de l'agriculture de classer, par l'arrêté ministériel du 17 février 2015 et à titre temporaire, *S. Kentucky* en tant que danger sanitaire de 1^{ère} catégorie.

²⁹ European Centre for Disease Prevention and Control

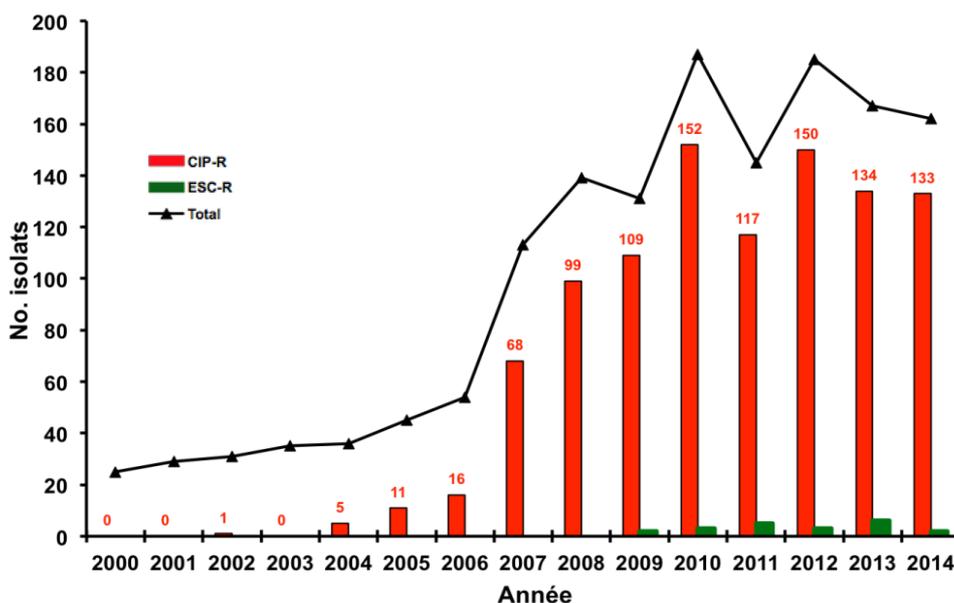


Figure 13 : Evolution du nombre de souches de *S. Kentucky* détectées au CNR selon leur profil de résistance (Source : CNR *E. coli*, *Shigella* et *Salmonella*, Institut Pasteur)

En conclusion, les trois sérovars les plus isolés en santé humaine (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique) représentent plus de 70 % des isolats enregistrés par le CNR, sans présenter pour autant de caractère de virulence accrue chez l’Homme. D’autres sérovars doivent être surveillés au regard de leur stabilité à tenir le second rang par rapport à ceux majoritairement isolés (*S. Derby*, *S. Newport* et *S. Infantis*) ou pour leur potentiel épidémique élevé (*S. Kentucky* résistante à haut niveau la ciprofloxacine).

3.5 Réponses aux questions de la saisine

Question 1 : Évaluer, au regard de la situation épidémiologique actuelle dans les élevages français, le rôle de l'alimentation animale comme « vecteur » d'introduction de *Salmonella* spp. (quel que soit le sérovar), dans les élevages et par voie de conséquence comme source de contamination des denrées alimentaires pour les différentes filières animales

- Eclairage apporté par les données de surveillance

Les échanges de matières premières pour l'alimentation des animaux producteurs de denrées alimentaires ont une dimension internationale. Ils influencent la diffusion et l'émergence de *Salmonella* spp. sur le territoire national et impactent au final la situation épidémiologique française. Cette dernière doit donc être considérée au regard des bilans épidémiologiques européens et internationaux disponibles. Les éléments de réponse présentés proviennent principalement des bilans de surveillance français (Réseau *Salmonella*, LNR, données Oqualim et PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF), des données collectées par l'EFSA pour l'année 2015 (EFSA-ECDC, 2016b) ainsi que de la littérature scientifique dont les résultats concernent majoritairement des situations épidémiologiques observées au-delà de l'Europe.

Avant d'apporter les éléments de réponse sur la transmission de *Salmonella* spp. de l'aliment vers l'animal et par conséquent vers les denrées alimentaires, rappelons que les données d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF montrent de faibles taux de contamination par *Salmonella* spp. dans les matières premières d'origine végétale (entre 1 % et 2 %), le tourteau de soja étant la matrice la plus contaminée (3,4 % selon les données de la DGCCRF). Ces observations sont en cohérence avec celles de l'EFSA pour l'année 2015, qui indiquent que les matières premières du type « dérivés de soja » présentaient le taux de contamination le plus élevé en salmonelles (3,7 % sur 3 404 prélèvements). Concernant les aliments composés, les données d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF montrent de faibles taux de contamination, soit de 0,6 %, 1,4 % et 0,5 % respectivement pour les filières volailles, porcine et ruminants. Ces observations concordent également avec celles de l'EFSA qui montrent que la contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés demeurait très faible, en 2015, pour les trois principales filières : 0,51 %, 0,67 % et 1,20 %, pour les aliments destinés respectivement aux volailles, aux porcs et aux bovins. Les données collectées par le Réseau *Salmonella* et le LNR traduisent, qualitativement, la situation épidémiologique française rencontrée entre 2009 et 2015. Dans ce cadre, le sérovar *S. Senftenberg* a été détecté principalement dans les aliments destinés aux filières avicoles et dans les élevages de poulets de chair, de poules pondeuses et de dindes. Quant à *S. Infantis* et *S. Rissen*, deux sérovares majoritairement isolés d'aliments destinés aux porcs, ils ont également été détectés dans les élevages porcins, sur les carcasses et dans les viandes porcines. Concernant la filière bovine, les données collectées soulignent la prépondérance du sérovar *S. Mbandaka*, détecté dans les aliments composés ainsi qu'en élevages, sur les carcasses et dans les prélèvements de viandes bovines. Ces données françaises sont cohérentes avec le bilan de la surveillance des sérovares dressée en Grande Bretagne : l'analyse rétrospective des données de surveillance, collectées entre 1993 et 2006, par le DEFRA³⁰ et VLA³¹, dresse l'état des lieux de la contamination, par *Salmonella* spp., des matières premières et des aliments destinés aux animaux. Cette collecte basée sur le volontariat a recensé, sur une période de 14 ans, 19 187 isolats dans les matières premières (2/3) et aliments finis (1/3), avec une diversité importante des sérovares (n=263). Les tourteaux d'oléagineux étaient les matrices les plus souvent contaminées. Cependant, cette étude n'a pas permis de mettre en évidence, pour les dix sérovares majoritaires, une corrélation entre leur isolement dans les

³⁰ Department for Environment, Food and Rural Affairs

³¹ Veterinary Laboratories Agency

aliments pour animaux et dans les élevages (Papadopoulou *et al.*, 2016). Les sérovars *S. Mbandaka*, *S. Senftenberg*, *S. Tennessee* et *S. Agona* étaient ceux majoritairement isolés dans les aliments composés destinés aux ruminants, aux porcs et aux volailles. Par ailleurs, les 5 sérovars « réglementés » ont été détectés dans des aliments composés destinés aux volailles, et *S. Typhimurium* et *S. Infantis* dans des aliments destinés aux bovins et porcs. Enfin, le soja était la matière première végétale la plus fréquemment contaminée.

En ce qui concerne les données européennes, les sérovars isolés en alimentation animale en 2015 étaient variés, et chacun d'entre eux était représenté en très faible nombre (EFSA-ECDC, 2016b)³² :

- aliments pour bovins : *S. Idikan*, *S. Tennessee*, *S. Indiana*, *S. Kentucky*, *S. Kedougou*, *S. Agona* et *S. Orion* ;
- aliments pour porcs : *S. Nottingham*, *S. Carno*, *S. Orion*, *S. Senftenberg*, *S. Tennessee*, *S. Kedougou*, *S. Coeln*, *S. enterica* subsp. *salamae* ;
- aliments pour *Gallus gallus* : *S. Senftenberg*, *S. Mbandaka*, *S. 1,4,[5],12:i:-*, *S. Derby*, *S. Agona*.

Cependant, ces données ne permettent pas de différencier les produits domestiques de ceux importés, ni de comparer les résultats entre les Etats membres. Malgré les biais liés au manque d'harmonisation des modalités de surveillance et de collecte dans les Etats membres, elles permettent cependant d'obtenir des informations précieuses d'estimation qualitative des principaux sérovars de *Salmonella* spp. détectés annuellement dans les différents pays et secteurs d'activités.

Il convient de considérer ces différents résultats de surveillance en relation avec les spécificités du secteur de l'alimentation animale, à savoir les grands tonnages de production, l'hétérogénéité de la répartition de *Salmonella* spp. dans les lots d'aliments produits (Schelin *et al.*, 2014), l'effet masquant de certains traitements des aliments pour la recherche de ce microorganisme, ainsi que l'impact de la faible activité de l'eau (a_w) des matrices, sur la perte de cultivabilité des cellules bactériennes et le passage des bactéries à un état viable mais non cultivable (Koyuncu *et al.* 2013 ; Maciorowski *et al.*, 2006). Toutes ces considérations soulignent l'importance de la variabilité (dûe au caractère hétérogène de la contamination) et des incertitudes (dûes au manque de connaissances pour caractériser précisément les phénomènes biologiques) liées à l'estimation des taux de contamination de ces matrices.

³² http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/documents/4634a_salmonella.zip,
16/04/2018

- Eclairage apporté par l'analyse de la bibliographie scientifique

En plus de ces données de surveillance françaises et européennes, une analyse de la littérature scientifique a été menée, afin d'identifier les éléments de réponse en faveur d'une démonstration de la transmission de *Salmonella* spp. de l'aliment vers l'animal, et par conséquent vers les denrées alimentaires. Cependant, cette analyse bibliographique a révélé un point de faiblesse : de nombreuses études présentaient des protocoles de prélèvements ne permettant pas de conclure sur le lien de causalité, en raison d'un manque de précisions sur le site, le moment ou les modalités de réalisation des prélèvements. A la lecture de ces publications, il a très souvent été impossible d'exclure totalement l'intervention d'un autre facteur de contamination, en élevage par exemple, permettant d'affirmer que la contamination provenait de l'aliment délivré à l'animal.

Malgré ce constat limitant cette analyse bibliographique, certains auteurs ont publié des études intéressantes qui établissent, avec précision, le transfert de *Salmonella* spp. à l'animal, à partir de l'aliment contaminé en amont de son arrivée en élevage. Ainsi, une étude japonaise démontre que la contamination par *S. Senftenberg* d'un grand nombre d'élevages de poulettes et de poules pondeuses, survenue au Japon en 2012, résultait d'une très faible contamination initiale (n=6/5 816 soit 0,1 % des échantillons analysés) de l'aliment issu d'un site de fabrication et livré, par camions, dans ces différents élevages. Pendant une période de 6 mois, des prélèvements ont été réalisés dans l'environnement de ces élevages et sur chaque lot d'aliments au moment de la livraison. Tous les isolats détectés présentaient le même profil PFGE, renforçant ainsi l'hypothèse d'une transmission à partir de l'aliment, indépendamment de toute autre source environnementale issue de l'élevage (Shirota *et al.*, 2012).

Par ailleurs, une anazootie³³ à *S. Cubana* survenue en Suède en 2003, dans une cinquantaine d'exploitations porcines, a fait l'objet d'une étude en temps réel, d'évaluation des facteurs de risque de contamination de ces élevages. Ces investigations ont permis de démontrer que les aliments composés (formule à base de dérivés de soja), destinés aux porcs et produits dans une usine de fabrication d'aliments distante des élevages, étaient à l'origine de la contamination d'un grand nombre d'exploitations porcines (Osterberg *et al.*, 2006).

De même, une étude a été menée dans deux entreprises intégrées de production et d'abattage de volailles, au Royaume-Uni, entre novembre 1997 et février 2000. Parmi les seize et onze sérovars isolés respectivement des usines d'aliments des deux entreprises, neuf et six d'entre eux ont également été isolés à l'abattoir (Davies *et al.*, 2001). Au final, certains sérovars de *Salmonella* spp., détectés dans les usines d'aliments et les couvoirs, ont été également isolés dans les élevages de poulets de chair et sur les carcasses. Cependant, le niveau de caractérisation des isolats se limite à la détermination du sérovar, mais le caractère intégré des entreprises permet de renforcer l'hypothèse d'une transmission de *Salmonella* spp. de l'aliment à l'animal, sans exclure totalement une possible contamination d'origine externe.

Dans son document de 2008, l'EFSA rapporte les résultats d'études complémentaires à celles décrites ci-dessus, montrant également un lien entre la contamination d'aliments pour animaux et l'infection de poulets, dindes, porcs ou bovins. Néanmoins, certaines études révèlent l'existence d'une contamination des aliments composés et l'absence de détection de ces mêmes sérovars chez les animaux consommateurs. Un effet protecteur de la microflore endémique de la ferme, des conditions de stockage des aliments propices à la réduction de la contamination de l'aliment et d'autres facteurs seraient probablement en jeu (EFSA, 2008).

³³ Maladie animale dont les cas ont une seule et même source / ou bien maladie animale dont tous les cas ont été contractés à partir d'une source commune (Toma *et al.*, 2010)

Le rôle de l'aliment fabriqué à l'usine peut, dans de très rares cas, être associé à une infection humaine. Ainsi, lors de l'épisode de salmonelloses humaines survenu en 2000, en Suède et en Norvège, il a pu être démontré, par la mise en œuvre de méthodes de caractérisation moléculaire, la présence d'une même souche de *S. Livingstone*, détectée deux ans auparavant dans une usine de fabrication d'aliments destinés aux volailles (Eriksson *et al.*, 2005). De même, un épisode de grande ampleur concernant 159 cas de salmonelloses humaines à *S. Mbandaka*, est survenu en Autriche, en avril 2010. Un lien épidémiologique a pu être établi entre ces cas humains et la contamination de 226 troupeaux de poules pondeuses et des œufs de consommation, qui en étaient issus. En effet, tous ces isolats présentaient le même profil moléculaire PFGE, lui-même identique à celui d'un isolat détecté dans une seule usine, fournisseur d'aliments auprès de l'ensemble de ces troupeaux (Allerberg, 2012). Par ailleurs, en 1986 et durant la décennie suivante, en Thaïlande, l'émergence de *S. Blockley* a été observée, tout au long de la chaîne alimentaire, incluant l'élevage, les produits transformés à base de poulets de chair et certains plats cuisinés (Bangtrakulnonth *et al.*, 1994).

Enfin, une étude danoise concernant des données de surveillance collectées entre 1999 et 2003, a estimé le nombre de cas de salmonelloses humaines attribuable à la contamination par *Salmonella* spp. de l'alimentation animale à base de soja, par comparaison des sérovars isolés dans l'aliment, chez les porcs, les bovins et l'homme (Hald *et al.*, 2006). Ces auteurs ont observé que 49,5 % des 91 sérovars identifiés ont été trouvés à la fois chez les animaux de production, dans les aliments destinés aux porcs ou aux bovins et chez l'Homme. Au total, 91 % des sérovars isolés chez l'Homme ont été également trouvés chez les animaux de production, et 56 % dans les aliments destinés aux porcs ou aux bovins. Ainsi, durant cette période, 14,4 % des cas de salmonelloses humaines auraient été causés par des sérovars également isolés à partir des aliments à base de soja pour porcs ou bovins (ou pendant leur processus de fabrication). Le modèle d'analyse de risque développé par les auteurs a permis d'estimer que **jusqu'à 2,1 % des cas de salmonelloses humaines d'origine alimentaire, contractés sur le territoire national, au cours de la période 1999-2003, pouvaient être attribués à la contamination initiale d'aliments** destinés aux porcs ou aux bovins. Les dix sérovars majoritairement détectés dans l'alimentation animale à base de soja étaient, par ordre d'importance décroissant : *S. Agona*, *S. Senftenberg*, *S. Kentucky*, *S. Newport*, *S. Tennessee*, *S. Infantis*, *S. Mbandaka*, *S. Oranienburg*, *S. Rissen* et *S. Livingstone*.

En conclusion, la contamination par *Salmonella* spp. des matières premières végétales et des aliments composés demeure un événement rare (taux de contamination de l'ordre de 1 % à 2 %). Cependant, cette contamination peut entraîner celle des animaux et de leur environnement et par voie de conséquence, la présence de ces sérovars dans les aliments destinés à l'Homme. Les données actuellement disponibles ne permettent cependant pas de préciser quelle est la part de transmission de *Salmonella* spp. entre les différents maillons de la chaîne alimentaire, qui serait liée à l'alimentation animale.

Question 2 : Déterminer s'il existe dans les départements et régions d'Outre-Mer un risque particulier de transmission de *Salmonella* spp. aux élevages avicoles à partir de l'aliment, cette question étant d'actualité pour le sérovar *S. Kentucky*, isolé en 2015 à deux reprises en filières avicoles ponte et chair (Réunion et Guyane)

Les données PS/PC de la DGCCRF, sur des aliments composés destinés à la filière « volailles » en Guadeloupe, Martinique, Guyane et à la Réunion, se sont toutes révélées négatives vis à vis de *Salmonella* spp. (Annexe 15). Par ailleurs, douze isolats de *S. Kentucky*, issus de l'environnement d'élevages de volailles de Guyane, la Réunion et Mayotte, ont été réceptionnés par le Réseau *Salmonella* en 2016 : toutes ces souches étaient multisensibles aux antibiotiques testés. À ce jour, le Réseau *Salmonella* n'a donc pas identifié de souches de *S. Kentucky* CIP-R isolées dans les départements et régions d'Outre-Mer.

A l'heure actuelle, les données disponibles n'ont pas permis d'identifier, dans les départements et régions d'Outre-Mer, de souches de *S. Kentucky* CIP-R ni dans les aliments composés destinés aux filières avicoles, ni dans l'environnement de ces élevages avicoles.

Question 3 : Indiquer si le risque pour la santé animale et humaine lié à la présence de *Salmonella* spp. dans les aliments pour animaux présente une variation significative selon les sérovars concernés. En cas de réponse positive, il est demandé à l'Agence d'indiquer quels sont les sérovars prioritaires au regard du risque pour la santé animale et humaine, par grandes catégories animales (volailles, ruminants, porcins)

Les données relatives aux cas de salmonelloses humaines en France, pour l'année 2016, montrent la prépondérance des sérovars *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique (*S. 1,4,[5],12 i:-*), qui arrivent en tête de liste des 20 principaux sérovars retrouvés en santé humaine. D'après le rapport de l'EFSA, *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* représentaient en Europe en 2015, 60 % des isolats isolés chez l'homme (EFSA-ECDC, 2016b). Seuls 4 autres sérovars (*S. 1,4,[5],12 i:-*, *S. Infantis*, *S. Stanley* et *S. Newport*) représentaient une part relative supérieure à 1 % de l'ensemble des souches isolées chez l'Homme.

S'agissant de la sévérité de la symptomatologie observée en santé humaine, les données du CNR ne révèlent pas de différences entre les sérovars de *Salmonella* spp. En revanche, des données de surveillance américaines collectées entre 1996 et 2006, montrent des différences d'invasivité lors de l'infection, du taux d'hospitalisation ou encore du taux de mortalité (Jones *et al*, 2008). Ces observations concernent l'ensemble des isolats détectés chez l'Homme, sans préciser la part relative de ces infections liée à une contamination initiale de l'alimentation animale. Comme mentionné dans un avis de l'Anses relatif à l'attribution des sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire (Anses, 2017a), l'identification des principales voies de transmission et des véhicules d'un agent pathogène nécessite de collecter des données sur la contamination des sources, sur l'exposition humaine à celles-ci et de préciser les caractéristiques physiologiques et infectieuses de l'agent pathogène (relation dose-réponse, sensibilité spécifique de sous-populations de consommateurs).

Les salmonelloses animales se manifestent, dans la plupart des cas, sous la forme d'un portage asymptomatique. Cependant, quelques formes cliniques peuvent apparaître, le plus souvent liées à certains sérovars plus fréquemment retrouvés chez certaines espèces animales. Des différences peuvent également être notées en termes de symptomatologie et de sévérité selon les sérovars, voire selon les souches (Institut de l'élevage, 2008). Concernant les filières avicoles, l'infection à *Salmonella* spp. est essentiellement digestive et asymptomatique, la plupart des sérovars se limitant à coloniser le tractus

intestinal, généralement sans signes cliniques apparents. Cependant, les biovars Gallinarum et Pullorum du sérovar *S. Gallinarum* sont responsables de la typhose et de la pullorose chez les volailles. Les signes cliniques de ces maladies sont caractéristiques d'une atteinte septicémique chez les jeunes et chez les oiseaux plus âgés. Chez les volailles reproductrices, cette infection peut être bénigne, voire inapparente, avec souvent une simple diminution des taux de ponte et d'éclosabilité (Dia *et al.*, 2012). Quant à la filière bovine, les études bibliographiques soulignent l'importance de *S. Typhimurium* et *S. Dublin* dans les cas de salmonelloses digestives et abortives chez les bovins (Chazel *et al.*, 2007). Chez le porc, les sérovares *S. Typhimurium* et *S. Derby* sont souvent décrits dans la littérature scientifique comme pouvant être responsables de manifestations cliniques (diarrhées associées à de l'hyperthermie pendant la période de postsevrage et d'engraissement) (Kérouanton *et al.*, 2007 ; Denis *et al.*, 2009).

A l'heure actuelle, les données du Réseau *Salmonella* n'ont pas permis de détecter dans les aliments composés, parmi les sérovares majoritaires, ceux pouvant être considérés comme prioritaires au regard de la santé humaine et animale. Seul *S. Typhimurium* a été détecté ponctuellement dans des aliments composés destinés aux porcins et aux poules (données issues des PS/PC de la DGAL et d'Oqualim). Si l'on prend en compte les 4 sérovares (*S. 1,4,[5],12 i:-*, *S. Infantis*, *S. Stanley* et *S. Newport*) qui, selon l'EFSA, représenteraient une part relative supérieure à 1 % de l'ensemble des souches isolées chez l'Homme, *S. Infantis* peut être détecté dans la filière porcine à tous les niveaux de la chaîne alimentaire, dont les aliments composés.

En conclusion, les experts rappellent que la problématique « *Salmonella* » est avant tout une préoccupation de santé publique. Chez les animaux d'élevage, il s'agit, le plus souvent, d'un portage asymptomatique. Concernant la santé humaine, ce sont les sérovares *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique qui arrivent en tête, pour l'année 2016, avec plus de 60 % des cas de salmonelloses humaines en Europe.

A l'heure actuelle, au vu des données issues du Réseau *Salmonella*, d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, il n'est pas possible de démontrer que l'alimentation animale est la principale voie d'entrée de ces trois sérovares d'intérêt en santé publique. Cette source ne devrait cependant pas être exclue de l'analyse car certains des sérovares non majoritaires en santé publique sont également retrouvés tout au long de la chaîne alimentaire, y compris au niveau de l'alimentation animale. En revanche, les experts soulignent que d'autres voies de transmission dans les élevages doivent être considérées.

Compte-tenu de ces considérations, il n'est pas possible de prioriser et de hiérarchiser les différents sérovares par rapport au risque pour la santé animale et la santé humaine, en lien avec l'alimentation animale.

Question 4 : Evaluer le rôle de l'alimentation animale dans l'introduction des cinq sérovares réglementés (*S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow*) dans les élevages des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*. Serait-il pertinent de mettre en exergue d'autres sérovares de *Salmonella* spp. dans le cadre de la source alimentation animale pour *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* ?

- **Présence des sérovares réglementés dans les aliments composés pour volailles**

Les données d'autocontrôles des professionnels (Oqualim) et des plans de surveillance et de contrôle de la DGAL et de la DGCCRF, montrent des taux de contamination par *Salmonella* spp. de 0,6 % pour les aliments composés destinés aux volailles (75 échantillons étaient contaminés sur 12 903 analysés par Oqualim). Ces résultats concordent avec les données de l'EFSA pour l'année 2015 où la prévalence en

salmonelles est de 0,67 % pour les aliments composés destinés aux volailles (EFSA-ECDC, 2016b). Par ailleurs, les données du Réseau *Salmonella* montrent que pour les aliments composés destinés aux volailles, les sérovars les plus fréquemment retrouvés pour la période 2009-2015 sont : *S. Mbandaka* (10 %), *S. Anatum* (10 %), *S. Senftenberg* (7 %), *S. Agona* (6 %) et *S.1,3,19:z27:-* (5 %) (Figure 7, page 40).

Concernant les sérovars réglementés, les données obtenues par les professionnels montrent que les sérovars *S. Hadar* et *S. Typhimurium* ont été détectés respectivement dans un et trois échantillons d'aliments composés destinés aux poules pondeuses (sur un total de 7 338 échantillons analysés). Quant aux aliments thermisés destinés aux volailles reproductrices (*Gallus gallus* et dindes), un seul échantillon était contaminé par *S. Virchow* (sur 4 560 échantillons analysés) (Annexe 12).

Une étude rétrospective, menée au Royaume-Uni sur la période 1987-2006, a permis d'identifier *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* avec des prévalences respectives de 1,6 % et 0,5 % dans des échantillons de matières premières, et de 2,4 % et 0,6 % dans des aliments complets (Papadopoulou *et al.*, 2009). Toujours au Royaume-Uni, Davies et ses collaborateurs ont identifié *S. Typhimurium* dans une seule des 4 usines d'aliments pour volailles échantillonnées entre 2007 à 2009. Ces auteurs ont pu également isoler les sérovars *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis* et *S. Infantis* non seulement au cours du procédé de fabrication des aliments dans des élevages avicoles (fabrication d'aliments à la ferme), mais également dans les 4 élevages testés (Davies *et al.*, 2010). De plus, différents travaux ont montré la présence de certains sérovars règlementés dans des usines d'aliments pour volailles, comme par exemple *S. Infantis* en Serbie (Prunic *et al.*, 2016) et au Brésil (Pellegrini *et al.*, 2015) et *S. Enteritidis* au Canada (Bucher *et al.*, 2007). Par ailleurs, une étude menée dans une usine de trituration japonaise a permis d'identifier de nombreux sérovars de salmonelles, dont un isolat de *S. Typhimurium* (Morita *et al.*, 2006).

Dans l'ensemble de ces travaux, la prévalence en salmonelles était généralement faible dans les aliments ou les matières premières d'origine végétale prélevés en usine (0,5 % à 1 % par exemple au Royaume-Uni, Papadopoulou *et al.*, 2009 ; Davies *et al.*, 2010), et un peu plus élevée dans d'autres pays (5 % au Brésil, Pellegrini *et al.*, 2015). Notons cependant que les méthodes d'échantillonnage et/ou de détection n'étaient pas toujours strictement identiques. Les sérovars majoritairement isolés sont *S. Mbandaka*, *S. Tennessee*, *S. Montevideo*, *S. Senftenberg* et *S. Anatum* (Morita *et al.*, 2006 ; Papadopoulou *et al.*, 2009 ; Pellegrini *et al.*, 2015). Cependant, les sérovars faisant l'objet d'une réglementation, étaient peu présents parmi ceux isolés.

- **Présence des sérovars réglementés dans les élevages de volailles, sur les carcasses et dans les denrées alimentaires**

Les données du LNR montrent que sur la totalité des souches reçues entre 2009 et 2016, les sérovars règlementés représentaient 15 % des souches jusqu'en 2013, puis 25 % de 2014 à 2016 (Figure 9-A). Les sérovars majoritaires étaient *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis*, avec une augmentation nette de *S. Enteritidis* depuis 2014, expliquant l'augmentation observée de la proportion des sérovars règlementés. Les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Senftenberg* est fortement majoritaire et représente 33 % des souches isolées dans les élevages de l'espèce *Gallus gallus* et 52 % dans les élevages de dindes (Figure 7). Concernant les sérovars règlementés, ce sont essentiellement *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* qui sont retrouvés dans les élevages *Gallus gallus*.

En ce qui concerne l'analyse sur des carcasses de volailles, les données du Réseau *Salmonella* montrent que *S. Indiana* est majoritairement retrouvé en filière *Gallus gallus* (33 %). Quant au sérovar *S. 1,4,[5],12:i:-*, il est fortement représenté dans les filières dindes et *Gallus gallus* (Figure 7). Parmi les sérovars règlementés, *S. Infantis* et *S. Enteritidis* sont largement isolés des viandes de poulets (22 % et 13 % respectivement) et *S. Hadar* et *S. Typhimurium* sont retrouvés dans les viandes de dindes (10 % et 7 % respectivement).

Au niveau de l'Europe, l'EFSA rapporte que la prévalence des sérovars règlementés, pour l'année 2015, est faible dans les élevages avicoles : 0,3 % en moyenne pour les volailles reproductrices et les poulets de

chair et 1 % pour les poules pondeuses, avec une augmentation de *S. Enteritidis* par rapport à 2014 (EFSA-ECDC, 2016b). La prévalence pour la filière « dindes » est de 0,3 % en reproduction et 0,4 % en engraissement.

- **L'aliment comme source de contamination de la chaîne de production des volailles**

Les sérovars réglementés sont donc retrouvés tout au long de la chaîne de production des volailles, même s'ils ne représentent qu'une faible proportion des salmonelles isolées en alimentation animale. Bien que *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* ne figurent pas parmi les sérovars majoritairement retrouvés dans les aliments composés destinés aux volailles (toutes filières confondues), ils sont régulièrement isolés en élevage *Gallus gallus* (Figure 7, page 40).

