

Bacillus cereus

Famille des *Bacillaceae*
Genre *Bacillus*
Bactérie

Caractéristiques et sources de *Bacillus cereus*

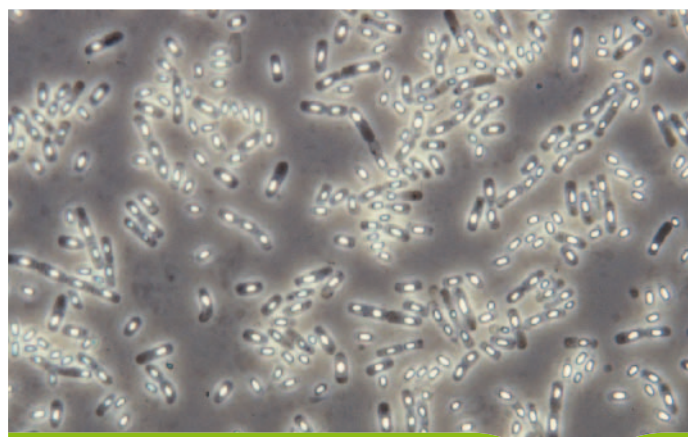
Principales caractéristiques microbiologiques

Bacillus cereus est responsable de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques et d'intoxications⁽¹⁾ se traduisant par des symptômes émétiques. Il s'agit d'un bâtonnet à coloration Gram positive, sporulant et aéro-anaérobie facultatif.

Il fait partie d'un ensemble d'espèces apparentées, souvent regroupées dans la littérature sous le terme « *Bacillus cereus sensu lato* » au sein duquel on distingue traditionnellement :

- *Bacillus cereus sensu stricto* hémolytique ;
- *Bacillus thuringiensis* se différenciant de *B. cereus sensu stricto* par la production d'un cristal parasporal toxique contre les insectes ;
- *Bacillus anthracis*, non hémolytique, agent de la maladie du charbon ;
- *Bacillus weihenstephanensis* correspondant à certaines souches de *B. cereus* psychrotrophes ;
- *Bacillus mycoides* et *Bacillus pseudomycoides* caractérisés par la formation de colonies à bords filamenteux sur milieux gélosés.

B. cereus sensu lato, *B. anthracis* et *B. thuringiensis* forment en réalité une seule espèce mais se distinguent par des caractères de virulence, pour la plupart portés par des plasmides.



Bacillus cereus © INRA

Lors de l'analyse des aliments ou lors de l'investigation d'épidémies, les tests permettant de distinguer *B. thuringiensis*, *B. cereus sensu stricto* et *B. weihenstephanensis* ne sont généralement pas effectués. Les connaissances dans ce domaine incluent donc de façon indifférenciée *B. cereus sensu stricto*, *B. thuringiensis* et *B. weihenstephanensis*. Dans la présente fiche, sauf mention du contraire, le terme *B. cereus* englobera ces trois espèces.

(1) Maladie d'origine alimentaire résultant de l'ingestion d'entérotoxines préformées dans l'aliment.

Tableau 1. Caractéristiques de croissance et de toxinogénèse de *B. cereus* (données variables en fonction des groupes génétiques)

Paramètres	Croissance (cellule végétative)			Toxines				
				Production			Stabilité	
	Min	Opt	Max	Min	Opt	Max	Min	Max
Température (°C)	4 (pour la majorité des souches émétiques, la température minimale est de 10)	30-37	55	10	20-25	40	/	/
pH	4,3	6-7	9,3	/	/	/	Toxine émétique: 2	Toxine émétique: 9
a _w	0,92	0,99-1	/	/	/	/	/	/
NaCl (g/L)	/	/	50	/	/	50 (très faible production du céréulide)	/	/

Le CO₂ peut inhiber la croissance de *B. cereus* pour une teneur dans l'atmosphère au-dessus de 40-50 %.

B. cereus sensu lato a été récemment subdivisé en sept groupes génétiques, les espèces traditionnelles se répartissant chacune dans un ou plusieurs groupes. Les sept groupes génétiques possèdent des capacités d'adaptation thermique différentes, des plus psychrotrophes aux plus thermotolérants, et différents degrés d'association avec des maladies transmises par les aliments. Le groupe VI est le plus psychrotrophe et n'a pas pour l'instant été associé à des toxi-infections alimentaires. Les groupes II, V, IV sont psychrotrophes à mésophiles et les groupes III et VII sont mésophiles à thermotolérants.

