

# Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC)

Famille des *Enterobacteriaceae*  
Genre *Escherichia*  
Bactérie  
Agent zoonotique<sup>(1)</sup>

anses  
agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

## Caractéristiques et sources d'*E. coli* entérohémorragiques (EHEC)

### Principales caractéristiques microbiologiques

Les EHEC sont responsables de troubles variés allant d'une diarrhée aqueuse bénigne à une colite hémorragique pouvant évoluer vers des formes graves : syndrome hémolytique et urémique (SHU), principalement chez le jeune enfant, ou micro-angiopathie thrombotique (MAT) chez l'adulte.

Bacille à coloration de Gram négative, oxydase négative, mesurant de 2 à 4 µm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 µm, *Escherichia coli* (*E. coli*) est normalement présente parmi le microbiote intestinal de l'Homme et des animaux à sang chaud. Mais certaines souches de *E. coli* sont pathogènes, car elles ont acquis des facteurs de virulence. Sur la base des signes cliniques observés chez les malades, les souches de *E. coli* pathogènes sont regroupées en pathovars (ou pathotypes) parmi lesquels les EHEC.

Les EHEC libèrent des toxines, les shigatoxines (Stx) (encore parfois appelées vérotoxines), qui induisent des lésions de l'endothélium vasculaire, principalement intestinal, rénal et cérébral. Une souche de *E. coli* possédant un gène *stx* est appelée *E. coli* producteur de shigatoxine ou STEC (*shigatoxin-producing E. coli*) ou encore parfois VTEC (*verotoxin-producing E. coli*) sans que cela présage de la virulence de ces souches. Les gènes *stx* sont portés par des phages ayant leur génome inséré dans le chromosome bactérien. Certaines substances (comme des antibiotiques) ou facteurs de stress peuvent induire le phage Stx de la souche EHEC, provoquant la lyse de la bactérie et un relargage massif des toxines.

Les souches EHEC sont caractérisées par leur antigène somatique O et leur antigène flagellaire H. Les souches EHEC les plus fréquemment impliquées dans les épidémies appartiennent aux sérotypes O26:H11, O103:H2, O111:H8, O145:H28 et O157:H7. De plus, de nombreux cas d'infection isolés (dits sporadiques) et dus à divers sérotypes sont identifiés chaque année : en France, une augmentation récente de cas sporadiques dus au sérotype O80:H2 est observée. Les EHEC de ces sérotypes ont la capacité de fortement coloniser la muqueuse de l'iléon distal et du côlon et induisent des lésions dites « d'attachement et d'effacement » des entérocytes, par l'intermédiaire d'une protéine (l'intimine) codée par le gène *eae*.

Certaines souches EHEC possèdent d'autres mécanismes d'adhésion. C'est le cas, par exemple, de la souche O104:H4, responsable de l'épidémie en Allemagne et en France en 2011, et qui possède des fimbriae (AAF) et le gène *aggR*, régulateur de gènes plasmidiques responsables d'une adhésion agrégative.

(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.



*Escherichia coli* O157:H7 © CDC/Peggy S. Hayes

L'avis de l'Anses du 18 mai 2017 précise que toute souche de *E. coli* isolée chez l'Homme ou dans les aliments devrait être considérée comme une EHEC, si elle possède les gènes de virulence suivants :

- *stx 1* et/ou *stx 2* et
- *eae* ou d'autre(s) gène(s) codant un système d'adhésion au tube digestif de l'Homme.

Les gènes de virulence présents chez les EHEC sont portés par des éléments génétiques mobiles (phages, plasmides, îlots de pathogénicité), pouvant provenir d'un autre pathovar de *E. coli*. Le support génétique de la virulence des EHEC étant évolutif, la définition des souches EHEC est donc sujette à modification, en fonction des caractéristiques des souches isolées des cas de SHU et de MAT chez l'Homme.

Le **Tableau 1** présente les caractéristiques de croissance de la majeure partie des souches d'*E. coli* O157:H7, le sérotype le plus étudié.

**Tableau 1.** Caractéristiques de croissance de *E. coli* de sérovar O157:H7

Facteurs	Croissance	
	Optimum	Limites de croissance
Température (°C)	40	6 - 45,5
pH	6-7	4,4 - 9
<i>a<sub>w</sub></i>	0,995	0,95
%NaCl inhibant la croissance	0	8,5

## Sources du danger

Le tube digestif des ruminants domestiques, et plus particulièrement des bovins, est le principal réservoir d'EHEC. Les ruminants sont des porteurs sains, ils participent à la contamination de l'environnement par les bactéries présentes dans leurs fèces.

