

Le réseau *Salmonella*, un dispositif de surveillance des salmonelles sur la chaîne alimentaire: bilan 2015

Vincent Leclerc (1), Frédérique Moury (1), Véronique Noel (1), Isabelle Berta-Vanrullen (2), Sabrina Cadel-Six (1), Renaud Lailler (1) (renaud.lailler@anses.fr)

(1) Anses, Laboratoire de sécurité sanitaire des aliments, Maisons-Alfort, France

(2) Anses, Direction scientifique des laboratoires, Maisons-Alfort, France

Résumé

Depuis 20 ans, le réseau *Salmonella* centralise des résultats de sérotypage de salmonelles isolées sur la chaîne alimentaire, de manière volontaire, dans toutes les filières et tous les secteurs d'activités. Cette surveillance événementielle complète les contrôles officiels réalisés chaque année. Ce volume massif de données collectées par l'Anses confirme les tendances et les émergences rapportées en niveau européen. Toutes origines confondues, *S. Typhimurium* et ses variants monophasiques ainsi que *S. Enteritidis* demeurent majoritairement isolées. *Salmonella* est depuis de nombreuses années un contaminant microbiologique majeur à l'origine d'épidémie d'origine alimentaire en France et en Europe. L'optimisation de l'évaluation et de la gestion du risque de salmonellose chez l'homme et l'animal implique la collecte de données de qualité, dans un pas de temps adapté. À la suite d'un processus d'évaluation de son fonctionnement, ce réseau a entamé en 2015 une action profonde de modernisation de ses outils analytiques mais également de pilotage, d'interprétation, de partage et de communication de l'information pour mieux répondre aux besoins exprimés par l'ensemble des acteurs et utilisateurs de cette surveillance. Au-delà du sérovar, les salmonelles isolées dans le cadre de ce réseau peuvent être caractérisées pour leur potentiel lien épidémiologique. Les nouvelles méthodes de typage basées sur le séquençage du génome offrent des perspectives très prometteuses dans ce domaine.

Mots-clés

Salmonella, surveillance, zoonose, sérovar, émergence

Abstract

The *Salmonella* network: a surveillance scheme for *Salmonella* in the food chain: 2015 results

For 20 years, the Salmonella network has been centralising serotyping results for Salmonella isolated on a voluntary basis in the food chain, in all industries and sectors. This outbreak surveillance supplements the official inspections undertaken every year. This massive volume of data collected by ANSES confirms the trends and emerging strains reported at European level. All origins combined, S. Typhimurium and its monophasic variants as well as S. Enteritidis are the main isolated strains. For many years, Salmonella has been a major microbiological contaminant responsible for foodborne epidemics in France and Europe. Optimising the assessment and management of the risk of salmonellosis in humans and animals requires the collection of high-quality data, over a suitable time period. In 2015, after a process was undertaken to evaluate its operations, this network launched a major campaign to modernise its analytical tools and tools for the management, interpretation, sharing and communication of information to better meet the needs expressed by the stakeholders and users of this surveillance system. In addition to being tested for their serovar, the Salmonella isolated through this network can be characterised for their potential epidemiological link. New typing methods based on genome sequencing offer highly promising prospects in this area.

Keywords

Salmonella, Surveillance, Zoonosis, Serovar, Emergence

Les salmonelles représentent un danger microbiologique, majoritairement transmissible à l'Homme par la voie alimentaire. Ce danger est connu et surveillé au niveau local, national et international depuis de nombreuses années. En 2014, *Salmonella* apparaît en deuxième position, derrière *Campylobacter*, dans le classement des agents bactériens isolés chez l'Homme en Europe. C'est également le premier contaminant microbiologique à l'origine de toxi-infections alimentaires collectives (Tiac) pour lesquelles l'agent responsable a pu être confirmé (EFSA-ECDC, 2015). En France, sur la période 2008-2013, l'incidence des *Salmonella* non-typhiques a été estimée à 307 cas pour 100 000 habitants ($IC_{90\%}$: 173–611), entraînant en moyenne 4 305 hospitalisations par an (Van Cauteren et al., 2015).

Les aliments les plus fréquemment contaminés par *Salmonella* sont les viandes de volailles, de porcs et de bovins. Si les œufs de consommation (et les ovo-produits) sont très rarement contaminés, ils représentent toujours la première cause d'épidémie à *Salmonella* en Europe du fait de leur très large consommation et du risque de consommer ces aliments crus ou insuffisamment cuits (EFSA-ECDC, 2015). L'impact de *Salmonella* en santé humaine et les répercussions économiques des mesures de gestion dans les différentes filières de productions animales soulignent la nécessité d'identifier et de caractériser les *Salmonella* tout au long de la chaîne alimentaire, pour la maîtrise de ce pathogène.

Objectifs du dispositif

Créé en 1997, le réseau *Salmonella* avait pour but d'apporter un appui scientifique et technique aux laboratoires partenaires, en charge de la

détection de cette bactérie pathogène dans les matrices animales et/ou alimentaires. Le réseau s'étend sur tout le territoire national. Quelques laboratoires partenaires sont également situés à l'étranger. Cet appui concernait la caractérisation phénotypique, voire moléculaire, des isolats dans un but de confirmation du sérovar et d'une éventuelle discrimination des souches bactériennes isolées. Cette activité a engendré une collecte massive de données descriptives, associées au contexte de prélèvement. Étant donné la stabilité du réseau, l'intérêt d'un suivi des tendances d'isolement des principaux sérovars s'est avéré de plus en plus évident au fil du temps (Lailler et al., 2012).

Aujourd'hui, ce réseau a pour objectif principal de détecter l'émergence de souches potentiellement problématiques en santé publique et/ou pouvant impacter économiquement les filières de production animales. Il doit permettre de caractériser la contamination des animaux, de leur environnement, de l'écosystème et des aliments au regard du danger *Salmonella*. Les souches isolées par les laboratoires partenaires sont transmises de manière volontaire.