Actuellement, trois entérotoxines (Hbl, Nhe et CytK) ont été décrites chez *B. cereus*. Les entérotoxines Hbl (hémolysine BL) et Nhe (entérotoxine non hémolytique) sont chacune composées de trois protéines. La cytotoxine K (CytK) existe sous deux formes, CytK1 et CytK2, la première étant plus cytotoxique que la seconde. En outre, certaines souches de *B. cereus* sont capables de produire la toxine émétique, appelée céréulide (peptide cyclique). Elles représentent une minorité, généralement 1 % ou moins des isolats issus des aliments ou de l'environnement, et appartiennent en majorité au groupe III.

Sources du danger

B. cereus est retrouvé sous forme de spores dans le sol, à des concentrations de l'ordre de 10^4 à 10^5 spores par gramme de sol. Les spores seraient dormantes dans le sol et se développeraieent plutôt dans la faune du sol, par exemple dans le tube digestif d'insectes, d'arthropodes et de lombrics. *B. cereus* pourrait être un commensal du tube digestif d'insecte et s'y développerait lorsque son hôte est affaibli. Des spores de *B. cereus* sont aussi présentes dans le tube digestif d'animaux à sang chaud. *B. cereus sensu stricto* peut être responsable, bien que rarement, de mammites chez les bovins et d'avortements chez les bovins et ovins. *B. thuringiensis*, qui est un pathogène d'insecte, est souvent présent dans les aliments comme *B. cereus sensu stricto* et peut causer les mêmes maladies que *B. cereus* chez l'Homme.

Voies de transmission

La principale voie de transmission de cette bactérie à l'Homme est alimentaire. En effet, de par son abondance dans le sol et la résistance de ses spores, *B. cereus* peut contaminer pratiquement toutes les catégories d'aliments et particulièrement les végétaux.

Des infections à *B. cereus*, différentes de celles transmises par les aliments ont été décrites. Les portes d'entrée de l'infection sont des contaminations de plaie ou de cathéter ou encore *via* les injections pratiquées par les toxicomanes.

Tableau 2. Caractéristiques des maladies à symptômes émétiques

Durée moyenne d'incubation	Population cible	Principaux symptômes	Durée des symptômes	Durée de la période contagieuse	Complications
30 min - 6 h	Toute la population, toutes classes d'âge confondues	Nausées Vomissements Malaises Diarrhées et douleurs abdominales occasionnelles	Moins de 24 heures	Non transmissible (toxines)	Activité toxique sur plusieurs types de cellules humaines et peut provoquer une dégénérescence réversible du foie. La toxine émétique a été responsable d'au moins 8 cas graves rapportés dans la littérature dont 5 décès chez des enfants ou de jeunes adultes avec une défaillance viscérale à différents niveaux (cœur, foie, reins, cerveau).

Tableau 3. Caractéristiques des maladies à symptômes diarrhéiques

Durée moyenne d'incubation	Population cible	Principaux symptômes	Durée des symptômes	Durée de la période contagieuse	Complications
8 - 16 h	Toute la population, toutes classes d'âge confondues	Diarrhées aqueuses Douleurs abdominales Nausées occasionnelles	24 heures	Non transmissible (toxines)	Les complications des maladies à symptômes diarrhéiques sont exceptionnelles. En France, en 1998, 3 décès sont survenus chez des personnes âgées fragiles lors d'une toxi-infection alimentaire collective (TIAC) dans une maison de retraite. Il faut cependant noter que cette TIAC était due à une souche très inhabituelle de <i>B. cereus</i> qui produisait une cytotoxine jamais retrouvée auparavant.

Maladie humaine d'origine alimentaire

Nature de la maladie

B. cereus est responsable d'intoxications se traduisant par des symptômes émétiques (Tableau 2) et de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques (Tableau 3). Les maladies à symptômes émétiques sont causées par l'ingestion d'une toxine, le céréulide, produite dans l'aliment au cours de la croissance de *B. cereus*. Les maladies à symptômes diarrhéiques seraient causées par l'ingestion de cellules et/ou de spores de *B. cereus*, suivie d'une production d'entérotoxines dans l'intestin. Toutefois, *B. cereus* produit plusieurs autres protéines à effet toxique *in vitro* ou sur modèles animaux, et il n'est pas exclu que certaines d'entre elles contribuent aussi aux symptômes diarrhéiques.

