

# *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques

Famille des *Staphylococcaceae*

Genre *Staphylococcus*

Bactérie

Agent zoonotique <sup>1</sup>

## Caractéristiques et sources de *Staphylococcus aureus* et des entérotoxines staphylococciques

### Principales caractéristiques microbiologiques

La maladie humaine d'origine alimentaire est une intoxication due à l'ingestion d'entérotoxines staphylococciques (SE<sup>2</sup>), protéines thermorésistantes préformées dans l'aliment, dans lequel *S. aureus* ou tout autre staphylocoque producteur de SE a pu se développer et produire sa (ou ses) toxine(s).

*S. aureus* est un coque à coloration de Gram positive. Il mesure de 0,5 à 1 µm de diamètre, ne sporule pas, est immobile, aéro-anaérobie facultatif et possède une catalase et une coagulase. *S. aureus*, espèce type du genre *Staphylococcus*, parfois appelée staphylocoque doré, produit de nombreuses toxines dont les SE, produites par certaines souches (celles portant les gènes de ces toxines) et qui sont responsables de toxi-infections alimentaires. À ce jour, 27 sérotypes (SEA à SEE, SEG à SEIZ, SEI26, SEI27) ont été décrits. Pour six d'entre eux seulement, l'implication dans des cas d'intoxications a pu être clairement démontrée : SEA (sérotipe le plus fréquemment détecté lors d'intoxications) à SEE et SEH. Cependant le caractère émétique des toxines de type SEG, SEI, SER, SES et

**Tableau 1** : Caractéristiques de survie, de croissance et de toxinogénèse de *S. aureus* (en conditions de laboratoire)

Croissance*			
	Min.	Opt.	Max.
Température (°C)	6	35 - 41	48
pH	4	6 - 7	10
a <sub>w</sub>	0,83	0,99	0,99
NaCl (%)	/	/	20
Atmosphère	Aéro-anaérobie	Aérobie	Aéro-anaérobie
Production de toxines (SE)*			
	Min.	Opt.	Max.
Température (°C)	10	34 - 40	45
pH	5	7 - 8	9,6
a <sub>w</sub>	0,86	0,99	0,99
NaCl (%)	/	/	10
Atmosphère	Aéro-anaérobie	Aérobie	Aéro-anaérobie

\* Les valeurs extrêmes indiquées dans le tableau ne sont observées que pour certaines souches



*Staphylococcus aureus* (microscopie électronique à balayage) © CDC/ Matthew J. Arduino, DRPH

SET ayant été démontré chez l'animal, il conviendrait de les prendre en compte lors de la caractérisation d'épisodes toxiques.

D'autres espèces de staphylocoques producteurs de coagulase peuvent également produire des SE, notamment *S. pseudintermedius*, mais leur part dans les intoxications demeure à ce jour très peu documentée. Par ailleurs, dans les aliments, les staphylocoques producteurs de coagulase sont essentiellement représentés par l'espèce *S. aureus*. Pour la majorité des souches, la production de SE est généralement associée à une densité de population de l'ordre de 10<sup>5</sup> bactéries par gramme.

### Sources du danger

Si les SE sont présentes en quantité suffisante dans l'aliment, elles peuvent déclencher les symptômes de l'intoxication (tableau 2). Les staphylocoques sont des bactéries ubiquitaires présentes sur la peau, les muqueuses et la sphère rhinopharyngée chez les animaux à sang chaud (mammifères, oiseaux) et en particulier chez l'Homme (portage intestinal : 20 à 30 %; portage nasal : 20 – 55 %, portage manuel 10 %). Les staphylocoques producteurs de coagulase sont responsables de mammites cliniques et sub-cliniques chez les vaches et chez les autres ruminants.

Ces bactéries sont également isolées de l'environnement naturel (sol, eau douce et eau de mer, poussière, air), de l'environnement domestique de l'Homme (cuisine, réfrigérateur), de l'environnement hospitalier, des ateliers de préparation alimentaire (formation de biofilms) ainsi qu'à partir de denrées alimentaires. La peau et les muqueuses de l'Homme et des animaux constituant l'habitat de *S. aureus*, la présence de ce micro-organisme dans l'environnement est vraisemblablement due à une contamination par l'Homme ou les animaux.