Une enquête menée par la DGAL, suite à la recrudescence de cas de salmonelloses humaines liés à *S. Enteritidis* depuis 2014, en France, a révélé la présence de ce sérovar à la fois dans l'aliment et dans les élevages (Figure 11, page 47). Une étude canadienne a permis de comparer des souches de *Salmonella* spp. isolées, d'une part, de beignets et de morceaux de poulets crus congelés prélevés au stade de distribution, et d'autre part, de l'aliment granulé destiné à la filière *Gallus gallus*, prélevé dans l'usine. Des souches de *S. Enteritidis* ayant des profils PFGE similaires, ont été retrouvées tant dans les échantillons d'aliments granulés que dans les beignets de poulets, suggérant que l'aliment pouvait être à l'origine de la contamination de ces denrées (Bucher *et al.*, 2007). Selon une étude danoise, *S. Enteritidis* est considéré comme le principal sérovar infectant les poules pondeuses avec des répercussions en santé humaine, bien que ce sérovar soit rarement isolé dans l'aliment destiné aux volailles (Pires *et al.*, 2011). Par ailleurs, des travaux menés au Japon ont montré un lien entre des souches de *S. Enteritidis* isolées de l'aliment, et celles isolées des œufs, suggérant que si les poules pondeuses étaient infectées par l'aliment, la contamination pouvait être transmise *via* l'œuf au consommateur (Shirota *et al.*, 2001). Au cours d'une épidémie (60 cas dont 3 décès) survenue en Suède et en Norvège, en 2000-2001, la souche de *S. Livingstone* identifiée était identique aux isolats retrouvés dans une usine d'aliments en 1998 (profils PFGE similaires), suggérant ainsi que l'aliment était à l'origine de cette épidémie, probablement *via* la consommation d'ovo-produits (Eriksson *et al.*, 2005). Toutes ces études montrent indiscutablement que des sérovars réglementés sont isolés ponctuellement non seulement dans les aliments, mais également à d'autres stades de la chaîne alimentaire.

En conclusion, les données nationales disponibles montrent de faibles taux de contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés destinés aux volailles (de l'ordre de 0,6 %). Il convient cependant de faire une différence entre les aliments destinés aux volailles des filières « chair » et « ponte » qui peuvent être sous forme de farines, de granulés ou de miettes, de ceux destinés aux volailles reproductrices, qui sont thermisés et fabriqués dans des usines agréées. Les résultats obtenus par Oqualim, pour la période 2009-2015, ont permis la détection de *S. Hadar* et *S. Typhimurium* dans respectivement un et trois échantillons d'aliments destinés aux poules pondeuses (sur 7 338 échantillons analysés). Le sérovar *S. Virchow* a également été mis en évidence sur un échantillon d'aliment thermisé destiné aux poules reproductrices (sur 4 560 échantillons analysés). L'aliment est donc une source possible, mais pas majeure, de contamination des filières avicoles, par les sérovats réglementés. A ce jour, la compilation des données publiées ne permet pas d'identifier, parmi les sérovats non-réglementés, d'autres sérovats, provenant de l'alimentation animale, qui pourraient être soumis à une réglementation dans les filières *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*.

Question 5 : Quel est le risque de ces cinq sérovats réglementés pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs filières ? La réglementation sur les sérovats de *Salmonella* spp. devrait-elle être étendue à d'autres filières de production ? Si oui pour quels sérovats ?

- **Risque des cinq sérovats réglementés pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs filières**

A l'occasion des auditions du SNIA, de COOP DE FRANCE et du SYNACOMEX et comme indiqué dans le recueil élaboré par les professionnels de la nutrition animale (Coop de France *et al.*, 2016), le qualificatif de «non sensibles» paraît attribué aux filières non réglementées. Cette terminologie peut être potentiellement source de confusion auprès des professionnels. Il pourrait être compris à tort que :

- certaines filières animales (bovines, porcines et avicoles non réglementées par exemple) peuvent être considérées comme non sensibles aux infections par *Salmonella* spp., ce qui n'est pas le cas ;
- l'absence de réglementation appliquée à une filière donnée sous-entend que *Salmonella* spp. ne représente pas un danger pour cette filière, ce qui n'est pas le cas non plus.

La réorientation de matières premières ou d'aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp., depuis la filière avicole réglementée vers les filières porcine, bovine ou avicoles non réglementées, ne semble pas opportune : en termes de santé animale, cette réorientation peut déboucher sur l'apparition de troubles de santé, qui ont été décrits dans ces espèces notamment avec les sérovats réglementés. Si le sérovar *S. Typhimurium* est le plus fréquemment associé aux salmonelloses cliniques chez les bovins (données RESSAB, Chazel *et al.*, 2006) et, dans quelques cas, en filière porcine (Alsop, 2005, Bergeron *et al.*, 2010), son variant monophasique peut également entraîner le déclenchement d'une salmonellose bovine (Millemann *et al.*, 2014). Par ailleurs, une étude relative à l'attribution des cas de salmonelloses humaines, démontre l'importance de la consommation de produits de porcs et de bovins dans les infections à salmonelles (Mughini-Gras *et al.*, 2014). Mais c'est principalement l'introduction de *Salmonella* spp. dans un élevage, lorsqu'elle conduit au portage asymptomatique, qui représente un enjeu de santé publique.

- **La réglementation sur les sérovars de *Salmonella* spp. devrait-elle être étendue à d'autres filières de production ? Si oui pour quels sérovars ?**

Les experts du groupe de travail ont interprété cette question de la manière suivante :

- Concernant la filière avicole, les sérovars *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Hadar*, *S. Infantis* et *S. Virchow* doivent-ils être maintenus ou d'autres sérovars devraient-ils être ajoutés ?
- Concernant les filières ruminants, porc et volailles non réglementées, la réglementation relative à ces 5 sérovars doit-elle être transposée dans ces filières de production ?

- Filières avicoles :

En se référant aux données obtenues pour les aliments composés thermisés, *S. Virchow* a été retrouvée sur un échantillon d'un aliment complet destiné aux poules reproductrices, à partir de 4 560 échantillons analysés (données Oqualim). D'autres analyses réalisées sur les matières premières et les aliments complets démontrent la diversité des sérovars retrouvés, certains appartenant aux cinq réglementés (*S. Typhimurium*, *S. Hadar*), d'autres, beaucoup plus nombreux, n'étant pas dans cette liste. Notons cependant la présence de *S. Senftenberg*, particulièrement dans les aliments destinés aux volailles ; cependant ce sérovar n'apparaît pas dans la liste des 20 principaux sérotypes isolés en France, dans les cas de salmonelloses humaines. En conséquence, sur la base des données relatives à la contamination des aliments destinés aux animaux et à l'Homme, la liste des sérovars proposés peut être maintenue.

- Autres filières :

En ce qui concerne une extension de cette réglementation à d'autres filières de production animale, les experts considèrent que cette question dépasse largement la problématique *Salmonella* spp. en alimentation animale pour laquelle le GT a été mandaté. Cependant, ils constatent que les résultats obtenus à partir des analyses réalisées sur les aliments destinés à ces productions animales non réglementées (bien moins nombreuses), montrent parfois la présence de salmonelles : *S. Mbandaka* et *S. Braenderup* dans des aliments pour bovins, *S. Mbandaka*, *S. Typhimurium* dans des aliments pour les porcs. De plus, les experts ont identifié d'autres sérovars, bien que moins fréquemment isolés de l'alimentation animale, devant être considérés comme prioritaires pour les filières bovine (*S. Typhimurium* et *S. Dublin*) et porcine (*S. Typhimurium*, *S. Derby* et *S. Infantis*). Ils notent que ces quatre sérovars font partie de la liste des dix premiers sérovars, retrouvés depuis 2015, dans les cas de salmonelloses humaines en France.

Les experts constatent également que, malgré une légère ré-augmentation du nombre de cas de salmonelloses humaines, entre 2014 et 2015, la tendance observée à plus long terme est toujours à la baisse (moins 41 % des foyers épidémiques depuis 2010) (EFSA-ECDC, 2016b), démontrant l'impact de la mise en place de ces réglementations successives, limitées à certaines filières avicoles, dans la diminution des cas d'infections (Poirier *et al.*, 2008).

En conséquence, une extension de la réglementation à d'autres filières de production devrait permettre de réduire encore les cas de salmonelloses humaines. Il est démontré que la maîtrise de la contamination salmonellique des aliments contribue à diminuer la pression salmonellique dans les élevages ; cependant, compte-tenu des espèces animales concernées (porcs, ruminants), d'autres mesures de maîtrise devront être mises en place au préalable.

La réorientation, des matières premières ou des aliments composés contaminés par des sérovars réglementés de *Salmonella* spp vers des filières animales non réglementées, n'est pas opportune. Ainsi, s'il est décidé une réorientation des lots d'aliments contaminés vers d'autres filières, les experts recommandent fortement de procéder au préalable à un traitement assainissant de l'aliment.

Concernant l'extension de la réglementation à d'autres filières de production, les membres du GT considèrent que cette question dépasse le champ de cette saisine. Cependant ils constatent que des salmonelles, y compris réglementées, sont présentes, en faible proportion mais régulièrement, dans des aliments composés destinés aux porcs et aux bovins. Par ailleurs, des sérovars identifiés dans des cas de salmonelloses humaines (*S. Typhimurium*, *S. Derby*, *S. Infantis* et *S. Dublin*) ont été retrouvés dans des élevages porcins et bovins. De plus, les experts constatent que la mise en place de réglementations successives, dans certaines filières avicoles, a contribué, depuis 2010, à une diminution des cas de salmonelloses humaines. En conséquence, une extension de la réglementation à d'autres filières de production devrait permettre de réduire les cas d'infection. Cependant, dans le cas d'une extension de la réglementation vers d'autres filières de productions animales, les mesures proposées ne devraient pas se limiter à la maîtrise de la contamination salmonellique des aliments pour animaux.

Question 6 : Réaliser pour *S. Kentucky* (souches WT et CIP-R/ST198) un bilan de la surveillance en France de la contamination des aliments pour animaux des filières de production sur les 5 dernières années : i) indiquer quelles données seraient nécessaires pour évaluer l'impact de *S. Kentucky* dans les filières de production, ii) évaluer les risques liés à la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche *S. Kentucky* résistante à la ciprofloxacine, en particulier en filières avicoles chair et ponte. Déterminer le devenir de ces denrées à partir du risque estimé

- **Bilan de la surveillance en France de la contamination des aliments pour animaux des filières de production sur les 5 dernières années**

Au cours de l'année 2016, 124 isolats de *S. Kentucky* ont été réceptionnés par le Réseau *Salmonella*. Cent d'entre eux étaient issus de prélèvements d'aliments destinés à l'Homme, 23 issus de prélèvements dans l'environnement d'élevages, dans le cadre du programme de contrôle et d'éradication des salmonelles en filières avicoles, et un issu d'un prélèvement d'aliment destiné aux animaux de compagnie. L'ensemble des isolats d'élevages était de type dit « sauvage » ou « multisensible », c'est-à-dire sensible à tous les antibiotiques habituellement efficaces pour inhiber la croissance *in vitro* des salmonelles. *S. Kentucky* CIP-R a été identifiée dans quatre isolats sur les 124 analysés. Ces quatre isolats provenaient d'une farce forestière à base de viande de porc prélevée en Eure-et-Loir, de viande de cerf d'origine géographique indéterminée, de magrets d'oies importés de Hongrie et de crevettes importées d'Inde.

Concernant l'alimentation animale, les données obtenues d'Oqualim (Annexe 12) et des PS/PC de la DGCCRF et de la DGAL (Annexes 13 et 14 respectivement) n'ont pas permis de mettre en évidence *S. Kentucky* (souches WT ou CIP-R/ST198), aussi bien dans les matières premières que dans les aliments composés. De plus, le Réseau *Salmonella* a pu identifier, entre 2001 et 2016, 67 souches de *S. Kentucky* isolées d'aliments destinés aux animaux de production et aux animaux de compagnie, mais, aucune de ces souches n'a été attribuée au clone CIP-R/ST198.

Les données actuelles n'ont pas pu mettre en évidence un lien entre l'alimentation animale et *S. Kentucky* CIP-R/ST198. Historiquement, les premières études menées par le CNR, ont permis de constater que ce clone multi-résistant avait émergé en Egypte, dans les années 90 et présentait systématiquement des caractéristiques génétiques spécifiques, avec l'intégration dans son chromosome, d'éléments génétiques provenant de bactéries aquacoles comme *Vibrio* ou *Shewanella* (Le Hello *et al.*, 2012). A l'époque, un complément alimentaire provenant de l'aquaculture égyptienne, fournissait plus de 80 % des protéines animales en Afrique (Le Hello *et al.*, 2011), mais la présence de ce clone dans le complément alimentaire pour volailles, fourni par l'Egypte, n'a pas pu être mise en évidence (par défaut de surveillance).

- **Données pour évaluer l'impact de *S. Kentucky* dans les filières de production**

Depuis l'éradication de la souche *S. Kentucky* CIP-R/ST198 dans les deux élevages de dindes français fin 2012 (Guillon *et al.*, 2013), aucun autre élevage avicole n'a été à nouveau détecté positif pour cette souche. Comme indiqué précédemment, les 23 isolats de *S. Kentucky* reçus par le Réseau *Salmonella* en 2016 et issus d'environnement d'élevages avicoles français, étaient des souches multisensibles aux antibiotiques testés.

En revanche, la situation dans les autres pays européens, montre une expansion géographique rapide de *S. Kentucky* CIP-R/ST198 au sein des diverses filières avicoles. Ainsi, en 2014, sept Etats membres ont déclaré sa présence dans leurs filières avicoles de type *Gallus gallus* ou dindes, en élevage ou à l'abattoir.

Par ailleurs, hors du cadre de la surveillance européenne de l'antibiorésistance des salmonelles (Décision 2013/652/UE), le Réseau *Salmonella* identifie régulièrement, depuis 2005, *S. Kentucky* CIP-R/ST198 au sein de denrées alimentaires importées ou de prélèvements environnementaux (Figure 14).

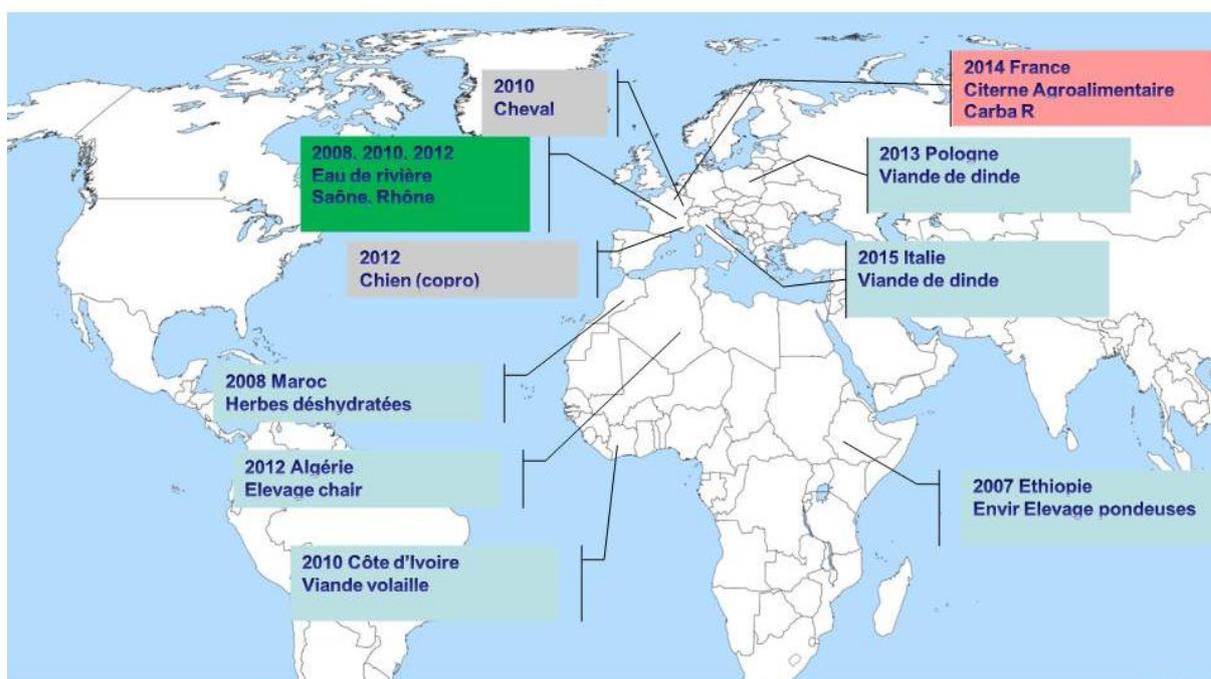


Figure 14 : Origine géographique et types de prélèvements contaminés par la souche *S. Kentucky* CIP-R/ST198 (Source : Réseau *Salmonella*)

- **Risques liés à la commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche *S. Kentucky* résistante à la ciprofloxacine / devenir de ces denrées**

Toute souche de *Salmonella* spp. peut être considérée comme potentiellement pathogène pour l'Homme. La majorité des infections à *Salmonella* spp. se manifeste par une gastro-entérite bénigne à guérison spontanée, ne nécessitant aucune antibiothérapie. Cependant, pour quelques patients, cette infection peut être aggravée, notamment en cas de migration de la bactérie de l'intestin vers la circulation sanguine et d'autres parties de l'organisme, compromettant alors le pronostic vital des patients. De plus, une infection aiguë à salmonelles peut aussi être responsable de séquelles articulaires. Dans ces cas de salmonelloses sévères ou invasives, un traitement antibiotique efficace s'avère nécessaire pour la guérison et les fluoroquinolones constituent le traitement de première intention privilégié.

En conséquence, le fait, pour un patient, d'être infecté par *S. Kentucky* résistante à haut niveau à la ciprofloxacine, peut aisément faire craindre un échec du traitement de référence de l'adulte, entraînant une augmentation de la morbidité et de la mortalité chez ces patients (EFSA - ECDC, 2016a). Toute denrée contaminée par la souche *S. Kentucky* résistante à la ciprofloxacine, ne devrait donc pas être commercialisée.

En conclusion, les données du Réseau *Salmonella*, pour la période 2001-2016, n'ont pas permis d'identifier de souches de *S. Kentucky* résistantes à haut niveau à la ciprofloxacine à partir de prélèvements d'aliments pour animaux de production. Les seuls cas où cette souche a été mise en évidence, étaient en lien avec des denrées alimentaires importées. Depuis l'éradication de *S. Kentucky* CIP-R des deux élevages de dindes, aucun autre élevage avicole français n'a été détecté positif pour cette souche.

Les données du Réseau *Salmonella* ont toutefois permis de détecter l'émergence de souches de *S. Kentucky* CIP-R/ST198 au sein de denrées alimentaires importées ou de prélèvements environnementaux. Ces souches sont potentiellement problématiques en santé publique et/ou peuvent impacter économiquement les filières de production animale.

La commercialisation de denrées issues d'élevages détectés positifs à la souche *S. Kentucky* résistante à haut niveau à la ciprofloxacine, pourrait entraîner un échec de l'antibiothérapie chez les patients. Ces denrées doivent donc être écartées, en l'état, de tout circuit de commercialisation.

4 Procédés de décontamination de *Salmonella* spp. en alimentation animale

4.1 Synthèse bibliographique

4.1.1 Effet des procédés physiques associés à la chaleur sur *Salmonella* spp. et les entérobactéries

Trois procédés physiques associés à la chaleur sont cités dans la bibliographie :

A. Le chauffage simple :

Il s'agit souvent de travaux réalisés à l'échelle du laboratoire. Les résultats sont difficilement comparables entre eux, en raison de la variabilité de certains paramètres expérimentaux tels que le mode de chauffage (bain-marie, air sec, cuiseur), les substrats (matières premières, produits finis), le temps de chauffage, les souches de *Salmonella* spp., la charge bactérienne initiale et le type de contamination (naturelle ou artificielle). Les effets observés varient également : ainsi, Liu *et al.* (1969) proposent de traiter un aliment pour volailles à 88°C pendant 32 secondes pour réduire de 5 log la contamination par *S. Senftenberg*, alors que sur le même type d'aliment, Burdick *et al.* (1983) préconisent un barème de traitement de 90°C pendant 20 min, pour une souche de *S. Montevideo*.

En l'absence de référence, les couples temps / température relevés dans la bibliographie ont été fixés par les auteurs, et sont donc variables d'une étude à l'autre. Comme le souligne Burdick *et al.* (1983), les résultats sont difficilement prédictibles, même si Liu *et al.* (1969) et Himathongkham *et al.* (1996) établissent, pour des aliments destinés aux volailles, des équations de prédiction de survie de *Salmonella* spp. prenant en compte la durée et la température de traitement. Himathongkham *et al.* (1996) proposent ainsi des barèmes de destruction de *S. Enteritidis* : pour obtenir quatre réductions décimales dans de l'aliment pour volailles, les couples température/temps préconisés sont de 93°C pendant 90 secondes, ou 79°C pendant 195 secondes. Par ailleurs, certains auteurs mentionnent que la décontamination est plus efficace lorsque l'aliment contient un certain taux d'humidité. Ainsi, une augmentation de ce taux au-delà de 15 % à 20 %, apparaît suffisante pour optimiser le traitement (Liu *et al.*, 1969). Selon Himathongkham *et al.* (1996), l'efficacité du traitement est augmentée de 60 % lorsque le taux d'humidité de l'aliment s'élève de 10 % à 15 %, pour une température de 82°C. De même, Burdick *et al.* (1983) soulignent l'inefficacité d'un traitement thermique sans ajout de vapeur d'eau.

B. La granulation :

Selon une synthèse bibliographique publiée en 1999, des enquêtes terrain montrent que les aliments ayant subi une granulation sont moins contaminés par *Salmonella* spp. que ceux sous forme de farine (Beroff *et al.*, 1999b). En effet, l'étape de granulation éliminerait la plupart des formes végétatives des bactéries. Cependant, plusieurs auteurs s'accordent sur le fait qu'en conditions industrielles, l'efficacité réelle de la granulation ne peut être systématiquement garantie (Beroff *et al.*, 1999b). A contrario, d'autres études ont montré un effet positif de la granulation sur la réduction de la contamination par *Salmonella* spp. et en entérobactéries. Cet effet dépendrait de plusieurs paramètres à savoir le barème temps/température

appliqué, l'humidité de l'aliment étudié, ainsi que le niveau initial de contamination. A titre d'exemple, Himathongkham *et al.* (1996) ont démontré une réduction de 4 log du nombre de *Salmonella* spp. après l'application d'un barème de 93°C pendant 90 secondes, sur un aliment à 15 % d'humidité. En atelier pilote, des études, menées par Tecaliman, ont montré qu'un traitement de 85°C pendant 90 secondes sur des matrices naturellement ou artificiellement contaminées par *Salmonella* spp., permettait de « réduire la proportion d'échantillons positifs en Salmonelles de 100 % à 0 % en sortie de presse » (Berrof *et al.*, 1999). Il convient de préciser que la granulation intervient en général après une phase de chauffage de l'aliment par de la vapeur. Jones (2011) considère que l'effet purement mécanique du passage à la presse est négligeable car l'accroissement de température est faible et le temps d'action des forces de friction trop court. Ces résultats sont confirmés en conditions de terrain par deux enquêtes (Veldman *et al.*, 1995, Sauli *et al.*, 2005). D'autre part, il existe des possibilités de recontamination lors de la phase suivante de refroidissement des granulés (Mossel *et al.*, 1967), si la condensation à l'intérieur des refroidisseurs n'est pas maîtrisée (Jones, 2011 ; Beroff *et al.*, 1999a).

C. La thermisation :

Ce procédé consiste à augmenter le temps de séjour en conditions humides avec des températures supérieures à 90°C. La thermisation en continu serait plus adaptée au procédé industriel, mais plusieurs auteurs considèrent que la maîtrise des paramètres est plus facile en procédé discontinu. A partir des résultats de trois études (McCapes *et al.*, 1989 ; Ekperigin *et al.*, 1990 ; Blank *et al.*, 1996), les auteurs concluent à un effet de « 100 % » pour deux d'entre elles et de « 99 % » pour la troisième. Cependant, ces résultats sont à relativiser eu égard aux différences de modalités mises en œuvre, pour le suivi de la contamination par *Salmonella* spp. Par exemple, pour des échantillons d'aliments pour volailles naturellement contaminés en *Salmonella* spp., les résultats obtenus par McCapes et ses collaborateurs montrent qu'aucun d'entre eux n'était contaminé après un traitement thermique à 85,7°C pendant 4,1 min avec une humidité de 14,5 % ; cependant, la méthode utilisée consistait à prélever 14 à 20 échantillons avant et après le traitement, sachant que la présence de *Salmonella* spp. n'avait été détectée que dans seulement 5 % à 10 % des échantillons avant traitement. Dans une étude menée par Tecaliman sur un tourteau de soja contaminé naturellement (niveau initial de contamination non précisé dans la publication), les auteurs préconisent un barème de 87°C pendant 180 secondes pour atteindre un niveau inférieur au seuil de détection³⁴. Ce même résultat est obtenu en associant un traitement thermique de 84°C pendant 23 secondes à une granulation (Tecaliman, 1996b). Par ailleurs, dans des aliments destinés aux volailles, Veldman *et al.* (1995) ont montré que la concentration en entérobactéries diminuait avec l'augmentation de la température et que cette réduction était corrélée à la diminution du risque de présence de *Salmonella* spp.³⁵. Dans un rapport de synthèse publié par Tecaliman en 2015, une étude a montré qu'une thermisation de 79°C pendant 1 à 5 min d'un aliment destiné aux porcs, avec une contamination initiale en entérobactéries de 10⁵ UFC/g, était suffisante pour décontaminer cette matrice (Tecaliman, 2015).

Le tableau 5 extrait d'une synthèse bibliographique (Beroff *et al.*, 1999a), récapitule les études qui se sont intéressées à l'effet du traitement thermique sur différentes matrices alimentaires contaminées artificiellement par différentes souches de *Salmonella* spp., à des taux de contamination variables. Lorsque les auteurs ont conclu à une « destruction » de *Salmonella* spp., il s'agissait en fait d'une non - détection de *Salmonella* spp. dans le ou les échantillon(s) d'aliment prélevés pour analyse.

³⁴ Leur préconisation en pratique est de 87 °C pendant 300 secondes (adoption d'une marge de sécurité)

³⁵ Cf. chapitre 5 « critères microbiologiques en alimentation animale »

Tableau 5 : Récapitulatif des traitements préconisés vis-à-vis de *Salmonella* spp. (Beroff et al., 1999a)

Auteur	Barème préconisé	Effet
Voeten et al. (1989)	au moins 80°C, quelques secondes	Diminution des salmonelles
Cover, cité par Himathongkham (1996)	vapeur + chaleur : au moins 82,2°C et 18 % d'humidité	
Mc Capes, cité par Cantor (1990)	gaz chaud + vapeur 85,7°C, 4,1 min, 14,5 % d'humidité 89°C, 4,41 min, 12 % d'humidité 83°C, 4,41 min, 13 % d'humidité	Destruction des salmonelles et des <i>E. coli</i> Destruction des salmonelles Destruction des salmonelles
Himathongkham et al. (1996)	93°C, 90 sec. 15 % d'humidité	Diminution des Salmonelles (de 1000 à 1 = 3 log)
Gerard (1996)	85°C, 3 min.	-
Vahl (1995)	80°C, 2 min.	Destruction des salmonelles
John (1990)	88°C, 15 % d'humidité	Destruction des salmonelles
Beumer (1992)	70°C, 70 sec., augmentation de 4 % d'eau 84°C, quelques sec. 75°C / 2 à 5 min.	
Caroll and Ward (1967), cités par Crane (1972)	87.7 °C / 2,5 à 3 min	Réduction du nombre de salmonelles à un niveau indétectable

Globalement, les températures préconisées dans les publications varient entre 70°C et 93°C, pour des temps de séjour allant de quelques secondes à quelques minutes. Ces barèmes semblent efficaces pour une réduction de *Salmonella* spp. à un niveau inférieur au seuil de détection. Cependant, tous les paramètres (contamination initiale de l'aliment traité, humidité, type de contamination : naturelle ou artificielle) ne sont pas toujours renseignés dans les articles publiés.

4.1.2 Effet des traitements chimiques sur *Salmonella* spp.

L'efficacité des différents traitements chimiques a déjà été rapportée dans un avis de l'Anses relatif à la création d'un nouveau groupe fonctionnel d'additif « améliorateurs des conditions d'hygiène » (Anses, 2014). L'Anses avait, sur la base de la bibliographie scientifique, évalué l'efficacité des acides organiques, du formaldéhyde et des huiles essentielles, notamment au regard de l'objectif de diminution de la contamination des aliments pour animaux par *Salmonella* spp. Concernant le formaldéhyde, il est classé depuis 2014 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme « *substance cancérigène avérée pour l'homme* » (groupe 1). Son autorisation en tant qu'additif dans l'alimentation des animaux appartenant à la catégorie des « additifs technologiques » et aux groupes fonctionnels des « conservateurs » et « des améliorateurs des conditions d'hygiène » a été refusée par le Règlement d'exécution du 07 février 2018 (Règlement (UE) 2018/183), en raison des effets néfastes sur la santé des utilisateurs manipulant cette substance. Concernant l'utilisation des acides organiques et des huiles essentielles, les principales conclusions de l'avis de l'Anses de 2014 sont reprises ci-après :

A. Les acides organiques

« Les acides organiques sont des acides carboxyliques à chaîne carbonée plus ou moins longue. Il faut noter que les acides sont rarement utilisés seuls, mais plutôt en mélange et sous différentes formes : solide (sels de calcium, de sodium ou d'ammonium), liquide ou encore sous une forme encapsulée pour une libération dans le tube digestif (Wales et al., 2013). Cette dernière étant limitée à des actions chez l'animal ne peut prétendre à un effet décontaminant de l'aliment.

Les études comparant l'efficacité des acides selon la longueur des chaînes carbonées laissent entendre que *Salmonella* spp. serait plus sensible aux acides gras à chaîne moyenne (MCFA : medium chain fatty acids), mais les auteurs soulignent qu'il faut bien différencier un effet qui ne serait que bactériostatique d'une action bactéricide définitive (Van Immerseel et al., 2003; Van Immerseel et al., 2004). L'effet bactéricide a été démontré pour des acides en C10 et C12 (Sprong et al., 2001).