Dans ce contexte, les données présentées ici concernent uniquement les résultats de sérotypage par agglutination sur plaque, obtenus en 2015 au Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses. Ces résultats sont associés à des méta-données descriptives concernant les prélèvements réalisés sur le terrain. Ce bilan n'inclut pas les résultats de sérotypage obtenus dans les laboratoires partenaires du réseau (environ deux tiers des données centralisées annuellement). En effet, l'organisation et les moyens mis en œuvre pour ce réseau ne permettent pas actuellement une réactivité suffisante dans la restitution des sérotypages réalisés dans les laboratoires partenaires et leur intégration dans la base de données du réseau. En concertation avec l'ensemble de ses partenaires,

Encadré.

Objectifs

Détection d'émergence de sérovars de *Salmonella* au sein d'une filière particulière, suivi des tendances évolutives de chaque sérovar isolé sur la chaîne alimentaire, appui scientifique et technique aux laboratoires de terrain pour la caractérisation des isolats.

Cadre de la programmation

La recherche de *Salmonella*, tout au long de la chaîne alimentaire, s'inscrit dans le respect de la réglementation européenne (Paquet hygiène). Les règlements (CE) N° 178/2002 et N°2073/2005 (modifié) définissent les responsabilités des différents acteurs de cette chaîne et les critères microbiologiques de sécurité et d'hygiène qui ciblent notamment les salmonelles dans les aliments. Dans leurs derniers avis concernant *Salmonella*, l'Efsa (2010) et l'Anses (2013) recommandent le sérotypage complet des salmonelles isolées sur la chaîne alimentaire pour fournir une information précise aux gestionnaires et évaluateurs du risque.

Salmonella et *Campylobacter* sont considérés en Europe comme les agents zoonotiques responsables de la plupart des cas de zoonose chez l'Homme (règlement (CE) N°2160/2003). Pour prendre en compte l'impact dans le domaine de la santé animale et des crises sanitaires, fortement mobilisatrices de moyens financiers et humains, l'autorité compétente a défini *Salmonella* comme un danger sanitaire de 1^{re} catégorie pour les espèces animales *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo* (arrêté du 29 juillet 2013).

Protocole

- **Nature du contaminant recherché:** *Salmonella* spp.
- **Productions concernées:** productions animales et végétales, environnements de production, alimentation pour animaux, alimentation humaine, écosystème.
- **Stade de la chaîne alimentaire:** de la fourche à la fourchette.
- **Définition du « cas »:** isolement d'une salmonelle à partir d'un prélèvement réalisé sur la chaîne agro-alimentaire.
- **Nombre d'échantillons et modalité d'échantillonnage:** 3465 salmonelles isolées dans le cadre d'autocontrôles, d'alertes, de diagnostics en élevage ou d'enquêtes (nombre total d'échantillons prélevés pour autocontrôles non connu).
- **Stratégie d'échantillonnage:** aléatoire/ciblée selon les dispositifs de surveillance impliqués; transmission des données selon volontariat.
- **Méthode analytique, nature du prélèvement:** potentiellement, toute matrice présente sur la chaîne alimentaire. Recherche de *Salmonella* par les méthodes validées par Afnor Validation, méthode de référence: NF EN ISO 6579-1 et NF EN ISO 6579/A1 (Annexe D). Sérotypage par agglutination de *Salmonella*: FD CEN ISO/TR 6579-3.

le réseau est en pleine évolution pour permettre d'améliorer cette réactivité et disposer d'outils plus performants pour répondre aux nouveaux objectifs de surveillance qui lui sont fixés (voir § Orientations souhaitables du dispositif).

Synthèse du fonctionnement

Des laboratoires partenaires volontaires

Le réseau *Salmonella* est géré et animé par le Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses Maisons-Alfort. Le Laboratoire de sécurité des aliments est le laboratoire associé au laboratoire national de référence (LNR) *Salmonella* du laboratoire de Ploufragan-Plouzané de l'Anses, pour la caractérisation des salmonelles tous secteurs confondus. Le LNR est chargé, dans le cadre de son mandat de référence et selon l'ordonnance 2015-1245 du 7 octobre 2015, d'apporter « à l'État, aux laboratoires agréés et aux plates-formes mentionnées au II de l'article L. 201-14 l'appui scientifique et technique nécessaire à la collecte, au traitement, à l'accessibilité, à la transmission et à la diffusion des données d'épidémiologie. Ces laboratoires peuvent également apporter leur appui aux autres gestionnaires de dispositifs de surveillance ». Le réseau *Salmonella* collabore ainsi étroitement avec le LNR pour l'aider dans cette tâche et pour répondre à ces obligations. Le réseau propose, à ce titre, un exemple d'outil pour la surveillance sous gestion complète de l'Anses.

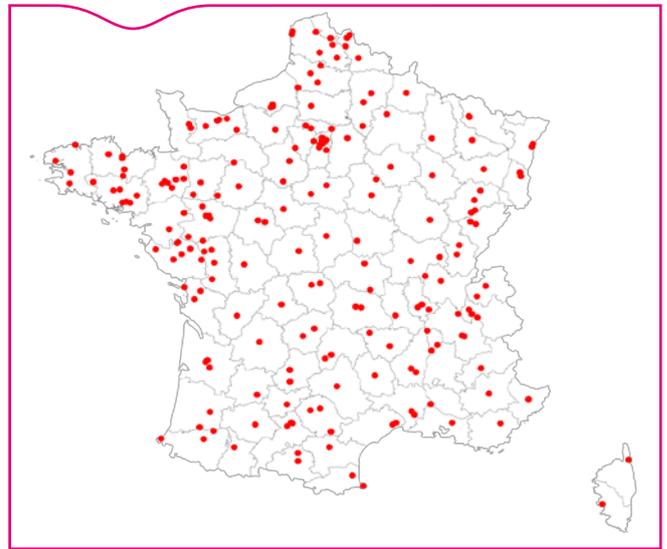


Figure 1. Répartition géographique des laboratoires partenaires adhérents du réseau *Salmonella* en 2015
Chaque point rouge représente un laboratoire partenaire. Les laboratoires situés dans les DOM-TOM et à l'étranger ne sont pas représentés sur cette carte.