### Voies de transmission

Exceptés les cas contractés en laboratoire, tous les cas d'intoxication à SE décrits à ce jour sont d'origine alimentaire. La contamination de l'aliment est le plus souvent d'origine humaine. Cette contamination de l'aliment par l'Homme peut avoir lieu par contact direct ou indirect (squames contaminés, plaies, gouttelettes issues des voies respiratoires contenant le micro-organisme).

La contamination des aliments peut aussi être d'origine animale, la plus fréquente étant la contamination du lait en cas

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

<sup>2</sup> SE : sigle en langue anglaise (*staphylococcal enterotoxin*) retenu pour ce document, compte tenu de son emploi généralisé dans la littérature, toutes langues confondues.

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments :  
*Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques

Saisine n°2016-SA-0076

Mise à jour : Mars 2022

de mammites.

*S. aureus* peut causer une gamme très large d'infections d'origine non alimentaire (du panaris à la septicémie), parfois mortelles.

Des souches de *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM), une des causes majeures d'infections nosocomiales en Europe, ont été isolées chez des animaux de compagnie, des animaux de production (porcins, bovins, volailles) et dans les denrées alimentaires d'origine animale. Néanmoins, le rôle de l'alimentation dans la transmission du SARM à l'Homme n'est pas clairement établi.

### Recommandations pour la production primaire

Les mesures de prévention en production primaire doivent intégrer la surveillance de l'état sanitaire des animaux (notamment les mammites), les bonnes pratiques de manipulation, le nettoyage et la désinfection du matériel et des locaux, ainsi qu'une hygiène rigoureuse des mains et une protection des plaies.

## Maladie humaine d'origine alimentaire

### Nature de la maladie (tableau 2)

La durée d'incubation et la sévérité des symptômes dépendent de la quantité d'entérotoxines ingérées et de la sensibilité de chaque individu.

**Population sensible<sup>3</sup>** : pas de population particulièrement sensible.

### Relations dose-effet<sup>4</sup> et dose-réponse<sup>5</sup>

La dose minimale d'entérotoxine à ingérer pour provoquer les premiers symptômes reste encore mal définie. Une étude récente montre que la dose produisant un effet chez 10 % des personnes exposées (« benchmark dose BMDL<sub>10</sub> »)<sup>6</sup> est de 6 ng par personne pour l'entérotoxine SEA.

### Épidémiologie

La surveillance des intoxications staphylococciques est assurée par la déclaration obligatoire (DO) des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) (tableau 3). Il faut souligner que

de nombreux foyers, notamment les foyers familiaux, sont certainement non déclarés ou non diagnostiqués. En tenant compte des facteurs de sous-déclaration et de sous-diagnostic, le nombre annuel de cas d'intoxications staphylococciques a été estimée par Santé publique France à 73 021 cas (Intervalle de crédibilité (Icr) 90 % 21 058 – 271 056) dont 486 cas hospitalisés (Icr90 % 141 – 1827) pour la période 2008-2013.

En Europe en 2019, *S. aureus* était responsable de 7,5 % des foyers de TIAC déclarés : 77 foyers, 1468 malades, 144 hospitalisations, aucun décès. L'incidence estimée peut varier de façon importante selon le système de surveillance mis en place dans chaque État membre. De nombreux auteurs considèrent que les intoxications à staphylocoques constituent une des causes majeures de maladies d'origine alimentaire dans le monde.

## Rôle des aliments

### Principaux aliments à considérer

*S. aureus* peut être isolé d'aliments très variés. Quatre conditions sont requises pour que survienne la contamination d'un aliment par *S. aureus* et ses entérotoxines :

- une source de staphylocoques producteurs d'entérotoxines (matière première, porteur sain ou malade, etc.) ;
- un moyen de transmission à l'aliment (outil de découpe souillé, mauvaises pratiques d'un porteur sain ou d'un malade, etc.) ;
- un aliment présentant des caractéristiques physicochimiques favorables à la croissance de *S. aureus* et à la toxinogénèse ;
- une température favorable pendant le temps nécessaire à une multiplication bactérienne importante et à la toxinogénèse (tableau 1).