Le traitement par des acides peut être envisagé dans les matières premières ou dans l'aliment fini. Le traitement peut être appliqué par nébulisation ou adsorption à un support inerte pour des liquides, ou par incorporation sous forme de poudre (sels d'acide). Les quantités incorporées dépendent du produit et de la forme, mais en général, les taux maximums proposés par les fabricants d'aliment sont inférieurs à 1 %. Au-delà, des problèmes d'appétence pour les animaux, voire d'oxydation des installations de l'usine d'aliment, sont rapportés (Adams, 1991, cité par Wales et al., 2013). »

« Les acides organiques font partie des additifs alimentaires qui ont un effet bactéricide sur *Salmonella* spp. in situ lors de la production d'aliment du bétail. La démonstration de l'efficacité de la décontamination (et pas d'un effet bactériostatique) peut être envisagée tant sur les matières premières (éventuellement les plus à risque) que sur l'aliment complet. Cette démonstration nécessite de considérer les nombreux paramètres qui influencent l'efficacité des acides. Il faudrait également tenir compte des contraintes liées aux méthodes de laboratoire utilisées, en particulier pour les risques de masquage des salmonelles par ces produits. Pour démontrer l'efficacité d'un traitement par un additif à base d'acides organiques, il faut particulièrement tenir compte de la durée possible de stockage de l'aliment. Aucune résistance aux acides, acquise et transmissible pour les entérobactéries n'a été mise en évidence à l'heure actuelle. »

« Les études bibliographiques confirment l'intérêt de considérer l'utilisation d'acides pour la maîtrise du risque *Salmonella* spp. dans l'alimentation des animaux de rente. L'évaluation des paramètres optimums pour leur incorporation devrait prendre en compte :

- La concentration de l'acide (Wales et al., 2013 notent une différence parfois importante entre les concentrations recommandées par le fabricant et celles nécessaires et suffisantes pour obtenir un effet, même partiel) ;
- La forme de l'acide lors de l'incorporation à l'aliment (principalement liquide ou solide) ;
- La température de stockage (Koyuncu et al., 2013) et la durée de vie commerciale de l'aliment (temps de stockage) (GERNA³⁶, Wales et al., 2013) ;
- La nature des matières premières utilisées qui est aussi un facteur de variation de l'efficacité du traitement observé (Koyuncu et al., 2013 ; Wales et al., 2013). »

³⁶ Groupe d'étude et de recherche en nutrition animale

Par ailleurs, deux études visent à proposer des barèmes thermiques de décontamination de *Salmonella* spp. lorsque des acides organiques sont associés à un traitement thermique, l'objectif étant d'obtenir des résultats similaires avec des températures moins élevées qu'en l'absence d'acides. Ainsi Matlho *et al.*, (1997) proposent un barème de 71°C pendant 80 secondes appliqué sur un aliment pour volailles à 15 % d'humidité et associé à un taux d'acide propionique de 0,2 %, permet d'obtenir une réduction de 4 log de la contamination par *Salmonella* spp. De même, dans des aliments destinés aux bovins, Amado *et al.*, (2013) rapportent un effet inhibiteur optimal sur *Salmonella* spp. pour une température de 65°C pendant 2 minutes, en combinaison avec un taux de 0,1 % d'acide formique ou de 0,2 % d'acide lactique.

Depuis le 1^{er} juin 2017, l'acide formique est autorisé en tant qu'additif pour l'alimentation de toutes les espèces animales, entrant dans la catégorie « améliorateurs des conditions d'hygiène » (Règlement d'exécution (UE) n° 2017/940). Dans son avis du 30 avril 2015, l'EFSA a conclu que, dans les conditions d'utilisation proposées, l'acide formique est efficace pour inhiber la croissance d'agents pathogènes bactériens ou réduire leur nombre dans les matières premières et les aliments composés pour animaux (EFSA, 2015b).

B. Les huiles essentielles

« Aucune étude n'a été consacrée à l'effet des huiles essentielles ou de leurs composés aromatiques principaux sur des aliments pour animaux, naturellement ou artificiellement contaminés par *Salmonella* spp. [...]. Cependant, au regard de leurs effets sur les aliments destinés à la consommation humaine, elles présentent un intérêt potentiel. Des recherches sont indispensables pour évaluer l'efficacité des huiles essentielles en tant qu'agents de décontamination microbienne des aliments pour animaux. » (Anses, 2014).

4.1.3 Autres méthodes de décontamination

Quelques références mentionnent l'irradiation/l'ionisation, les micro-ondes, l'infrarouge et l'ultraviolet. Ainsi, Doyle *et al.*, (2006) et Hald *et al.*, (2012) mentionnent des doses de 15 à 35 kGy pour l'irradiation/l'ionisation, afin de produire des aliments « *Salmonella* - free » en conditions commerciales, alors que des doses inférieures à 10 / 15 kGy sont suffisantes pour obtenir une réduction à un niveau non détectable en routine. Ces procédés ont, pour la plupart, montré un effet sur les entérobactéries ou sur *Salmonella* spp. Les études décrivant ces méthodes montrent des inconvénients souvent rédhibitoires (Beroff, 1999a). A l'heure actuelle, on ne connaît pas d'application industrielle de ces procédés en alimentation animale.

Par ailleurs, il convient de rappeler que les traitements technologiques appliqués aux matières premières (exemple extrusion, expansion, toastage, torréfaction) visent à modifier leur structure d'une part, et à améliorer leur valeur nutritionnelle (digestibilité) d'autre part. Les couples temps/température appliqués au cours de ces opérations, permettent d'attribuer à ces traitements un effet de réduction de la contamination par salmonelles, même si peu de données chiffrées sont disponibles. Ainsi, concernant l'extrusion, la graine est pré-chauffée dans un conditionneur, et portée à des températures de l'ordre de 150°C pendant 10 à 30 secondes, à des pressions entre 30 et 80 bars. Quant au procédé d'expansion, la température de la graine atteint 120°C, durant 15 à 30 secondes, avec des pressions comprises entre 30 et 40 bars. Les graines ainsi traitées, principalement des oléoprotéagineux, sont ensuite utilisées par les fabricants d'aliments et sont gérées comme les autres matières premières.

Les résultats issus de la bibliographie sur les traitements visant à détruire les salmonelles doivent être nuancés car ils dépendent des modalités de suivi et des indicateurs utilisés (nombre de prélèvements, modalités de culture, etc.). De plus, certaines conditions expérimentales telles que la contamination initiale de l'aliment traité, l'humidité, le type de contamination (naturelle ou artificielle), ne sont pas toujours précisées dans les articles analysés. Enfin, les essais menés à l'échelle, soit du laboratoire, soit d'un atelier pilote, ne reflètent pas forcément la variabilité rencontrée dans des conditions industrielles.

Cependant, les éléments recueillis montrent que la thermisation peut contribuer à obtenir un niveau de contamination très faible en *Salmonella* spp., dans certains cas, inférieur au seuil de détection. Ce traitement peut être considéré comme plus efficace que la granulation, dans la mesure où les paramètres de granulation sont très variables, en fonction de la nature des composants de l'aliment et des espèces animales destinataires. La granulation peut, malgré tout, contribuer à diminuer la charge en salmonelles. De plus, lorsque les paramètres de temps de séjour et de température sont appliqués dans l'objectif d'une maîtrise de *Salmonella* spp., ce procédé peut être une alternative à la thermisation. Cependant, le transfert de ces paramètres du stade pilote au stade industriel nécessite des validations préalables au niveau de chaque opérateur. Les résultats obtenus, quels que soient les procédés, ne présentent pas de l'impact des conditions ultérieures sur le produit fini, dont l'étape de refroidissement.

Concernant les traitements chimiques assainissants, les acides organiques et leurs sels, utilisés à des fins de décontamination, qui ont fait la preuve de leur efficacité et de leur innocuité au travers du dossier d'autorisation, peuvent être classés dans la catégorie des additifs technologiques en tant qu'améliorateurs des conditions d'hygiène (Règlement (CE) 1831/2003). Ces acides doivent avoir un effet bactéricide sur *Salmonella* spp. *in situ* lors de la production d'aliment du bétail. La démonstration de l'efficacité de la décontamination (et pas uniquement d'un effet bactériostatique) peut permettre d'envisager un tel traitement tant sur les matières premières (éventuellement les plus à risque) que sur l'aliment complet. Ainsi, leur efficacité vis-à-vis de *Salmonella* spp. devrait être mieux documentée.

A l'heure actuelle, aucune étude n'a été consacrée à l'effet des huiles essentielles sur des aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp. Par ailleurs, d'autres méthodes de décontamination (l'irradiation/l'ionisation, les micro-ondes, l'infrarouge ou l'ultraviolet) ont montré un effet sur les entérobactéries ou *Salmonella* spp. en alimentation animale. Aucune application industrielle n'est cependant connue dans ce secteur.

4.2 Réponses aux questions de la saisine

Question 1 : Evaluer le traitement thermique (couple temps/température) nécessaire pour garantir l'absence de *Salmonella* spp. dans un aliment pour animaux (y compris en cas de présence dans les matières premières constitutives de l'aliment). Évaluer à cet égard l'efficacité de l'étape de granulation (temps/température/pression) sur le niveau de contamination des aliments pour animaux

Les experts soulignent que, après un traitement thermique, « l'absence » de *Salmonella* spp. ne peut pas être totalement garantie dans l'aliment considéré. Il convient plutôt de parler d'une non-détection de ce microorganisme du fait des limites des méthodes analytiques.

La thermisation est un procédé discontinu permettant de fixer, *a priori*, le temps de séjour afin d'obtenir une température donnée en sortie (température moyenne de 90°C, temps de séjour de quelques minutes). Elle peut être suivie par une granulation. Cependant, une température ou une durée de séjour trop élevée, peut entraîner la destruction de vitamines thermosensibles et la dénaturation de certaines fractions protéiques. Les opérateurs doivent donc trouver un bon compromis entre les qualités sanitaires et nutritionnelles.

Concernant la thermisation de matières premières naturellement contaminées, les études pilotes menées par Tecaliman, ont montré qu'un barème de 87°C pendant 180 secondes permettait d'atteindre un niveau de contamination en *Salmonella* spp. inférieur au seuil de détection. Dans le cas d'un aliment pour volailles, contaminé artificiellement par *S. Typhimurium* à 10^3 UFC/g, les résultats obtenus par Tecaliman montrent qu'un traitement de 87°C pendant au moins 54 secondes, permettrait une réduction de 3 log du nombre de Salmonelles. L'agrément « salmonelles » cité précédemment, stipule que les aliments composés destinés aux volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, doivent subir un traitement thermique garantissant au moins trois réductions décimales du nombre d'entérobactéries. Considérant les données obtenues par Tecaliman, et en tenant compte d'une marge de sécurité relative aux conditions pratiques, un traitement thermique de 85°C pendant 300 secondes, permet de réduire de 3 log le niveau de contamination des aliments en entérobactéries ; ce traitement devrait donc permettre d'abaisser le niveau de contamination par les salmonelles, sans en garantir l'absence totale dans le lot d'aliment traité.

Concernant la granulation, procédé combinant une injection de vapeur et une compression de la farine, l'efficacité dépend du barème appliqué (temps, température), du taux d'humidité et de la compression. La température du produit, en sortie de presse (fin de granulation), dépend notamment de la composition du mélange, du débit et de la quantité de vapeur introduite dans le préparateur. Des réglages et des consignes de températures spécifiques sont appliqués par le fabricant d'aliments, valeurs qui varient selon la formule de l'aliment en relation avec l'animal destinataire (espèce et stade physiologique). Des études menées à l'échelle de l'atelier pilote par Tecaliman (Tecaliman, 2007) ont permis d'établir les conditions minimales de température et de temps de séjour conduisant à une réduction de 3 log du nombre d'entérobactéries. Deux catégories d'aliments ont été distinguées : ceux destinés aux porcs d'une part, et ceux destinés aux poulets d'autre part. La contamination initiale en entérobactéries a été fixée à 5.10^4 UFC/g pour tous les aliments, afin de se rapprocher des contaminations naturelles retrouvées dans ces matrices. Des essais ont été menés sur ces matrices avec des temps de séjour contrôlés par l'épaisseur de la filière de granulation³⁷ (diamètre constant de 4 mm). Concernant les aliments destinés aux porcs (aliments moins gras et donc soumis à plus d'échauffement lors du passage à la presse), la réduction de 3 log en entérobactéries est obtenue avec une température mesurée en sortie du conditionneur de 83,5°C, avec une filière de 20 mm,

³⁷ La filière de granulation est un appareil métallique en forme de roue équipée de canaux radiants

ou une température de 53,5 °C avec une filière de 47 mm. Dans le cas des aliments destinés aux poulets, leur passage dans la presse est plus aisé du fait de leurs teneurs élevées en matières grasses ; dans ces conditions, la température demandée devra être plus importante. Ainsi, la réduction recherchée de 3 log du nombre d'entérobactéries sera atteinte en appliquant une température, en sortie du conditionneur, de 87°C avec une filière de 20 mm ou une température de 72,5 °C avec une filière de 50 mm. Au vu des résultats de cette étude, les auteurs concluent que le « *barème sans marge est souvent suffisant pour les aliments destinés aux poulets, poules pondeuses, dindes et porcs* ». Cependant, « *il convient à chacun de réaliser une adaptation de ces barèmes à ses propres lignes et à en valider l'efficacité dans les conditions de granulation choisies.* »

Dans un premier temps et au regard de la question posée, les experts soulignent que « l'absence » de *Salmonella* spp., après traitement thermique d'un aliment pour animaux, ne peut pas être totalement garantie, et que les limites des méthodes analytiques n'autorisent à conclure qu'à une non-détection dans une prise d'essai donnée.

Il a été difficile aux experts de se positionner sur des barèmes de traitements à partir des données bibliographiques. En effet, certaines conditions expérimentales telles que la contamination initiale de l'aliment traité, l'humidité, le type de contamination (naturelle ou artificielle), n'étaient pas toujours précisées dans les articles analysés. De plus, les essais menés à l'échelle du laboratoire ne reflètent pas forcément les conditions industrielles. Seuls les résultats des essais menés à l'échelle pilote, par Tecaliman, ont pu être exploités parce qu'ils sont plus proches des conditions pratiques et que tous les paramètres ont été enregistrés.

Ainsi, le traitement thermique (thermisation) peut contribuer à obtenir un niveau de contamination très faible en *Salmonella* spp., souvent inférieur au seuil de détection. Cette thermisation serait plus efficace que la granulation. Cependant, lorsque les paramètres de température et de temps de séjour dans la presse sont fixés dans un objectif de maîtrise de *Salmonella* spp., cette dernière peut être une alternative à la thermisation. Dans le cas des aliments destinés aux volailles reproductrices, et dans le cadre de l'agrément salmonelles, un traitement thermique de 85°C pendant 300 secondes permet de réduire la contamination des aliments de 3 log en entérobactéries et par conséquent, de diminuer le risque de la présence de *Salmonella* spp. dans les aliments traités.

Concernant la granulation, Tecaliman a pu montrer l'efficacité de ce procédé dans des conditions pilotes³⁸, avec une réduction de 3 log du nombre d'entérobactéries. Cependant, la difficulté réside dans le passage à des conditions « terrain » totalement maîtrisées, du fait de la variabilité de certains paramètres (matrice, humidité, teneur en lipides, etc.). La mise au point d'un barème de granulation visant une décontamination, suppose donc une validation du procédé, au niveau de chaque outil industriel, en fonction des formules d'aliments concernées.

³⁸ Les paramètres « humidité » et « composition de l'aliment » sont renseignés dans les essais pilotes menés par Tecaliman, ce qui n'est pas toujours le cas dans les publications internationales.

Question 2 : En matière de gestion des lots d'aliments contaminés par *Salmonella* spp., évaluer l'efficacité des différents scénarios pour assainir un lot d'aliments contaminé : réorientation des lots ou non, avec ou sans traitement thermique et/ou chimique

La réorientation des lots d'aliments ou de matières premières contaminés, au sens de leur utilisation pour d'autres filières de production non réglementées pour *Salmonella* spp., ne doit pas être considérée comme étant un scénario d'assainissement. Ce scénario a été traité en réponse à la question 5, paragraphe 3.5.

• **Qu'est-ce qu'un lot contaminé ?**

La question sur les différents scénarios pour assainir un lot contaminé pose une autre question préalable sur ce que l'on entend par un « lot contaminé ». Cette question n'est pas posée dans la saisine et son analyse approfondie nécessiterait des compétences supplémentaires et un travail spécifique, non prévus pour le Groupe de Travail. Toutefois, les experts ont tenu à souligner les conséquences induites par cette problématique.

D'après le Règlement (CE) 183/2005, un lot est défini comme étant « *une quantité identifiable d'aliment pour animaux dont il est établi qu'elle présente des caractéristiques communes, telles que l'origine, la variété, le type d'emballage, l'emballer, l'expéditeur ou l'étiquetage, et, dans le cas d'un processus de production, une quantité de produit fabriquée dans une seule usine en utilisant des paramètres de production uniformes ou plusieurs de ces quantités lorsqu'elles sont produites en ordre continu et entreposées ensemble* ». Or, selon le stade d'acheminement de cet aliment³⁹ « *la quantité identifiable d'aliment pour animaux* » n'est pas la même. Ainsi, au niveau d'un cargo, le lot d'aliments correspondrait environ à 60 000 tonnes de matières premières, réparties ensuite dans plusieurs silos ou entrepôts sur le port. Par la suite, au départ du port, un lot de matières premières peut être distribué dans plusieurs usines de fabrication et correspondrait à, au moins, un camion (20/30 tonnes). A l'entrée d'une usine de fabrication d'aliments, un lot de matières premières correspondrait à un silo de stockage (jusqu'à quelques centaines de tonnes, mais cela suppose une vidange complète du silo entre deux livraisons). A la sortie de l'usine, le lot d'aliment serait le produit fini destiné à nourrir les d'animaux, soit l'équivalent pouvant aller d'un compartiment à un camion complet (3 à 25 tonnes).

Cette « quantité identifiable d'aliment » peut donc être à la fois très importante et variable tout au long de la chaîne d'approvisionnement, ce qui induit une difficulté majeure de représentativité des échantillons prélevés dans le cadre de la recherche de salmonelles. Ainsi, il est particulièrement difficile d'interpréter le résultat d'un lot « contaminé ou non » par des salmonelles, sur la base d'un échantillon prélevé dans des quantités de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de tonnes de matières premières ou d'aliments. Compte tenu du caractère hétérogène de la contamination en salmonelles de ces aliments et de la taille des lots échantillonnés, une définition quantitative du lot contaminé ne peut être donnée avec précision. La gestion des lots contaminés se heurte donc à une difficulté majeure qui est de définir la quantité de matières premières ou d'aliments concernés par un résultat positif en salmonelles. L'application d'un principe protecteur, pour définir le lot contaminé, se heurte rapidement à des obstacles de faisabilité technique, dans la prise en charge des tonnages de produits à assainir. Compte tenu de ces obstacles et des difficultés rencontrées par les autorités de contrôle et les opérateurs face à « un lot d'aliment contaminé », il convient donc de souligner les limites et les faiblesses d'un dispositif de lutte qui reposerait uniquement sur de tels contrôles analytiques.

³⁹ En fonction du stade d'acheminement, cet aliment peut être une matière première ou un aliment composé.

- **Quelle est la finalité des contrôles analytiques ?**

En raison du caractère ubiquitaire de *Salmonella* spp., de son écologie et de son omniprésence dans l'environnement, les occasions de contamination d'un lot de matières premières ou d'aliments composés, sont nombreuses tout au long de la chaîne d'approvisionnement jusqu'à l'arrivée dans les élevages. Ainsi, un contrôle négatif sur une matière première déchargée au port, n'apporte aucune information sur les étapes ultérieures, susceptibles elles-mêmes d'induire des contaminations ; dans ces conditions, le contrôle analytique ponctuel n'apparaît donc pas un dispositif de gestion suffisant au regard d'un processus où les occasions de contaminations ultérieures sont variées. Pour autant, ces contrôles analytiques ponctuels, même s'ils n'apportent pas d'informations précises au regard de la gestion des lots, peuvent être d'une importance majeure lorsque leurs résultats abondent une base de données. Leur collecte régulière, par des instances compétentes pour les traiter, les cumuler et les analyser au cours du temps, permet d'examiner ces résultats et de faire ressortir des variations relatives du niveau de contamination au cours du temps, si on fait l'hypothèse que l'échantillonnage est le même d'une année sur l'autre. A titre d'exemple, cette approche cumulée des résultats de la surveillance menée en France, permet de considérer que la contamination des matières premières et des aliments pour animaux reste faible (entre 1 % et 2 % d'échantillons positifs) au cours du temps, même si ces valeurs ne sont pas à prendre dans l'absolu.

- **Quelle gestion du risque *Salmonella* spp. en alimentation animale ?**

En matière de gestion du risque, les experts soulignent les difficultés liées à la particularité du secteur de l'alimentation animale en termes de volumes de produits transportés, stockés et transformés d'une part et aux différentes voies d'entrée possibles des salmonelles tout au long de la filière de production d'autre part. Ces difficultés amènent à considérer que le dispositif de gestion du risque salmonelles doit avant tout reposer sur une recherche de sa maîtrise à toutes les étapes. Ainsi, au regard des spécificités de ce secteur, le GT souligne tout l'intérêt d'une démarche de type HACCP, appliquée à l'ensemble de la chaîne, permettant d'identifier les points à risque et de mettre en place les moyens de maîtrise appropriés.

Les experts soulignent les difficultés pour définir ce qu'est un lot contaminé dans ces filières pondéreuses, ainsi que les limites et les faiblesses d'un dispositif de lutte qui reposerait uniquement sur des contrôles analytiques ponctuels.

Toutefois, l'importance majeure de ces résultats analytiques est rappelée, quand ceux-ci abondent une base de données établie sur le long terme. Leur collecte régulière, par des instances compétentes pour les traiter, les cumuler et les analyser, permet d'examiner ces résultats et de faire ressortir des variations relatives du niveau de contamination au cours du temps, si on fait l'hypothèse que l'échantillonnage est le même d'une année sur l'autre.

Par ailleurs, surveiller la présence des salmonelles dans les matières premières et les aliments demeure utile pour prévenir les dérives et en informer les fournisseurs et les utilisateurs.

En complément, pour lutter contre les salmonelles en alimentation animale, les experts recommandent le maintien de l'application des bonnes pratiques d'hygiène et des principes du HACCP, par tous les opérateurs de l'amont de la chaîne alimentaire, ainsi que le suivi de la qualité hygiénique des aliments. Les actions correctives spécifiques définies dans le plan HACCP de chaque établissement, devront être mises en œuvre en cas de résultats non satisfaisants.

Lorsque la présence de salmonelles est détectée, et qu'il est décidé de procéder à un assainissement, alors des traitements thermiques et/ou chimiques pourraient s'appliquer, tel que décrit dans la bibliographie, moyennant les compléments et les limites évoqués précédemment. Au regard des volumes de produits susceptibles d'être concernés, les experts soulignent que la mise en place de tels traitements assainissants pourrait nécessiter des moyens logistiques importants et qu'un travail, visant à mieux circonscrire la quantité d'aliment concernée par une contamination, reste à envisager.

5 Critères microbiologiques en alimentation animale

5.1 Généralités

5.1.1 Définition d'un critère microbiologique

Un critère microbiologique est un élément qui va permettre de définir l'acceptabilité d'un produit, d'un lot ou d'un procédé, sur la base de l'absence, de la présence ou du nombre de micro-organismes, et/ou de la quantité de leurs toxines/métabolites.

Tout critère microbiologique comprend les composantes suivantes :

- La finalité du critère microbiologique ;
- L'aliment, le procédé ou la méthode de maîtrise de la sécurité auquel le critère microbiologique s'applique ;
- Le point tout au long de la chaîne alimentaire où le critère microbiologique s'applique ;
- Le ou les micro-organismes et la raison pour laquelle ils sont ciblés ;
- Les limites microbiologiques (m, M) ou d'autres limites (par exemple le niveau de risque) ;
- Un plan d'échantillonnage définissant le nombre d'unités d'échantillon à prélever (n), la taille de l'unité d'analyse et, le cas échéant, le critère d'acceptation (c) ;
- Une indication de la performance statistique du plan d'échantillonnage, selon la finalité du critère microbiologique ;
- Les méthodes d'analyse et leurs paramètres de performance ;
- La décision à prendre lorsque les limites microbiologiques ne sont pas respectées.

5.1.2 Critère de sécurité et critère d'hygiène des procédés

Pour la protection de la santé humaine, les critères microbiologiques peuvent être définis :

- Par l'autorité compétente à qui il incombe de surveiller et de contrôler les denrées alimentaires mises sur le marché ;
- Par les entreprises elles-mêmes ou leurs organisations professionnelles.

Dans cet esprit, les autorités compétentes mettent en place deux types de critères microbiologiques (Règlement (CE) n°2073/2005) :

- Les « critères de sécurité » qui définissent l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de denrées alimentaires. Ils sont applicables aux produits mis sur le marché jusqu'à leur achat par le consommateur final, mais ils pourraient également être définis plus en amont de la chaîne alimentaire, par exemple pour les aliments destinés aux animaux. Pour ces critères, les micro-organismes ciblés sont des agents pathogènes pour l'Homme : ainsi, nombre d'entre eux concernent *Salmonella* spp. ;
- Les « critères d'hygiène des procédés » qui indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé

de production⁴⁰. De tels critères ne sont pas applicables aux produits mis sur le marché. Ils fixent une valeur indicative de contamination dont le dépassement exige des actions correctives destinées à maintenir l'hygiène du procédé, conformément à la législation sur les denrées alimentaires, mais ne permettent pas de conclure sur la conformité ou non d'un produit. Dans ce contexte, les entreprises mettent en œuvre des programmes prérequis (PRP), c'est-à-dire des bonnes pratiques agricoles (BPA), d'élevage, de médecine vétérinaire (BPV), de fabrication (BPF) et d'hygiène (BPH). En outre, en application du Règlement n°183/2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux, elles appliquent les principes du système « Analyse des dangers - Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) » et sont encouragées à mettre en place des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP. Ces derniers peuvent comporter des critères microbiologiques à l'intention des fournisseurs de matières premières ainsi que pour les activités propres à l'entreprise. Les guides disponibles à l'heure actuelle sont décrits dans la partie 1.1.4 du rapport. Pour les critères d'hygiène des procédés, les micro-organismes ciblés peuvent être, dans quelques cas, des agents pathogènes tels que *Salmonella* spp., mais ce sont le plus souvent (AFSSA, 2008 ; Anses, 2006) :

- Des **indicateurs** dont la présence ou une concentration élevée signale que les bonnes pratiques ont été enfreintes. Une bactérie indicatrice, présente à un niveau élevé, ne doit pas être considérée comme un bon indicateur de la présence d'un agent pathogène.
- Des **index** qui signalent la présence possible d'un agent pathogène. Un index doit avoir la même écologie que le microorganisme ciblé, et être facilement détectable (il doit avoir une prévalence élevée à une concentration supérieure au seuil de détection).

5.1.3 Conséquences du non-respect des critères microbiologiques

Les « critères de sécurité des aliments » qui définissent l'acceptabilité d'un produit, et les « critères d'hygiène du procédé » qui définissent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production, sont fixés par le Règlement n°2073/2005. Les conséquences du non-respect de ces critères sont très différentes :

- Un aliment ou un lot d'aliments qui ne respecte pas un critère de sécurité est considéré comme non-conforme : il ne doit pas être mis sur le marché ou doit en être retiré, car il est considéré comme susceptible d'être préjudiciable à la santé humaine ;
- Le non-respect d'un critère d'hygiène des procédés ne permet pas de conclure sur la conformité ou non d'un produit⁴¹. Aucune mesure n'est prise concernant l'aliment ou le lot d'aliment concerné, mais l'exploitant doit mettre en place des actions correctives pour exercer une sélection plus stricte des matières premières, améliorer les pratiques d'hygiène ou réexaminer le plan HACCP de l'entreprise. Toutefois, dans certains cas particuliers, pour des critères reposant sur des micro-

⁴⁰ Par extension, les critères d'hygiène des procédés non réglementaires s'appliquent à l'étape du procédé pour laquelle ils ont été définis, dès lors qu'il y a des manipulations. Ils indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé considéré

⁴¹ <http://agriculture.gouv.fr/denrees-alimentaires-criteres-microbiologiques-dhygiene-des-procedes>, consulté le 16-04-2018

organismes index, il peut être nécessaire de vérifier l'absence des agents pathogènes correspondants.

5.2 Application des critères microbiologiques en alimentation animale

Rappelons que pour les matières premières d'origine végétale ainsi que pour les aliments composés destinés aux animaux producteurs de denrées alimentaires (autres que les volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*), il n'existe actuellement aucun critère microbiologique défini.

Dans le secteur de l'alimentation animale, on peut distinguer trois catégories d'aliments composés :

- Les aliments traités thermiquement dans le but spécifique de les assainir ; c'est le cas, en France, des aliments destinés aux troupeaux de reproduction *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, élevés dans des structures de plus de 250 animaux (agrément salmonelles, arrêté du 23 avril 2007) ;
- Les aliments granulés pour lesquels le procédé de fabrication inclut une étape de chauffage ;
- Les aliments n'ayant subi aucune étape de chauffage.

5.2.1 Critère de sécurité

5.2.1.1 Matières premières d'origine végétale

Lors de la réception d'une cargaison ou d'un chargement de matières premières importées, il conviendrait de distinguer celles qui alimenteront directement les élevages et donc les animaux d'une part, de celles qui serviront d'ingrédients pour la fabrication d'aliments composés d'autre part. Dans le premier cas, la puissance publique pourrait fixer un critère microbiologique de sécurité pour l'agent pathogène, sous la réserve d'un lien épidémiologique avéré avec des conséquences pour la santé humaine. Si l'on émet l'hypothèse qu'il existe un lien vraisemblable entre la contamination des aliments des animaux par *Salmonella* spp., la contamination des carcasses et la transmission à l'Homme par l'intermédiaire des denrées alimentaires, on peut se poser la question d'établir un critère de sécurité pour cet agent. Cependant il est reconnu que la présence des salmonelles est peu fréquente et que la détection d'une contamination faible avec une répartition hétérogène d'un tel agent requiert des plans d'échantillonnage nécessitant un grand nombre d'analyses, coûteux et difficiles à réaliser en routine (Cerf *et al.*, 2008). Aussi, établir un critère microbiologique de sécurité concernant *Salmonella* spp. ne pourrait être recommandé que pour des produits dont la contamination serait reconnue à la fois élevée et fréquente.