Tableau 1. Importance relative des différents contextes de prélèvement associé aux souches reçues au Laboratoire de sécurité des aliments dans le cadre du réseau *Salmonella*

Contexte de prélèvement	Nombre de souches	Proportion (en %)
Alerte Produit	34	1,0
Epidémie/Alerte	99	2,9
Diagnostic en élevage	288	8,3
Surveillance (autocontrôles)	3039	87,7
Enquête	5	0,1
Total général	3465	100,0

Date de prélèvement comprise entre le 01/01/2015 et le 31/12/2015. Date de réception des souches par l'Anses comprise entre le 5/1/2015 au 6/6/2016

Les partenaires de ce réseau sont des laboratoires publics ou privés, adhérents, pour la majorité, aux associations Adilva, Aflabv et Aprolab. Ces trois associations assurent la représentation au sein du réseau *Salmonella*, respectivement:

- des laboratoires vétérinaires publics d'analyse départementaux,
- des laboratoires privés d'analyses de biologie vétérinaire impliqués en particulier en production primaire,
- des laboratoires privés d'analyses d'environnement et d'hygiène des aliments.

En 2015, 131 laboratoires partenaires ont transmis au réseau des souches et des données associées (Figure 1). Le nombre de souches transmises à l'Anses par chaque partenaire variait entre 1 et 392 souches. Le contexte de réalisation du prélèvement associé à ces souches, concerne majoritairement (88 %) la réalisation d'autocontrôles par les professionnels pour la surveillance de leurs activités, quelle que soit l'étape de la chaîne alimentaire (Tableau 1). Certaines souches sont isolées dans le cadre d'analyses réalisées à des fins de diagnostic en élevage. Plus rarement, les salmonelles reçues ont été mises en évidence dans un contexte d'alerte, lié à la contamination d'un produit fini, éventuellement en cours de distribution, ou suite à la survenue de cas humains de salmonellose. Ainsi, les souches collectées par le réseau ont été isolées de matrices très diverses: à partir d'animaux malades ou porteurs sains, dans l'environnement d'élevages, dans des abattoirs, dans des ateliers de transformation ou dans des aliments destinés à la consommation humaine ou animale.

Description des données collectées

L'état sanitaire d'un animal ou d'un végétal qui entre dans le processus de transformation et de production de l'alimentation humaine doit être

surveillé pour éviter la transmission d'agents pathogènes à l'Homme tels que *Salmonella*. Les laboratoires partenaires effectuent donc la recherche de salmonelles sur des prélèvements réalisés à tous les stades de la chaîne alimentaire : depuis l'importation de matières premières qui composent l'alimentation animale, jusqu'à l'aliment destiné au consommateur à son domicile ou à la table d'un restaurant. Dans ce contexte, de nombreuses analyses sont demandées chaque année à partir de prélèvements effectués en élevage, à l'abattoir ou à d'autres stades de la chaîne dans le cadre, soit des plans de surveillance et de contrôles officiels, soit des autocontrôles des opérateurs.

Les résultats de sérotypage intégrés dans la base de données du réseau *Salmonella* sont obtenus, soit par les laboratoires partenaires, soit par le Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses (seules données prises en compte dans cet article, au regard de l'objectif principal relatif à la détection de signaux inhabituels ou d'émergence). Ces résultats sont accompagnés de données épidémiologiques qui caractérisent la souche :

- le pays, le département et si possible la ville où le prélèvement a été réalisé,
- le « lieu » (exploitation, atelier de transformation, abattoir, etc.) et la date de prélèvement,
- le « secteur » (écosystème naturel, alimentation animale, santé et production animales, alimentation humaine) et éventuellement l'existence de signes cliniques chez l'animal,
- le « contexte » (surveillance, diagnostic, épidémie, alerte produit, etc.),
- le « préleveur » (autocontrôle, échantillonnage officiel, etc.),
- le « type de prélèvement » (aliment destiné à l'animal ou à l'Homme, prélèvement de l'environnement, prélèvement sur l'animal, etc.),
- la nature de la matrice prélevée,
- les numéros d'identification permettant l'investigation de situations le cas échéant (Inuav, DAP, EDE, Eget, N° Tiac, N° note de service, etc.).

Pour chaque souche envoyée, une fiche est renseignée par les laboratoires et les métadonnées ainsi collectées sont saisies dans la base de données du réseau, nommée ACTEOLab (Application pour la centralisation et le transfert de données dédiées à l'épidémiologie opérationnelle des laboratoires). Les commémoratifs de sérotypage transmis par les partenaires, sont systématiquement vérifiés avant d'être intégrés dans la base de données. Ces données peuvent faire l'objet d'un contact téléphonique avec le laboratoire expéditeur des souches pour apporter

d'éventuels compléments d'information. Lorsque le sérotypage est réalisé au Laboratoire de sécurité des aliments et que ce résultat a été validé par l'équipe technique chargée de coordonner ce réseau, un rapport d'analyse est envoyé au laboratoire demandeur. Dans le cas de souches non agglutinables, qui ne peuvent pas être sérotypées par des méthodes classiques, une méthode alternative est mise en œuvre au Laboratoire de sécurité des aliments, pour permettre la caractérisation de ces souches (kit Check & Trace *Salmonella*, Société Check-Point).

