

Salmonella spp.

Famille des *Enterobacteriaceae*Genre *Salmonella*

Bactérie

Agent zoonotique ¹

Caractéristiques et sources de *Salmonella* spp.

Principales caractéristiques microbiologiques

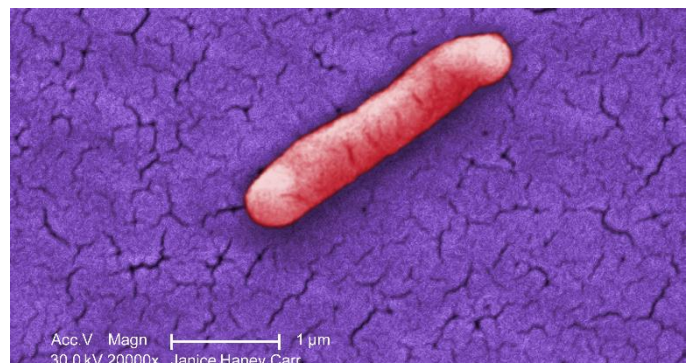
Les salmonelles sont responsables des salmonelloses humaines typhiques et non typhiques. Ce sont des bacilles à coloration de Gram négative, généralement mobiles. Le genre *Salmonella* comporte 2 espèces (*S. enterica* et *S. bongori*), l'espèce *S. enterica* étant elle-même divisée en 6 sous-espèces (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* et *indica*) sur la base de critères phénotypiques. Le sérotypage, basé sur la caractérisation des antigènes somatiques (O) et flagellaires (H), permet le classement des sous-espèces en sérotypes (ou sérovars) ; ceux appartenant à la sous-espèce *enterica* sont affectés d'un nom correspondant fréquemment à un lieu géographique, les autres sont désignés par leur formule antigénique. L'ensemble des sérotypes connus (plus de 2 600) est répertorié au sein du schéma de Kauffmann-White-Le Minor². *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* prédominent dans le domaine alimentaire, mais leur importance relative varie avec le temps et les pays. Tous les sérotypes de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* doivent être considérés comme potentiellement pathogènes pour l'Homme.

Tableau 1 : Principales caractéristiques de croissance des salmonelles

Croissance	Min.	Opt.	Max.
Température (°C)	5	35 – 37	50
pH	3,8	7 – 7,5	9,5
a _w	0,94	0,99	> 0,99

Sources du danger

Le réservoir principal des salmonelles non typhiques est le tractus gastro-intestinal des animaux à sang chaud : les mammifères (porcs, bovins, rongeurs...), les oiseaux sauvages et domestiques. Certaines souches peuvent également être isolées à partir d'autres sources, telles que les animaux à sang froid (mollusques, poissons, reptiles y compris les tortues). Le réservoir animal constitue donc la principale source du danger, les animaux sauvages, domestiques, de production ou de compagnie, étant souvent porteurs asymptomatiques de ces bactéries (les formes cliniques sont rares). Ainsi, les salmonelles présentes dans les matières fécales de ces animaux, dans les effluents d'élevage et dans les eaux usées, peuvent contaminer les pâturages, les sols et l'eau et y survivre pendant plusieurs



Salmonella enterica subsp. *enterica* ser Typhimurium (microscopie électronique à balayage colorée numériquement) © CDC/Janice Haney Carr

mois ; dans ces conditions, l'environnement peut devenir une source de danger et alimenter les réservoirs principaux. La capacité de survie des salmonelles, notamment au froid et aux faibles a_w, constitue un caractère remarquable.

Pour *S. Typhi* et *S. Paratyphi*, l'Homme est l'unique réservoir primaire connu à ce jour.

Voies de transmission

Les salmonelloses humaines non typhiques sont des maladies zoonotiques. La transmission à l'Homme se fait essentiellement par la consommation d'aliments contaminés, souvent crus ou peu cuits. Elle peut aussi intervenir par contact avec des animaux ou des personnes infectées.

Salmonella Typhi et Paratyphi se transmettent par contamination fécale-orale, de personne à personne, par consommation d'eau ou d'aliments contaminés par des selles de personnes infectées.