Dans l'autre cas où la matière première est destinée à entrer dans la composition d'un aliment pour les animaux, un critère de sécurité pour *Salmonella* spp., laissé à l'appréciation des opérateurs, pourrait être fixé à l'arrivée de la matière première dans l'usine, mais avec les mêmes limites que précédemment.

5.2.1.2 Aliments composés

Pour les raisons évoquées dans le paragraphe précédent, il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de justifier une prévalence ou une concentration maximale en *Salmonella* spp. dans les aliments composés

(objectif de performance⁴²) qui permettrait de respecter un niveau de sécurité donné pour les consommateurs des denrées issues d'animaux recevant ces aliments. En conséquence, il n'est pas non plus possible de justifier d'un critère de sécurité qui permettrait de vérifier le respect de cet objectif de performance

5.2.2 Critère d'hygiène des procédés

L'application correcte des mesures d'hygiène devrait logiquement permettre une meilleure maîtrise du danger *Salmonella* spp. Comme évoqué dans le paragraphe 5.1.2., il est alors possible d'envisager trois stratégies : i) utiliser directement *Salmonella* spp. comme indicateur d'hygiène, ii) utiliser un index de la présence de *Salmonella* spp., iii) utiliser un autre microorganisme comme indicateur d'hygiène.

5.2.2.1 Matières premières d'origine végétale

La recherche des salmonelles en tant qu'indicateur d'hygiène, bien que théoriquement possible, risque néanmoins d'être inefficace : comme exposé précédemment, la détection d'une contamination faible de *Salmonella* spp. avec une répartition potentiellement hétérogène requiert des plans d'échantillonnage coûteux et difficilement réalisables en routine.

L'utilisation des entérobactéries en tant qu'index a été étudiée par plusieurs auteurs : Jones *et al.* (2004) ont montré que la concentration en entérobactéries était plus élevée dans les aliments contaminés par *Salmonella* spp., mais d'autres auteurs n'ont pas trouvé de corrélation entre ces micro-organismes (Burns *et al.*, 2015 ; Ge *et al.*, 2013 ; Cox *et al.*, 1983). En effet, des contaminations élevées en entérobactéries dans des aliments pour animaux ont été rapportées sans qu'il y ait une évidence d'une contamination par *Salmonella* spp. Inversement, il arrive parfois d'avoir des contaminations faibles en entérobactéries, notamment sur des tourteaux de soja, avec des détections régulières de *Salmonella* spp.

Le recours à un autre index signalant la présence possible de *Salmonella* spp. pourrait être envisagé mais, d'après la littérature scientifique, il ne semble pas exister dans les aliments d'origine végétale destinés aux animaux, de micro-organismes qui pourraient tenir cette fonction pour cette bactérie (Cox *et al.*, 1983 ; Veldman *et al.*, 1995 ; Burns *et al.*, 2015).

Ainsi, dans la mesure où les professionnels seraient désireux d'imposer à leurs fournisseurs des critères utilisant des indicateurs d'hygiène pour leurs matières premières, il conviendrait de faire des études au cas par cas en tenant compte de la nature des dites matières premières, de leur origine géographique, des pratiques agricoles de leur production et, éventuellement, de leur procédé de transformation.

5.2.2.2 Aliments composés

Les entérobactéries qui font l'objet de critères microbiologiques pour les matières premières d'origine animale (Annexe X du Règlement n°142/2011) ou de prescriptions dans l'agrément salmonelles, font partie de la microflore normale et habituelle des végétaux. De ce fait, leur dénombrement ne permet pas d'évaluer

⁴² Objectif de performance : fréquence maximale et/ou concentration maximale d'un danger microbiologique dans un aliment à un point de la chaîne alimentaire qui ne devrait pas être dépassée si l'on veut être sûr que l'objectif de sécurité des aliments et le niveau de risque acceptable ou niveau approprié de protection/ALOP seront maintenus.

le niveau de maîtrise de l'hygiène des procédés de fabrication, sauf lorsque ceux-ci incluent une étape d'assainissement. Par exemple, Veldman *et al.* (1995) ont montré que la concentration en entérobactéries diminuait avec l'augmentation de la température de chauffage des aliments granulés et que cette observation était corrélée à une réduction du nombre de salmonelles. Le dénombrement des entérobactéries semble donc être un bon indicateur de la présence potentielle de *Salmonella* spp. dans les produits chauffés et constitue donc, à ce titre, un bon critère d'hygiène.

- Aliments thermisés

Certaines données des plans de surveillance de la DGCCRF, obtenues sur la période 2008-2016 (Annexe 16) concernent les aliments pour volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* qui ont subi des traitements assainissants assurant au moins trois réductions décimales de la concentration en entérobactéries. Les 105 analyses effectuées pendant cette période, indiquent que la limite de 10^2 UFC/g prescrite dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (seuil donnant lieu à des actions correctives sans pour autant que l'aliment soit déclaré non conforme), est respectée dans 79 % des cas. La limite de non-conformité (M) de 10^3 UFC/g est dépassée dans 12,4 % des cas. Cette répartition est confirmée par les résultats obtenus par les professionnels du SNIA et de COOP DE FRANCE sur la période 2014-2017 concernant les aliments destinés aux volailles reproductrices des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* ayant subi une décontamination thermique dans des établissements agréés salmonelles (1 499 analyses) : la limite de 10^2 UFC/g est respectée dans 87,5 % des cas et la limite de non-conformité de 10^3 UFC/g est dépassée dans 4,3 % des cas. Ces limites sont respectées dans la majorité des lots traités thermiquement ; à l'inverse, les lots non traités thermiquement présentent des taux importants de dépassement. En conséquence, il peut être conclu que ces limites de 10^2 et 10^3 UFC/g sont pertinentes pour vérifier qu'un traitement assainissant a été correctement appliqué.

- Aliments granulés (chauffés)

D'autres aliments, tels que les granulés, sont chauffés à des températures variables, sans critère de performance prédéfini. La limite microbiologique séparant une contamination en entérobactéries acceptable ou non n'est, dans ce cas, pas définie. Cependant, Burns *et al.* (2015) ont montré, sur des aliments granulés destinés aux porcs, que 18 % des échantillons présentaient une contamination supérieure à 10^2 UFC/g, que 10 % présentaient une contamination supérieure à 10^3 UFC/g et que 4 % présentaient une contamination supérieure à 10^4 UFC/g. Les résultats des professionnels du SNIA et de COOP DE FRANCE obtenus sur les granulés n'ayant pas subi de décontamination thermique (209 analyses) sont plus dispersés (Annexe 16). La limite de 10^2 UFC/g est dépassée dans 30,6 % des cas, celle de 10^3 UFC/g l'est dans 28,7 % des cas et celle de 10^4 UFC/g dans 22,5 % des cas. Dans la mesure où on admet la validité d'un critère d'hygiène pour la vérification des traitements thermiques, cette forte proportion de résultats supérieurs à 10^4 UFC/g semble montrer l'inefficacité de certains traitements de granulation. À l'heure actuelle, l'utilisation des entérobactéries comme indicateurs d'hygiène pour l'ensemble de cette catégorie d'aliments granulés, ne peut donc pas être recommandée. Des études plus fines pourraient être conduites pour définir précisément les types d'aliments granulés pour lesquels un critère d'hygiène se justifie.

- Aliments composés non chauffés

Comme évoqué précédemment, il ne semble pas exister dans les aliments composés, de micro-organismes qui pourraient servir d'index de la présence de *Salmonella* spp. De plus, la recherche de *Salmonella* spp. en tant qu'indicateur d'hygiène n'apparaît pas pertinente : les données d'autocontrôles des professionnels, réalisés sur les aliments composés, montrent des taux de contamination de l'ordre de 1 %.

De plus, la détection d'une contamination faible, avec une répartition hétérogène de cette bactérie requiert des plans d'échantillonnage avec un grand nombre d'analyses, coûteux et difficilement réalisables en routine. Etant donné que ces aliments n'ont pas subi un traitement thermique, les entérobactéries ne sont pas non plus de bons indicateurs d'hygiène. Par conséquent, il demeure essentiel de maintenir le suivi de la qualité hygiénique des aliments composés, avec l'application des GBPH et des principes du HACCP, ainsi que la mise en œuvre d'actions correctives spécifiques en cas de résultats non satisfaisants.

5.3 Réponse à la question de la saisine

Question : Évaluer la pertinence des critères réglementaires relatifs à la maîtrise microbiologique des aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo*, notamment le critère de 10^3 UFC/g d'entérobactéries dans 100g d'aliment composé. Ce seuil doit-il être maintenu comme un critère de sécurité ou un critère d'hygiène des procédés ?

Les prescriptions de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 ont un caractère hybride. En effet :

- Le seuil de 10^2 UFC/g s'apparente à la limite microbiologique d'un critère d'hygiène des procédés, puisqu'il conduit à réviser les conditions d'hygiène ;
- Le seuil de 10^3 UFC/g s'apparente à la limite microbiologique d'un critère de sécurité, puisque son dépassement conduit à déclarer le produit « non conforme » ;
- Plusieurs des éléments requis par le *Codex alimentarius* pour l'établissement d'un critère microbiologique et repris dans le Règlement n°2073/2005, ne sont pas pris en considération dans les critères édictés.

Sachant qu'il n'y a pas de démonstration univoque indiquant que les entérobactéries soient un bon index de *Salmonella* spp., un critère basé sur les entérobactéries ne devrait donc être à l'heure actuelle qu'un critère d'hygiène du procédé d'assainissement.

Un exemple type de critère microbiologique du procédé est proposé ci-dessous (Tableau 6). Il appartiendra au gestionnaire des risques de définir les valeurs numériques de n, c, m et M. À titre d'aide à la décision, des exemples de plans d'échantillonnage sont fournis pour des aliments présentant les niveaux de contamination observés par le SNIA et COOP DE FRANCE en 2014-2017 (Tableau 7).

Tableau : Modèle d'un critère d'hygiène des procédés

Catégorie d'aliments pour animaux	Micro-organismes	Plan d'échantillonnage		Limites		Méthode d'analyse de référence ⁴³	Stade d'application du critère	Action en cas de résultats insatisfaisants
		n	c	m	M			
Aliments d'origine végétale destinés aux animaux, ayant subi un traitement thermique ou chimique au cours de leur fabrication	<i>Enterobacteriaceae</i>	[à définir]	[à définir]	[à définir] ufc/g	[à définir] ufc/g	ISO 21528-2 (37°C)	Fin du procédé fabrication ⁴⁴	Amélioration de l'hygiène de production et/ou amélioration de la sélection et/ou de l'origine des matières premières

Tableau 6 : Probabilité de respect du critère selon les données du SNIA et COOP DE FRANCE pour la période 2014-2017⁴⁵

m=100 ufc/g	n=1 c=0	Prob=0,87	m=1000 ufc/g	n=1 c=0	Prob=0,96
m=100 ufc/g	n=5 c=0	Prob=0,51	m=1000 ufc/g	n=5 c=0	Prob=0,80
m=100 ufc/g M=1000 ufc/g	n=5 c=2	Prob=0,80	m=1000 ufc/g M = 10 000 ufc/g	n=5 c=2	Prob=0,96

⁴³ Il convient d'utiliser l'édition la plus récente de la norme.

⁴⁴ Dans le cas d'aliments des animaux importés par voie maritime ou terrestre, le stade d'application du critère est le déchargement du navire ou du véhicule sur le territoire national.

⁴⁵ Comment lire ces exemples : pour un produit du même type que ceux analysés par le SNIA et COOP DE FRANCE entre 2014 et 2017, si m=100, n=1, c=0, 87 % des lots respecteront la limite microbiologique du critère.

En conclusion, pour pouvoir fixer un critère de sécurité (pour l'Homme) des produits destinés à l'alimentation animale, il faut dans l'idéal disposer des éléments suivants :

- une relation quantitative entre la contamination des produits destinés à l'alimentation animale d'une part, et la probabilité de conséquences néfastes pour la santé humaine d'autre part ;
- la probabilité maximale de ces conséquences fixée par le gestionnaire du risque (c'est-à-dire le risque acceptable également appelé niveau approprié de protection - ALOP).

A l'heure actuelle, la relation quantitative est inconnue, et les experts n'ont pas trouvé de données qui leur auraient permis de lui substituer un « dire d'expert ». Même si cette relation et le risque acceptable étaient disponibles, les experts ne pourraient pas proposer l'établissement d'un critère de sécurité basé sur *Salmonella* spp. En effet, la prévalence et la concentration de cette bactérie sont trop faibles dans les aliments destinés à la filière considérée pour que l'on puisse proposer un plan d'échantillonnage réaliste. Les experts ne pourraient pas non plus proposer un critère basé sur un indicateur ou sur un index de *Salmonella* spp., car il n'en a pas été trouvé à ce jour. Pour toutes ces raisons, les experts ne voient pas de justification à la limite de 10^3 UFC d'entérobactéries par gramme qui figure dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 sur l'agrément salmonelles. Ils recommandent de ne pas la maintenir.

Les entérobactéries peuvent être utilisées comme un indicateur de l'efficacité des traitements assainissants. La limite microbiologique de 10^2 UFC d'entérobactéries par gramme qui est appliquée depuis dix ans, a contribué à l'amélioration de l'hygiène des entreprises ayant obtenu l'agrément salmonelles, et cette limite est respectée par la grande majorité des fabricants. Pour les produits pour lesquels un traitement assainissant est revendiqué, les experts proposent donc que la réglementation inclue le critère d'hygiène des procédés ci-dessous :

Catégorie d'aliments pour animaux	Micro-organismes	Plan d'échantillonnage	Limite	Méthode d'analyse de référence	Stade d'application du critère	Action en cas de résultats insatisfaisants
Aliments d'origine végétale destinés aux animaux, ayant été soumis à un traitement assainissant	<i>Enterobacteriaceae</i>	$n = 1^{46}$	$m = 10^2$ UFC/g	ISO 21528-2 (37°C)	En sortie d'usine, au moment du chargement	Amélioration de l'hygiène de production et/ou amélioration de la sélection et/ou de l'origine des matières premières

⁴⁶ Cf. Tableau 7

6 Conclusions et recommandations du groupe de travail

Cette saisine porte sur le risque, pour la santé animale et la santé humaine, lié à la présence de *Salmonella* spp. dans l'alimentation animale. L'expertise a porté sur les matières premières d'origine végétale ainsi que sur les seuls aliments composés fabriqués en usine, même si ces derniers ne constituent pas la totalité des aliments consommés par les animaux. La fabrication d'aliments à la ferme pour les trois filières animales concernées, ainsi que l'alimentation des animaux par fourrages (verts et conservés) n'ont pas été considérées dans ce rapport, mais sont abordées dans d'autres saisines en cours. De même, les aliments destinés aux animaux de compagnie et à la filière aquacole ont été écartés du champ d'expertise.

En France, l'analyse de plus de 12 000 résultats pour les matières premières et plus de 20 000 pour les aliments composés, tous relatifs à la recherche de *Salmonella* spp., entre 2009 et 2015, montre une faible contamination de ces produits : entre 1 % et 2 % pour les matières premières et entre 0,5 % et 1,5 % pour les aliments composés pour animaux. Parmi les matières premières ayant fait l'objet de nombreuses analyses, les tourteaux de soja étaient les matrices les plus contaminées.

Les principales conclusions et recommandations apportées par le groupe de travail sont les suivantes :

- Concernant l'évaluation du rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de *Salmonella* spp. dans les élevages et par voie de conséquence comme source potentielle de contamination des denrées alimentaires :

En France, l'analyse des données montre que *S. Infantis* et *S. Rissen* pour la filière porcine, *S. Mbandaka* pour la filière ruminants et *S. Senftenberg* pour la filière avicole, sont les sérovars (ou sérotypes) les plus fréquemment retrouvés tout au long de la chaîne, depuis l'alimentation animale jusqu'aux denrées alimentaires. De plus, plusieurs publications internationales mentionnent l'existence d'un lien entre la contamination, par *Salmonella* spp., des aliments pour animaux ou des matières premières, et celle des animaux d'élevage et des denrées alimentaires qui en sont issues, et parfois même avec une contamination humaine. Cette voie d'introduction ne peut donc pas être ignorée même si elle reste à démontrer d'une manière plus précise.

Cependant, compte-tenu du faible niveau de contamination des matières premières d'origine végétale et des aliments composés d'une part et de l'existence d'autres voies d'introduction, parfois peu maîtrisées dans les élevages d'autre part, l'alimentation animale ne peut pas être considérée comme une source majeure de contamination des filières de production animale. A l'heure actuelle, les données disponibles ne permettent pas de préciser quelle est la part de transmission de *Salmonella* spp. entre les différents maillons de la chaîne alimentaire, qui serait liée à l'alimentation animale. De plus, une analyse phénotypique, basée sur le sérotypage des salmonelles, n'est pas suffisante pour démontrer un véritable lien épidémiologique. Enfin, les sérovars majoritaires retrouvés, tant dans les matières premières que dans les aliments composés, sont différents de ceux isolés en santé publique.

Recommandation : Une meilleure caractérisation des isolats, par analyse génomique, devrait être menée sur des souches de salmonelles isolées aux différents stades de la chaîne alimentaire, depuis les matières premières des aliments pour animaux jusqu'aux denrées alimentaires, en s'assurant, au préalable, de disposer de collections représentatives de ces isolats. Cette analyse devrait apporter des connaissances plus approfondies non seulement sur l'origine et l'attribution des sources de

contamination, mais également sur l'apparente spécificité de certains sérovars vis-à-vis de certaines filières de production animale.

- Concernant l'évaluation du risque pour la santé humaine et animale, en fonction des sérovars isolés des aliments pour animaux :

Plusieurs données bibliographiques ont pu démontrer que des sérovars de *Salmonella* isolés de l'alimentation animale étaient responsables de salmonelloses humaines ainsi que de manifestations cliniques chez les animaux. Cependant, dans le cas précis des données françaises issues du Réseau *Salmonella*, d'Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, l'analyse n'a pas permis de démontrer que l'alimentation animale était une voie d'entrée pour les sérovars les plus fréquemment isolés en santé humaine et animale. Cette source ne devrait cependant pas être exclue de l'analyse. Pour la santé humaine, et considérant la capacité du secteur « productions animales » de constituer un filtre (sélection de sérovar) et un amplificateur de la contamination, aboutissant à un portage asymptomatique fréquent tant chez les volailles que chez les porcs et les bovins, il convient de considérer que l'introduction, même occasionnelle, de ces sérovars (ceux fréquemment retrouvés chez l'homme) dans les élevages peut avoir un impact non négligeable.

- Concernant l'évaluation du rôle de l'alimentation animale dans l'introduction des cinq sérovars réglementés dans les élevages de volailles des espèces *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, en indiquant si d'autres sérovars devaient être mis en exergue :

Les données nationales montrent que des sérovars réglementés peuvent parfois être retrouvés, soit dans les matières premières (tourteaux de soja, de colza et de tournesol, céréales), soit dans les aliments composés destinés aux filières de production. Cependant, les données d'Oqualim et du Réseau *Salmonella* montrent que la part des sérovars réglementés, parmi l'ensemble des sérovars isolés, est relativement faible. L'aliment est donc une source possible de contamination des filières avicoles par ces sérovars réglementés. De plus, à ce jour, la compilation des données publiées ne permet pas d'identifier, parmi les sérovars actuellement non-réglementés, d'autres sérovars, provenant de l'alimentation animale, qui pourraient être soumis à une réglementation dans les filières *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*.

- Concernant l'évaluation du risque posé par ces cinq sérovars réglementés pour les autres espèces animales dans le cas où les lots contaminés seraient réorientés vers leurs filières et, par voie de conséquence, l'extension de la réglementation vers d'autres filières de production :

La réorientation de matières premières ou d'aliments pour animaux contaminés par *Salmonella* spp., depuis la filière avicole réglementée vers les filières porcines, bovines ou avicoles non réglementées, ne semble pas opportune. En effet, cette réorientation pourrait déboucher sur le déclenchement de manifestations cliniques, ou même le portage asymptomatique dans un élevage de production et une propagation dans les denrées qui en sont issues.

Concernant la question relative à l'extension de la réglementation à d'autres filières de production, et bien que cette question dépasse la problématique de *Salmonella* spp. en alimentation animale pour laquelle le GT a été mandaté, les experts constatent que des salmonelles, y compris réglementées, sont présentes, en faible fréquence mais régulièrement, dans des aliments composés destinés aux porcs et aux bovins. De plus, des sérovars identifiés dans des cas de salmonelloses humaines (*S. Typhimurium*, *S. Derby*, *S. Infantis* et *S. Dublin*) ont été retrouvés dans des élevages porcins et bovins. Enfin, les experts constatent que la mise en place de réglementations successives, dans certaines filières avicoles, a contribué, depuis 2010, à une diminution des cas de salmonelloses humaines. En conséquence, une extension de la réglementation à d'autres filières de production

devrait permettre de réduire les cas de salmonelloses humaines. Cependant, dans le cas d'une extension de la réglementation vers d'autres filières de productions animales, les mesures proposées ne devraient pas se limiter à la maîtrise de la contamination salmonellique des aliments.

Recommandation : S'il est décidé une réorientation des lots d'aliments contaminés vers d'autres filières, les experts recommandent fortement de procéder au préalable à un traitement assainissant de l'aliment.

- Concernant l'analyse du danger représenté par S. Kentucky, en particulier des souches résistantes à la ciprofloxacine :

Il apparaît indispensable de détecter efficacement et de pouvoir suivre l'émergence de clones de *Salmonella* spp. au potentiel épidémique (émergence de clones résistants à la ciprofloxacine, aux céphalosporines de troisième génération et/ou aux carbapénèmes, par exemple). Ainsi, le cas de S. Kentucky, temporairement intégré comme sérovar réglementé, depuis 2015, nécessite une vigilance particulière liée à la représentation d'un danger cumulé « *Salmonella* spp. » et « haut niveau de résistance aux antibiotiques critiques pour la santé publique ». En effet, dans le cas des patients dont le pronostic vital est engagé, cette zoonose représente l'exemple d'une infection alimentaire pour laquelle un échec thérapeutique est possible. Du fait de son intégration dans cette réglementation, son installation dans les filières de production surveillées semble être maîtrisée en France. La réglementation joue ici un rôle protecteur afin d'éviter l'installation d'un danger particulier provenant de l'extérieur du pays. En l'absence de réglementation pour d'autres filières de production en France, la gestion de l'émergence d'un danger de ce niveau dans d'autres filières pourrait être plus problématique.

Recommandation : Le GT recommande de continuer de prévenir l'installation de S. Kentucky résistant aux fluoroquinolones, en maintenant son inscription en tant que danger sanitaire de catégorie 1. Les démarches mises en place pour les filières avicoles devront être poursuivies, tout en maintenant une vigilance pour les autres filières de production.

- Concernant l'évaluation des traitements thermiques, y compris la granulation, pouvant contribuer à obtenir un niveau de contamination très faible en *Salmonella* spp., inférieur au seuil de détection :

Compte-tenu des seuils de détection des méthodes analytiques et de la faible probabilité de retrouver des salmonelles dans les échantillons prélevés, l'absence totale de salmonelles ne peut pas être absolument garantie. Les traitements thermiques peuvent contribuer à obtenir un niveau de contamination très faible en salmonelles, à condition que les barèmes du traitement appliqué soient parfaitement maîtrisés et adaptés. Ceci n'est pas toujours le cas, notamment lors de l'opération de granulation lorsqu'elle ne vise pas un objectif d'assainissement. D'autres traitements, en particulier l'incorporation d'acides organiques dans les matières premières et les aliments composés en tant qu'additifs technologiques, permettent de réduire le niveau de contamination et limiter la multiplication des salmonelles dans les produits traités, mais leur efficacité seule, vis-à-vis de *Salmonella* spp., devrait être mieux documentée. Les acides organiques peuvent aussi être utilisés en complément d'un traitement thermique.

- Concernant l'évaluation de la pertinence des critères réglementaires relatifs à la maîtrise microbiologique des aliments composés destinés aux reproducteurs de l'espèce *Gallus gallus* ou de l'espèce *Meleagris gallopavo* :

Dans ces filières, la prévalence et la concentration de *Salmonella* spp. sont trop faibles, dans les aliments considérés, pour proposer un plan d'échantillonnage réaliste. De plus, il paraît difficile de proposer un critère pour la santé humaine, basé sur un indicateur ou sur un index de la présence de *Salmonella* spp., car il n'en a pas été décrit à ce jour. En conséquence, un critère de sécurité pour la santé humaine, basé sur un niveau de contamination par des entérobactéries, n'apparaît pas pertinent. En revanche, un critère d'hygiène des procédés basé sur le dénombrement des entérobactéries, avec une limite fixée à 10^2 UFC/g, pourrait être appliqué à ces aliments ayant été soumis à un traitement destiné à leur assainissement.

*Recommandation : Dans le cadre de l'agrément salmonelles, concernant le traitement de décontamination des aliments composés destinés aux volailles reproductrices *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*, le gestionnaire du risque peut choisir de laisser à l'exploitant la responsabilité de moduler l'intensité de ce dernier afin de respecter une limite en entérobactéries de 10^2 UFC/g d'un échantillon homogène de 100 g d'aliment fini prélevé au chargement des camions de distribution, pour ce critère d'hygiène des procédés.*

En conclusion, le GT rappelle qu'il demeure essentiel de maintenir voire renforcer, la surveillance de la contamination par les salmonelles tout au long de la chaîne alimentaire tout en améliorant les méthodes de caractérisation des isolats.

Il souligne la difficulté de la définition d'un lot contaminé par *Salmonella* spp., compte-tenu de la définition initiale du lot d'une part et des difficultés d'échantillonnage rencontrées dans le secteur de l'alimentation animale d'autre part. Cependant, la collecte régulière des données de surveillance permet d'examiner ces résultats et de faire ressortir des variations relatives du niveau de contamination au cours du temps, si on fait l'hypothèse que l'échantillonnage est le même d'une année sur l'autre.

Enfin, au-delà du contrôle analytique, la mise en place et le respect, par tous les opérateurs de l'alimentation animale, du guide de bonnes pratiques d'hygiène et l'application des principes du HACCP demeurent indispensables pour la maîtrise des salmonelles dans la chaîne de fabrication des aliments pour animaux.

7 Bibliographie

7.1 Publications

- AFSSA. 2006. Demande de création de documents de référence concernant des flores microbiennes utilisables en tant qu'indicateurs d'hygiène des procédés. Maisons-Alfort, France.
- AFSSA. 2008. Recommandations pour l'élaboration de critères microbiologiques d'hygiène des procédés. Maisons-Alfort, France.
- Allerberger, F. 2012. "Molecular Typing in Public Health Laboratories: From an Academic Indulgence to an Infection Control Imperative." *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 45 (1):1-7. doi: 10.3961/jpmph.2012.45.1.1.
- Alsop, J. E. 2005. "An outbreak of salmonellosis in a swine finishing barn." *Journal of Swine Health and Production* 13 (5):265-268.
- Amado, I. R., J. A. Vázquez, P. Fuciños, J. Méndez et L. Pastrana. 2013. "Optimization of antimicrobial combined effect of organic acids and temperature on foodborne *Salmonella* and *Escherichia coli* in cattle feed by response surface methodology." *Foodborne Pathogens and Disease* 10 (12):1030-1036. doi: 10.1089/fpd.2013.1559.
- Anses. 2011. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments / *Salmonella* spp. Maisons-Alfort, France.
- Anses. 2014. Création d'un nouveau groupe fonctionnel d'additifs "décontaminants des aliments pour animaux". Maisons-Alfort, France.
- Anses. 2017a. Attribution des sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire. Maisons-Alfort, France.
- Anses. 2017b. Illustrations et actualisation des recommandations pour l'évaluation du poids des preuves et l'analyse d'incertitude à l'Anses Maisons-Alfort, France.
- Aury, K., M. Chemaly, I. Petetin, S. Rouxel, M. Picherot, V. Michel et S. Le Bouquin. 2010. "Prevalence and risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in French breeding and fattening turkey flocks at the end of the rearing period." *Prev Vet Med* 94 (1):84-93.
- Bangtrakulnonth, A., O. Suthienkul, A. Kitjakara, S. Pornrungwong et K. Siripanichgon. 1994. "First isolation of *Salmonella* Blockley in Thailand." *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 25 (4):688-92.
- Bergeron, N., J. Corriveau, A. Letellier, F. Daigle et S. Quessy. 2010. "Characterization of *Salmonella* Typhimurium isolates associated with septicemia in swine." *Canadian Journal of Veterinary Research* 74 (1):11-17.
- Beroff, H. et F. Humbert. 1999a. Les salmonelles et l'aliment du bétail - moyens de lutte - Synthèse bibliographique. AFSSA Ploufragan.
- Beroff, H., F. Humbert et F. Putier. 1999b. Salmonelles et alimentation animale-Fiche technique n° 20.
- Bertelloni, F., G. Tosi, P. Massi, L. Fiorentini, M. Parigi, D. Cerri et V. V. Ebani. 2017. "Some pathogenic characters of paratyphoid *Salmonella enterica* strains isolated from poultry." *Asian Pacific journal of tropical medicine* 10 (12):1161-1166.