Ces données sont utiles :

- aux laboratoires partenaires qui peuvent interroger l'équipe du réseau *Salmonella* pour, par exemple, identifier le sérovar majoritairement rencontré dans une matrice ou un environnement donné, ou connaître l'évolution d'un sérovar au cours des années,
- aux gestionnaires du risque qui disposent d'information sur la présence de sérovirs non réglementés et sur l'émergence de certaines souches à prendre en compte le cas échéant dans la réglementation,
- aux partenaires impliqués dans l'investigation des Tiac ou des alertes produits liées à des non conformités de produits mis sur le marché. La contribution du réseau se traduit, dans ce cas, par la transmission de bilans permettant de cibler des sérovirs et/ou des aliments (potentiellement) impliqués,
- à la détection d'événements inhabituels sur la chaîne alimentaire, par la mise en place d'outils statistiques dédiés (analyse de séries temporelles notamment).

Des méthodes de typage moléculaire (caractérisation de variants de Typhimurium par PCR, MLVA, PFGE, séquençage) peuvent également être mises en œuvre au laboratoire. Ces méthodes permettent de comparer les souches entre elles et d'illustrer le lien potentiel entre des souches isolées de différents types de prélèvement. En effet, la probabilité que deux souches dérivent d'un ancêtre commun récent est d'autant plus élevée que ces souches présentent des profils moléculaires similaires, voire non distinguables. En complément des informations sur les prélèvements (contexte, date et lieu de prélèvement), ces méthodes sont particulièrement intéressantes dans le suivi des souches au sein d'une exploitation/atelier ou dans le contexte d'investigation de Tiac.

Résultats obtenus

En 2015, le Laboratoire de sécurité des aliments a réalisé le sérotypage de 3 465 souches. En moyenne, 68 souches ont été réceptionnées chaque semaine par le Laboratoire de sécurité des aliments, pour confirmation du sérovar (Figure 2).

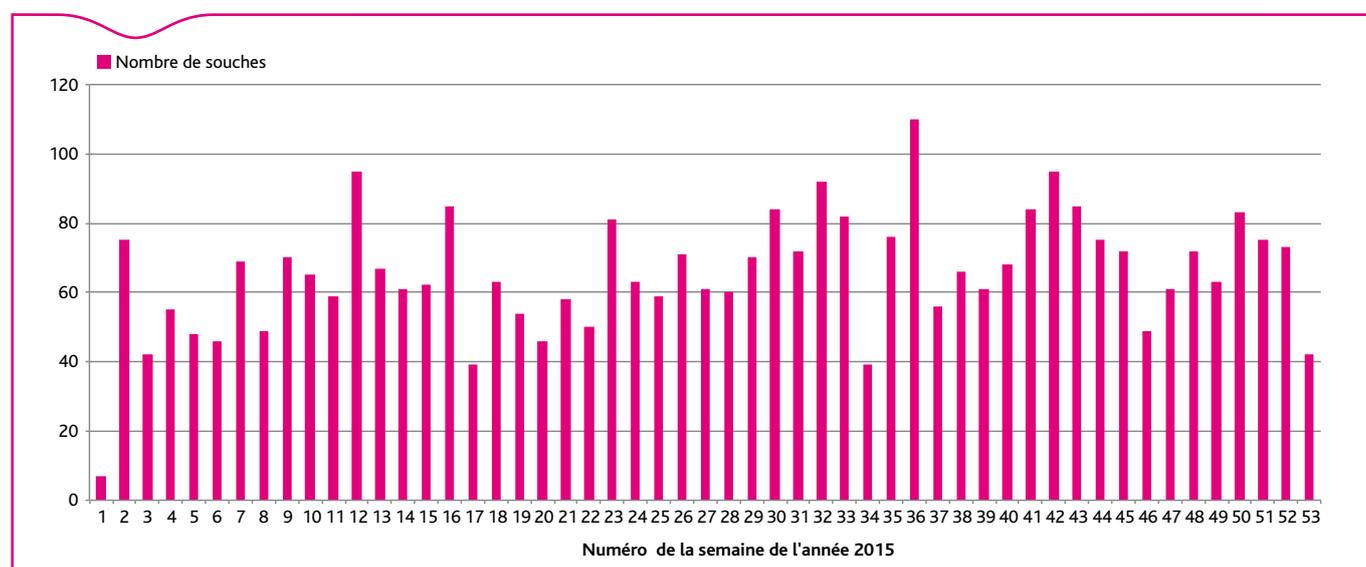


Figure 2. Répartition du nombre de souches transmises au Laboratoire de sécurité des aliments dans le cadre du réseau *Salmonella*, en fonction de la semaine de réalisation du prélèvement (moyenne du nombre de souches isolées et transmises au Laboratoire de sécurité des aliments = 68 souches/semaine)

Tableau 2. Principaux sérovars des souches reçues au Laboratoire de sécurité des aliments selon le secteur d'activité, dans le cadre du réseau *Salmonella* en 2015.

Alimentation humaine (n=1 503)	Alimentation animale (n=619)	Santé animale (n=1 236)	Ecosystème (n=107)
S. 1,4,[5],12:i:- (224)	S. Livingstone (162)	S. Enteritidis (154)	S. Veneziana (17)
S. Typhimurium (135)	S. Cerro (113)	S. Livingstone (71)	S. 4,5,12:i:- (10)
S. Enteritidis (131)	S. 1,3,19:z27:- (19)	S. 1,4,[5],12:i:- (64)	S. Enteritidis (9)
S. Derby (111)	S. Hadar (19)	S. Montevideo (56)	S. Typhimurium (7)
S. Bredeney (98)	S. Mbandaka (18)	S. IIIb 61:k:1,5,7 (55)	S. Albany (6)
S. IIIb 61:k:1,5,7 (93)	S. Anatum (16)	S. Mbandaka (45)	S. Newport (5)
S. Dublin (66)	S. Havana (13)	S. Kottbus (42)	S. Bovismorbificans (4)
S. Montevideo (49)	S. Tennessee (13)	S. IIIa 48:z4,z23:- (38)	S. Livingstone (4)
S. Mbandaka (41)	S. Agona (12)	S. Lille (35)	S. London (4)
S. Infantis (38)	S. Newport (12)	S. Typhimurium (35)	S. Napoli (4)
S. Kentucky (28)	S. Indiana (11)	S. Llandoff (33)	S. Weltevreden (3)
S. Livingstone (27)	S. Infantis (11)	S. Tennessee (28)	S. Agona (2)
S. Newport (27)	S. Llandoff (10)	S. Give (25)	S. Ajiobo (2)
S. Anatum (26)	S. Montevideo (10)	S. Newport (25)	S. Durban (2)
S. Rissen (25)	S. Typhimurium (10)	S. Veneziana (21)	S. Infantis (2)
S. Kedougou (25)	S. 1,4,[5],12:i:- (10)	S. Dublin (20)	S. IIIb 38:r:z (2)