D'autres animaux d'élevage ou des animaux sauvages, dont certains gibiers, peuvent également être porteurs sains. On retrouve les gènes *stx* (provenant de STEC ou de phages) dans les matières fécales de 20 à 80 % des bovins. Toutefois, la prévalence globale des bovins excréteurs de souches EHEC des cinq sérotypes majeurs (O157:H7, O26:H11, O145:H28, O103:H2 ou O111:H8) est plus faible et a été estimée en France en 2010–2011 à 1,8 %. La prévalence est de : 4,5 % chez les jeunes bovins laitiers, 2,4 % chez les jeunes bovins à viande, 1,8 % chez les vaches laitières et 1 % chez les vaches à viande. Le réservoir de la souche épidémique O104:H4 n'est pas connu. La souche n'a pas été mise en évidence chez les bovins en France ni dans d'autres pays.

La persistance de souches EHEC dans les cheptels est due au portage digestif par les animaux et à la contamination par contact d'animal à animal, mais aussi à la contamination des sols (prairies, champs), de l'herbe et des fourrages, et des eaux superficielles à partir des déjections animales, des fumiers et des lisiers contaminés. Les souches EHEC peuvent survivre pendant plusieurs semaines dans les sédiments d'abreuvoir, les fèces ou le fumier sur le sol.

La contamination d'aliments d'origine animale par des bactéries d'origine fécale intervient par exemple à l'abattoir (dépouille ou éviscération des animaux) pour les viandes, ou en élevage au moment de la traite pour le lait, tout particulièrement lorsque les règles d'hygiène générale ne sont pas respectées. Pour les végétaux, la contamination peut résulter de l'épandage de fumures ou d'effluents d'élevage de ruminants contaminés sur le sol où ils sont cultivés, ou de l'utilisation d'eau d'irrigation contaminée. Concernant les légumes feuilles (salades, épinards), la bactérie peut pénétrer à l'intérieur des tissus végétaux, migrer et persister dans le végétal mais sans se multiplier. L'eau de boisson peut être contaminée accidentellement ou lors d'un défaut de potabilisation.

### Recommandations pour la production primaire

- Le respect strict des règles d'hygiène générale avec limitation des contaminations fécales au cours de la production primaire (élevage et culture) des denrées alimentaires est un prérequis essentiel.
- Le respect des bonnes pratiques de culture des végétaux, notamment ceux devant être consommés crus ou destinés à la production de graines à germer (respect de la réglementation sur les pratiques d'épandage de matières fertilisantes, maîtrise de la qualité bactériologique de l'eau d'irrigation) est indispensable pour prévenir les contaminations.
- La protection des sources d'eau potable et des aquifères, dont ceux servant directement aux industries agro-alimentaires, contre leur contamination par des déjections animales est primordiale.

(2) Population sensible : 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.

(3) 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 2. Caractéristiques de la maladie

Durée moyenne d'incubation	Principaux symptômes	Durée des symptômes	Durée de la période contagieuse	Complications	Formes asymptomatiques
3-4 jours (variable de 2 à 12 jours)	- Diarrhée banale ou - Colite hémorragique : crampes abdominales et diarrhée initialement aqueuse puis sanglante chez un patient généralement apyrétique ou subfébrile	5 à 12 jours	Une semaine au moins chez l'adulte, mais peut être supérieure chez l'enfant	- Syndrome hémolytique et urémique (SHU) dans 5 à 8 % des cas. La létalité du SHU chez l'enfant âgé de moins de 15 ans est de 1 % en France - Micro-angiopathie thrombotique (MAT) (létalité chez les personnes âgées : 50 %) - Complications neurologiques graves pouvant apparaître dans 25 % des cas de SHU - Insuffisance rénale chronique chez 50 % des survivants du SHU	L'Homme peut être porteur d'EHEC sans exprimer de signe clinique

## Voies de transmission

Les EHEC sont des agents zoonotiques. La principale voie de transmission est indirecte par consommation d'aliments d'origine animale ou végétale, ou d'eau de boisson. La transmission directe est possible par contact avec des animaux infectés ou avec leurs déjections, mais aussi de personne à personne (transmission interhumaine féco-orale).

## Maladie humaine d'origine alimentaire

### Nature de la maladie

Les caractéristiques de la maladie sont précisées dans le **Tableau 2**.