Populations sensibles⁽²⁾: il n'y a pas de population sensible identifiable pour les intoxications à *B. cereus*. Des formes graves d'infections (septicémie, entérocolite nécrosante, hépatite fulminante, encéphalopathie, abcès cérébral, décès) ont été décrites chez des prématurés, des nouveau-nés, chez des patients atteints d'une hémopathie maligne, de cirrhose, ou de maladie de Crohn traitée par immunosuppresseurs. Toutefois, le lien avec la consommation d'aliment n'est pas démontré pour ces infections qui sont de nature différente de ce qui est décrit dans les Tableaux 2 et 3.

Relations dose-effet⁽³⁾ et dose-réponse⁽⁴⁾

Les toxi-infections diarrhéiques à *B. cereus* sont le plus souvent associées à une population égale ou supérieure à 10^5 ufc/g d'aliments consommés, bien que des épidémies associées à des aliments contenant 10^3 ufc/g aient été décrites. Toutes les souches de *B. cereus* n'ont pas la même capacité à provoquer des symptômes diarrhéiques, certaines étant même utilisées comme probiotiques.

La dose de céréulide suffisante pour provoquer des symptômes émétiques serait de l'ordre de 5 à 10 µg/kg de masse corporelle, selon des essais sur singe et d'après l'analyse d'aliments impliqués dans des intoxications alimentaires chez l'Homme. Une telle quantité de céréulide peut être retrouvée dans les aliments lorsqu'une souche de *B. cereus* atteint une concentration supérieure ou égale à 10^6 ufc/g.

Aucune courbe dose-réponse n'a été établie pour *B. cereus* et pour le céréulide.

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

(4) 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.

Épidémiologie

Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) sont des maladies à déclaration obligatoire (DO) en France. En France comme en Europe, les maladies à *B. cereus* sont vraisemblablement sous-déclarées. Par ailleurs, les symptômes des toxi-infections alimentaires diarrhéiques et émétiques à *B. cereus* sont très proches de ceux provoqués respectivement par *Clostridium perfringens* et *Staphylococcus aureus*. *B. cereus* représentait entre 1996 et 2005 la 4^e cause de TIAC en France avec 1 766 cas répartis sur 94 foyers confirmés (soit 3,5 % des foyers de TIAC confirmés). En 2008, *B. cereus* était la 3^e cause de TIAC en France, en considérant les foyers pour lesquels la présence du micro-organisme dans l'aliment était confirmée ou suspectée. En France, entre 2006 et 2008, *B. cereus* représentait 4,5 % des foyers confirmés et 15 % des foyers où l'agent était suspecté. Sur cette même période et toujours en France, 3 127 foyers de TIAC ont été recensés, impliquant 33 404 malades, 2 302 hospitalisations et 15 décès dont 1 lié à une infection à *B. cereus*. En France, en 2009, ont été rapportées 4 hospitalisations pour lesquelles une infection à *B. cereus* a été confirmée et 24 hospitalisations pour lesquelles *B. cereus* a été suspecté. Entre 2006 et 2008, plus de 80 % des foyers de TIAC causés par *B. cereus* et *C. perfringens* ont eu lieu en restauration collective. Les TIAC liées à ces deux agents représentent 23 % des foyers survenus en restauration collective.

Rôle des aliments

Principaux aliments à considérer

Les spores de *B. cereus* sont présentes dans quasiment toutes les catégories d'aliment. Des produits secs ou déshydratés, tels que les épices, les herbes aromatiques, certains légumes, les céréales et les farines, sont fréquemment contaminés à des niveaux variables par *B. cereus*. Ces matières premières entrant dans la composition d'un produit fini, sont des sources potentielles de contamination. Par ailleurs, les spores de *B. cereus* possèdent de fortes capacités d'adhésion aux surfaces en acier inoxydable et peuvent s'accumuler dans les équipements de transformation qui peuvent alors devenir des réservoirs de spores.

Les risques pour le consommateur sont le plus souvent liés à une multiplication de *B. cereus* lors de l'exposition des aliments à des températures inappropriées. Les aliments associés à des toxi-infections à *B. cereus* sont fréquemment, mais pas exclusivement, traités

thermiquement et/ou ne sont pas refroidis de manière adéquate après leur préparation et avant la consommation. Plusieurs intoxications avec symptômes émétiques ont été causées par des produits amylacés (plats à base de riz ou de pâtes).