Répartition des isolats reçus au Laboratoire de sécurité des aliments en fonction du secteur et du type de matrice

Les souches inventoriées selon le secteur d'activité d'origine se répartissent de la façon suivante: 1 503 souches (43,4 %) en alimentation humaine, 1 236 souches (35,7 %) en santé et production animales, 619 souches (17,8 %) en alimentation animale et 107 souches (3,1 %) issues de l'écosystème naturel (Tableau 2).

Alimentation humaine

Les souches, collectées dans ce secteur, sont principalement issues de la catégorie « produits carnés » (815 souches soit 54,2 %) et de la catégorie « produits laitiers » (545 souches soit 36,3 %). Les autres catégories de produits (œufs et ovo-produits, fruits et légumes, produits de la mer) représentent quant à elles, moins de 2 % des isolats pour chacune d'entre elles.

Les viandes de porc (302 souches), de poulet (166 souches) et de dinde (96 souches) représentent 69,3 % des produits carnés pour lesquels une salmonelle a été isolée au Laboratoire de sécurité des aliments. Les isolats issus des viandes d'ovins, de bovins et de canards représentent respectivement 8,2 %, 8,0 % et 2,3 %. Les autres viandes (cerf, cheval, chèvre, sanglier, oie, gibier, lapin...) représentent 11,6 % des isolats reçus au Laboratoire de sécurité des aliments provenant de produits carnés.

Les laits et fromages issus de bovins (114 et 189 souches) et d'ovins (38 et 51 souches) sont les deux sources de contamination les plus importantes pour les isolats issus des produits laitiers. Ils représentent 71,9 % des produits laitiers pour lesquels une salmonelle a été isolée au Laboratoire de sécurité des aliments.

Santé et production animales

Les souches, issues de ce secteur, sérotypées au Laboratoire de sécurité des aliments ont été majoritairement issues de l'espèce *Gallus gallus* (546 souches soit 44,2 %), de bovins (342 souches soit 27,7 %) et de canards (111 souches soit 9,0 %). Sur les 546 souches isolées de *Gallus gallus*, 140 (25,6 %) étaient isolées de poules pondeuses et 342 (62,6 %) isolées de poulets de chair.

Alimentation animale

Les souches, issues de ce secteur, sérotypées au Laboratoire de sécurité des aliments ont été majoritairement isolées d'aliments destinés

aux animaux domestiques (379 souches soit 61,2 %). Pour 84 des 619 isolats traités au Laboratoire de sécurité des aliments (13,6 %), l'information précise n'est pas connue et est notée sous la forme de « tous les aliments pour animaux ». Viennent ensuite les aliments composés pour les volailles (43 souches soit 6,9 %). Le Laboratoire de sécurité des aliments a également sérotypé 43 souches (6,9 %) issues de matières premières d'origine végétale, les huiles de graines ou de fruits (soja, colza, tournesol...), 35 souches (5,6 %) issues de matières premières d'origine animale et 13 souches (2,1 %) issues de matières premières d'origine végétale (orge, maïs, blé...). Les autres souches se répartissent dans diverses autres catégories.

Ecosystème

Les souches, issues de ce secteur, sérotypées au Laboratoire de sécurité des aliments ont été majoritairement isolées de sources/captage de l'eau (54 souches soit 50,5 %) et d'usines de traitement de l'eau (33 souches soit 30,8 %). Les souches proviennent des systèmes de distribution des eaux pour 4,7 % (5 souches) et 11 souches (10,3 %) sont identifiées en tant que « autres activités ».

Principaux sérovars recensés au Laboratoire de sécurité des aliments

Parmi les souches reçues au Laboratoire de sécurité des aliments en 2015, 42 souches se sont avérées non agglutinables (sérovar dit Rough).

Alimentation humaine

> Catégorie « Viandes »

- Viandes de porc (n=302) : les souches collectées dans cette catégorie appartiennent à 26 sérovars. Les trois principaux sérovars que sont les variants monophasiques de Typhimurium (S. 1,4,[5],12:i:-) (43,7 %), S. Typhimurium (17,9 %) et S. Derby (17,9 %) représentent 79,5 % des souches issues de cette catégorie de viande.
- Viandes de poulet (n=166) : S. Derby (14,5 %), S. Infantis (13,7 %) et S. Kentucky (13,3 %) ont été majoritairement isolés parmi les 31 sérovars retrouvés.
- Viandes de dinde (n=96) : les trois principaux sérovars, S. Bredeney (31,3 %), S. 1,4,[5],12:i:- (24,0 %) et S. Brandenburg (14,6 %) représentent 69,9 % des souches issues de cette catégorie de viande. Au total, quatorze sérovars ont été retrouvés.

- Viandes de mouton (n=67) : parmi les onze sérovars isolés de cette catégorie de viande, seul le sérovar S. IIIb 61:k:1,5,7 a été très majoritairement retrouvé (64,2 %).