**Populations sensibles**<sup>(2)</sup> : Les jeunes enfants et les personnes âgées.

### Relations dose-réponse<sup>(3)</sup>

La  $DI_{50}$  (dose provoquant la maladie chez 50 % des personnes exposées) pour le SHU a été estimée à 500 bactéries pour les enfants de moins de 5 ans, à 3000 bactéries pour les enfants de 6 à 10 ans, à 20 000 pour les enfants de 11 à 15 ans, et à environ  $10^6$  bactéries pour les adultes.

Plusieurs relations dose-réponse, toutes établies à partir de données collectées pour le sérotype O157, sont disponibles dans la littérature. Certaines permettent la prise en compte de l'âge en l'intégrant dans le modèle comme variable continue dans le calcul de la probabilité de SHU.

La sensibilité relative des enfants par rapport à la population générale vis-à-vis du SHU est d'autant plus élevée que l'enfant est jeune. D'après l'avis de l'Anses (2015) :

- Les enfants de 0 à 5 ans auraient une sensibilité entre 10 et 110 fois plus élevée que la population générale pour le SHU.

- Les enfants de 6 à 10 ans auraient une sensibilité entre 6 et 16 fois plus élevée que la population générale pour le SHU.

- Les enfants de 11 à 14 ans auraient une sensibilité 3 fois plus élevée que la population générale pour le SHU.

D'autre part, il n'existe pas de concentration seuil en-dessous de laquelle il n'y aurait jamais d'épidémie.

## Épidémiologie

En France, la surveillance des infections à EHEC est basée sur la surveillance des cas de SHU chez les enfants de moins de 15 ans. Elle est coordonnée par Santé publique France. Les infections à EHEC sont confirmées sur le plan microbiologique par le CNR et son laboratoire associé.

Depuis 1996, l'incidence annuelle du SHU varie entre 0,6 et 1,4 cas/100 000 enfants de moins de 15 ans (**tableau 3**). L'incidence est plus élevée chez les enfants de moins de 3 ans (4,4 cas/100 000 enfants en 2017). La quasi-totalité des cas de SHU étaient des formes sporadiques, avec une recrudescence estivale. La proportion du sérotype O157 a diminué de 34 % en 2011 à 17 % en 2015, au profit d'autres sérotypes. Le sérotype O26 constitue le deuxième sérotype isolé. Le sérotype O80 a émergé en France en 2010, et représente le troisième sérotype en fréquence. Le sérotype O104, responsable de l'épidémie allemande et française en 2011, a nettement diminué depuis et n'est retrouvé que dans quelques cas sporadiques.

**Tableau 3.** Incidence annuelle du SHU par 100 000 enfants de moins de 15 ans par classe d'âge. France, 2008-2017 (source : Santé publique France)

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
moins de 15 ans	0,94	0,91	0,99	1,32	1,20	1,22	0,99	0,94	0,96	1,40
0-2 ans	2,3	2,4	2,4	2,3	2,5	2,6	2,9	3,1	3,4	4,4
3-5 ans	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	0,9	1,5
6-10 ans	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,7
11-14 ans	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3

En France, cinq épidémies d'infections à EHEC ont été détectées et investiguées entre 2011 et 2018 : une épidémie à O104:H4 liée à des graines germées consommées crues en 2011, trois épidémies à O157:H7/H- liées à de la viande hachée de bœuf en 2011 et 2012 et à du fromage au lait cru en 2013, et une épidémie à O26 dans un fromage au lait cru en 2018.

Le nombre annuel moyen de cas d'infection à STEC par voie alimentaire est estimé par Santé publique France à 17 927 cas (IC<sub>90%</sub> : [8206 ; 38 668]).

## Rôle des aliments

### Principaux aliments à considérer

Dans le monde, les principaux aliments mis en cause lors d'épidémies d'infections à EHEC sont : la viande hachée de bœuf insuffisamment cuite, des produits laitiers au lait cru, les végétaux crus (salade, jeunes pousses de radis blancs, graines germées), les produits d'origine végétale non pasteurisés (jus de pomme) ou l'eau de boisson. Notons que les végétaux et l'eau ont été à l'origine d'épidémies de plusieurs centaines de malades ces dernières années.