Recommandations pour la production primaire

La mise en place de mesures strictes de prévention/correction des contaminations dans les élevages d'animaux de production, notamment de porcs, de bovins et de volailles, y compris dans les élevages des animaux reproducteurs, contribue à la maîtrise des risques d'infection et de dissémination des salmonelles dans les filières de production. La vaccination est possible.

Certaines mesures de prophylaxie peuvent être envisagées pour lutter spécifiquement contre la présence de certains sérotypes (p. ex. *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*) dans des filières de production particulières (p. ex. volailles productrices d'œufs de consommation). Par ailleurs, le règlement (CE) 2160/03³ impose la mise en place de programmes de maîtrise de certains sérotypes dans les filières avicoles (poules pondeuses, poulets et dindes).

La maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau utilisée dans les filières de productions végétales est un élément indispensable pour lutter contre les contaminations.

¹ Agent responsable de maladie ou d'infection qui peut se transmettre de l'animal à l'Homme ou de l'Homme à l'animal.

² Formules antigéniques des sérotypes de *Salmonella* spp.: https://www.pasteur.fr/sites/default/files/vf_0.pdf

³ Le règlement (CE) n°2160/03 impose la mise en place de programmes de maîtrise dans les filières avicoles (poules pondeuses, poulets et dindes). En France, les arrêtés du 26 février 2008 imposent un dépistage systématique ciblant spécifiquement la présence de certains sérotypes (p. ex. *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*) en production, et la mise en place de mesures sanitaires en cas de positivité.

Maladie humaine d'origine alimentaire

Nature de la maladie (tableau 2)

Les infections par les salmonelles non typhiques se manifestent par une gastro-entérite aiguë. L'évolution est généralement favorable en quelques jours. Cette infection peut évoluer vers une forme septicémique ou localisée, pouvant nécessiter une hospitalisation.

Les infections par *Salmonella* Typhi (fièvres typhoïdes) et par *S. Paratyphi* A, B et C (fièvres paratyphoïdes) sont des infections généralisées. Les fièvres paratyphoïdes sont généralement moins sévères que la fièvre typhoïde. Au sein du sérotype *S. Paratyphi* B, il convient de distinguer d'une part le biovar Java (D-tartrate positif), fréquemment isolé dans les filières avicoles et considéré comme une salmonelle non typhique, responsable le plus souvent de gastro-entérite fébrile et d'autre part le biovar non Java (D-tartrate négatif) responsable de la fièvre paratyphoïde.

Population sensible⁴ : Toute personne est susceptible de développer une infection à *Salmonella* spp. La sensibilité à l'infection et/ou à la maladie, est accrue chez les personnes atteintes de malnutrition, d'une achlorhydrie, d'une hypochlorhydrie ou d'une maladie néoplasique, ou suivant un traitement antiacide, une antibiothérapie à large spectre ou un traitement immunosuppresseur. Chez les personnes au système immunitaire affaibli et chez les nourrissons et les personnes âgées, la salmonellose peut être grave, voire mortelle.

Relations dose-effet⁵ et dose-réponse⁶

Les troubles gastro-intestinaux se manifestent d'autant plus vite que la dose ingérée est élevée.

Concernant la relation dose-réponse, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) indique que la dose provoquant des troubles chez 50 % des consommateurs est de l'ordre de 10 000 bactéries, sur la base d'une analyse réalisée sur 33 épidémies causées par 7 sérovars. Toutefois, d'autres travaux indiquent que la dose infectieuse causant la salmonellose chez 50 % des sujets exposés serait de l'ordre de quelques dizaines de bactéries pour les sérotypes Typhimurium et Enteritidis, quelle que soit la population exposée.

Il a également été noté que des aliments à haute teneur en matière grasse ou en protéines protégeraient les bactéries contre l'acidité gastrique ; les doses provoquant des symptômes seraient alors plus faibles lors de l'ingestion de ces aliments.

Épidémiologie

Les salmonelloses non-typhiques sont surveillées dans le cadre de la déclaration obligatoire des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) et par le centre national de référence (CNR). Les cas de salmonelloses typhiques sont soumis à déclaration obligatoire. L'apparition régulière de *Salmonella* multi-résistants aux antibiotiques représente une préoccupation et fait l'objet d'une surveillance.