- Beumer, I. H. 1992. Möglichkeiten der Salmonellen-Dekontamination von Futtermitteln (Possibilités d'élimination des salmonelles dans les aliments pour animaux). *Die Mühle + Mischfüttertechnik*, 129 (45):639-645
- Blank, G., S. Savoie et L. D. Campbell. 1996. "Microbiological decontamination of poultry feed - Evaluation of steam conditioners." *J Sci Food Agric* 72 (3):299-305.doi: 10.1002/(SICI)10970010(199611)72:3<299::AID-JSFA656>3.0.CO;2-A.
- Bucher, O., R. A. Holley, R. Ahmed, H. Tabor, C. Nadon, L. K. Ng et J. Y. D'Aoust. 2007. "Occurrence and characterization of *Salmonella* from chicken nuggets, strips, and pelleted broiler feed." *J Food Prot* 70 (10):2251-8.
- Burdick, D., N. A. Cox, J. E. Thomson et J. S. Bailey. 1983. "Heating by microwave, hot air, and flowing steam to eliminate inoculated *Salmonella* from poultry feed." *Poultry science* 62 (9):1780-1785.
- Burns, A. M., P. G. Lawlor, G. E. Gardiner, E. M. McCabe, D. Walsh, M. Mohammed, J. Grant et G. Duffy. 2015. "*Salmonella* occurrence and *Enterobacteriaceae* counts in pig feed ingredients and compound feed from feed mills in Ireland." *Prev Vet Med* 121 (3-4):231-9. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.07.002.
- Butcher, G. D. et R. D. Miles. 1995. "Minimizing microbial contamination in feed mills producing poultry feed." *VM (USA)*.
- Cantor, A. H. 1990. "Elimination of *Salmonella* at source-an overall program for feed manufacturers and meat processors." *Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's Sixth Annual Symposium*.
- Cardinale, E., F. Tall, E. F. Gueye, M. Cisse et G. Salvat. 2004. "Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* infection in senegalese broiler-chicken flocks." *Prev Vet Med* 63 (3-4):151-61. doi: 10.1016/j.prevetmed.2004.03.002.
- Carroll, B. J et B. Q Ward. 1967. "Control of *salmonellae* in fish meal." *Fish. Ind. Res* 4:29-36.
- Cerf, O., P. Colin, J.-B. Denis, R. Lailler et V. Livrelli. 2008. Contamination microbienne des préparations lactées en poudre destinées aux nourrissons et personnes âgées. édité par Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Maisons-Alfort (France).
- Chazel, M, Y Buret, D Meunier, JY Madec et D Calavas. 2007. "Le RESSAB-Réseau d'Epidémiologie et de Surveillance des Salmonelloses Bovines-Résultats 2006." *Bulletin Epidémiologique-AFSSA* 25:5-7.
- Codex alimentarius. 2013 Principes et directives pour l'établissement et l'application de critères microbiologiques relatifs aux aliments CAC/GL 21-1997.
- Corrégé, I. 2001. "La problématique salmonelles en filière porcine." *TECHNIPORC* 24 (2):25-31.
- Cover, M.S, J.T Gary et S.F Binder. 1985. "Reduction of standard plate counts, total coliform counts and *Salmonella* by pelletizing animal feed." *International Symposium on Salmonella*. New Orleans, Louisiana (USA). 19-20 Jul 1984.
- Cox, N. A., J. S. Bailey, J. E. Thomson et B. J. Juven. 1983. "*Salmonella* and other *Enterobacteriaceae* found in commercial poultry feed." *Poultry science* 62 (11):2169-75.
- Crane, F. M., M. Hansen, R. Yoder, K. Lepley et P. Cox. 1973. "Effect of processing feeds on molds, *Salmonella*, and other harmful substances in feeds." *Effect of Processing on the Nutritional Value of Feeds*.

- Davies, R., M. Breslin, J. E. Corry, W. Hudson et V. M. Allen. 2001. "Observations on the distribution and control of *Salmonella* species in two integrated broiler companies." *The Veterinary Record* 149 (8):227-232. doi: 10.1136/vr.149.8.227.
- Davies, R. H. et A. D. Wales. 2010. "Investigations into *Salmonella* contamination in poultry feedmills in the United Kingdom." *J Appl Microbiol* 109 (4):1430-40. doi: 10.1111/j.1365-2672.2010.04767.x.
- Davies, R. H. et A. D. Wales. 2013. "*Salmonella* contamination of cereal ingredients for animal feeds." *Vet Microbiol* 166 (3-4):543-9. doi: 10.1016/j.vetmic.2013.07.003.
- Denis, M., A. Fablet, S. Rouxel, C. Houdayer, C. Robinault et P. Fravallo. 2009. "Diversité génétique de *Salmonella* Typhimurium et *Salmonella* Derby chez le porc en France." *Journées Recherche Porcine*, 41:49-52.
- Dia, M. E. H, S. Le Bouquin-Leneveu, V. Marie-Léone, E. Bonin, H. Sadonès, V. Michel, S. Granier, F. Moury et A. Brisabois. 2012. "Investigations épidémiologiques et microbiologiques de récents foyers de typhose et de pullorose chez les volailles en France." *Bull. Epid. Santé Anim. Alim* 48:10-13.
- Dipl. 1991. Dekontamination pathogener Keime in Futtermitteln (Possibilités d'élimination des pathogènes dans les aliments pour animaux). *Die Mühler + Mischfüttertechnik*, 128 (25):315-319
- Doyle, M. P. et M. C. Erickson. 2006. "Reducing the carriage of foodborne pathogens in livestock and poultry." *Poultry science* 85 (6):960-973.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2008. "Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals - Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards." *EFSA Journal* 6 (7):720-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2008.720.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2010. "Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making." *EFSA Journal* 8 (6):1637-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1637.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2015a. "The food classification and description system FoodEx 2 (revision 2)." *EFSA Supporting Publications* 12 (5):804E-n/a. doi: 10.2903/sp.efsa.2015.EN-804.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2015b. "Scientific Opinion on the safety and efficacy of formic acid, ammonium formate and sodium formate as feed hygiene agents for all animal species." *EFSA Journal* 13 (5):4113-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4113.
- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2015. "EU Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2013." *EFSA Journal* 13 (2):4036-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4036.
- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2016a. "The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2014." *EFSA Journal* 14 (2):4380-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4380.
- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2016b. "The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015." *EFSA Journal* 14 (12):e04634-n/a. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4634.
- Ekperigin, H. E., R. H. McCapes, R. Redus, W. L. Ritchie, W. J. Cameron, K. V. Nagaraja et S. Noll. 1990. "Microcidal effects of a new pelleting process." *Poultry science* 69 (9):1595-8.

- Eriksson, J., C. Lofstrom, A. Aspan, A. Gunnarsson, I. Karlsson, E. Borch, B. de Jong et P. Radstrom. 2005. "Comparison of genotyping methods by application to *Salmonella* Livingstone strains associated with an outbreak of human salmonellosis." *Int J Food Microbiol* 104 (1):93-103. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.01.011.
- Fonteneau, L., N. Jourdan Da Silva, L. Fabre, P. Ashton, M. Torpdahl, L. Muller, B. Bouchrif, A. El Boulani, E. Valkanou, W. Mattheus, I. Friesema, S. Herrera Leon, C. Varela Martinez, J. Mossong, E. Severi, K. Grant, F. X. Weill, C. M. Gossner, S. Bertrand, T. Dallman et S. Le Hello. 2017. "Multinational outbreak of travel-related *Salmonella* Chester infections in Europe, summers 2014 and 2015." *Euro Surveill* 22 (7). doi: 10.2807/1560-7917.es.2017.22.7.30463.
- Fris, C. et J. Bos. 1995. "A retrospective case-control study of risk factors associated with *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis infections on Dutch broiler breeder farms." *Avian Pathol* 24 (2):255-72. doi: 10.1080/03079459508419067.
- G., Martin-Houssart. 2007. "Porcins – enquêtes de novembre-décembre 2006 - résultats européens." *Agreste-Conjoncture-productions animales* (5).
- Ge, B., P. C. Lafon, P. J. Carter, S. D. McDermott, J. Abbott, A. Glenn, S. L. Ayers, S. L. Friedman, J. C. Paige, D. D. Wagner, S. Zhao, P. F. McDermott et M. A. Rasmussen. 2013. "Retrospective analysis of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, and *Enterococcus* in animal feed ingredients." *Foodborne Pathogens and Disease* 10 (8):684-691. doi: 10.1089/fpd.2012.1470.
- Gedda, M. 2015. "Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses." *Kinésithérapie, la Revue* 15 (157):39-44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004>.
- Gerard, C. 1996. Aliment « chauffé »-Une tour pour être au top. *Réussir Aviculture*, 19:43-44.
- Guillon, F., P. Chasset, S. Le Hello et S Granier. 2013. "Investigation épidémiologique du premier foyer lié à *Salmonella* Kentucky hautement résistante aux fluoroquinolones détecté en élevage avicole en France." *Bull. Epid. Santé Anim. Alim* 57:22-23.
- Guyennet, F., J. L. Fraysse et J. Albar. 2000. "Le biphasé en alimentation porcine, une pratique d'élevage doublement intéressante." *Agreste Cahiers* (4).
- Hald, T., A. Wingstrand, T. Brøndsted et D. M. A. L. F. Wong. 2006. "Human health impact of *Salmonella* contamination in imported soybean products: a semiquantitative risk assessment." *Foodborne Pathogens & Disease* 3 (4):422-431.
- Hald, T., A. Wingstrand, S. M. Pires, A. Vieira, A. R. Coutinho Calado Domingues, K. L. Lundsby, V. Dalhoff Andersen et C. Thrane. 2012. Assessment of the human-health impact of *Salmonella* in animal feed. Danmarks Tekniske Universitet (DTU).
- Himathongkham, S., M. D. G. Pereira et H. Riemann. 1996. "Heat destruction of *Salmonella* in poultry feed: Effect of time, temperature, and moisture." *Avian Dis* 40 (1):72-77.
- Institut de l'élevage. 2008. *Maladies des bovins*. Traduit par. Edité. France Agricole ed.
- Israeslen, M., I. D Hansen et E. Jacobsen. 1996. Key point for practical control: Don't grow *Salmonella* in the pellet cooler. *Feed International*, 17:34-38.
- Jerrett, I. V., S. McOrist, J. Waddington, J. W. Browning, J. C. Malecki et I. P. McCausland. 1984. "Diagnostic studies of the fetus, placenta and maternal blood from 265 bovine abortions." *The Cornell veterinarian* 74 (1):8-20.
- John, R. E. 1990. Controlling *Salmonella* - Focusing on the feedmill. *Feed International*, December, 26-35.
- Jones, F. T. 2011. "A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed." *Journal of Applied Poultry Research* 20 (1):102-113. doi: 10.3382/japr.2010-00281.

- Jones, F. T. et K. E. Richardson. 2004. "Salmonella in commercially manufactured feeds." *Poultry science* 83 (3):384-91.
- Jones, T. F., L. A. Ingram, P. R. Cieslak, D. J. Vugia, M. Tobin-D'Angelo, S. Hurd, C. Medus, A. Cronquist et F. J. Angulo. 2008. "Salmonellosis outcomes differ substantially by serotype." *J Infect Dis* 198 (1):109-114.
- Kérouanton, A., M. Marault, R. Lailler, F. X. Weill, C. Feurer, E. Espié et A. Brisabois. 2007. "Pulsed-field gel electrophoresis subtyping database for foodborne Salmonella enterica serotype discrimination." *Foodborne Pathogens and Disease* 4 (3):293-303.
- Konig, H. G. 1995. Salmonella - Dekontamination von Futtermitteln mit Hilfe der Expandertechnik. *Die Mühle + Mischfuttertechnik*, 132 (31):508-510
- Koyuncu, S., M. G. Andersson, C. Lofstrom, P. N. Skandamis, A. Gounadaki, J. Zentek et P. Hagglom. 2013. "Organic acids for control of Salmonella in different feed materials." *BMC Vet Res* 9:81. doi: 10.1186/1746-6148-9-81.
- Lailler, R., M. Sanaa, J. Chadoeuf, B. Fontez, A. Brisabois, C. Colmin et Y. Millemann. 2005. "Prevalence of multidrug resistant (MDR) Salmonella in bovine dairy herds in western France." *Prev Vet Med* 70 (3-4):177-89. doi: 10.1016/j.prevetmed.2005.03.006.
- Le Bouquin, S., V. Allain, S. Rouxel, I. Petetin, M. Picherot, V. Michel et M. Chemaly. 2010. "Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period." *Prev Vet Med* 97 (3-4):245-51. doi: 10.1016/j.prevetmed.2010.09.014.
- Le Hello, S., D. Harrois, B. Bouchrif, L. Sontag, D. Elhani, V. Guibert, K. Zerouali et F. X. Weill. 2013. "Highly drug-resistant Salmonella enterica serotype Kentucky ST198-X1: a microbiological study." *Lancet Infect Dis* 13 (8):672-9. doi: 10.1016/s1473-3099(13)70124-5.
- Le Hello, S., R. S. Hendriksen, B. Doublet, I. Fisher, E. M. Nielsen, J. M. Whichard, B. Bouchrif, K. Fashae, S. A. Granier, N. Jourdan-Da Silva, A. Cloeckaert, E. J. Threlfall, F. J. Angulo, F. M. Aarestrup, J. Wain et F. X. Weill. 2011. "International spread of an epidemic population of Salmonella enterica serotype Kentucky ST198 resistant to ciprofloxacin." *J Infect Dis* 204 (5):675-84. doi: 10.1093/infdis/jir409.
- Le Hello, S., F. X. Weill, V. Guibert, K. Praud, A. Cloeckaert et B. Doublet. 2012. "Early strains of multidrug-resistant Salmonella enterica serovar Kentucky sequence type 198 from Southeast Asia harbor Salmonella genomic island 1-J variants with a novel insertion sequence." *Antimicrob Agents Chemother* 56 (10):5096-102. doi: 10.1128/aac.00732-12.
- Leclerc, V., F. Moury, V. Noel, I. Berta-Vanrullen, S. Cadel-Six et R. Lailler. 2015. "Le réseau Salmonella, un dispositif de surveillance des salmonelles sur la chaîne alimentaire: bilan 2015."
- Liu, T. S., G. H. Snoeyenbos et V. L. Carlson. 1969. "Thermal resistance of Salmonella Senftenberg 775W in dry animal feeds." *Avian Dis* 13 (3):611-631.
- Maciorowski, K. G., P. Herrera, F. T. Jones, S. D. Pillai et S. C. Ricke. 2006. "Cultural and Immunological Detection Methods for Salmonella spp. in Animal Feeds – A Review." *Veterinary Research Communications* 30 (2):127-137. doi: 10.1007/s11259-006-3221-8.
- Massabie, P. et G. Martin-Houssard. 2010. "Les bâtiments d'élevage porcin entre 2001 et 2008." *Agreste Primeur* 253:4 pages.
- Matlho, G., S. Himathongkham, H. Riemann et P. Kass. 1997. "Destruction of Salmonella Enteritidis in Poultry Feed by Combination of Heat and Propionic Acid." *Avian Dis* 41 (1):58-61. doi: 10.2307/1592443.

- McCapes, R. H., H. E. Ekperigin, W. J. Cameron, W. L. Ritchie, J. Slagter, V. Stangeland et K. V. Nagaraja. 1989. "Effect of a new pelleting process on the level of contamination of poultry mash by *Escherichia coli* and *Salmonella*." *Avian Dis* 33 (1):103-11.
- Millemann, Y, S. Granier, H.J. Boulouis, R. Lailier et G. Belbis. 2014. "Salmonellosis due to a monophasic variant of *Salmonella* Typhimurium in a cow." *Veterinary Record Case Reports* 2 (1). doi: 10.1136/vetreccr-2014-000116.
- Morita, T., H. Kitazawa, T. Iida et S. Kamata. 2006. "Prevention of *Salmonella* cross-contamination in an oilmeal manufacturing plant." *J Appl Microbiol* 101 (2):464-473. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02972.x.
- Mossel, D. A. A, M. Van Schothorst et E. H. Kampelmacher. 1967. "Comparative study on decontamination of mixed feeds by radication and by pelleting." *J Sci Food Agric* 18 (8):362-367.
- Mughini-Gras, L., R. Enserink, I. Friesema, M. Heck, Y. van Duynhoven et W. van Pelt. 2014. "Risk Factors for Human Salmonellosis Originating from Pigs, Cattle, Broiler Chickens and Egg Laying Hens: A Combined Case-Control and Source Attribution Analysis." *PLoS ONE* 9 (2):e87933. doi: 10.1371/journal.pone.0087933.
- Oqualim. 2016. Guide de Bonnes Pratiques d'hygiène de la Nutrition Animale (GBPNA) - version Projet janvier 2016
- Osterberg, J., I. Vagsholm, S. Boqvist et S. S. Lewerin. 2006. "Feed-borne outbreak of *Salmonella* Cubana in Swedish pig farms: risk factors and factors affecting the restriction period in infected farms." *Acta Vet Scand* 47:13-21.
- Papadopoulou, C., J. J. Carrique-Mas, R. H. Davies et A. R. Sayers. 2009. "Retrospective analysis of *Salmonella* isolates recovered from animal feed in Great Britain." *Veterinary Record* 165 (23):681-688.
- Pellegrini, D. C. P., D. S. Paim, G. J. M. M. Lima, C. Pissetti, J. D. Kich et M. R. I. Cardoso. 2015. "Distribution of *Salmonella* clonal groups in four Brazilian feed mills." *Food Control* 47 (Supplement C):672-678. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.013>.
- Pires, S. M., L. de Knecht et T. Hald. 2011. "Estimation of the relative contribution of different food and animal sources to human *Salmonella* infections in the European Union." *EFSA Supporting Publications* 8 (8):184E-n/a. doi: 10.2903/sp.efsa.2011.EN-184.
- Poirier, E., L. Watier, E. Espie, F.X. Weill, H. De Valk et J.C. Desenclos. 2008. "Evaluation of the impact on human salmonellosis of control measures targeted to *Salmonella* Enteritidis and Typhimurium in poultry breeding using time-series analysis and intervention models in France." *Epidemiology & Infection* 136 (9):1217-1224.
- Prunic, B., D. Milanov, M. Velhner, M. Pajic, L. Pavlovic et D. Misic. 2016. "Clonal persistence of *Salmonella enterica* serovars Montevideo, Tennessee, and Infantis in feed factories." *J Infect Dev Ctries* 10 (6):662-6. doi: 10.3855/jidc.7313.
- S., Reizian. 1992. "La qualité microbiologique en usine d'aliments du bétail." Thèse vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes
- Sauli, I., J. Danuser, A. H. Geeraerd, J. F. Van Impe, J. Rufenacht, B. Bissig-Choisat, C. Wenk et K. D. Stark. 2005. "Estimating the probability and level of contamination with *Salmonella* of feed for finishing pigs produced in Switzerland--the impact of the production pathway." *Int J Food Microbiol* 100 (1-3):289-310. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.10.026.

- Schelin, J., G. Andersson, H. Vigre, B. Norling, P. Haggblom, J. Hoorfar, P. Radstrom et C. Lofstrom. 2014. "Evaluation of pre-PCR processing approaches for enumeration of *Salmonella enterica* in naturally contaminated animal feed." *J Appl Microbiol* 116 (1):167-78. doi: 10.1111/jam.12337.
- Shirota, K., H. Katoh, T. Murase, T. Ito et K. Otsuki. 2001. "Monitoring of Layer Feed and Eggs for *Salmonella* in Eastern Japan between 1993 and 1998." *J Food Prot* 64 (5):734-737. doi: 10.4315/0362-028x-64.5.734.
- Shirota, K., D. V. Umali, T. Suzuki et H. Katoh. 2012. "Epizootiologic role of feeds in the epidemiology of *Salmonella* Senftenberg contamination in commercial layer farms in eastern Japan." *Avian Dis* 56 (3):516-20. doi: 10.1637/9964-101611-Reg.1.
- Sprong, R. C., M. F. Hulstein et R. Van der Meer. 2001. "Bactericidal activities of milk lipids." *Antimicrob Agents Chemother* 45 (4):1298-301. doi: 10.1128/aac.45.4.1298-1301.2001.
- Tecaliman. 1996a. Etude des contaminations microbiennes dans les unités de production d'aliment pour animaux - Bulletin spécial n° 22.
- Tecaliman. 1996b. Traitement à la vapeur et pressage des aliments destinés aux animaux, en vue de la destruction des salmonelles-Bulletin spécial n° 25
- Tecaliman. 2002. Synthèse du programme sur l'identification des sources de recontamination par les Salmonelles des aliments traités thermiquement et des mesures préventives-Bulletin spécial n° 48.
- Tecaliman. 2007. Etablissement des barèmes de décontamination par un procédé de granulation sur les aliments porc, pouleuse, poulet et dinde-Fiche n° 68.
- Tecaliman. 2015. Etudes de différentes techniques de décontamination des entérobactéries en alimentation animale.
- Toma, B., B. Dufour, J.J. Bénet, M. Sanaa, A. Shaw et F. Moutou. 2010. "Epidémiologie appliquée à la lutte contre les maladies animales transmissibles majeures, 3ème éd." *Maisons-Alfort: AEEMA*.
- Vahl, I. J. 1995. "Breaking the *Salmonella* chain at the feed mill." *Feed Mix* 3:14-17.
- Van Cauteren, D. 2016. "Estimation de la morbidité des infections d'origine alimentaire en France." Université Paris-Saclay.
- Van Immerseel, F., J. De Buck, F. Boyen, L. Bohez, F. Pasmans, J. Volf, M. Sevcik, I. Rychlik, F. Haesebrouck et R. Ducatelle. 2004. "Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through hilA suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis." *Appl Environ Microbiol* 70 (6):3582-7. doi: 10.1128/aem.70.6.3582-3587.2004.
- Van Immerseel, F., J. De Buck, I. De Smet, F. Pasmans, F. Haesebrouck et R. Ducatelle. 2004. "Interactions of butyric acid- and acetic acid-treated *Salmonella* with chicken primary cecal epithelial cells in vitro." *Avian Dis* 48 (2):384-91. doi: 10.1637/7094.
- Van Immerseel, F., J. De Buck, F. Pasmans, P. Velge, E. Bottreau, V. Fievez, F. Haesebrouck et R. Ducatelle. 2003. "Invasion of *Salmonella* Enteritidis in avian intestinal epithelial cells in vitro is influenced by short-chain fatty acids." *Int J Food Microbiol* 85 (3):237-48.
- Veldman, A, HA Vahl, GJ Borggreve et DC Fuller. 1995. "A survey of the incidence of *Salmonella* species and *Enterobacteriaceae* in poultry feeds and feed components." *Veterinary Record* 136 (7):169-172. doi: 10.1136/vr.136.7.169.
- Voeten, A. C. et L. Van De leest. 1989. Influence of the pelleting temperature used for feed on *Salmonella* infection in broilers. *Archiv für Geflügelkunde*, 53 (6) : 225-230.

- Wales, A. D., I. McLaren, A. Rabie, R. J. Gosling, F. Martelli, R. Sayers et R. Davies. 2013. "Assessment of the anti-*Salmonella* activity of commercial formulations of organic acid products." *Avian pathology* 42 (3):268-275.
- Wasył, D. et A. Hozowski. 2012. "First isolation of ESBL-producing *Salmonella* and emergence of multiresistant *Salmonella* Kentucky in turkey in Poland." *Food Research International* 45 (2):958-961. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.024>.
- Weill, F.X., S. Le Hello, S. Lefevre et C. Renaudat. 2016. Rapport d'activité annuel, Centre National de Référence des *Escherichia coli*, *Shigella* et *Salmonella*. Institut Pasteur.

7.2 Normes

NF X 50-110 (mai 2003) Qualité en expertise - Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement X 50-110).

ISO 21528-2:2017 (juin 2017) Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des Enterobacteriaceae - Partie 2 : Technique par comptage des colonies.

7.3 Législation et réglementation

► Directives

Directive 2003/99/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 novembre 2003 sur la surveillance des zoonoses et des agents zoonotiques, modifiant la décision 90/424/CEE du Conseil et abrogeant la directive 92/117/CE du Conseil. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 325, 12 décembre 2003, p. 31-40

ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/99/oj>

Directive 92/117/CEE du Conseil du 17 décembre 1992 concernant les mesures de protection contre certaines zoonoses et certains agents zoonotiques chez les animaux et dans les produits d'origine animale, en vue de prévenir les foyers d'infection et d'intoxication dus à des denrées alimentaires. *Journal officiel*, L 62, 15 mars 1993, p. 38

► Règlements

Règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2003 relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 268, 18 octobre 2003, p. 29-43

ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj>

Règlement (CE) n° 2160/2003 du Parlement européen et du Conseil du 17 novembre 2003 sur le contrôle des salmonelles et d'autres agents zoonotiques spécifiques présents dans la chaîne alimentaire. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 325, 12 décembre 2003, p. 1-15

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2160/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2160/oj)

Règlement (CE) n° 882/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif aux contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité avec la législation sur les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 165, 30 avril 2004, p. 1-141

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2004/882/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2004/882/oj)

Règlement (CE) n° 183/2005 du Parlement européen et du Conseil du 12 janvier 2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux). *Journal officiel de l'Union européenne*, L 35, 8 février 2005, p. 1-22

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2005/183/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2005/183/oj)

Règlement (CE) n°2073/2005 modifié par le Règlement (CE) n°1441/2007 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 142, 22 décembre 2015, p. 1-26

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj)

Règlement (CE) n° 767/2009 du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des aliments pour animaux, modifiant le règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 79/373/CEE du Conseil, la directive 80/511/CEE de la Commission, les directives 82/471/CEE, 83/228/CEE, 93/74/CEE, 93/113/CE et 96/25/CE du Conseil, ainsi que la décision 2004/217/CE de la Commission. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 229, 1^{er} septembre 2009, p. 1-28

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2009/767/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2009/767/oj)

Règlement (UE) n° 200/2010 de la Commission du 10 mars 2010 portant application du règlement (CE) n° 2160/2003 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la fixation de l'objectif de l'Union en matière de réduction de la prévalence de sérotypes de salmonelles dans les cheptels d'animaux adultes de reproduction de l'espèce *Gallus gallus*. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 61, 11 mars 2010, p. 1-9

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2010/200/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2010/200/oj)

Règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 54, 26 février 2011, p. 1-254

[ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj](http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj)

Règlement (UE) n° 517/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant application du règlement (CE) n° 2160/2003 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la fixation de l'objectif de l'Union en matière de réduction de la prévalence de certains sérotypes de salmonelles chez les poules pondeuses de l'espèce *Gallus gallus* et portant modification du règlement (CE) n° 2160/2003 et du règlement (UE) n° 200/2010 de la Commission. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 138, 26 mai 2011, p. 45-51

ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/517/corrigendum/2015-03-13/oj>

Règlement (UE) n° 1190/2012 de la Commission du 12 décembre 2012 concernant un objectif de l'Union pour la réduction de la prévalence de *Salmonella* Enteritidis et de *Salmonella* Typhimurium dans les cheptels de dindes, tel que prévu par le règlement (CE) n° 2160/2003 du Parlement européen et du Conseil. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 340, 13 décembre 2012, p. 29-34

ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/1190/oj>

Règlement d'exécution (UE) n° 2017/940 de la Commission du 1er juin 2017 concernant l'autorisation de l'acide formique en tant qu'additif pour l'alimentation de toutes les espèces animales. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 142, 2 juin 2017, p. 40-42

ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2017/940/oj

Règlement d'exécution (UE) n° 2018/183 de la Commission du 07 février 2018 concernant le refus d'autorisation du formaldéhyde en tant qu'additif pour l'alimentation animale appartenant aux groupes fonctionnels des conservateurs et des améliorateurs des conditions d'hygiène. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 34, 8 février 2018, p. 6–9

ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2018/183/oj

► Arrêtés

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française n°187*, 13 août 2013, p. 13832

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/7/29/AGRG1320208A/jo/texte>

Arrêté du 23 avril 2007 modifié relatif aux agréments et autorisation des établissements du secteur de l'alimentation animale et modifiant notamment l'arrêté du 28 février 2000 modifié relatif à l'agrément et à l'enregistrement de certains établissements et intermédiaires dans le secteur de l'alimentation animale. *Journal officiel de la République Française n°101*, 29 avril 2007, p. 7650

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2007/4/23/AGRG0752250A/jo/texte>

Arrêté du 26 février 2008 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de l'espèce *Gallus gallus* en filière ponte d'œufs de consommation et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D. 223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux. *Journal officiel de la République Française n° 0055*, 5 mars 2008, p. 3954

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803850A/jo/texte>

Arrêté du 26 février 2008 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* en filière chair et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D. 223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux. *Journal officiel de la République Française* n° 0055, 5 mars 2008, p. 3946

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/2/26/AGRG0803846A/jo/texte>

Arrêté du 4 décembre 2009 relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de dindes de reproduction de l'espèce *Meleagris gallopavo* et fixant les modalités de déclaration des salmonelloses aviaires, visées à l'article D.223-1 du code rural, dans ces mêmes troupeaux. *Journal officiel de la République Française* n° 0290, 15 décembre 2009, p. 21597

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2009/12/4/AGRG0928623A/jo/texte>

Arrêté du 24 avril 2013 relatif à la lutte contre les infections à salmonelles considérées comme dangers sanitaires de première catégorie dans les troupeaux de poulets de chair et de dindes d'engraissement et fixant les modalités de déclaration des salmonelles considérées comme dangers sanitaires de deuxième catégorie dans ces troupeaux. *Journal officiel de la République Française* n°0114, 18 mai 2013, p. 8333

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/4/24/AGRG1239392A/jo/texte>

Arrêté du 17 février 2015 modifiant l'arrêté ministériel du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française* n°0050, 28 février 2015, p. 3946

ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/2/17/AGRG1504715A/jo/texte>

Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal officiel de la République Française* n°0080, 4 avril 2017, texte n° 27

ELI : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2017/3/22/AGRG1709215A/jo/texte>

► Décisions

Décision d'exécution 2013/652/UE de la Commission du 12 novembre 2013 concernant la surveillance et la présentation de rapports relatifs à la résistance aux antimicrobiens chez les bactéries zoonotiques et commensales. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 303, 14 novembre 2013, p. 26-39

ELI: http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2013/652/oj

► Notes de service

Note de service DGAL/SDSSA/N2010-8059 du 04 mars 2010 modifiant la note de service DGAL/SDSSA/N2010-8026 (27 janvier 2010) relative à la mise en œuvre des arrêtés relatifs à la lutte contre les salmonelles dans les troupeaux de volailles - Mesures relatives aux laboratoires.

Note de service DGAL/SDSSA/N2010-8211 du 02 août 2010 portant sur les résultats du plan de surveillance 2009 de la contamination par *Salmonella* et *Campylobacter* des viandes fraîches de poulet au stade de la distribution.