> Catégorie « Lait et produits laitiers »

Les principaux sérovars isolés du lait de vache (n=114) sont S. Montevideo (26,3 %), S. Mbandaka (21,1 %), S. Dublin (17,3 %) et S. Enteritidis (14,0 %). Au total, 16 sérovars ont été retrouvés. Pour les fromages fabriqués à base de lait de vache (n=189), S. Enteritidis (31,2 %), S. Dublin (21,7 %), S. Typhimurium (14,8 %) et les variants monophasiques de Typhimurium (S. 1,4,[5],12:i:-) (9,5 %) sont les 4 principaux sérovars isolés sur les 21 recensés dans ce type de produits.

Le lait de brebis (n=38) peut également être occasionnellement source de contamination. Plus de la moitié des souches isolées appartiennent au sérovar S. IIIb 61:k:1,5,7 (55,3 %). Au total, dix sérovars ont été retrouvés. Pour les fromages au lait de brebis (n=51), les deux principaux sérovars rencontrés sont S. IIIb 61:k:1,5,7 (27,4 %) et S. IIIb 50:i:z (21,6 %). Concernant les autres produits laitiers, tous types confondus, S. Bredeney (40,5 %) est le sérovar majoritairement isolé parmi les 29 sérovars détectés.

> Catégorie « Œufs et ovoproduits »

Le sérovar le plus souvent retrouvé est S. Livingstone (35,7 %) mais le nombre de ces matrices traitées au Laboratoire de sécurité des aliments est très faible (n=28). Au total, 7 sérovars ont été recensés.

> Catégorie « Produits de la mer »

Concernant les produits de la mer (crustacés et mollusques, n=11), neuf sérovars différents ont été identifiés et aucun n'est donc majoritaire.

> Catégorie « Fruits et légumes »

Les trois sérovars les plus fréquemment isolés sont S. Typhimurium (21,4 %), les variants monophasiques de Typhimurium (S. 1,4,[5]:12:i:-) (14,3 %) et S. Anatum (14,3 %). Au total, dix sérovars différents ont été recensés parmi les quatorze souches isolées.

Santé et production animales

Filière « bovine » (n=342) : les souches collectées en filière bovine sont majoritairement issues de prélèvements d'animaux malades et de leur environnement d'élevage et appartiennent à 27 sérovars, dont les principaux sont S. Enteritidis (32,7 %), S. Montevideo (13,5 %) et S. Mbandaka (10,8 %).

Filière « poulets de chair » (n=385) : S. Livingstone (18,1 %) et S. Lille (10,2 %) sont les deux sérovars majoritairement isolés. Il est intéressant de noter l'importante diversité de sérovars (72 différents) recensés au sein de ces 342 souches sérotypées au Laboratoire de sécurité des aliments.

Filière « poules pondeuses » (n=145) : les sérovars les plus fréquemment isolés sont S. Enteritidis (11,4 %), S. Havana (9,3 %) et S. Banana (8,6 %) parmi les 37 sérovars différents retrouvés.

Filière « canards » (n=111) : 30 sérovars ont été recensés dont 3 majoritairement isolés : S. Give (19,8 %), S. Kentucky (8,1 %) et S. 6,7:i:- (8,1 %).

Alimentation animale

Dans ce secteur, les aliments destinés aux animaux domestiques représentent la catégorie de prélèvement à l'origine du plus grand nombre de souches sérotypées au Laboratoire de sécurité des aliments (n=379). Les salmonelles le plus souvent isolées dans ce secteur appartiennent aux sérovars S. Livingstone (37,5 %) et S. Cerro (28,0 %), parmi les 31 sérovars recensés.

Ecosystème

Les souches provenant de sources ou de captage de l'eau (n=54), ont permis d'identifier majoritairement S. Veneziana (27,8 %) parmi les 25 sérovars recensés. À partir des prélèvements réalisés en usines de traitement de l'eau (n= 33), S. Albany a été le sérovar le plus fréquemment isolé (42,9 %).

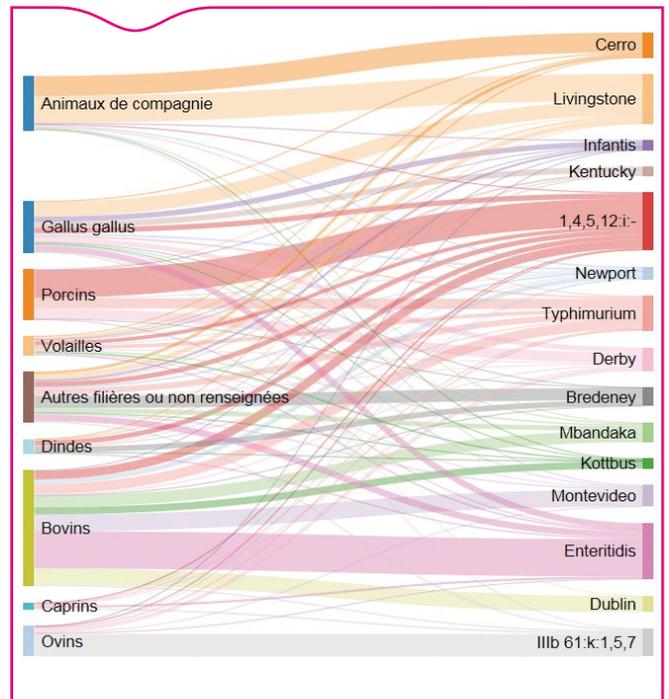


Figure 3. Distribution des 15 principaux sérovars de *Salmonella* (n=2100, 61 %) recensés parmi les souches adressées au Laboratoire de sécurité des aliments dans le cadre du réseau *Salmonella* durant l'année 2015, selon la filière de production d'origine du prélèvement. (Les diagrammes de Sankey illustrent l'importance relative de chaque sérovar isolé dans les différentes filières de production)