Tableau 2 : Caractéristiques de la maladie

Durée moyenne d'incubation	Principaux symptômes	Durée des symptômes	Durée de la période contagieuse	Complications	Formes asymptomatiques
Salmonelloses non-typhiques					
6-72 heures, le plus souvent de 12-36 heures	- Nausées, vomissements - Douleurs abdominales - Diarrhées - Maux de tête - Frissons - Fièvre à 39-40 °C	5-7 jours	Généralement de plusieurs jours à plusieurs semaines. Parfois plusieurs mois : 1 % des patients adultes et 5 % des enfants de moins de 5 ans peuvent rester excréteurs jusqu'à un an	- Bactériémie dans 3 à 10 % des cas - Déshydratation - Hospitalisation (22,1 % des cas) - Mortalité dans 0,8 % des cas)	Oui
Fièvres typhoïdes					
3 jours-1 mois, le plus souvent de 8-14 jours	- Fièvre prolongée - Céphalées intenses - Anorexie - Constipation le plus souvent, ou diarrhées - Somnolence, prostration le jour, insomnie nocturne, macules rosées au niveau des flancs ou du thorax	15 jours	Pendant toute la durée des symptômes et plusieurs semaines après. 10 % des patients restent excréteurs pendant 3 mois après le début des symptômes. 2 à 5 % deviennent des porteurs chroniques	- Complications digestives (hémorragies, perforations) - Localisations extradigestives : ostéite, cholécystite, etc. - Complications myocardiques : insuffisance cardiaque - La létalité est de 1 % avec une antibiothérapie adaptée	Oui + portage asymptomatique chronique

⁴ Les personnes ayant une probabilité plus forte que la moyenne de développer, après exposition au danger par voie alimentaire [dans le cas des fiches de l'ANSES], des symptômes de la maladie, ou des formes graves de la maladie.

⁵ Relation entre la dose (la quantité de cellules microbiennes ingérées au cours d'un repas) et l'effet chez un individu.

⁶ Pour un effet donné, relation entre la dose et la réponse, c'est-à-dire la probabilité de la manifestation de cet effet, dans la population.

Tableau 3 : Données épidémiologiques françaises relatives aux toxi-infections alimentaires collectives à *Salmonella* spp. Foyers de TIAC déclarées aux ARS et/ou aux DD(CS)PP – Mise à jour mars 2021

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TIAC confirmées¹ à <i>Salmonella</i>								
Foyers (% ²)	107 (50 %)	57 (29 %)	110 (43 %)	141 (48 %)	119 (35 %)	89 (30 %)	135 (35 %)	139 (36 %)
Malades (%)	691 (29 %)	509 (23 %)	771 (26 %)	851 (26 %)	1047 (21 %)	535 (11 %)	723 (16 %)	807 (18 %)
Hospitalisations	132 (70 %)	88 (54 %)	175 (67 %)	193 (44 %)	163 (68 %)	131 (48 %)	188 (59 %)	161 (57 %)
TIAC suspectées à <i>Salmonella</i>								
Foyers (%)	91 (11 %)	65 (7 %)	67 (7 %)	46 (5 %)	95 (10 %)	32 (4 %)	35 (4 %)	44 (4 %)
Malades (%)	670 (10 %)	566 (8 %)	531 (7 %)	433 (6 %)	839 (12 %)	230 (4 %)	266 (4 %)	327 (4 %)
Hospitalisations	64 (14 %)	52 (13 %)	36 (10 %)	15 (5 %)	48 (15 %)	9 (3 %)	17 (5 %)	9 (4 %)

¹ Foyers dans lesquels l'agent est isolé dans un échantillon d'origine humaine et / ou dans les aliments consommés par les malades

² % par rapport au total des cas ou foyers avec des agents déterminés

En France, entre 2012 et 2019, les salmonelles représentaient la cause d'environ 40 % des foyers confirmés de TIAC. Les sérotypes *S. Enteritidis* ainsi que *S. Typhimurium* et ses variants monophasiques, demeurent ceux les plus fréquemment identifiés (de l'ordre de 50 %) des TIAC confirmées à salmonelles. Le CNR des salmonelles enregistre annuellement plus de 10 000 isollements de *Salmonella* spp. d'origine humaine. *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium*, incluant son variant monophasique (1, 4, [5], 12 :i:-), sont les deux sérotypes prédominants (60 % environ). Santé publique France estime qu'annuellement, en France, 183 002 cas d'infections symptomatiques à *Salmonella* spp. ont une origine alimentaire.