Sans être limitatif, les plats cuisinés, les produits agrémentés d'épices, d'herbes ou d'aromates, les aliments déshydratés reconstitués par addition d'eau chaude (potages en poudre, purées de pommes de terre préparées à partir de flocons, lait en poudre, etc.) ou cuits à l'eau (pâtes, riz, semoule) conservés à une température permettant la croissance de *B. cereus* (températures comprises entre 4 °C et 55 °C), et avec une consommation différée, figurent parmi les aliments à risque, au regard du danger *B. cereus*.

Traitements d'inactivation en milieu industriel

Les informations sont présentées dans le [Tableau 4](#).

Surveillance dans les aliments

B. cereus ne fait pas l'objet de critères de sécurité des aliments selon la réglementation européenne. Toutefois, le règlement n° 2073/2005 modifié, définit un critère d'hygiène des procédés applicables à *B. cereus* dans le cas des préparations déshydratées destinées aux enfants de moins de 6 mois.

La norme NF EN ISO 7932 permet l'identification et le dénombrement de *B. cereus* présomptifs revivifiables. La recherche et le dénombrement de *B. cereus* présumés viables en petit nombre peut se faire suivant la norme NF EN ISO 21871. De plus, des méthodes de détection de *B. cereus* par PCR en temps réel ont été récemment développées.

La recherche des toxines diarrhéiques peut être effectuée par plusieurs techniques : test ELISA, agglutination passive reverse (RPLA), immunodiffusion ou encore par immunoelectrophorèse. La communauté scientifique s'accorde sur le fait que les toxines diarrhéiques sont produites lors de la croissance de *B. cereus* dans le tube digestif. Leur recherche dans les aliments n'est donc pas un indicateur du risque d'intoxication diarrhéique. Ces tests sont plus utiles pour caractériser le potentiel toxigène des différentes souches de *B. cereus*.

La détection du céréulide dans l'aliment nécessite la mise en œuvre de tests de cytotoxicité cellulaire suivis d'une confirmation par spectrométrie de masse et n'est actuellement pas réalisée en France. Le céréulide est très stable et peut subsister dans l'aliment après inactivation de la bactérie,

Tableau 4. Traitements d'inactivation de *B. cereus* dans les aliments

Désinfectants	Effets de la température															
<p>Les cellules végétatives sont sensibles à tous les désinfectants autorisés en IAA, sous réserve de suivre les modalités d'utilisation recommandée.</p> <p>Les procédures de nettoyage à base de soude à chaud peuvent permettre plusieurs réductions décimales du nombre de spores adhérentes aux surfaces.</p> <p>De l'ordre de 4 réductions décimales du nombre de spores peuvent être obtenues avec des désinfectants chlorés contenant au moins 100 à 200 mg/L de chlore actif (le pH et la présence de souillures organiques réduisent l'efficacité de la désinfection).</p> <p>La germination des spores et leur développement sont inhibés par la nisine (non sporicide).</p>	<p>La cuisson des aliments ne permet pas de garantir l'absence de spores de <i>B. cereus</i>, mais peut suffire à inactiver les groupes génétiques les plus thermosensibles, tandis que l'ensemble de <i>B. cereus</i> est inactivé par les traitements d'appertisation.</p> <p>Valeurs de D* et z** pour les spores de <i>B. cereus</i>, exemples relevés dans la littérature</p> <table border="1"> <tr> <td>D_{95°C}</td> <td>2 min (porc)</td> </tr> <tr> <td>D_{100°C}</td> <td>1,2-7,5 min (riz)</td> </tr> <tr> <td>D_{120°C}</td> <td>3,4 min (huile de soja)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>8-12,5 °C</td> </tr> </table>	D _{95°C}	2 min (porc)	D _{100°C}	1,2-7,5 min (riz)	D _{120°C}	3,4 min (huile de soja)	z	8-12,5 °C	<p>Valeurs de D_{90°C} pour les spores de <i>B. cereus</i> par groupe génétique</p> <table border="1"> <tr> <td>Groupe VI</td> <td>1,7 min</td> </tr> <tr> <td>Groupes II, V, IV</td> <td>20-30 min</td> </tr> <tr> <td>Groupes III, VII</td> <td>40-90 min</td> </tr> </table>	Groupe VI	1,7 min	Groupes II, V, IV	20-30 min	Groupes III, VII	40-90 min
D _{95°C}	2 min (porc)															
D _{100°C}	1,2-7,5 min (riz)															
D _{120°C}	3,4 min (huile de soja)															
z	8-12,5 °C															
Groupe VI	1,7 min															
Groupes II, V, IV	20-30 min															
Groupes III, VII	40-90 min															
<p>6 réductions décimales sont obtenues, par exemple, avec un traitement thermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> à 70 °C pendant 12 s (sur cellule végétative dans la viande de porc) ; à 105 °C pendant 36 s (sur spore dans la viande de porc). <p>NB : la thermorésistance des spores est réduite à pH acide (pH < 4,3).</p> <p>Les toxines diarrhéiques sont détruites par un traitement à 56 °C appliqué pendant 5 min. La toxine émétique est détruite par un traitement à 126 °C appliqué pendant 90 min. De plus, il a été montré qu'à pH neutre, des traitements à 121 °C pendant 120 min ne suffiraient pas à inactiver le céréulide.</p>	<p>Hautes Pressions</p> <p>Les spores de <i>B. cereus</i> sont très résistantes à la pression. Les spores peuvent être inactivées par la combinaison d'un traitement thermique (60-70 °C) et d'un traitement par hautes pressions (550-600 MPa).</p>															
<p>Ionisation</p> <p>Pour les spores : D_{10***} = 1,6 – 2,6 kGy</p>																