Les aliments les plus souvent associés aux toxi-infections alimentaires sont :

- les aliments recontaminés après un traitement thermique ou tout autre procédé éliminant la microflore banale. Plus l'aliment est manipulé, plus le risque est élevé. Ces aliments sont, par exemple, les produits carnés cuits et tranchés, les salades composées y compris les salades de riz ou de légumes, les gâteaux à la crème et les plats cuisinés manipulés après cuisson ;
- les aliments fermentés à acidification lente permettant la croissance de *S. aureus* durant la fermentation, par exemple,

**Tableau 2** : Caractéristiques de la maladie humaine d'origine alimentaire

Durée moyenne d'incubation	Principaux symptômes	Durée des symptômes	Durée de la période contagieuse	Complications
30 min - 8 h (3 h en moyenne)	- Caractéristiques: nausées suivies de vomissements incoercibles en fusées Autres symptômes décrits : - Douleurs abdominales - Diarrhées - Vertiges - Frissons - Faiblesse générale parfois accompagnée d'une fièvre modérée Lors des cas les plus sévères, des maux de tête, une prostration et une hypotension ont été rapportés.	18 - 24 h  Les diarrhées et la faiblesse générale peuvent durer 24 h de plus.	Aucune contagiosité.  Entérotoxines non transmissibles de personne à personne.	La mortalité reste exceptionnelle (taux de mortalité : 0,02 %), atteignant les individus les plus vulnérables à la déshydratation (nourrissons et personnes âgées) et les personnes atteintes d'une pathologie sous-jacente. Taux d'hospitalisation estimé : 16 % des cas confirmés.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Relation entre la dose (la quantité de cellules microbiennes ou de toxines ingérées au cours d'un repas) et l'effet chez un individu.

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> La BMDL correspond à la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la Benchmark dose (BMD) : dose correspondant à un niveau spécifié de réponse obtenue par modélisation de la relation dose-réponse à partir de données expérimentales ou épidémiologiques.

**Tableau 3** : Données épidémiologiques françaises relatives aux toxi-infections alimentaires collectives causées par les entérotoxines staphylococciques – Mise à jour Mars 2022 (Source : Santé publique France)

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>TIAC confirmées<sup>1</sup> à <i>S. aureus</i></b>									
Foyers (% <sup>2</sup> )	5 (2,3 %)	15 (8 %)	14 (6 %)	22 (7 %)	25 (7 %)	19 (6 %)	26 (7 %)	17 (4 %)	13 (5 %)
Malades (%)	67 (2,8 %)	140 (6 %)	172 (6 %)	243 (8 %)	197 (4 %)	213 (4 %)	391 (9 %)	107 (2 %)	265 (13 %)
Hospitalisations	5 (2,6 %)	10 (6 %)	14 (5 %)	19 (7 %)	15 (6 %)	8 (3 %)	17 (5 %)	8 (3 %)	8 (4 %)
<b>TIAC suspectées à <i>S. aureus</i></b>									
Foyers (%)	295 (36,7 %)	321 (36 %)	345 (36 %)	382 (42 %)	328 (35 %)	308 (40 %)	328 (34 %)	428 (39 %)	221 (40 %)
Malades (%)	1867 (28,5 %) <sup>3</sup>	2080 (30 %)	2164 (29 %)	2431 (35 %)	1579 (23 %)	1847 (31 %)	1603 (22 %)	2369 (27 %)	1954 (30 %) <sup>3</sup>
Hospitalisations	176 (39,4 %)	147 (37 %)	138 (40 %)	118 (41 %)	90 (28 %)	88 (30 %)	92 (25 %)	89 (39 %)	53 (38 %)

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

<sup>2</sup> % par rapport au total des cas ou foyers avec des agents déterminés

<sup>3</sup> Deux décès ont été recensés, un en 2012 et un en 2020.

certains fromages ou certaines salaisons fermentées, telles que des salamis ;

- les produits séchés ou à teneur en eau réduite, dans lesquels la croissance de *S. aureus* a pu être favorisée à une des étapes de fabrication ou de stockage par une température favorable avant réduction de l' $a_w$ . Ces aliments sont, par exemple, le lait en poudre, les pâtes, les poissons séchés.