**Tableau 4.** Traitements d'inactivation en milieu industriel d'*E. coli* O157:H7

Durée moyenne d'incubation	Conditions	Impact	Matrice
Température	D <sub>60°C</sub> <sup>(4)</sup> = 0,5 à 3 min et z <sup>(5)</sup> = 3,5 à 7°C		
Désinfectants	Sensible à tous les désinfectants autorisés en IAA, sous réserve du suivi des modalités d'utilisation recommandées.		
Hautes pressions	650 MPa pendant 15 min à 20°C	Environ 5 réductions décimales	Graines de luzerne
	600 MPa pendant 3 min	Environ 4 réductions décimales	Salami
Ionisation	2 kGy	5 réductions décimales	Viande de bœuf
	1,5 kGy	4 réductions décimales	Salade
	1,5 kGy	3 réductions décimales	Épinards
UV	24 mJ/cm <sup>2</sup>	2,8 réductions décimales	Salade

(4) D est le temps nécessaire pour diviser par 10 la population d'*E. coli* O157:H7 initialement présente.

(5) z est la variation de température (°C) correspondant à une variation d'un facteur 10 du temps de réduction décimale D.

## Traitements d'inactivation en milieu industriel

*E. coli* O157:H7 n'est pas considérée comme une bactérie thermorésistante. Les traitements thermiques efficaces vis-à-vis de *Salmonella* spp. le sont également vis-à-vis d'*E. coli* O157:H7. Il est à noter que la teneur en matière grasse des produits carnés augmente la thermorésistance. Il a été montré expérimentalement que des souches EHEC typiques O157:H7, sérotype le plus étudié, ont une capacité de survie supérieure en conditions acides (produits carnés ou laitiers fermentés, jus de fruits, salades assaisonnées, etc.) que d'autres souches d'*E. coli*. Aucune autre résistance particulière aux traitements assainissants n'est rapportée. Les EHEC sont sensibles à tous les désinfectants autorisés en IAA, sous réserve de suivre les recommandations d'utilisation. Les traitements de désinfection chimique de l'eau destinée à la consommation humaine sont efficaces contre ces bactéries. Pour les végétaux, l'efficacité des biocides (ozone, chlore, etc.) se limite à leur surface (aucun effet sur les bactéries qui se trouvent à l'intérieur des tissus).

## Surveillance dans les aliments

Il n'existe pas de milieux d'isolements sélectifs et chromogènes permettant de distinguer les EHEC des autres *E. coli*. Pour la détection de *E. coli* O157 dans les denrées alimentaires, une méthode de référence (NF EN ISO 16654) et plusieurs méthodes alternatives validées sont disponibles. Pour la détection des autres souches, la spécification technique ISO CEN TS 13136 est utilisée. Des techniques de séparation immunomagnétique sont disponibles pour l'isolement des souches appartenant aux sérogroupes O26, O103, O111 et O145.

Le règlement (CE) n°2073/2005 modifié par le règlement (CE) n°209/2013 comporte un critère microbiologique relatif aux EHEC dans les graines germées. De plus, l'instruction ministérielle DGAL/SSDSA/2016-353 applicable à la production de viandes hachées et de préparations de viandes précise comment, dans la filière viande hachée bovine, des mesures de maîtrise préventive des EHEC associées à des mesures de vérification de leur efficacité, doivent être définies par le professionnel dans son plan de maîtrise sanitaire. La surveillance d'*E. coli* est, à ce jour, le meilleur indicateur de suivi des contaminations d'origine fécale.

Des plans de surveillance et de contrôle sont effectués annuellement en France, à tous les stades de la production, de la transformation et de la distribution des aliments, d'abord pour la surveillance des sérotypes O157:H7, O26:H11, O103:H2, O145:H28 et O111:H8, puis également pour celle de sérogroupes/types supplémentaires, en fonction de l'évolution des données épidémiologiques tels O45, O121 ou O80:H2 en 2017.

Compte tenu de la gravité des infections liées à ces bactéries, tout lot d'aliment où est détectée une souche EHEC est considéré comme potentiellement préjudiciable à la santé humaine ce qui conduit à la mise en place de mesures de gestion (traitement thermique ou destruction par l'industriel, retrait et rappel lorsque le produit est mis sur le marché).