Rôle des aliments

Principaux aliments à considérer

Lors des différentes enquêtes relatives aux déclarations de TIAC, les aliments impliqués sont principalement ceux consommés crus ou ayant subi un traitement (thermique ou de fermentation) insuffisant. Entre 2006 et 2015, les principales catégories d'aliments identifiées à l'origine des TIAC sont les œufs et les produits à base d'œufs crus (environ 45 %), les viandes (bovines, porcines et de volailles ; 30 %) et les produits laitiers (lait cru ou faiblement

thermisé, certains fromages au lait cru ; 9 %).

De nombreux autres aliments (végétaux, coquillages, etc.) peuvent être des véhicules de *Salmonella* spp. *Salmonella* est capable de survivre pendant une longue période (années) en milieu sec. Elle peut être retrouvée dans des produits à faible activité de l'eau (poudres de lait dont les préparations pour nourrissons, fruits secs, chocolat, céréales, épices...). Une source de contamination importante est constituée par les œufs destinés à la consommation humaine, contaminés soit sur la surface de la coquille, soit dans le vitellus du fait du passage des bactéries, plus particulièrement de *S. Enteritidis*, par la voie transovarienne. Par ailleurs, au cours des opérations d'abattage des animaux, et notamment de l'éviscération, les carcasses peuvent être contaminées en surface par les contenus digestifs contaminés. Lorsque la dépouille des carcasses est une étape du processus d'abattage, elle est reconnue à risque. Les végétaux, et notamment les graines germées, peuvent également héberger des salmonelles, du fait, soit de l'utilisation de fertilisants ou d'eaux contaminés, soit de mauvaises pratiques de récolte et de préparation.

Traitements d'inactivation en milieu industriel (tableau 4)

Tableau 4 : Impact des traitements en milieu industriel

Traitement	Conditions	Impact	Matrice
Température	Valeur de D ⁷ : D _{60°C} = 0,28-16 min ; D _{70°C} ≤ 1 min	La thermorésistance dépend de la souche et de la matrice alimentaire*.	Milieu aqueux
	D _{85°C} = 87,9-137 s D _{100°C} = 43,6-51,4 s		Lait en poudre a _w = 0,25
Désinfectants	Sensible à tous les désinfectants autorisés en IAA, sous réserve du suivi des modalités d'utilisation recommandées.		
Hautes pressions	600 MPa pendant 2 min à 35 °C 350 MPa pendant 5 min à 25 °C 450 MPa pendant 5 min à 25 °C	De 3 à 5 réductions décimales de <i>S. Enteritidis</i>	Œuf (mélange de jaune et de blanc d'œuf)
Rayonnements ionisants	D ₁₀ (selon T °C) ⁸ = 0,5 – 0,8 kGy		Toutes matrices

* La résistance à la chaleur est reconnue comme variable selon la disponibilité en eau (a_w) dans la matrice alimentaire considérée.

⁷ D est le temps nécessaire pour diviser par 10 la population du danger microbiologique initialement présente.

⁸ D₁₀ est la dose (en kGy) nécessaire pour réduire une population à 10 % de son effectif initial.

Surveillance dans les aliments

Le règlement (CE) n°2073/2005 fixant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires définit des critères de sécurité relatifs aux salmonelles pour de très nombreux aliments, en particulier ceux destinés à être consommés en l'état. Des critères microbiologiques d'hygiène des procédés visant *Salmonella* spp. dans certaines catégories de produits (carcasses animales) ont également été établis.

L'Anses (Laboratoire national de référence et Réseau *Salmonella*) recueille les données relatives aux souches de *Salmonella* spp. isolées en France à partir des réservoirs animaux et alimentaires (incluant les environnements d'élevage ou de production).

La norme NF/EN/ISO 6579-1/2017, partie 1, décrit une méthode horizontale de référence pour la recherche de *Salmonella* spp. dans les aliments et au stade de la production primaire. D'autres méthodes spécifiques de détection des salmonelles ont été développées pour certaines filières de productions animales (NF U47-100, 101 et 102).