Analyse des points forts et des points faibles du dispositif

Le sérotypage systématique des souches isolées est recommandé par l'Efsa (2010) pour mener une surveillance plus fine aux différents stades de la chaîne alimentaire ou encore pour préciser les messages transmis dans le cadre du système d'alerte rapide concernant les aliments destinés à l'alimentation humaine ou animale vis-à-vis du danger *Salmonella*. Le sérotypage par agglutination est la méthode de typage officielle des *Salmonella*. S'agissant de sérovars peu ou pas fréquents, l'isolement et l'identification de telles souches constituent des données précieuses pour permettre d'établir une forte présomption de lien entre les souches. Cependant, cette méthode historique manque d'intérêt s'agissant des sérovars les plus abondants qui sont issus de filières distinctes (variants monophasiques de Typhimurium, Typhimurium, Enteritidis, Newport, Livingstone, Derby, etc.). Il serait extrêmement profitable de mettre en œuvre le séquençage du génome entier, sur tout ou partie de ces sérovars, afin de démontrer l'apport d'une meilleure discrimination des souches en épidémiologie préventive. Le réseau *Salmonella* prévoit de mener cette étude en 2017.

La caractérisation de certaines souches peut être approfondie en situation d'alerte dans une entreprise ou d'investigation de Tiac afin d'apprécier la relation entre les souches isolées chez l'Homme et celles d'origine non humaine. Cette comparaison des profils moléculaires nécessite d'avoir une bonne connaissance de la diversité des souches circulant sur le terrain, appartenant au sérovar concerné. L'importante collection de souches du réseau permet d'accéder à une grande diversité d'origine d'isolement (géographique, temporelle, matricielle, contextuelle) et ainsi de conforter ou réfuter les hypothèses de lien épidémiologique entre les souches étudiées.

La qualité des données est assurée par le maintien en compétence du personnel au Laboratoire de sécurité des aliments et dans les laboratoires adhérant au réseau. Des actions de formation au sérotypage pour les techniciens de ces laboratoires sont dispensées plusieurs fois par an, mais l'audience demeure restreinte (2-3 personnes/

session). De plus, chaque année, le Laboratoire de sécurité des aliments organise un essai inter-laboratoires d'aptitude (EILA) auquel plus de la moitié des laboratoires partenaires au réseau participent et obtiennent des résultats satisfaisants. Il s'agit d'évaluer leur performance à réaliser *a minima* le sérotypage des salmonelles réglementées. Le Laboratoire de sécurité des aliments participe pour sa part à deux EILA organisés au niveau international par le laboratoire de référence de l'Union européenne pour les *Salmonella* et par l'Organisation mondiale de la santé.

Comme les années précédentes, la comparaison des bilans annuels réalisés par le centre national de référence pour les *Salmonella* (CNR) et le réseau *Salmonella* souligne des similarités entre les sérovars majoritairement isolés dans le secteur de l'alimentation humaine et ceux isolés chez l'Homme: émergence des variants monophasiques de Typhimurium (S. 1,4,[5],12:i:-) depuis le début des années 2000, prépondérance de *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* depuis les années 1990. Ces mêmes sérovars constituaient le « Top 3 » des salmonelles recensées en 2014 en Europe dans ces mêmes secteurs (EFSA–ECDC, 2015). Plus récemment, sur la base des données de surveillance collectées par le réseau *Salmonella* et le CNR, le sérovar *S. Kentucky* a été intégré, à titre provisoire⁽¹⁾, à la liste des dangers sanitaires de première catégorie, par arrêté ministériel¹, pour lutter contre l'implantation de souches multi-résistantes aux antibiotiques en production primaire dans les filières réglementées *Gallus gallus* et *Meleagris gallopavo*.

Le réseau *Salmonella* collecte également des données issues du secteur de l'alimentation animale, majoritairement des souches isolées d'aliments destinés aux animaux domestiques. Ces derniers représentent une source potentielle de contamination humaine par contact direct. Il s'agit donc de réduire cette voie de contamination animale et de surveiller le portage de salmonelles par les animaux de compagnie, dont certains plus exotiques (reptiles, serpents, etc.) sont connus pour héberger parfois plusieurs sérovars sans exprimer de signes.

Le champ d'application de la surveillance couvert par ce réseau est donc très vaste. Cependant, il présente certaines faiblesses, mentionnées ci-après, qui doivent être corrigées pour améliorer le fonctionnement de ce dispositif de surveillance. Il est raisonnable de penser que les laboratoires de première intention déterminent plus aisément des sérovars de salmonelles auxquels ils sont régulièrement confrontés ou pour lesquels des exigences réglementaires sont fixées et des EILA organisés.

Par ailleurs, l'évaluation externe du réseau, réalisée en 2015 selon la méthode « Oasis flash » (Hendriks *et al.*, 2011), a souligné le manque d'information concernant la représentativité des données collectées par rapport à l'ensemble des salmonelles isolées sur le territoire national. En effet, ce dispositif ne recense pas le nombre total d'analyses réalisées mais s'intéresse à ce jour uniquement aux souches isolées, transmises volontairement par les partenaires pour sérotypage. Pour autant, la prévalence des salmonelles dans les matrices dites à risque pourrait être estimée par une centralisation renforcée des résultats d'analyse, incluant les résultats négatifs obtenus sur le territoire national.

Les délais de transmission des données de sérotypage obtenues par les partenaires du réseau vers l'unité centrale du dispositif et les délais d'intégration dans la base de données doivent être compatibles avec le niveau de réactivité attendu par les utilisateurs du réseau.

En outre, certains sérovars peu fréquemment isolés ou d'autres dont la formule antigénique requiert l'utilisation de sérums peu communs sont probablement surreprésentés parmi les souches reçues au Laboratoire de sécurité des aliments pour confirmation du sérovar. Plus généralement, même si les laboratoires sont compétents pour réaliser ce sérotypage, une proportion non négligeable de souches principalement isolées en élevage avicole (filière réglementée), sont

transmises au Laboratoire de sécurité des aliments, laboratoire associé au LNR, pour confirmer le résultat (argument pour un audit ou pour pallier au manque de confiance d'un client).