ANNEXES



Annexe 1 : Lettre de saisine

2016 -SA- 0 0 2 9

2016 -SA- 0 0 3 7



DIRECTION GENERALE DE LA CONCURRENCE,
DE LA CONSOMMATION ET DE LA REPRESSION DES FRAUDES
59, BD VINCENT AURIOL TELEDON
75703 PARIS CEDEX 13

Réf : Dossier n° 02/10130
Affaire suivie par E. Bloch
Bureau 4D : Marchés des produits d'origine animale
Téléphone : 01 44 97 25 64
Télécopie : 01 44 97 30 47
Courriel : bureau-4D@dgccrf.finances.gouv.fr

PARIS, LE - 7 MARS 2016

Monsieur le Directeur Général
Agence Nationale de Sécurité Sanitaire
de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex

COURRIER ARRIVE
10 MARS 2016
DIRECTION GENERALE

Objet : Saisine conjointe DGCCRF/DGAL relative aux mesures de maîtrise des salmonelles dans la filière porcine, dans l'alimentation animale et vis-à-vis de *Salmonella kentucky*

J'ai l'honneur de vous faire parvenir ci-joint, la saisine conjointe DGCCRF/DGAL relative aux mesures de maîtrise des salmonelles dans la filière porcine, dans l'alimentation animale et vis-à-vis de *Salmonella kentucky*.

Cette saisine porte sur deux points :

1. Le danger « salmonelles » en alimentation animale pour l'ensemble des filières incluant *Salmonella kentucky*
2. Le danger « salmonelles » en filière porcine

Cette saisine vise à affiner l'évolution danger « salmonelles » dans l'alimentation animale et la filière porcine. Elle vient en complément de la saisine N° 2015-SA-0191 transmise par DGCCRF/DGAL en novembre 2015 sur la caractérisation du risque microbiologique dans la filière alimentation animale.

Je vous remercie de bien vouloir accuser réception de la présente demande en me précisant le ou les comités d'experts spécialisés qui sont saisis du dossier.

Le sous-directeur des produits alimentaires
et des marchés agricoles et alimentaires

Jean-Louis GERARD

Annexe 2 : Analyse des données de sérovars *Salmonella* spp. issues des plans d'autocontrôles Oqualim et des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF

L'objectif du travail mené par l'unité « Méthodologies et études » (UME) était de traiter et d'analyser les données issues d'Oqualim ainsi que des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF. Les informations suivantes ont été fournies aux experts du GT SALAN :

- Identification des matières premières et aliments composés contaminés par les salmonelles ;
- Calcul du pourcentage de positifs pour les différentes matrices pour la période d'étude 2009-2015 ;
- Recensement des différents sérovars identifiés afin de voir si des tendances évolutives étaient observées.

1. Mise en forme et nettoyage des différentes bases de données

Avant d'effectuer les différents calculs, un travail d'harmonisation des libellés des matrices a été nécessaire et des règles de décision ont été prises pour les différents cas de figure rencontrés dans les trois bases de données. Les libellés des matrices étant très différents entre les trois bases de données, ils ont été harmonisés en utilisant la nomenclature FOODEX (EFSA, 2015a). En parallèle, un nettoyage des bases des données a été également réalisé.

• Données de la DGAL

Dans un premier temps, les doublons ainsi que les données faisant référence à des aliments « pet food » ont été supprimées. Par ailleurs, différentes variables (exemple : « libellé matrice échantillon », « matrice analyse », « type d'aliment » et « espèce de destination de l'aliment ») donnant des informations concernant la matrice analysée ont été utilisées pour effectuer un recodage en nomenclature FOODEX. Ces informations ont été complétées, si nécessaire, par la variable « atelier site intervention » indiquant le type de production sur le lieu de prélèvement (ex : « production porcine-production-atelier d'engraissement ») afin de fournir des précisions sur les animaux recevant l'aliment. Ce travail a permis de reclasser certaines matrices identifiées comme « aliments composés pour volailles » dans « aliments complets pour poules pondeuses » par exemple. La variable indiquant le lieu de prélèvement a permis d'identifier ceux effectués dans les DROM et donc de les traiter à part.

• Données de la DGCCRF

Les doublons ont été également identifiés et supprimés ce qui, dans le cas des données de la DGCCRF, représentait plus de 4/5^{ème} des données. En effet un même échantillon était analysé plusieurs fois et chaque analyse représentait une ligne de la base de données. Une seule ligne a alors été conservée pour chaque échantillon et dès qu'une des analyses était positive l'échantillon était considéré comme contaminé. De plus, des résultats concernant des prélèvements effectués sur l'environnement étaient présents et ont été supprimés, les matrices d'intérêt étant les aliments pour animaux. Quant aux données provenant des DROM, elles ont pu être identifiées et analysées à part.

Afin d'harmoniser l'intitulé des aliments, les informations contenues dans les variables « nom produit » et « libellé » ont été utilisées. Dans le cas où il y avait une incohérence entre les deux variables (ex : dans « nom produit » était indiqué « aliment composé complet pour équin » et dans « libellé » était indiqué « aliment dinde finition 3 lot 1110158008/013/159039 »), l'information contenue dans « libellé » a été conservée car elle correspondait le plus souvent à ce qui était écrit sur l'emballage de l'aliment

prélevé. Dans certains cas les informations disponibles n'ont pas permis de déterminer quelle était la matrice analysée (ex : « D55 FITO INITIAL MI VRAC »). Ces données ont donc été supprimées.

- **Données Oqualim**

Comme pour les données issues des contrôles officiels, les doublons ont été identifiés et supprimés. L'information permettant de déterminer le lieu de prélèvement n'était pas disponible pour 67 % des données. De plus il n'était pas toujours évident de savoir si le lieu indiqué correspond au lieu de prélèvement ou à la provenance du produit. Pour ces raisons, les données pouvant correspondre aux DROM n'ont pas été traités à part. Pour les données Oqualim, les libellés des matrices analysées étaient, dans l'ensemble, harmonisés et correspondaient à la nomenclature FOODEX.

Pour les trois bases de données, le type d'aliments composés (farines, granulés, etc.), n'était pas indiqué : l'intitulé « aliments complets » a donc été choisi pour classer l'ensemble des données. Le nombre de données présentes dans les différentes bases, au départ et après nettoyage, est présenté dans le tableau 8 :

Tableau 7 : Répartition des données issues des plans d'autocontrôles Oqualim ainsi que des PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF

Source de données	Nombre de données au départ	Nombre de données après nettoyage pour la France métropolitaine	Nombre de données après nettoyage pour les DROM
DGAL	1 503	1 361	1
DGCCRF	13 966	2 526	52
Oqualim	29 450	28 718	0

2. Classification des données

Suite à l'harmonisation des intitulés des matrices en utilisant la nomenclature FOODEX, les différents aliments ont été reclassés en s'inspirant de la nomenclature construite dans le cadre de la saisine 2015-SA-0076 portant sur l'analyse des plans de surveillance et de contrôle sur les substances indésirables en alimentation animale. Dans certains cas le nom de l'espèce volailles destinataire de l'aliment n'était pas renseigné : des groupes intitulés « aliments complets pour volailles indéterminée » et « aliment complémentaire pour volailles indéterminée » ont donc été créés. De plus, si malgré l'analyse des différentes variables, l'identification précise de l'animal recevant l'aliment n'était pas possible, les données étaient classées dans des catégories intitulées « autres aliments complets » ou « autre aliments complémentaires ».

La nomenclature utilisée pour classer l'ensemble des données est présentée dans le tableau 9 :

Tableau 8 : Nomenclature utilisée pour classer l'ensemble des données

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Autres				Autres	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets porcins		Aliments complets porcins	porcs d'engraissement, truies allaitantes
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets porcins		Aliments complets porcs reproducteurs	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets porcins		Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets bovins	bovins d'engraissement
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets ovins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets caprins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets bovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets ovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets caprins en lactation	

⁴⁷ En grisé sont indiquées les matrices non présentes dans les trois bases de données (Oqualim, DGAL et DGGCRF)

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes bovins (veaux)	veaux préruminants, veaux d'engraissement
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes ovins (agneaux)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes caprins (chevreaux)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles		Aliments complets volailles indéterminées	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles adultes	Aliments complets autres volailles	canard, oie, pigeon, pintade, gibier
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles pondeuses	Aliments complets poules pondeuses	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets jeunes volailles	Aliments complets volailles démarrage	
Aliments composés	aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles adultes	Aliments complets poulets d'engraissement	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles reproductrices	Aliments complets poules reproductrices	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles adultes	Aliments complets dindes d'engraissement	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles reproductrices	Aliments complets dindes reproductrices	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles reproductrices	Aliments complets poules et dindes reproductrices	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets animaux à fourrure		Aliments complets pour animaux à fourrure	lapin

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets poissons		Aliments complets poissons	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets équins		Aliments complets équins	
Aliments composés	Aliments complets			Autres aliments complets	animaux non spécifiés (ruminants, monogastriques)
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires porcins		Aliments complémentaires porcins	porcs d'engraissement, truies allaitantes
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires porcins		Aliments complémentaires porcs reproducteurs	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires porcins		Aliments complémentaires jeunes porcins (porcelets)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires bovins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires ovins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires caprins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires bovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires ovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires caprins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes bovins (veaux)	veaux préruminants, veaux d'engraissement

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes ovins (agneaux)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes caprins (chevreaux)	
	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles		Aliments complémentaires volailles indéterminées	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles adultes	Aliments complémentaires autres volailles	canard, oie, pigeon, pintade, gibier
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles pondeuses	Aliments complémentaires poules pondeuses	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires jeunes volailles	Aliments complémentaires volailles démarrage	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles adultes	Aliments complémentaires poulets d'engraissement	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles reproductrices	Aliments complémentaires poules reproductrices	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles adultes	Aliments complémentaires dindes d'engraissement	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles reproductrices	Aliments complémentaires dindes reproductrices	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires animaux à fourrure		Aliments complémentaires pour animaux à fourrure	lapins
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires équins		Aliments complémentaires équins	
Aliments composés	Aliments complémentaires			Autres aliments complémentaires	animaux non spécifiés

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Prémélanges				Prémélanges	
Additifs	Oligo-éléments			Carbonate de Calcium	
Matières premières	Matières premières minérales			Coquilles marines calcaires	coquilles d'huîtres
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Autres céréales et dérivés	millet, avoine, riz, seigle, sorgho, mélange de céréales, son en pellets
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Blé	Blé tendre (froment), blé, dur, triticale
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Maïs grain	maïs grain, maïs roux, maïs secs, maïs vrac
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Orge	grains et flocons
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales	Fourrages	Autres Fourrages	fourrage non déterminé, blé fourragé, luzerne
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales	Fourrages	Maïs fourrage	ensilés
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Autres graines oléagineuses et dérivés	issus de céréales et de graines oléoprotéagineuses, concentré protéique (de graines) de soja
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de colza	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de tournesol	tournesol, tournesol alimentaire, graine de tournesol

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de lin	graines de lin cuites en mélange, miettes de lin, graines de lin, M.P. AA extrudé 70% graines de lin et 30% blé, graines de lin floconnées 60% et blé floconné 40% son et tourteau de tournesol croquelin, croquelin
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de soja	graines, coques ou pellicules, graines extrudées
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines protéagineuses		Graines protéagineuses et dérivés	Pois (graines et farine), féverole, farine et germe de caroube,
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Ecart de triage		Céréales et graines issues d'écart de triage	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Autres Tourteaux	tourteaux d'extraction de germes de maïs, tourteaux d'extraction (de graines) de sésame, tourteaux de pression de chanvre, tourteaux de pression d'abricot
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux arachide	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de tournesol	tourteaux d'extraction/de pression de tournesol
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de colza	tourteaux d'extraction/de pression de colza
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de soja	tourteaux d'extraction de soja, farine de soja
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de palme	tourteaux de pression de palmiste, tourteaux de palme/de palmiste

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Coques et tourteaux de cacao	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de lin	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Sous-produits maïs	germes de maïs
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Remoulage de maïs	farine de maïs
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Son de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Gluten de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Corn gluten feed	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Solubles de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale			Huiles végétales	acides gras de palme hydrogénée
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Autres sous-produits végétaux	issus de végétaux
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits d'orge	Son d'orge	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits d'orge	Radicelles de malt	

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Drêches	drêche de blé, drêche de maïs
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus d'avoine	Remoulage d'avoine	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus d'avoine	Son d'avoine	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son de riz	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de seigle	Farine basse de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de seigle	Remoulage de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de seigle	Son de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Wheat gluten feed	gluten feed de blé et drêche soluble de distillerie amyplus, amyplus
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Solubles de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Farine basse de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Remoulage de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Son de blé	
Matières	Matières premières	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus de blé	Gluten de blé	

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
premières	d'origine végétale				
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Résidu de criblage de grains de céréales	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Mélasse	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Pulpes de betterave	pulpe de betterave, tourteaux de betterave
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Pulpe d'agrumes	pulpe d'agrumes, pulpe de citrus, tourteau de pulpe de citrus
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Marc de raisin	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Farine de graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Farines de poisson	
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Graisses animales	
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Huile de poisson	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Autres sous-produits animaux	Ovoproduits, produits laitiers
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Babeurre	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Autres produits laitiers déclassés	
Matières	Matières premières	Sous-produits d'origine animale		Lait et dérivés	poudre de lait réengraissée, lait

Groupe niveau 1	Groupe niveau 2	Groupe niveau 3	Groupe niveau 4	Intitulé de l'aliment ⁴⁷	Précisions
premières	d'origine animale				écrémé en poudre
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Lactosérum et dérivés	lactosérum en poudre, lactosérum délactosé en poudre, protéines de lactosérum en poudre, poudre de lactosérum réengraissé, perméat de lactosérum en poudre
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Gélatine	
Matières premières	Autres			Coproduits divers	
Matières premières	Autres			Coproduits de levures	levure de bière, levure inactivée
Matières premières	Autres			Vinasses	
Matières premières	Autres			Produits de boulangeries et pâtisseries	bondanut, coproduits de boulangerie, farine de gâteaux, farine de biscuits,

Annexe 3 : Le Réseau *Salmonella*

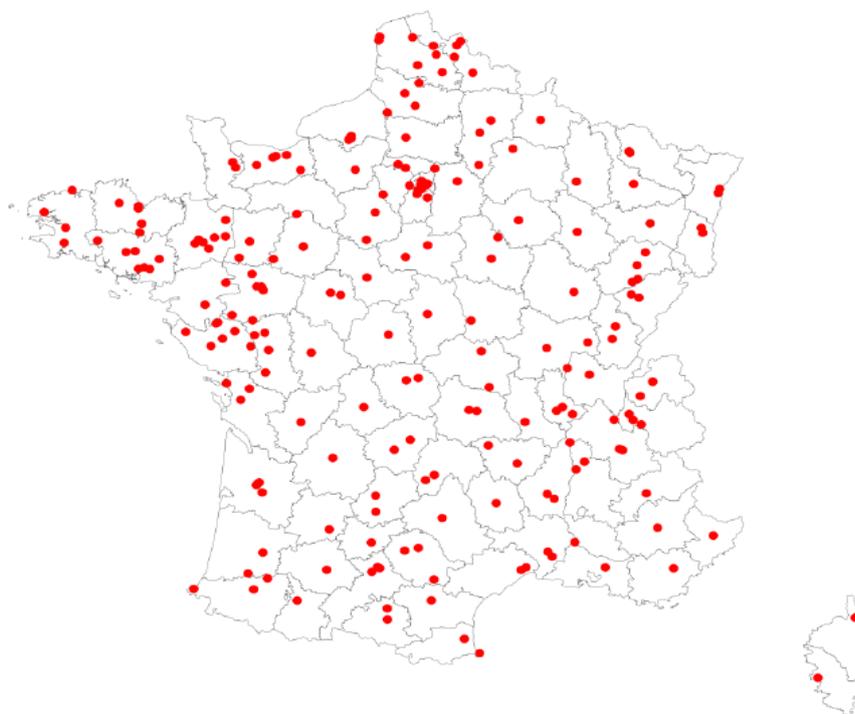


Figure 15 : Répartition métropolitaine des laboratoires adhérents au Réseau *Salmonella* en 2015. Chaque point rouge (n=130) représente un laboratoire adhérent au réseau. Les laboratoires adhérents des départements et régions d'Outre-Mer ne sont pas représentés sur cette carte.

Tableau 9 : Nombre de sérovars et résultats de sérotypage recensés par le Réseau *Salmonella* entre 2009 et 2015

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nombre de sérovars recensés (n)	246	278	271	265	279	258	248
Nombre de résultats de sérotypage collectés (N)	14 837	16 850	18 815	20 044	14 056	14 046	10 434

Pour assurer une bonne qualité des données analytiques recensées, l'équipe technique du Réseau organise chaque année un essai inter-laboratoire d'aptitude (EILA) à la réalisation du sérotypage par agglutination sur plaque. A la demande de la DGAL, les laboratoires officiels doivent participer à cet EILA depuis 2014. Chaque année depuis 2002, entre 71 et 75 laboratoires ont participé, soit plus de la moitié des laboratoires adhérents. Ces derniers ont montré une capacité très satisfaisante de réalisation des sérotypages par agglutination des six souches de salmonelles adressées pour chaque campagne. En 2015, 87,5 % et 98,6 % des 72 laboratoires participants à l'EILA ont correctement sérotypé respectivement les 6 souches ou au moins 5 des 6 souches adressées. Ces 72 laboratoires ont contribué à 84 % de la collecte des données et des résultats de sérotypage de l'année.

L'utilisation d'un référentiel commun, construit à partir des recommandations formulées par l'EFSA (référentiel SSD) et intégré à la base de données du Réseau, permet d'harmoniser les données descriptives, collectées conjointement aux résultats d'analyse : identité du laboratoire expéditeur et référence interne de l'isolat, nature de la matrice prélevée, date, lieu et contexte du prélèvement, filière animale concernée. La motivation pour convaincre leurs propres clients et le sérieux dont font preuve les adhérents du RS permettent de collecter ces informations quasi-systématiquement.

Tableau 10 : Nombre de sérovars (n) et résultats de sérotypage recensés (N) par le Réseau *Salmonella* entre 2009 et 2015, selon l'année et le secteur d'activité (*: hors alimentation destinée aux animaux de compagnie).

Secteur/Année		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Alimentation animale*	N	356	545	320	480	1 292	623	483	4 099
	n	61	65	69	82	95	71	81	188
Alimentation humaine	N	1 871	2 816	3 166	4 125	3 091	3 110	2 684	20 863
	n	93	127	133	139	149	140	153	358
Santé et productions animales	N	6 114	6 987	9 688	10 349	8 449	9 029	6 218	56 834
	n	130	168	158	163	167	161	153	332
Total	N	8 341	10 348	13 174	14 954	12 832	12 762	9 385	81 796
	n	169	218	221	230	246	227	233	512

Annexe 4 : Souchothèque réglementaire du LNR *Salmonella* de l'Anses Ploufragan-Plouzané

Sur la base du Règlement (UE) n° 200/2010 (applicable aux reproducteurs *Gallus gallus*), Règlement (UE) n° 517/2011 (applicable aux poules pondeuses d'œufs de consommation), Règlement (UE) n° 200/2012 (applicable aux poulets de chair) et Règlement (UE) n° 1190/2012 (applicable aux dindes d'engraissement), les laboratoires doivent veiller à ce qu'au moins une souche de *Salmonella* spp. isolée par poulailler et par an puisse être collectée par le LNR. Cet envoi des souches au LNR est défini par la note de service DGAL/SDSSA/N2010-8059 du 04 mars 2010 relative à la mise en œuvre des arrêtés relatifs à la lutte contre les salmonelles dans les troupeaux de volailles (mesures relatives aux laboratoires, Tableau 12).

Les souches sont accompagnées de commémoratifs, comportant en particulier l'identification du bâtiment prélevé, la date de prélèvements et les indications relatives aux différents stades d'exploitation (production, multiplication et sélection) afin de constituer une souchothèque officielle. C'est en tenant compte des données acquises par cette souchothèque réglementée que le bilan des sérovars de la filière avicole a été réalisé.

Au cours de la période 2009-2015, le suivi de la souchothèque réglementaire du LNR pour les élevages avicoles montre une évolution du nombre de souches reçues au LNR. La souchothèque dénombre entre 2 200 et 4 000 souches par an, avec une forte augmentation des isolats en 2011 (Figure 16). Depuis, le nombre de souches a diminué et semble s'être stabilisé entre 2014 et 2015.

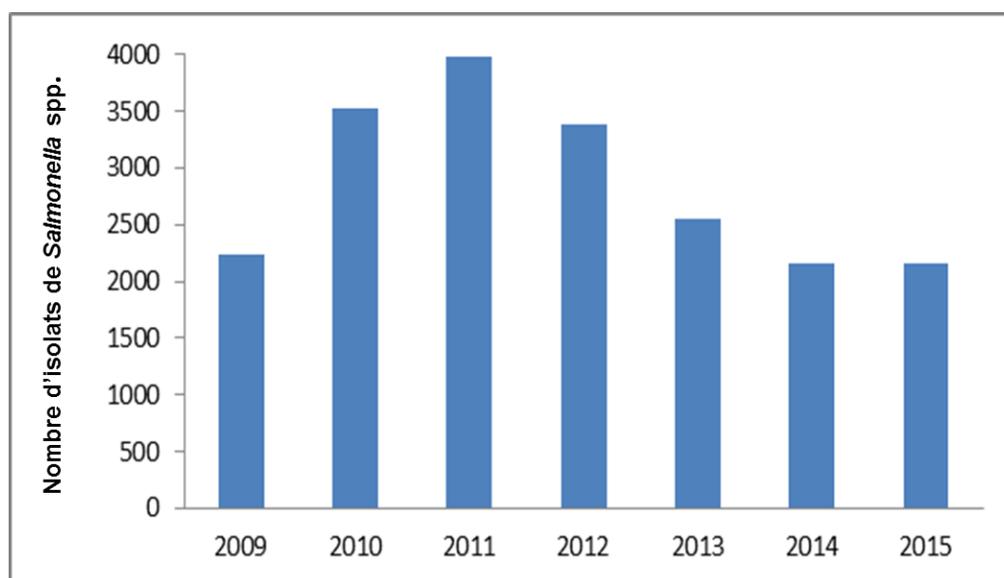


Figure 16 : Evolution du nombre de souches reçues par année au LNR

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des souches qui doivent être envoyées au LNR de Ploufragan (SE : S. Enteritidis, SH : S. Hadar, SI : S. Infantis, ST : S. Typhimurium, SV : S. Virchow)

Souches à envoyer à partir des prélèvements	Prélèvement obligatoire en cours de bande	Prélèvement obligatoire en cours de bande	Prélèvement officiel en cours de bande ou confirmation	Prélèvement obligatoire en cours de bande	Prélèvement obligatoire en fin de bande	Prélèvement officiel sur muscles	Prélèvement officiel Nettoyage et désinfection
Reproducteurs <i>Gallus gallus</i>	SE, SH, SI, ST, SV	SE, SH, SI, ST, SV	Tous sérovars	SE, SH, SI, ST, SV	Tous sérovars	Tous sérovars	Tous sérovars
Reproducteurs dindes	SE, ST	SE, ST	Tous sérovars	SE, ST	Tous sérovars	Tous sérovars	Tous sérovars
Poulettes, pondeuses	SE, ST	SE, ST	Tous sérovars	SE, ST	Tous sérovars	Tous sérovars	Tous sérovars
Poulets, dindes de chair	-	-	Tous sérovars	-	Tous sérovars	Tous sérovars	Tous sérovars

Annexe 5 : Profils de recherche bibliographique pour les trois thématiques

- **Thématique 1 : Rôle de l'alimentation animale comme source d'introduction de *Salmonella* spp. dans la chaîne alimentaire**

PARTIE 1 - CADRAGE ET DÉFINITION DU PROFIL

1.1 DÉFINIR LES BESOINS DE RECHERCHE

Ce formulaire permet de tracer l'orientation de la recherche bibliographique, en application de la procédure [ANSES/PR1/9/01] « Organisation de la réalisation d'une expertise en réponse à une saisine ou une auto-saisine » ;

Bases de données (ex : Scopus, PubMed, CAB Abstracts...)	Scopus, Agricola, Pubmed, Péri-mètre	Monde
Mots-clés principaux : anglais et français	Salmonell*, feed*, livestock, (« food of animal origin »)	
Organismes référents identifiés sur le sujet	Oqualim (données d'auto-contrôles), DGAL, DGCCRF (données de PSPC), Santé Publique France (rapports TIAC), Institut Pasteur (CNR), Anses (LNR, Réseaux)	
Rapports et publications identifiés en amont de la saisine	Rapports ECDC, OMS, EFSA	
Projets de Recherche (APRs Anses, ANR, FP7 etc.)		
Logiciel bibliographique utilisé (ex : EndNote, Zotero)	Endnote (nouvelle version)	
Mise en surveillance de sources d'information (veille)	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON (Avez-vous suivi la formation « Veille avec les flux RSS » ?)	

Thématique	Mots-clés	Autres termes issus de thésaurus
Population* (ou sujets étudiés) : animaux d'élevage	OR (Livestock, fish, poultry, pig, pigs, broiler, broilers, "laying hen", "laying hens", turkey, turkeys, cattle, cow, cows, bovine, chicken, chickens, calf, calves, rabbit, rabbits, goat, sheep, ruminant, ruminants, ovine, swine) NOT (pet, pets, mice, mouse)	Il est préférable de saisir « pig OR pigs » plutôt que pig* qui emporte trop de possibilités (alerte du moteur de recherche). Idem pour autres espèces.
Exposition* : à l'agent pathogène <i>Salmonella</i>	Salmonell*	
Exposition : <i>via</i> les aliments pour animaux	OR (Feed*, "raw material*", legume, cereal, cereals, "soybean meal", byproduct, byproducts, soymeal , "rapeseed meal", rapemeal) NOT (probiotic, probiotics, "feed additive", "feed additives", "growth promot*")	"Rapeseed cake", "soybean cake" Sur scopus : rapemeal → 11 réf. toutes hors-sujet. Idem pour soymeal Remplacement du * par le mot au pluriel lorsque l'intégration du pluriel est le seul but de cette recherche avec * (cf ci-dessus)
Exposition : avec transfert dans les denrées alimentaires	OR (« food of animal origin », meat, egg, eggs, "animal source food", milk, cheese, "animal food")	
Comparateur*	Non applicable	
Outcome* (résultat d'intérêt événement mesuré, critère de jugement. Ex : mortalité ; effets sur la santé, effets psychosociaux, perceptions, résultats économiques)	Cf. fiche de lecture	
Temporalité (périodes de recherche)	Sans limite pour les requêtes individuelles puis à partir de 1990 pour la requête finale	

*renseignements des champs obligatoires

Pour le détail de la méthode : EFSA (2010). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *Efsa Journal* 8(6):1637 [doi:10.2903/j.efsa.2010.1637](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1637)

1.2 STRATÉGIE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

REQUETES

Pour la recherche bibliographique **il est important de tracer toutes les requêtes opérées**, et de distinguer des grands ensembles qui couvriront les différents axes de la problématique à traiter (ex : ensemble1 Substance **AND** ensemble2)

1. SCOPUS

1 : (TITLE-ABS-KEY (livestock) OR TITLE-ABS-KEY (fish) OR TITLE-ABS-KEY (poultry) OR TITLE-ABS-KEY (pig) OR TITLE-ABS-KEY (pigs) OR TITLE-ABS-KEY (broiler) OR TITLE-ABS-KEY (broilers) OR TITLE-ABS-KEY ("laying hen") OR TITLE-ABS-KEY ("laying hens") OR TITLE-ABS-KEY (turkey) OR TITLE-ABS-KEY (turkeys) OR TITLE-ABS-KEY (cattle) OR TITLE-ABS-KEY (cow) OR TITLE-ABS-KEY (cows) OR TITLE-ABS-KEY (bovine) OR TITLE-ABS-KEY (chicken) OR TITLE-ABS-KEY (chickens) OR TITLE-ABS-KEY (calf) OR TITLE-ABS-KEY (calves) OR TITLE-ABS-KEY (rabbit) OR TITLE-ABS-KEY (rabbits) OR TITLE-ABS-KEY (goat) OR TITLE-ABS-KEY (sheep) OR TITLE-ABS-KEY (ruminant) OR TITLE-ABS-KEY (ruminants) OR TITLE-ABS-KEY (ovine) OR TITLE-ABS-KEY (swine) AND NOT TITLE-ABS-KEY (pet) AND NOT TITLE-ABS-KEY (pets) AND NOT TITLE-ABS-KEY (mice) AND NOT TITLE-ABS-KEY (mouse)) → 2,129,413 références

2 : TITLE-ABS-KEY (salmonell*) → 116 075 références

3 : (TITLE-ABS-KEY (feed*) OR TITLE-ABS-KEY ("raw material") OR TITLE-ABS-KEY ("raw materials") OR TITLE-ABS-KEY (legume) OR TITLE-ABS-KEY (cereal) OR TITLE-ABS-KEY (cereals) OR TITLE-ABS-KEY ("soybean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soybean cake") OR TITLE-ABS-KEY (byproduct) OR TITLE-ABS-KEY (byproducts) OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed meal") OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed cake") AND NOT TITLE-ABS-KEY (probiotic) AND NOT TITLE-ABS-KEY (probiotics) AND NOT TITLE-ABS-KEY ("feed additive") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("feed additives") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("growth promot*")) → 1,530,463 références