Les staphylocoques producteurs d'entérotoxines représentent la première cause de TIAC impliquant le lait et les produits laitiers.

### Traitements d'inactivation en milieu industriel (tableau 4)

Contrairement à la bactérie, les SE sont stables dans les conditions de traitements thermiques généralement appliqués aux aliments. Si la stérilisation (du lait par exemple, type traitement UHT) peut causer une dénaturation partielle des SE, elle laisse néanmoins subsister un risque d'intoxication. De plus, les SE résistent à la plupart des autres traitements appliqués en industries agroalimentaires. Il faut donc considérer qu'une fois formées dans la matière première ou l'aliment, les entérotoxines ne peuvent pas être suffisamment inactivées pour supprimer le risque d'intoxication.

**Tableau 4** : Impact des traitements en milieu industriel

Traitement	Conditions	Impact	Matrice
Température	La destruction de <i>S. aureus</i> peut être assurée par la pasteurisation. Valeurs de D <sup>6</sup> (variation selon l'aliment et la souche de <i>S. aureus</i> testée) : D <sub>60 °C</sub> = 0,8 – 10 min D <sub>72 °C</sub> = 0,1 – 1 s		Aliments ayant une $a_w$ de 0,99 et un pH compris entre 6,5 et 7
Désinfectants	Sensible à tous les désinfectants autorisés en IAA, sous réserve du suivi des modalités d'utilisation recommandées.		
Hautes pressions	600 MPa pendant 15 min à 20 °C	3 réductions décimales	Viande de volaille
	600 MPa pendant 6 min à 31 °C	2,67 réductions décimales	Viande de bœuf marinée ( $a_w = 0,985$ )
		1,12 réduction décimale	Jambon cuit ( $a_w = 0,978$ )
		0,55 réduction décimale	Jambon sec ( $a_w = 0,89$ )
Rayonnements ionisants	<i>S. aureus</i> : D <sub>10</sub> <sup>7</sup> = 0,45 kGy Entérotoxines : D <sub>10</sub> = 27 à 95 kGy		

Données issues de la littérature scientifique, il convient de s'assurer de l'autorisation et des conditions d'utilisation de certains des traitements mentionnés dans ce tableau.

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

<sup>8</sup> D<sub>10</sub> est la dose (en kGy) nécessaire pour réduire une population à 10 % de son effectif initial.

<sup>9</sup> Dans les aliments, les staphylocoques producteurs de coagulase sont essentiellement représentés par l'espèce *S. aureus*.

<sup>10</sup> Microbiologie de la chaîne alimentaire – Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces).



### Recommandations aux opérateurs

- Le nettoyage et la désinfection du matériel et des locaux doivent être particulièrement rigoureux compte tenu de la forte adhésion des staphylocoques aux surfaces.
- Pour tenir compte du fait que de très nombreux opérateurs sont des porteurs sains, le lavage rigoureux des mains et le port d'une coiffe et d'un masque bucco-nasal sont des bonnes pratiques d'hygiène (BPH) essentielles à respecter en fonction des conclusions de l'analyse des dangers.
- Les manipulateurs de denrées alimentaires présentant des lésions cutanées doivent être écartés de la manipulation des denrées non conditionnées et/ou emballées, tant que les lésions ne sont pas correctement couvertes (port de gants adaptés). Eu égard à la forte proportion de porteurs sains, et au fait que le portage n'est pas constant chez la plupart des individus, le dépistage de *S. aureus* lors des visites médicales n'est pas utile. La prévention des contaminations consiste en l'application rigoureuse des BPH appelées ci-dessus.
- Il est nécessaire de détruire les staphylocoques par un traitement adapté, thermique ou autre, avant qu'ils ne se soient multipliés, ou bien d'empêcher leur multiplication en maintenant les aliments en-dessous de 6 °C. Le respect de la chaîne du froid est donc capital en ce qui concerne les staphylocoques.
- Tout processus technologique alimentaire appliqué dans une zone de température dangereuse (de +10 °C à + 45 °C) doit être de courte durée ou doit s'appuyer sur d'autres paramètres que la température pour stopper la croissance de la bactérie, tel qu'un pH inférieur à 5.
- Les staphylocoques étant thermosensibles alors que leurs entérotoxines sont thermostables, l'assainissement d'un produit fortement contaminé par *S. aureus* n'est pas garanti par un traitement thermique. Ce dernier détruira les bactéries mais pas leurs entérotoxines si elles sont présentes. Une fois formées dans l'aliment, les entérotoxines ne peuvent être efficacement éliminées.