Le réseau doit donc aujourd'hui renforcer ses actions dans le développement d'outils facilitant une utilisation des données et une communication en temps réel entre les partenaires, avant de fixer des objectifs de transmission plus contraignants.

Pour gagner en efficacité, il serait souhaitable que la masse d'informations recueillie par le réseau *Salmonella* soit traitée, quasiment en temps réel, de manière à fournir aux gestionnaires du risque des renseignements leur permettant d'anticiper l'éventuelle survenue de cas humains et planifier les contrôles officiels. Cette évolution est d'autant plus attendue que la base de données est sollicitée par Santé publique France (SpF), pour faciliter les investigations épidémiologiques dans le cadre d'un contexte d'alerte sanitaire, ce qui nécessiterait idéalement de disposer de résultats d'analyse récents, concernant des prélèvements réalisés dans une fenêtre de temps compatible avec la chronologie de survenue des cas. Pour cela, les caractéristiques de la matrice alimentaire suspectée doivent également être considérées: durée de vie du produit, complexité du procédé de fabrication et de distribution du produit, etc.

Le réseau est animé par une équipe multidisciplinaire comprenant notamment des microbiologistes et épidémiologistes. L'équipe d'animation de ce réseau collabore avec d'autres entités de l'Agence pour développer des outils informatiques (base de données, algorithmes, applicatifs sous environnement R-Shiny, etc.). À travers ses nouveaux outils, le réseau diversifie son appui à ses partenaires et donc indirectement aux professionnels des différentes filières du secteur agro-alimentaire mais également aux évaluateurs du risque. Des outils de requête permettent de connaître par exemple la nature des matrices les plus contaminées par un sérovar donné. Cette information est très utile pour guider les professionnels dans la gestion d'une situation de contamination. Cette fonctionnalité, actuellement accessible uniquement à l'équipe d'animation du réseau, sera prochainement proposée aux partenaires du réseau en retour de leur participation motivée à contribuer à la surveillance sanitaire des salmonelles dans la chaîne alimentaire.

Ce dispositif de surveillance des salmonelles est donc en pleine évolution. L'adéquation des moyens alloués à ce dispositif pour répondre aux objectifs de surveillance fixés aujourd'hui en France, au regard du danger *Salmonella*, fait l'objet d'une réflexion interne à l'Anses. Les nouvelles modalités de fonctionnement du réseau seront clarifiées d'ici fin 2016, après validation du comité de pilotage. Le rôle de chaque acteur dans le dispositif sera précisé. Par cette démarche, le réseau devrait aboutir à une meilleure adéquation entre les données acquises (référentiels, représentativité estimée de certains secteurs, etc.) et les attentes des utilisateurs finaux (gestionnaires et évaluateurs du risque, professionnels de l'agroalimentaire) de l'information produite par le dispositif de surveillance.

Remerciements

L'ensemble des laboratoires partenaires du réseau *Salmonella* sont remerciés pour leur participation volontaire à ce dispositif de surveillance. L'équipe d'animation du réseau repose sur un collectif de scientifiques, techniciens et personnels administratifs plus important que la simple liste des co-auteurs de cet article. Ces personnes sont vivement remerciées pour leur précieuse implication.

Glossaire

Adilva: Association française des directeurs et cadres de laboratoires vétérinaires publics d'analyses

Aflabv: Association française des laboratoires d'analyses de biologie vétérinaire

Aprolab: Association professionnelle des sociétés françaises de contrôle en laboratoire

CNR: Centre national de référence

1. 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.

DAP: Document d'accompagnement des prélèvements
EDE: Numéro d'identification des élevages de bovins
EGET: Numéro d'identification des ateliers de porcs à l'engraissement
EILA: Essai inter-laboratoires d'aptitude
LNR: Laboratoire national de référence
LRUE: Laboratoire de référence de l'Union européenne
MLVA: Multi Locus VNTR Analysis
OMS: Organisation mondiale de la santé
PCR: Polymerase Chain Reaction
PFGE: Pulse Field Gel Electrophoresis
RS: Réseau *Salmonella*
SSCA: Surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire
TIAC: Toxi-infection alimentaire collective

Références bibliographiques

ANSES, Identification de variants de *Salmonella* Typhimurium et prise en compte de ces variants dans le programme officiel de lutte en élevage

avicole. Avis de l'Anses, rapport d'expertise scientifique et technique, juillet 2013. <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2012sa0214Ra.pdf>

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), 2010. Scientific Opinion on monitoring and assessment of the public health risk of "*Salmonella* Typhimurium-like" strains. EFSA Journal, 8(10), 1826.

EFSA-ECDC, 2015. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Abstract Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2014. EFSA Journal 13, 4329.

Hendrikx, P., Gay, E., Chazel, M., Moutou, F., Danan, C., Richomme, C., Boue, F., Souillard, R., Gauchard, F., Dufour, B., 2011. OASIS: an assessment tool for epidemiological surveillance systems in animal health and food safety. Epidemiol Infect, 139, 1486–1496.

Lailler, R., Moury, F., Granier, S. A., Brisabois, A. (2012). Le Réseau *Salmonella*, un outil pour la surveillance des salmonelles de la « fourche à la fourchette », EuroReference, N°8, ER08-12RX01.

Van Cauteren, D., De Valk, H., Sommen, C., King, L.A., Jourdan-Da Silva, N., Weill, F.X., Le Hello, S., Megraud, F., Vaillant, V., Desenclos, J.C., 2015. Community Incidence of *Campylobacteriosis* and Nontyphoidal *Salmonellosis*, France, 2008-2013. Foodborne Pathog Dis 12, 664-669.