# Références et liens

## Recommandations aux opérateurs

- La mise en place d'autocontrôles portant sur les EHEC, en particulier dans les filières viande hachée et fromages au lait cru, est de nature à réduire le risque de survenue d'infections. L'instruction ministérielle DGAL/SSDSA/2016-353 donne des précisions pour cette mise en place dans la filière viande hachée bovine. Les sérotypes à surveiller en priorité sont O157:H7, O26:H11, O103:H2, O145:H28 et O111:H8.
- Le respect strict des bonnes pratiques d'hygiène avec limitation des contaminations fécales au cours de l'abattage des animaux de boucherie, de la traite et de la transformation des denrées alimentaires est un prérequis essentiel.
- La note d'information interministérielle DGAL/SDSSA/O2007-8001 du 13 février 2007 relative aux recommandations concernant la cuisson des steaks hachés dans le cadre de la prévention des infections par EHEC pour les professionnels de la restauration collective, recommande une cuisson avec une température à cœur de 65°C. Par ailleurs, une température à cœur plus élevée (70°C) est souvent recommandée afin de lutter non seulement contre les EHEC, mais aussi contre d'autres dangers microbiens.
- L'instruction technique DGAL/SDSSA/2019-365 du 02 mai 2019 précise qu'en restauration collective le lait cru et les fromages au lait cru ne doivent en aucun cas être consommés par des enfants de moins de 5 ans ni par les autres populations sensibles.

## Hygiène domestique

### Recommandations aux consommateurs

- L'hygiène personnelle et collective reste la base de la prévention. Se laver soigneusement les mains après être allé aux toilettes, mais aussi avant la préparation et la prise des repas.
- Laver soigneusement et éplucher si possible les légumes, mais aussi les fruits et les herbes aromatiques, en particulier ceux qui sont consommés crus.
- Pour les populations sensibles que sont les enfants (cf. p2 le paragraphe Relations dose-réponse) et les personnes âgées :
  - bien cuire à cœur (70°C) les viandes hachées et les produits à base de viande hachée,
  - éviter la consommation de lait cru et de produits au lait cru (à l'exception des fromages à pâte pressée cuite).

### Références générales

- Afssa (2003). Bilan des connaissances relatives aux *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC).
- Afssa (2007). Appréciation quantitative des risques liés à *Escherichia coli* O157:H7 dans les steaks hachés surgelés consommés en restauration familiale en France par les enfants de moins de 16 ans.
- Anses (2010, 2011). Avis du 27 mai 2010 et du 11 janvier 2011 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) relatif à la révision de la définition des EHEC majeurs typiques, à l'appréciation quantitative des risques liés à ces bactéries à différentes étapes de la chaîne alimentaire, selon les différents modes de consommation des steaks hachés, et à la prise en compte du danger lié aux *E. coli* entéro-pathogènes (EPEC) dans les aliments.
- Anses (2015). Avis relatif au projet de décret pris en application de l'article L. 214-1 du code de la consommation et concernant l'étiquetage du lait cru destiné à être remis en l'état au consommateur final.
- Anses (2017). Avis de l'Anses du 18 mai 2017 relatif à la détection d'*E. coli* producteurs de shigatoxines (STEC) considérés comme hautement pathogènes en filière viande hachée bovine.
- EFSA (2007). Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from EFSA on monitoring of verotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) and identification of human pathogenic VTEC types. *EFSA Journal*, 579:1-61.
- EFSA (2013). Panel on Biological Hazards (BIOHAZ); Scientific opinion on VTEC-seropathotype and scientific criteria regarding pathogenicity assessment. *EFSA Journal*, 11 (4):3138-3198.

### Liens utiles

- Institut de veille sanitaire
  - [http://www.invs.sante.fr/publications/2006/enquete\\_e\\_coli\\_2003/index.html](http://www.invs.sante.fr/publications/2006/enquete_e_coli_2003/index.html);
  - <http://invs.santepubliquefrance.fr/fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Risques-infectieux-d-origine-alimentaire/Syndrome-hemolytique-et-uremique>
- Centre national de référence des *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella* : Unité de recherche et d'expertise des bactéries pathogènes entériques, Institut Pasteur (Paris) : <https://www.pasteur.fr/fr/sante-publique/CNR/les-cnr/escherichia-coli-shigella-salmonella>
- Centre national de référence associé pour *E. coli* : service de microbiologie, hôpital universitaire Robert Debré, AP-HP (Paris) : <http://cnr-escherichiacoli-robertdebre.aphp.fr/>
- Laboratoire de référence de l'Union européenne pour *Escherichia coli*, y compris *E. coli* vérotoxigène (VTEC) : Istituto Superiore di Sanità (ISS) I-00161 (Rome – Italie).
- Laboratoire d'études de microorganismes alimentaires pathogènes / Laboratoire national de référence pour les *E. coli* y compris STEC : Université de Lyon, VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon (Marcy-l'Etoile).