Recommandations aux opérateurs

L'attention des opérateurs doit être portée sur :

- les démarches de sélection des matières premières de qualité microbiologique définie (cahier des charges matières premières, qualification des fournisseurs etc.) ;
- la mise en œuvre et le suivi permanent des bonnes pratiques d'hygiène à toutes les étapes de la chaîne alimentaire, y compris pour la maîtrise des contaminations environnementales.

Hygiène domestique

Recommandations aux consommateurs

Mesures générales d'hygiène domestique :

- Il est recommandé de bien se laver les mains :
 - après avoir manipulé des œufs crus, des viandes crues, des légumes non lavés ;
 - après un contact avec un animal.

- L'entretien (grattage, lavage à l'eau chaude et au détergent) des surfaces de travail et des ustensiles doit être rigoureux et s'effectuer immédiatement après chaque utilisation.

- Il est recommandé de cuire à cœur (70°C) les aliments et en particulier les viandes de porc et de volailles, ainsi que les viandes hachées.

Mesures spécifiques concernant les œufs :

- Il est essentiel de conserver les œufs toujours à la même température afin d'éviter le phénomène de condensation d'eau à leur surface. Les œufs ne doivent en aucun cas être lavés avant d'être stockés, le lavage permettant la pénétration des micro-organismes.

- Les préparations à base d'œufs sans cuisson (mayonnaise, crèmes, mousse au chocolat, pâtisseries, etc.) devraient être consommées sans délai après leur préparation ou maintenues au froid pour être consommées dans les 24 heures.

- Il est recommandé aux personnes âgées, aux personnes immunodéprimées, aux jeunes enfants et aux femmes enceintes de ne pas consommer d'œufs crus ou peu cuits.

- Il est également recommandé aux personnes âgées, aux personnes immunodéprimées, aux jeunes enfants et aux femmes enceintes d'éviter les contacts avec les reptiles de compagnie

Liens

Références générales

Anses. 2018. « Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux mesures de maîtrise des salmonelles en filière porcine : état des connaissances et appréciation quantitative des risques » 154 pages. Maisons-Alfort : Anses

Anses. 2018. Avis et rapport de l'Anses relatif à l'attribution des sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire. Partie 2 : Analyse des données épidémiologiques.

Hawkey, J., Le Hello, S., Doublet, B., Granier, S. A., Hendriksen, R. S., Fricke, W. F., ... & Weill, F. X. 2019. « Global phylogenomics of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serotype Kentucky ST198. » *Microbial genomics*, 5(7).

Hopkins, K. L., Kirchner, M., Guerra, B., Granier, S. A., Lucarelli, C., Porrero, M. C., ... & Mevius, D. J. 2010. « Multiresistant *Salmonella enterica* serovar 4,[5], 12: i:-in Europe: a new pandemic strain?. » *Eurosurveillance*, 15(22), 19580.

Santillana Farakos, S. M., Schaffner, D. W., & Frank, J. F. 2014. « Predicting survival of *Salmonella* in low-water activity foods: an analysis of literature data ». *Journal of food protection*, 77(9), 1448-1461.

Teunis, P.F.M. F. Kasuga, A. Fazil, I. D. Ogden, O. Rotariu and N.J. Strachan, 2010. « Dose-response modeling of *Salmonella* using outbreak data. » *International Journal of Food Microbiology*, 144 (2), 243-249.

Liens utiles

Centre national de référence des *Escherichia coli*, *Shigella* et *Salmonella* et centre collaborateur de l'OMS (CCOMS) : Laboratoire des bactéries pathogènes entériques, Institut Pasteur, Paris. <https://www.pasteur.fr/fr/sante-publique/CNR/les-cnr/escherichia-coli-shigella-salmonella>

Laboratoire de référence de l'Union européenne pour l'analyse et les essais sur les zoonoses (*Salmonella*) : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 3720 BA Bilthoven, Pays-Bas.

Anses - Laboratoire national de référence pour *Salmonella* spp. associant le Laboratoire de Ploufragan-Plouzané et le Laboratoire de sécurité des aliments de Maisons-Alfort.

Santé Publique France - Données relatives aux toxi-infections alimentaires collectives déclarées en France :

<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-infectieuses-d-origine-alimentaire/toxi-infections-alimentaires-collectives/donnees/#tabs>