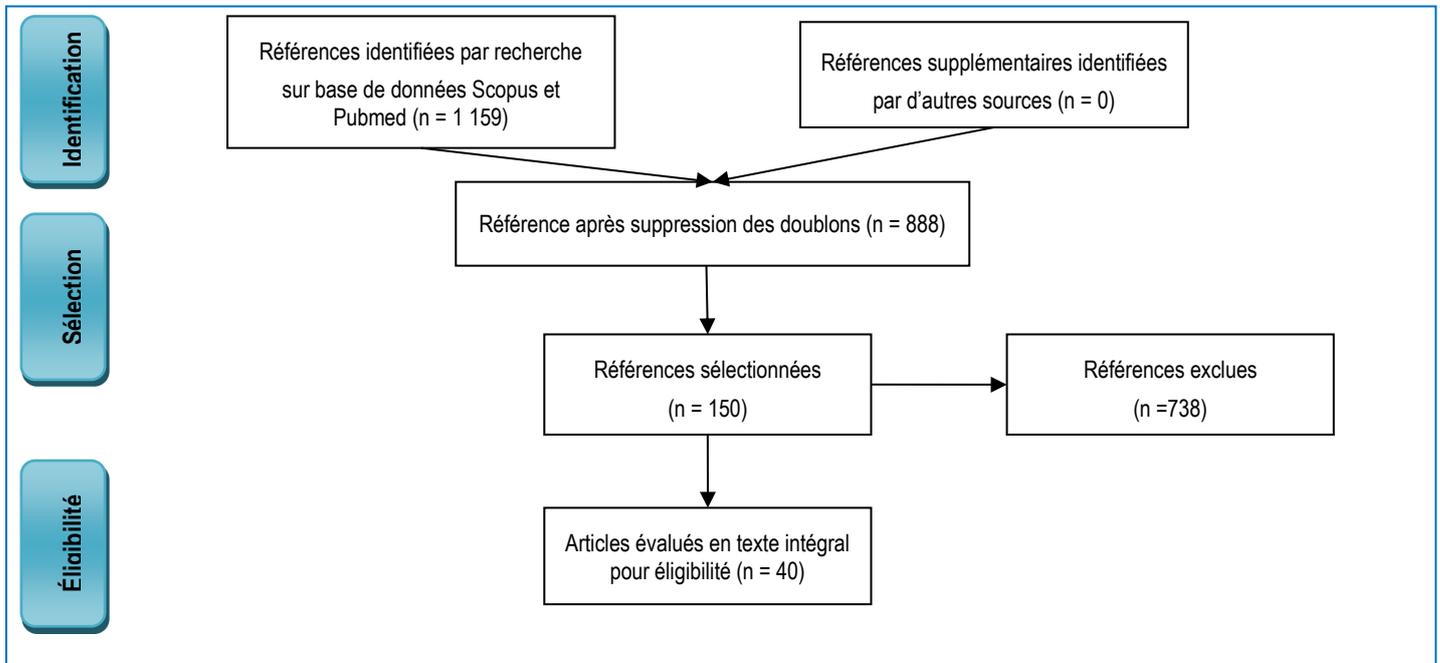
#4 : (TITLE-ABS-KEY ("food of animal origin") OR TITLE-ABS-KEY (meat) OR TITLE-ABS-KEY (egg) OR TITLE-ABS-KEY (eggs) OR TITLE-ABS-KEY ("animal source food") OR TITLE-ABS-KEY (milk) OR TITLE-ABS-KEY (cheese) OR TITLE-ABS-KEY ("animal food")) → 569 275 références

Combinaison des requêtes 1, 2, 3 et 4 : ((TITLE-ABS-KEY (livestock) OR TITLE-ABS-KEY (fish) OR TITLE-ABS-KEY (poultry) OR TITLE-ABS-KEY (pig) OR TITLE-ABS-KEY (pigs) OR TITLE-ABS-KEY (broiler) OR TITLE-ABS-KEY (broilers) OR TITLE-ABS-KEY ("laying hen") OR TITLE-ABS-KEY ("laying hens") OR TITLE-ABS-KEY (turkey) OR TITLE-ABS-KEY (turkeys) OR TITLE-ABS-KEY (cattle) OR TITLE-ABS-KEY (cow) OR TITLE-ABS-KEY (cows) OR TITLE-ABS-KEY (bovine) OR TITLE-ABS-KEY (chicken) OR TITLE-ABS-KEY (chickens) OR TITLE-ABS-KEY (calf) OR TITLE-ABS-KEY (calves) OR TITLE-ABS-KEY (rabbit) OR TITLE-ABS-KEY (rabbits) OR TITLE-ABS-KEY (goat) OR TITLE-ABS-KEY (sheep) OR TITLE-ABS-KEY (ruminant) OR TITLE-ABS-KEY (ruminants) OR TITLE-ABS-KEY (ovine) OR TITLE-ABS-KEY (swine) AND NOT TITLE-ABS-KEY (pet) AND NOT TITLE-ABS-KEY (pets) AND NOT TITLE-ABS-KEY (mice) AND NOT TITLE-ABS-KEY (mouse))) AND (TITLE-ABS-KEY (salmonell*)) AND ((TITLE-ABS-KEY ("food of animal origin") OR TITLE-ABS-KEY (meat) OR TITLE-ABS-KEY (egg) OR TITLE-ABS-KEY (eggs) OR TITLE-ABS-KEY ("animal source food") OR TITLE-ABS-KEY (milk) OR TITLE-ABS-KEY (cheese) OR TITLE-ABS-KEY ("animal food"))) AND ((TITLE-ABS-KEY (feed*) OR TITLE-ABS-KEY ("raw material") OR TITLE-ABS-KEY ("raw materials") OR TITLE-ABS-KEY (legume) OR TITLE-ABS-KEY (cereal) OR TITLE-ABS-KEY (cereals) OR TITLE-ABS-KEY ("soybean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soybean cake") OR TITLE-ABS-KEY (byproduct) OR TITLE-ABS-KEY (byproducts) OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed meal") OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed cake") AND

PARTIE 2 – RECOMMANDATIONS POUR LA RESTITUTION DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE

Les éléments ci-dessous, avec deux options possibles, guident les modalités d'explicitation de la stratégie de recherche au niveau du produit d'expertise ou d'appui scientifique et technique.

2.1 DIAGRAMME PRISMA (extrait et adapté de Gedda, 2015)



• **Thématique 2 : Procédés de décontamination de *Salmonella* spp. en alimentation animale**

PARTIE 1 - CADRAGE ET DÉFINITION DU PROFIL

1.3 DÉFINIR LES BESOINS DE RECHERCHE

Ce formulaire permet de tracer l'orientation de la recherche bibliographique, en application de la procédure [ANSES/PR1/9/01] « Organisation de la réalisation d'une expertise en réponse à une saisine ou une auto-saisine »

Bases de données (ex : Scopus, PubMed, CAB Abstracts...)	Scopus, Pubmed autres ?	Périmètre	Monde
Mots-clés principaux	<i>Salmonella</i> , feed, décontamination, control, prevention		
Organismes référents identifiés sur le sujet	Tecaliman		
Rapports et publications identifiés en amont de la saisine	Saisine additifs décontaminants 2013-SA-0030		
Projets de Recherche (APRs Anses, ANR, FP7 etc.)			
Logiciel bibliographique utilisé (ex : EndNote, Zotero)	Endnote		
Mise en surveillance de sources d'information (veille)	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON (Avez-vous suivi la formation « Veille avec les flux RSS » ?)		

Thématique	Mots-clés issus de thésaurus	Autres termes non retenus
Population* (ou sujets étudiés) : aliment pour animaux toutes espèces et usines d'aliment	"Animal feed*", Feed*, "raw material", "soyabean meal", "soybean meal", "rapeseed meal", sunflower, "canola meal", "gluten feed", fishmeal, feedmill*, feedmix*, homemix*	Diet, ready-mixed, premixed, soy, soya, low-moisture food, dried food, cereal grain "fish protein", "fish flour",
Exposition* : salmonelles et entérobactéries	Salmonell*,	Escherichia coli Enterobacter*
Intervention* ciblée (peut désigner une technologie, un médicament, un mode d'intervention ou un programme) : décontamination	decontam*, heat , pellet*, reduct*, "organic acid*", steam*, acidification	prevention
Comparateur*	Non applicable	
Outcome* (résultat d'intérêt événement mesuré, critère de jugement. Ex : mortalité ; effets sur la santé, effets psychosociaux, perceptions, résultats économiques)	Réduction du taux de salmonelles ou d'entérobactéries	
Temporalité (Périodes de recherche)	Sans limite	

*renseignements des champs obligatoires

Pour le détail de la méthode : EFSA (2010). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *Efsa Journal* 8(6):1637 [doi:10.2903/j.efsa.2010.1637](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1637)

1.2 STRATÉGIE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

REQUETES

Pour la recherche bibliographique **il est important de tracer toutes les requêtes opérées**, et de distinguer des grands ensembles qui couvriront les différents axes de la problématique à traiter (ex : ensemble1 Substance **AND** ensemble2)

1. SCOPUS

#1 : (TITLE-ABS-KEY ("animal feed") OR TITLE-ABS-KEY (homemix) OR TITLE-ABS-KEY (feedmix*) OR TITLE-ABS-KEY ("feed mill*") OR TITLE-ABS-KEY ("fish meal") OR TITLE-ABS-KEY ("gluten feed") OR TITLE-ABS-KEY ("canola meal") OR TITLE-ABS-KEY ("sunflower meal") OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soybean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soyabean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("raw material") OR TITLE-ABS-KEY (feed)) → 447 873 références

#2 : (TITLE-ABS-KEY (decontamin*) OR TITLE-ABS-KEY (steam) OR TITLE-ABS-KEY ("organic acid*") OR TITLE-ABS-KEY (pellet*) OR TITLE-ABS-KEY (heat*)) → 2 019 819 références

#3 : TITLE-ABS-KEY (salmonell*) → 115 939 références

#4 : Combinaison des requêtes 1, 2 et 3 : (TITLE-ABS-KEY (salmonell*)) AND ((TITLE-ABS-KEY ("animal feed") OR TITLE-ABS-KEY (homemix) OR TITLE-ABS-KEY (feedmix*) OR TITLE-ABS-KEY ("feed mill*") OR TITLE-ABS-KEY ("fish meal") OR TITLE-ABS-KEY ("gluten feed") OR TITLE-ABS-KEY ("canola meal") OR TITLE-ABS-KEY ("sunflower meal") OR TITLE-ABS-KEY ("rapeseed meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soybean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("soyabean meal") OR TITLE-ABS-KEY ("raw material") OR TITLE-ABS-KEY (feed))) AND ((TITLE-ABS-KEY (decontamin*) OR TITLE-ABS-KEY (steam) OR TITLE-ABS-KEY ("organic acid*") OR TITLE-ABS-KEY (pellet*) OR TITLE-ABS-KEY (heat*))) → 349 références

2. PUB MED (25/11/2016)

#1 : Search (((((((((((("animal feed") OR feed) OR "raw material") OR "soyabean meal") OR "soybean meal") OR "rapeseed meal") OR "sunflower meal") OR "canola meal") OR "gluten feed") OR "fish meal") OR "feed mill*") OR feedmix*) OR homemix* Filters: Other Animals → 64 824 références

#2 : Search salmonell* Filters: Other Animals → 3 344 références

#3 : Search (((decontamin*) OR heat*) OR pellet*) OR "organic acid*" OR steam* Filters: Other Animals → 64 824 références

#4 : Combinaison des requêtes 1, 2 et 3 : Search (((((((((((((((("animal feed") OR feed) OR "raw material") OR "soyabean meal") OR "soybean meal") OR "rapeseed meal") OR "sunflower meal") OR "canola meal") OR "gluten feed") OR "fish meal") OR "feed mill*" OR feedmix*) OR homemix*) AND Animals[Mesh:noexp])) AND (((decontamin*) OR heat*) OR pellet*) OR "organic acid*" OR steam*) AND Animals[Mesh:noexp])) AND (salmonell* AND Animals[Mesh:noexp]) Filters: Other Animals → 168 références

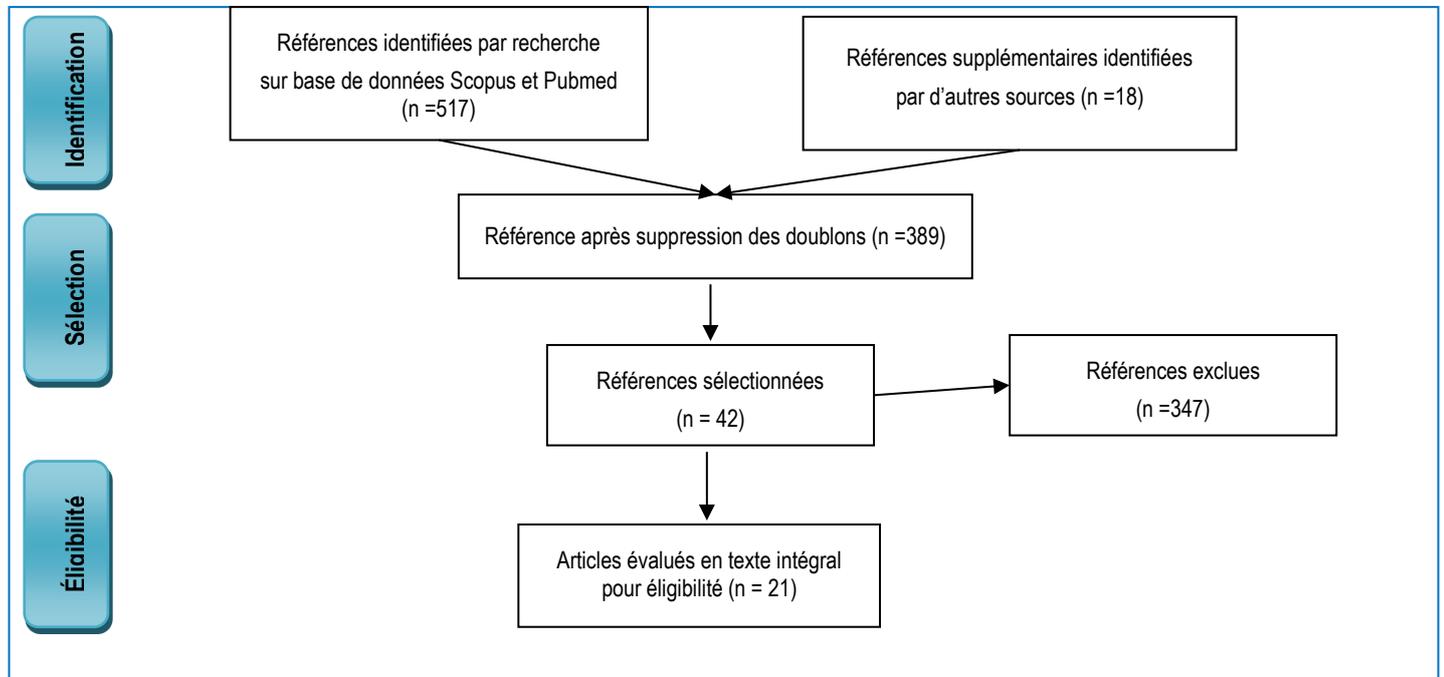
Nombre de résultats de la requête dans *Scopus* : 349 le 21/11/2017

Nombre de résultats de la requête dans *Pubmed* : 168 le 25/11/2017

PARTIE 2 – RECOMMANDATIONS POUR LA RESTITUTION DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE

Les éléments ci-dessous, avec deux options possibles, guident les modalités d'explicitation de la stratégie de recherche au niveau du produit d'expertise ou d'appui scientifique et technique.

2.1 DIAGRAMME PRISMA (extrait et adapté de Gedda, 2015)



- **Thématique 3 : Critères microbiologiques en alimentation animale**

PARTIE 1 - CADRAGE ET DÉFINITION DU PROFIL

1.4 DÉFINIR LES BESOINS DE RECHERCHE

Ce formulaire permet de tracer l'orientation de la recherche bibliographique, en application de la procédure [ANSES/PR1/9/01] « Organisation de la réalisation d'une expertise en réponse à une saisine ou une auto-saisine »

Bases de données (ex : Scopus, PubMed, CAB Abstracts...)	Scopus, Pubmed	Périmètre	Monde
Mots-clés principaux : anglais	Salmonell*, feed*		
Organismes référents identifiés sur le sujet	Oqualim (données d'auto-contrôles), DGAL, DGCCRF (données de PSPC), Santé Publique France (rapports TIAC), Institut Pasteur (CNR), Anses (LNR, Réseaux)		
Rapports et publications identifiés en amont de la saisine			
Projets de Recherche (APRs Anses, ANR, FP7 etc.)	RAS		
Logiciel bibliographique utilisé (ex : EndNote, Zotero)	Endnote (nouvelle version)		
Mise en surveillance de sources d'information (veille)	<input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON (Avez-vous suivi la formation « Veille avec les flux RSS » ?)		

Thématique	Mots-clés issus de thésaurus	Autres termes non retenus
Population* (ou sujets étudiés) : aliment pour animaux toutes espèces et usines d'aliment (requête #1)	feed* OR feed processing OR low-moisture foods OR dried foods OR cereal grains OR raw material OR legume OR cereal* OR soybean meal OR byproduct* OR rapeseed meal* OR rapemeal OR soymeal ANDNOT feed additive*	feed additive*
Exposition* : salmonelles et entérobactéries (requête #2)	Salmonell* OR Enterobacteriaceae OR Escherichia coli	
Intervention* ciblée (peut désigner une technologie, un médicament, un mode d'intervention ou un programme) : décontamination (requête #3)	Reduct* OR decontaminat* OR inactivat* OR "reduct* factor"	
Comparateur*	Non applicable	
Outcome* (résultat d'intérêt événement mesuré, critère de jugement. Ex : mortalité ; effets sur la santé, effets psychosociaux, perceptions, résultats économiques) (requête #4)	"microbiological criteria" OR "process hygiene criteria" OR "food safety criteria" OR "hygienic parameters" OR "microbiological safety" "microbiological limit*" OR indicator* OR "microbiological standard*"	
Temporalité (Périodes de recherche)	Sans limite	

*renseignements des champs obligatoires

Pour le détail de la méthode : EFSA (2010). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *Efsa Journal* 8(6):1637 [doi:10.2903/j.efsa.2010.1637](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1637)

1.2 STRATÉGIE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

REQUETES

Pour la recherche bibliographique **il est important de tracer toutes les requêtes opérées**, et de distinguer des grands ensembles qui couvriront les différents axes de la problématique à traiter (ex : ensemble1 Substance **AND** ensemble2)

1. **SCOPUS (07 Décembre 2016)**

Combinaison des requêtes #1 AND #2 AND #3 AND #4 : ((TITLE-ABS-KEY ("microbiological criteria") OR TITLE-ABS-KEY ("process hygiene criteria") OR TITLE-ABS-KEY ("food safety criteria") OR TITLE-ABS-KEY ("hygienic parameters") OR TITLE-ABS-KEY ("microbiological limit*") OR TITLE-ABS-KEY (indicator*) OR TITLE-ABS-KEY ("microbiological safety") OR TITLE-ABS-KEY ("microbiological standard*")) AND ((TITLE-ABS-KEY (feed) OR TITLE-ABS-KEY (feed processing) OR TITLE-ABS-KEY (low-moisture food) OR TITLE-ABS-KEY (dried food) OR TITLE-ABS-KEY (cereal grains) OR TITLE-ABS-KEY (raw material) OR TITLE-ABS-KEY (legume) OR TITLE-ABS-KEY (cereal) OR TITLE-ABS-KEY (soybean meal) OR TITLE-ABS-KEY (byproduct*) OR TITLE-ABS-KEY (rapeseed meal*) OR TITLE-ABS-KEY (soymeal) OR TITLE-ABS-KEY (rapemeal) AND NOT TITLE-ABS-KEY (feed additive*))) AND ((TITLE-ABS-KEY (salmonell*) OR TITLE-ABS-KEY (enterobacteriaceae) OR TITLE-ABS-KEY (escherichia coli))) AND ((TITLE-ABS-KEY (reduct*) OR TITLE-ABS-KEY (decontaminat*) OR TITLE-ABS-KEY (inactivat*) OR TITLE-ABS-KEY ("reduct* factor")))) → 292 références

2. **PUBMED (13 Décembre 2016)**

Combinaison des requêtes #1 AND #2 AND #3 AND #4 : ((((((Salmonell*) OR Enterobacteriaceae) OR Escherichia coli)) AND ((feed* OR feed processing OR low-moisture foods OR dried foods OR cereal grains OR raw material OR legume OR cereal* OR soybean meal OR byproduct* OR rapeseed meal* OR rapemeal OR soymeal ANDNOT feed additive*))) AND ((microbiological criteria" OR "process hygiene criteria" OR "food safety criteria" OR "hygienic parameters" OR "microbiological safety" "microbiological limit*" OR indicator* OR "microbiological standard*")))) AND ((Reduct* OR decontaminat* OR inactivat* OR "reduct* factor")) → 272 références

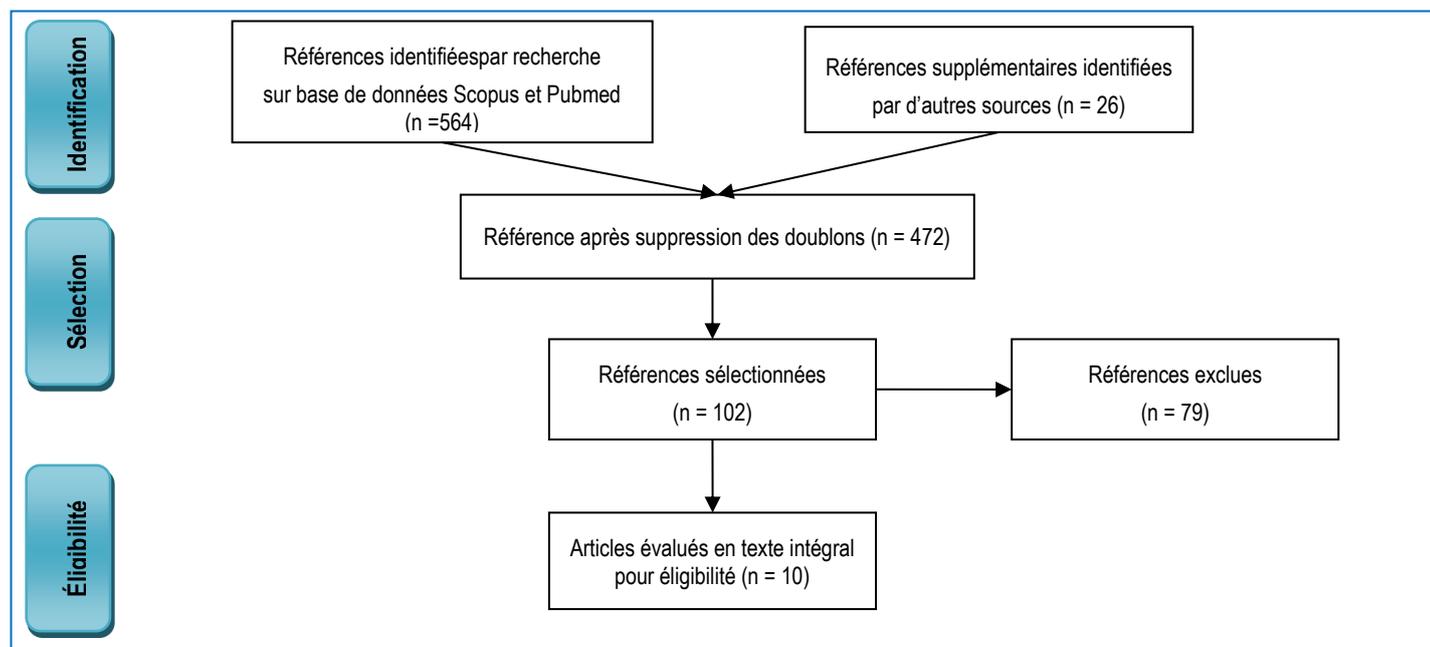
Nombre de résultats de la requête dans *Scopus* : 292, le 07/12/2016

Nombre de résultats de la requête dans *Pubmed* : 272, le 13/12/2016

PARTIE 2 – RECOMMANDATIONS POUR LA RESTITUTION DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE

Les éléments ci-dessous, avec deux options possibles, guident les modalités d'explicitation de la stratégie de recherche au niveau du produit d'expertise ou d'appui scientifique et technique.

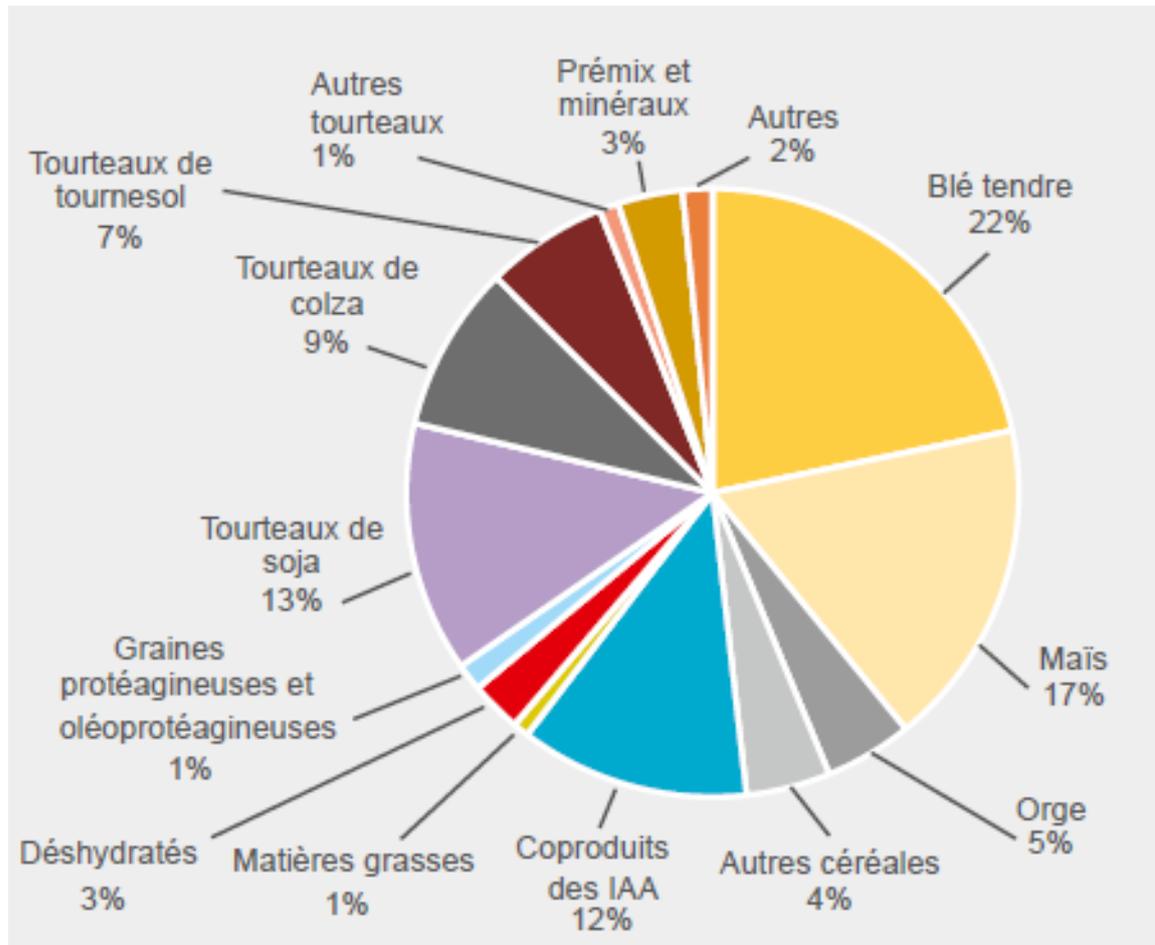
2.1 DIAGRAMME PRISMA (extrait et adapté de Gedda, 2015)



Annexe 6 : Exemple d'une fiche de lecture extraite de la thématique 3

Sous-groupe (1, 2 ou 3)	Titre de l'article	Auteurs	Année	Périmètre géographique	Type de publication	Contexte, objectifs de l'étude et/ou les hypothèses testées	Résultats/discussions et conclusions des auteurs	Etude à retenir pour l'expertise : oui ; non ; à discuter
3	<i>Salmonella</i> occurrence and Enterobacteriaceae counts in pig feed ingredients and compound feed from feed mills in Ireland	Burns <i>et al.</i>	2015	Irlande	"primary research"	L'objectif de l'étude est de déterminer une corrélation entre les salmonelles non typhiques et les entérobactéries dans des matières premières et aliments composés prélevés dans des usines d'aliments pour porcs	<p>Période concernée : Novembre 2012-Septembre 2013 Echelon de la chaîne alimentaire étudié : alimentation animale Matrices prélevées et analysées : 338 échantillons de matières premières et 317 échantillons d'aliments composés (granulés et farines crues) Prélèvement mensuel des matrices dans 5 usines d'aliment + 1 FAF</p> <p>Matériel et Méthode :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche des salmonelles dans 10 g, - Dénombrement NPP des salmonelles avec un seuil de 0,3 NPP/g, - Dénombrement des Entérobactéries sur VRBG à 37°C <p>Résultats :</p> <ul style="list-style-type: none"> -3 échantillons positifs (dont 1 échantillon granulé) en <i>S. Typhimurium</i> monophasique mais < 0,3 NPP/g - Entérobactéries : 133 (71.1%) < 10 ufc/g, 20 (10.7%) 10-100 ufc/g, 16 (8.6%) 100-1000 ufc/g, 11 (5.9%) 1000-10 000 ufc/g, 7 (3.7%) >10 000 ufc/g <p>Conclusions :</p> <p>Pas de relation entre la présence de <i>Salmonella</i> et un dénombrement élevé en Entérobactéries. Cependant, les résultats montrent que le dénombrement des Entérobactéries était plus faible dans les aliments granulés que dans les farines (pas de traitement thermique). Les Entérobactéries peuvent être de bons indicateurs dans le cadre des plans HACCP.</p>	oui

Annexe 7 : Utilisation des matières premières pour la fabrication d'aliments composés par l'industrie de l'alimentation animale en France en 2015, hors aliment d'allaitement (Source : Agreste, citée par le SNIA)