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

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

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

par un traitement thermique par exemple, ou être apporté dans un aliment par l'un de ses ingrédients dans lequel *B. cereus* se serait développé. Le nombre de *B. cereus* dans un aliment au stade de sa consommation n'est donc pas un indicateur suffisant du risque d'intoxication.

Recommandations aux opérateurs

- Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) sont des pré-requis indispensables pour prévenir la formation de spores. Le nettoyage est une étape essentielle dans la prévention des contaminations des équipements utilisés pour acheminer les aliments sur les différents postes de fabrication.
- Il est nécessaire d'éviter que *B. cereus* n'atteigne un niveau dangereux à la consommation, ce qui, suivant la capacité de croissance de *B. cereus* dans l'aliment, peut nécessiter de surveiller le nombre de spores (et de formes végétatives) présentes dans les matières premières, en fin de fabrication et/ou au cours de la vie du produit, mais aussi dans les équipements de fabrication.
- Tout particulièrement en restauration collective, il est important de refroidir rapidement les aliments cuisinés pour empêcher la germination des spores et la multiplication des cellules végétatives. Les aliments non consommés immédiatement après préparation et dans lesquels *B. cereus* peut être présent et se développer, doivent être maintenus au-dessus de 63 °C ou surgelés pour inhiber sa croissance, ou réfrigérés pour la ralentir. Dans ce dernier cas, la durée de vie doit être déterminée en fonction de la vitesse de croissance dans l'aliment, en prenant en compte des températures de conservation raisonnablement prévisibles.

Références et liens

Références générales

- Afssa (2009). Avis du 10 avril 2009 de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande d'avis complémentaire concernant les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés.
- Dromigny (2008). *Bacillus cereus*. Collection « Monographies de microbiologie ». Éditions Lavoisier Paris.
- EFSA (2005). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. in foodstuffs. The EFSA Journal, 175, 1-48.
- Guinebretière *et al.*, (2008). Ecological diversification in the *Bacillus cereus* Group. Environ. Microbiol. 10, 851-865.
- InVS (2010). Les toxi-infections alimentaires collectives en France entre 2006 et 2008. BEH n° 31-32.

Liens utiles

- Anses: www.anses.fr
- EFSA: www.efsa.europa.eu
- Institut de veille sanitaire (InVS): <http://www.invs.sante.fr/surveillance/tiac>

Hygiène domestique

Recommandations aux consommateurs

- Le nettoyage des légumes pour éliminer la terre, le nettoyage des surfaces, du réfrigérateur et des ustensiles de cuisine, réduisent, mais n'éliminent pas la contamination des aliments par des spores de *B. cereus*.
- Les aliments cuits ou les aliments secs réhydratés doivent être refroidis et placés sans délai au réfrigérateur s'ils ne sont pas consommés immédiatement. Des aliments riches en eau (plats cuisinés, salades mélangées, etc.) conservés plusieurs heures à température ambiante (par exemple, restes de pique-nique) doivent être jetés et ne pas être consommés, même après avoir été réchauffés.