### Hygiène domestique

#### Recommandations aux consommateurs

- Il est recommandé de respecter les bonnes pratiques d'hygiène lors de la manipulation et de la préparation des aliments (lavage des mains, nettoyage du matériel, etc.).
- Avant la préparation des repas, désinfecter et protéger les plaies ou les boutons purulents avec un pansement étanche ou utiliser des gants.
- Il est essentiel de respecter la chaîne du froid. Les aliments cuisinés doivent être refroidis et placés au réfrigérateur dans un délai de deux heures s'ils ne sont pas consommés immédiatement.

### Liens

#### Références générales

- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2021. The European Union one health 2019 zoonoses report. *Efsa Journal*, 19(2).
- Guillier, L., Bergis, H., Guillier, F., Noel, V., Auvray, F., Hennekinne, J.-A. 2016. Dose-response modelling of staphylococcal enterotoxins using outbreak data. *Procedia Food Science* 7, 129-132.
- Hugas M., Garriga M., Monfort J.M. 2002. New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science*, 62, 359-371
- ICMSF. 1996. *Microorganisms in Foods 5: Characteristics of Microbial Pathogens*. Blackie Academic & Professional, Londres
- Le Loir Y., Gautier M. 2009. *Staphylococcus aureus*, collection : Monographies de microbiologie, Editions Tec&Doc Lavoisier, décembre 2009.
- Patterson M. F. 2005. A Review - Microbiology of pressure-treated foods. *Journal of Applied Microbiology*, 98, 1400-1409
- Rizzi V. 2011. Update on EFSA activities and *S. aureus* reporting in animals and food. Workshop of the NRLs for Coagulase Positive Staphylococci - Maisons-Alfort, France, 16 June 2011
- SCVPH. 2003. Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on staphylococcal enterotoxins in milk products, particularly cheeses. SCVPH plenary meeting, March 27-28
- Van Cauteren D, Le Strat Y, Sommen C, Bruyand M, Tourdjman M, Jourdan-Da Silva N, & Desenclos, J. C. 2018. Estimation de la morbidité et de la mortalité liées aux infections d'origine alimentaire en France métropolitaine, 2008-2013. *Bull. Epidémiol. Hebd.* 2018;(1):2-10
- Zhang, D. F., Yang, X. Y., Zhang, J., Qin, X., et al. 2018. Identification and characterization of two novel superantigens among *Staphylococcus aureus* complex. *International Journal of Medical Microbiology*, 308(4), 438-446.

#### Liens utiles

Centre national de référence des staphylocoques : Groupement hospitalier Est, centre de microbiologie et pathologie, institut de microbiologie, Université Claude Bernard, Lyon-I (Lyon). <http://cnr-staphylocoques.univ-lyon1.fr>

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/#abs>)

Laboratoire de référence de l'Union européenne et Laboratoire national de référence pour les staphylocoques à coagulase positive, y compris *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques : Laboratoire de sécurité des aliments - Anses, Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/fr/content/laboratoire-national-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-staphylocoques-%C3%A0-coagulase-positive-y-compris>

EFSA Foodborne outbreaks dashboard : <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/FBO-dashboard>