Annexe 8 : Données Oqualim de contamination par *Salmonella* spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Matières premières et autres	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positif	Sérovars ⁴⁸
Autres céréales et dérivés	0	182		
Blé	1	558	0,2%	S. Senftenberg
Maïs grain	0	330		
Orge	0	202		
Graines de lin	1	98	1,0%	S. Tennessee
Graines de soja	7	236	3,0%	S. Banana, S. Cubana, S. Essen, S. Livingstone, S. London, S. Senftenberg (2)
Graines de tournesol	0	13		
Graines protéagineux et dérivés	0	130		
Céréales et graines issues d'écart de triage	1	122	0,8%	S. Enteritidis
Autres Tourteaux	0	67		
Tourteaux arachide	1	34	2,9%	S. Senftenberg
Tourteaux de colza	35	1513	2,3%	S. Agona (6), S. Anatum (4), S. Caen, S. Havana, S. Idikan (2), S. Indiana, S. Infantis, S. Mbandaka (5), S. Montevideo (5), S. Oranienburg, S. Rissen (2), S. Schwarzengrund, S. Senftenberg, S. Tennessee, S. 1,3,19:z27:-, S. 16:d:-, non déterminé
Tourteaux de lin	3	69	4,3%	S. Infantis, S. Livingstone (2)
Tourteaux de palme	0	30		
Tourteaux de soja	55	3018	1,8%	S. Agona (2), S. Banana, S. Cerro (3), S. derby, S. Give, S. Infantis (2), S. Lamberhurst, S. Liverpool, S. Livingstone (5), S. London, S. Mbandaka (10), S. Montevideo (3), S. Muenster, S. Rissen (4), S. Senftenberg (5), S. Tennessee, S. Typhimurium, S. Yoruba, S. 1,3,19:z27:-, S. 4,12:d:- (2), S. 6,7:-:-, non déterminé (12)

⁴⁸ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars. La mention « non déterminé » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

Matières premières et autres	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars
Tourteaux de tournesol	24	1482	1,6%	S. Agona (4), S. Anatum (3), S. Banana, S. California, S. Derby, S. Havana (3), S. Isangi, S. Mbandaka, S. Montevideo (2), S. Ohio, S. Senftenberg (4), S. Welikade, Typhimurium, non déterminé (4)
Sous-produits maïs	0	3		
Remoulage de maïs	0	66		
Gluten de maïs	1	45	2,2%	S. Agona
Corn gluten feed	0	66		
Drêches	0	209		
Son d'avoine	1	2	50,0%	S. Larochelle
Radicelles de malt	1	64	1,6%	S. Typhimurium
Wheat gluten feed	0	217		
Farine basse de blé	1	77	1,3%	S. Veneziana
Remoulage de blé	1	247	0,4%	S. Enteritidis
Son de blé	5	1254	0,4%	S. Coeln, S. Enteritidis (2), S. Montevideo, S. Stourbridge, S. 4, 12:i:-
Mélasses	0	90		
Pulpe d'agrumes	0	29		
Autres ss produits animaux	2	104	1,9%	S. Papuana, non déterminé
Babeurre	0	2		
Lait et dérivés	0	4		
Lactosérum et dérivés	0	10		
Vinasses	0	68		
TOTAL	140	10641	1,3%	

Annexe 9 : Données DGCCRF de contamination par *Salmonella* spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Matières premières et autres	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars ⁴⁹
Prémélanges	0	2		
Carbonate de Calcium	0	1		
Coquilles marines calcaires	0	2		
Autres céréales et dérivés	0	25		
Blé	0	87		
Maïs grain	1	77	1,3%	S. Typhimurium
Orge	0	14		
Autres Fourrages	0	14		
Autres graines oléagineuses et dérivés	0	3		
Graines de colza	0	4		
Graines de lin	1	11	9,1%	S. Tennessee
Graines de soja	1	38	2,6%	S. Coeln
Graines de tournesol	1	9	11,1%	S. Tennessee
Graines protéagineuses et dérivés	0	6		
Autres Tourteaux	0	4		
Tourteaux arachide	0	4		
Tourteaux de colza	4	276	1,4%	S. Agona, S. London, S. Mbandaka (2), S. Anatum
Tourteaux de lin	0	5		
Tourteaux de palme	0	13		
Tourteaux de soja	14	418	3,4%	S. Adelaide, S. Cubana, S. Infantis, S. Livingstone (2), S. Mbandaka (4), S. Ouakam, S. Rissen, S. Typhimurium, non déterminé (2)
Tourteaux de tournesol	2	159	1,3%	S. Enteritidis, S. Taksony
Coques et tourteaux de cacao	0	1		
Remoulage de maïs	0	2		
Gluten de maïs	0	3		
Corn gluten feed	0	2		
Huiles végétales	0	2		
Autres sous-produits végétaux	0	3		
Drêches	0	27		
Radicelles de malt	0	1		

⁴⁹ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars. La mention « non déterminé » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

Matières premières et autres	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars
Wheat gluten feed	0	13		
Farine basse de blé	0	3		
Remoulage de blé	0	3		
Son de blé	0	20		
Pulpe de betterave	0	5		
Pulpe d'agrumes	0	4		
Farines de poisson	0	4		
Coproduits de levure	0	8		
Produits de boulangeries et pâtisseries	0	6		
TOTAL	24	1279	1,9%	

Annexe 10 : Données DGAL de contamination par *Salmonella* spp. des matières premières pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Matières premières	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars ⁵⁰
Autres céréales et dérivés	0	3		
Blé	0	2		
Maïs grain	0	7		
Orge	0	1		
Autres Fourrages	0	1		
Graines de soja	0	1		
Tourteaux de colza	0	17		
Tourteaux de soja	0	9		
Tourteaux de tournesol	0	2		
Remoulage de maïs	0	1		
Pulpe de betterave	0	1		
Farines de poisson	2	229	0,9%	S. II 42:r:-, non déterminé
Huile de poisson	0	10		
Graisses animales	0	8		
Autres sous-produits animaux	0	17		
TOTAL	2	309	0,7%	

⁵⁰ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars. La mention « non déterminé » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

Annexe 11 : Distribution des sérovars recensés par le Réseau *Salmonella*, Oqualim, et les PS/PC de la DGAL et de la DGCCRF, entre 2009 et 2015, isolés de tourteaux de soja, colza, tournesol ainsi que du blé et de ses dérivés

Tourteaux de soja			Tourteaux de colza			Tourteaux de tournesol			Blé et dérivés		
Réseau <i>Salmonella</i> (n = 298)	Oqualim (n = 60)	PSPC DGAL/DGCCRF (n = 14)	Réseau <i>Salmonella</i> (n = 104)	Oqualim (n = 35)	PSPC DGAL/DGCCRF (n = 5)	Réseau <i>Salmonella</i> (n = 87)	Oqualim (n = 28)	PSPC DGAL/DGCCRF (n = 2)	Réseau <i>Salmonella</i> (n = 12)	Oqualim (n = 9)	PSPC DGAL/DGCCRF (n = 0)
Mbandaka (110)	Mbandaka (10)	Mbandaka (4)	Mbandaka (20)	Mbandaka (5)	Mbandaka (2)	Mbandaka (3)	Mbandaka (1)				
Montevideo (4)	Montevideo (3)		Montevideo (10)	Montevideo (5)		Montevideo (4)	Montevideo (2)			Montevideo (1)	
Senftenberg (19)	Senftenberg (5)		Senftenberg (2)	Senftenberg (1)		Senftenberg (9)	Senftenberg (4)			Senftenberg (1)	
Agona (7)	Agona (2)		Agona (4)	Agona (6)	Agona (1)	Agona (3)	Agona (4)				
Anatum (8)			Anatum (2)	Anatum (4)	Anatum (1)	Anatum (9)	Anatum (3)				
Tennessee (8)	Tennessee (1)		Tennessee (5)	Tennessee (1)		Tennessee (16)			Tennessee (1)		
1,3,19:z27:- (25)	1,3,19:z27:- (1)		1,3,19:z27:- (6)	1,3,19:z27:- (1)		1,3,19:z27:- (7)					
Typhimurium (3)	Typhimurium (1)	Typhimurium (1)					Typhimurium (1)		Typhimurium (1)		
Infantis (3)	Infantis (2)	Infantis (1)		Infantis (1)		Infantis (6)					
Rissen (13)	Rissen (4)	Rissen (1)		Rissen (2)							
Schwarzengrund (3)			Schwarzengrund (3)	Schwarzengrund (1)		Schwarzengrund (2)					
								Enteritidis (1)	Enteritidis (4)	Enteritidis (3)	
Livingstone (10)	Livingstone (5)	Livingstone (2)									
Cubana (5)		Cubana (1)				Cubana (2)					
Oranienburg (3)			Oranienburg (9)	Oranienburg (1)							
			Havana (2)	Havana (1)			Havana (3)				
	Derby (1)						Derby (1)				
			Indiana (3)	Indiana (1)							
Yoruba (4)	Yoruba (1)										
Cerro (14)	Cerro (3)										
4,12:d:- (5)	4,12:d:- (2)										
6,7:-:- (3)	6,7:-:- (1)										
Ouakam (3)		Ouakam (1)									
Adelaide (3)		Adelaide (1)									
									Veneziana (1)	Veneziana (1)	
						California (2)	California (1)				
						Taksony (2)		Taksony (1)			
			Idikan (11)	Idikan (2)							
									4,5,12:i:- (1)	4,12:i:- (1)	
	London (1)										
						London (1)					

	Banana (1)						Banana (1)				
Soerenga (3)											
	Lamberhurst (1)										
	Liverpool (1)										
	Muenster (1)										
	Give (1)										
			Llandoff (17)								
				Caen (1)							
				16:d:- (1)							
						Bredeney (2)					
						Newport (2)					
						Gaminara (2)					
							Isangi (1)				
							Welikade (1)				
							Ohio (1)				
									Litchfield (1)		
									Eboko (1)		
									Brancaster (1)		
									Il 4,12:b:- (1)		
										Stourbridge (1)	
										Coeln (1)	
+42 autres sérovars représentés par 1 ou 2 isolats	+12 autres souches non déterminées	+ 2 autres souches non déterminés	+10 autres sérovars représentés par 1 isolat	+ 1 autre souche non déterminée		+16 autres sérovars représentés par 1 isolat	+ 4 autres souches non déterminées				

Note :

- Le nombre d'isolats est indiqué entre parenthèses. Les sérovars réglementés sont indiqués en rouge ;
- La mention « souches non déterminées » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

Annexe 12 : Données Oqualim de contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Aliments composés	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars ⁵¹
Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	0	108		
Aliments complets porcins	0	815		
Aliments complets jeunes bovins (veaux)	0	13		
Aliments complets bovins	1	201	0,5 %	S. Mbandaka
Aliments complets bovins en lactation	2	376	0,5 %	S. Braenderup, S. Mbandaka
Aliments complets caprins en lactation	0	1		
Aliments complets ovins	0	44		
Aliments complets ovins en lactation	0	26		
Aliments complets poules pondeuses	72	7338	1,0 %	S. Agona (2), S. Anatum (3), S. Braenderup (2), S. Brandenburg (3), S. Derby (3), S. Hadar, S. Idikan, S. Infantis (3), S. Kottbus, S. Liverpool, S. Livingstone (4), S. Mbandaka (12), S. Meleagridis, S. Montevideo (3), S. Muenster (5), S. Oranienburg (3), S. Paratyphi B, S. Regent (2), S. Schwarzengrund (4), S. Senftenberg (6), S. Takasony (3), S. Tennessee (2), S. Typhimurium (3), S. Veneziana, S. 4,12:d:-, non déterminé (6)
Aliments complets poules et dindes reproductrices	1	4560	0,02 %	S. Virchow ⁵²
Aliments complets poulets d'engraissement	2	539	0,4 %	S. Livingstone, S. Llandoff
Aliments complets dindes d'engraissement	0	229		

⁵¹ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars. La mention « non déterminé » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

⁵² Isolé dans un aliment destiné à des volailles reproductrices *Gallus gallus*

Aliments composés	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars
Aliments complets autres volailles	0	237		
Aliments complets équins	0	13		
Aliments complets pour animaux à fourrure	0	51		
Autres aliments complets	12	3526	0,3 %	S. Anatum, S. Hadar, S. Kedougou, S. Mbandaka (4), S. Montevideo, S. Senftenberg (2), S. Tennessee, S. Typhimurium, non déterminé
TOTAL	90	18077	0,5 %	

Annexe 13 : Données DGCCRF de contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Aliments composés	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars ⁵³
Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	0	2		
Aliments complets porcins	0	3		
Aliments complets jeunes bovins (veaux)	0	1		
Aliments complets volailles démarrage	1	94	1,1%	S. Livingstone
Aliments complets poules pondeuses	1	362	0,3%	S. California
Aliments complets poules reproductrices	0	94		
Aliments complets dindes reproductrices	0	27		
Aliments complets poulets d'engraissement	2	351	0,6%	non déterminé (2)
Aliments complets dindes d'engraissement	0	97		
Aliments complets volailles indéterminées	1	40	2,5%	S. Senftenberg
Aliments complets autres volailles	0	85		
Aliments complets pour animaux à fourrure	0	3		
Autres aliments complets	0	3		
Aliments complémentaires bovins	0	3		
Aliments complémentaires bovins en lactation	0	1		
Aliments complémentaires jeunes ovins (agneaux)	0	1		
Aliments complémentaires volailles démarrage	0	3		
Aliments complémentaires poules pondeuses	0	25		
Aliments complémentaires poules reproductrices	0	1		
Aliments complémentaires poulets d'engraissement	0	14		
Aliments complémentaires autres volailles	0	7		
Aliments complémentaires volailles indéterminées	0	10		
Aliments complémentaires pour animaux à fourrure	0	1		
Autres aliments complémentaires	3	19	15,8%	S. Tennessee (3)
TOTAL	8	1247	0,6%	

⁵³ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars. La mention « non déterminé » signifie que les données analytiques n'ont pas permis d'attribuer un nom de sérovar pour la souche en question.

Annexe 14 : Données DGAL de contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 en France métropolitaine

Aliments composés	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs	Sérovars ⁵⁴
Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	0	23		
Aliments complets porcins	6	414	1,4%	S. Havana, S. Mbandaka , S. Montevideo, S. Saintpaul, S. Stourbridge, S. Typhimurium
Aliments complets bovins	0	2		
Aliments complets volailles démarrage	0	44		
Aliments complets poules pondeuses	1	156	0,6%	S. Senftenberg
Aliments complets poules reproductrices	0	26		
Aliments complets dindes reproductrices	0	3		
Aliments complets volailles indéterminées	2	251	0,8%	S. Senftenberg, S. IIIb 61:i:z53
Aliments complets autres volailles	0	11		
Aliments complets poissons	0	1		
Aliments complets équins	0	5		
Aliments complets pour animaux à fourrure	0	11		
Autres aliments complets	0	3		
Aliments complémentaires porcins	1	53	1,9%	S. Mbandaka
Aliments complémentaires poules pondeuses	0	10		
Aliments complémentaires poules reproductrices	0	3		
Aliments complémentaires volailles indéterminées	0	18		
Aliments complémentaires autres volailles	0	1		
Aliments complémentaires équins	0	8		
Autres aliments complémentaires	0	9		
TOTAL	10	1052	1,0%	

⁵⁴ Entre parenthèse est indiqué le nombre de fois où le sérovar est présent quand il l'est plus d'une fois. Le nombre de sérovars peut être supérieur au nombre d'échantillons car un même échantillon peut contenir plusieurs sérovars.

Annexe 15 : Données DGCCRF de contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés et matières premières pour la période 2009-2015 dans les DROM

Les analyses ont porté sur 52 prélèvements de matières premières et d'aliments composés : 13 prélèvements en Guadeloupe, 18 en Martinique, 8 en Guyane et 13 à la Réunion. Aucun des prélèvements sur matières premières (Tableau 13) et aliments composés (Tableau 14) ne s'est révélé positif à *Salmonella* spp.

Tableau 12 : Répartition de la contamination par *Salmonella* spp. des matières premières pour la période 2009-2015 à partir des données issues de la DGCCRF dans les DROM

Matières premières	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs
Blé	0	2	
Maïs grain	0	4	
Autres Fourrages	0	1	
Graines de soja	0	4	
Tourteaux de soja	0	13	
Pulpes de betterave	0	1	
TOTAL	0	25	

Tableau 13 : Répartition de la contamination par *Salmonella* spp. des aliments composés pour la période 2009-2015 à partir des données issues de la DGCCRF dans les DROM

Aliments composés	Nombre de positifs	Nombre total	Pourcentage de positifs
Aliments complets volailles démarrage	0	1	
Aliments complets poules pondeuses	0	9	
Aliments complets poules reproductrices	0	3	
Aliments complets poulets d'engraissement	0	13	
Aliments complets autres volailles	0	1	
TOTAL	0	27	

Annexe 16 : Données de dénombrement en entérobactéries dans des aliments composés

Source	Période	Type d'aliments	Nombre d'analyses en fonction des résultats de dénombrement en entérobactéries (UFC/g)						% d'analyses en fonction des résultats de dénombrement en entérobactéries (UFC/g)				
			< 10 ² UFC/g	10 ² -10 ³ UFC/g	10 ³ -10 ⁴ UFC/g	> 10 ⁴ UFC/g	Non interprétable	Total	<10 ² UFC/g	10 ² -10 ³ UFC/g	10 ³ -10 ⁴ UFC/g	> 10 ⁴ UFC/g	Total
DGCCRF	2008-2016	Aliments pour volailles reproductrices	106	9	8	10	0	133	79,7%	6,8%	6,0%	7,5%	100%
DGCCRF	2008-2016	Aliments pour volailles reproductrices <i>Gallus gallus</i> et <i>Meleagris gallopavo</i>	83	9	5	8	0	105	79,0%	8,6%	4,8%	7,6%	100%
SNIA	2014-2017	Aliments pour volailles (avec traitement thermique)	1 688	148	66	19	2	1 923	87,9%	7,7%	3,4%	1,0%	100%
SNIA	2014-2017	Aliments pour volailles reproductrices <i>Gallus gallus</i> et <i>Meleagris gallopavo</i> (avec et sans traitement thermique)	1 754	245	202	229	2	2 432	72,2%	10,1%	8,3%	9,4%	100%
SNIA	2014-2017	Aliments pour volailles reproductrices <i>Gallus gallus</i> et <i>Meleagris gallopavo</i> (agrément salmonelles)	1 311	123	52	13	2	1 501	87,5%	8,2%	3,5%	0,9%	100%
SNIA	2016-2017	Aliments granulés (sans traitement thermique)	145	4	13	47	2	211	69,4%	1,9%	6,2%	22,5%	100%

Annexe 17 : Recensement des sources d'incertitudes selon la typologie du GT MER

Liste des sources d'incertitude	Description de la source d'incertitude	Modalité de traitement de l'incertitude (le cas échéant) par le GT
Contexte (Cadrage, Formulation de la question)		
Cadrage (contexte décisionnel, exigences en matière de précision des résultats, ressources, spécifications réglementaires, questions posées par expertise, ...) : incertitudes induites par les choix des demandeurs de la saisine		
Ambiguïté du terme « rôle » dans la question posée par l'expertise : « <i>Évaluer au regard de la situation épidémiologique actuelle dans les élevages français, le rôle de l'alimentation animale comme vecteur d'introduction de Salmonella spp. (quel que soit le sérotype), dans les élevages et par voie de conséquence comme source de contaminations des denrées alimentaires pour les différentes filières animales (volailles, ruminants, porcins, poissons, autres...)</i> »	Le terme « rôle » induit une interrogation quant à ce qui est attendu : s'agit-il de décrire la manière dont l'alimentation animale véhicule les salmonelles ou d'estimer la part attribuable de l'alimentation animale dans les cas humains ?	Compte tenu des informations (par exemples : littérature, données de surveillance, etc.) disponibles et de la complexité du phénomène qui conduit à la contamination d'une denrée consommée par l'Homme, le GT n'a pu répondre qu'à un objectif de description et non de quantification.
Incomplétude des sources d'introduction des salmonelles dans les élevages évoqués dans la saisine.	La saisine se focalise sur l'alimentation animale. Or cette dernière n'est pas l'unique voie d'introduction des salmonelles dans les élevages. Il existe donc un risque « d'exagération » de cette contamination qui n'est qu'une voie parmi tant d'autres, et qui n'est pas la plus importante.	D'autres sources d'introduction ont bien été identifiées au cours de l'expertise (animaux porteurs, environnement, ...) mais n'ont pas été étudiées étant donné le périmètre de la saisine qui a été redéfini avec les tutelles.

Incomplétude des sources de contamination des denrées alimentaires évoquées dans la saisine.	La saisine se focalise sur la contamination des denrées alimentaires via la filière « alimentation animale ». Or il existe d'autres sources de contamination des denrées.	
Incomplétude des causes de salmonellose chez l'Homme évoqués dans la saisine.	La saisine se focalise sur la contamination des denrées alimentaires, or même si l'alimentation humaine représente 80 % des cas de salmonellose humaine, elle n'explique pas tous les cas de salmonellose observés chez l'homme (exemple : les animaux domestiques, eau de baignade,...)	
Non considération des aliments composés pour animaux introduits en France.	Seuls les opérateurs français ont été considérés dans l'expertise. Or des aliments composés fabriqués dans d'autres Etats Membres et introduits en France peuvent également être contaminés.	Ces aliments doivent respecter la réglementation en vigueur.
Formulation de la question (<i>populations cibles, interventions ou expositions, comparateurs, outcome, timings, settings of interest, ...</i>) : incertitudes induites par le choix du collectif d'expert chargé de la saisine		
Non considération des aliments recyclés (surplus de fabrication, malfaçons non initialement destinés aux animaux de rentes).	Le groupe d'experts a exclu ces aliments (exemple : biscuits données comme nourriture aux animaux).	Le groupe d'experts a exclu ces aliments car ils ne constituent encore qu'une part très mineure de l'alimentation animale (volume fiable) et le produit est « censé » être conforme sur le plan bactériologique pour l'alimentation humaine.

Périodes considérées dans la saisine.	Il n'y a pas eu une fenêtre temporelle fixée en ce qui concerne la partie bibliographique. En revanche, pour les données épidémiologiques de contamination de l'alimentation animale, seule la période 2009-2015 a été considérée.	La fenêtre temporelle bibliographique n'a pas été restreinte afin de capitaliser un maximum de connaissances sur la thématique. En revanche, le début la fenêtre temporelle des données de contamination de l'alimentation animale (2009) correspond à l'année du premier recueil des données Oqualim.
Corpus de connaissance (Etat des connaissances, méthodes de collecte de données disponibles, modèles existants)		
État des connaissances (<i>Absence, incomplétude, inadéquation des données sur le sujet, qualité contestée des données ou des méthodes existantes, données non disponibles, ...</i>)		
Connaissance partielle de la situation épidémiologique actuelle chez l'animal.	Le GT a rapporté les éléments actuels de la littérature sur la situation épidémiologique chez l'animal.	Le GT n'a pas recueilli de données sur la situation épidémiologique animale car il s'est focalisé sur l'alimentation animale en raison du périmètre de la saisine.
Connaissances partielles des modalités de transmission de l'alimentation animale à l'Homme.	Dans les publications sur lesquelles l'expertise repose, le lien entre l'alimentation animale et les cas humains n'est pas démontré formellement.	Ce lien n'est cependant pas exclu car il est possible et fortement suggéré par deux publications au moins.
La diversité des publications concernant les traitements.	La variabilité du couple temps/température, de la nature du support, des méthodes d'analyse, des sérovars et des méthodes de contamination ne permet pas de répondre quant à un couple temps/température efficace pour garantir « l'absence » de salmonelles. Il existe une grande variabilité de facteurs environnementaux qu'il est difficile de comparer les publications entre elles.	

Problématique de l'évènement rare.	Comment démontrer la preuve de l'absence ? On peut garantir un niveau très bas mais pas l'absence. Cette question est amplifiée par la taille des lots (ex : 60 000 tonnes dans un bateau).	
Une bonne partie des publications font référence aux entérobactéries, notamment pour évaluer l'efficacité d'un traitement.	Le lien entre entérobactéries et salmonelles est partiel. La réduction des entérobactéries ne suffit pour démontrer une destruction des salmonelles.	
Non connaissance des résultats d'analyses au moment de la sortie de l'usine.	Le produit sera déjà consommé par les animaux au moment de la réception des résultats.	Néanmoins les mesures de gestion qui sont mises en place en cas de non conformité, ont démontré une certaine efficacité.
Incertitude sur l'absence de salmonelles après traitement chimiques (les acides organiques).	Effet rémanent potentiel (bactéricide ou bactériostatique selon la dose) <i>versus</i> destruction.	
Manque d'études sur les autres procédés (irradiation/ionisation, UV, microondes, infra-rouge).	Au regard de l'alimentation animale.	
Absence de lien quantitatif établi entre l'alimentation des animaux et les salmonelloses humaines.	Dans les publications lues, ce lien n'est pas formellement démontré et encore moins quantifié. Cependant ce lien est possible.	Donc on ne peut pas proposer de critère de sécurité.
Absence de justification des raisons ayant conduit à préconiser le critère de 10^3 UFC/g en Entérobactéries et le nombre de 3 réductions décimales.	L'exposé des motifs manque dans la réglementation française. Même après questionnement des tutelles et les recherches documentaires, l'interrogation subsiste.	Le GT s'est positionné par rapport à ce critère malgré son manque de justification.

Méthodes de collecte et d'analyse des données disponibles (<i>représentativité, protocole, puissance, méthode de mesure, ...</i>)		
Absence de génotypage et méthodes de génotypage incomplète.	Une partie des publications ou sources de données n'utilisent pas le génotypage moléculaire (ex : PFGE, MLVA ...) pour faire les liens alimentation animale/élevage et élevage/denrées.	Non exclusion des publications qui ne font pas du génotypage pour permettre une vision globale des sérotypes.
Manque d'actualisation des données et des enquêtes épidémiologiques.	Les données disponibles utilisées dans le rapport concernaient des enquêtes réalisées de 2004 à 2008, donc plus de 10 ans dans certains élevages.	Elles sont néanmoins utiles car elles donnent une image représentative de 2004 à 2008 (données de prévalence) et elles ont pu être comparées avec des données actuelles (du LNR et du réseau <i>Salmonella</i>) pour voir si les tendances actuelles (sérovares majoritaires) sont les mêmes que celles de la période 2004-2008.
Manque de renseignement sur les paramètres des procédés de granulation.	Dans les publications lues, les rapports des professionnels, les paramètres de granulation ne sont pas toujours assez bien documentés, et sont très variables.	Le GT a conclu que l'on ne peut pas s'appuyer sur les traitements de granulation pour assainir le produit.
Méthode d'expertise (Choix des données, méthodes d'intégration des données, communication)		
Limites/périmètres du Réseau <i>Salmonella</i> .	Pas d'exhaustivité, ni de représentativité des données car la collecte s'effectue sur la base du volontariat. Le nombre d'analyses réalisées dans chaque laboratoire partenaire, ayant conduit ou non à la détection de salmonelles, n'est pas recensé par le réseau à ce jour. Il est donc impossible d'estimer la prévalence des salmonelles détectées dans les différentes	Ces données permettent de suivre les tendances évolutives des principaux sérovares et de détecter d'éventuelles émergences.

<p>Limites/périmètres du Réseau <i>Salmonella</i>.</p>	<p>filères, aux différents maillons de la chaîne alimentaire. De même, le niveau de contamination (concentration) des matrices n'est pas systématiquement déterminé lors des analyses de première intention et donc non enregistré dans la base de données du réseau.</p> <p>Concernant le niveau de surveillance des aliments composés destinés aux porcs, le Réseau <i>Salmonella</i> ne dispose pas de données concernant la fréquence des autocontrôles menés par les professionnels sur ces aliments. Seule une partie de ces autocontrôles est recensée par le Réseau afin de confirmer le sérovar de la souche <i>Salmonella</i>.</p> <p>Malgré la grande diversité des sérovars identifiés chaque année, les dix principaux sérovars représentent une large majorité des isolats rencontrés dans chaque maillon de la chaîne alimentaire (65 % à 71 %). Cette prépondérance n'est pas forcément exacte (peut être sous-estimée ou surestimée) car l'envoi des commémoratifs de sérotypage de chaque partenaire n'est pas nécessairement exhaustif (volontariat) et les isolats appartenant aux sérovars majoritaires sont plus aisément sérotypés par les laboratoires partenaires que les sérovars rares ou exotiques, qui nécessitent des sérums anti-immuns parfois uniquement présents dans les laboratoires de référence.</p>	
<p>Données de la souchothèque du LNR « Salmonelloses aviaires » (Anses Ploufragan-Plouzané).</p>	<p>La base de données du LNR abrite des souches d'élevages positifs lors des contrôles officiels donc on n'a pas la connaissance des élevages négatifs donc on ne peut pas calculer de</p>	<p>Cependant, ces données ont été utiles aux experts car elles permettent de suivre les tendances évolutives des sérovars issus des contrôles officiels et de faire</p>

	prévalence de contamination. Les souches ne correspondent pas à des isoléments dans l'aliment.	éventuellement un lien avec les salmonelloses humaines.
Limites des données d'Oqualim.	La base de données Oqualim abrite le plan collectif d'autocontrôle des aliments pour animaux et des matières premières. Ce plan est basé sur du volontariat, donc présente un défaut de représentativité.	Néanmoins 90 % des tonnages d'aliments (toutes espèces confondues) sont produits par des usines certifiées Oqualim et 80 % de la production d'aliments en France passe par ce plan collectif d'autocontrôle.
Données des PS-PC réalisés sur les aliments pour animaux.	On n'a pas d'information sur la représentativité de ces données (on ne connaît pas la démarche qui a précédé le recueil des données fournies par les tutelles).	Elles sont venues compléter les données issues du réseau <i>Salmonella</i> pour l'alimentation animale et conforter des tendances évolutives des sérovars majoritaires.
Données du Réseau de collaborateurs du CNR sur les salmonelloses humaines.	Ces données ne sont pas exhaustives et le lien avec l'alimentation des animaux n'est pas fait dans ce cadre.	Elles donnent néanmoins une image et des tendances des sérovars isolés chez l'Homme.
Données de contamination des matières premières et aliments composés par des entérobactéries.	Les données de la littérature, des professionnels et des services de contrôle ne couvrent pas tous les types d'aliments et de matières premières, notamment ceux importés.	Les 1 500 analyses sur les aliments traités thermiquement et remontées par les professionnels, ont néanmoins pu être utilisées.



Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr / [@Anses_fr](https://twitter.com/Anses_fr)