

Maisons-Alfort, le 23 avril 2010

AVIS

de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux dangers microbiologiques des aliments consommés crus

LE DIRECTEUR GÉNÉRAL

1. RAPPEL DE LA SAISINE

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) s'est autosaisie le 20 juillet 2008 d'une demande d'avis relatif aux dangers microbiologiques des aliments consommés crus.

2. CONTEXTE

Par Décision N° 2007/09/758 du 02 janvier 2008, un groupe de travail émanant du CES « Microbiologie » a été chargé de l'examen des « Risques microbiologiques liés à l'évolution des modes de production, de transformation et de consommation des aliments : conséquences en santé publique ». Ce groupe de travail, réuni deux fois, a permis d'identifier des sous-thématiques qui pourraient mériter un développement particulier, sujets qui ont été présentés au CES « Microbiologie » du 10 avril 2008 ; celui-ci a retenu trois thèmes de travail, dont un sur les « risques microbiologiques liés aux aliments consommés crus ».

Cette question a donné lieu à une auto-saisine de l'Afssa (saisine n° 2008-SA-0172) en date du 20 juillet 2008.

3. METHODE D'EXPERTISE

Pour mener cette expertise, un groupe de rapporteurs, composé de microbiologistes et d'un technologue, a été constitué.

L'objectif de cette saisine est de présenter de manière succincte les différents modes de contamination des denrées consommées crues, les dangers qui y sont associés, ainsi que les outils de diagnostic disponibles et les moyens de maîtrise de ces dangers.

Pour illustrer le risque¹ pour l'homme lié à de telles consommations, des données sur les épidémies associées à la consommation de denrées crues ont été recherchées mais rarement retrouvées car les données de santé publique ne distinguent pas systématiquement les cas liés à la consommation d'aliments crus de ceux liés à des aliments cuits. Ceci a conduit à identifier les principaux dangers liés aux aliments consommés crus, complétés par une ou plusieurs références bibliographiques récentes illustrant la réalité du risque, sans que celui-ci soit davantage précisé.

L'expertise collective a été réalisée par le Comité d'experts spécialisés (CES) « Microbiologie » réuni le 14 octobre 2009.

¹ Selon le *Codex alimentarius*, le risque peut être défini comme la fonction de probabilité d'un effet nocif et de la gravité de cet effet, du fait de l'existence d'un (ou plusieurs) danger(s) alimentaire(s). Il peut être exprimé sous la forme de risque individuel par portion ingérée et/ou de risque pour la santé publique en nombre de cas/nombre de décès par an

4. ARGUMENTAIRE

L'argumentaire de l'AFSSA est fondé sur l'avis du Comité d'experts spécialisé « Microbiologie » dont les éléments sont présentés ci-dessous :

4.1. Introduction

Une partie notable de notre alimentation est constituée d'aliments consommés crus. Certains font l'objet d'une consommation quotidienne (crudités, fruits par exemple), d'autres sont de consommation plus exceptionnelle (coquillages crus, carpaccio de poisson). Certains font partie de la culture culinaire nationale traditionnelle (salades, beurre cru, lait cru, fromages au lait cru, charcuteries crues comme le jambon fumé par exemple, préparations contenant des œufs crus, comme la mayonnaise ou la mousse au chocolat « maison »), d'autres sont d'apparition plus récente (viande hachée peu cuite, tartare de bœuf ou de poisson, carpaccio de poisson ou de viande, poissons marinés, poissons crus à la japonaise).

De plus, la consommation d'aliments crus tend à être stimulée par les évolutions récentes des goûts des consommateurs, l'élargissement de l'offre industrielle, notamment grâce au développement de technologies non thermiques, et le maintien sur toute l'année de l'offre en produits frais grâce à la diversification des zones de production.

L'évolution des demandes des consommateurs vers des produits crus ou peu cuits, prêts à consommer et originaux entraîne ou accompagne, différentes modifications technologiques, parmi lesquelles on peut noter la place particulière de l'assemblage² et de technologies non thermiques traditionnelles (acidification³ par exemple) ou innovantes (parfois soumises à autorisation réglementaire).

En conséquence, l'industrie agroalimentaire évolue vers une proposition d'aliments élaborés qui répondent à différentes tendances fortes du marché : la sophistication ou l'exotisme (sushis), mais aussi la facilité d'emploi (nomadisme : sandwich), tout en préservant la naturalité et l'attractivité sensorielle du produit (produits crus de type carpaccios ou produits marinés).

En parallèle à ces innovations, le consommateur souhaite pouvoir disposer de produits frais variés, en toute période de l'année et à des prix compétitifs. Ainsi, les matières premières entrant dans la composition de produits transformés peuvent dorénavant être originaires du monde entier. Le taux d'auto-apvisionnement en légumes est ainsi passé de 91% en 1999 à 81% en 2008, ce qui résulte d'une diminution de la production nationale accompagnée d'une hausse des importations. Cette hausse est très marquée pour les pays tiers, alors qu'un tassement des échanges intra-union européenne est observé. A titre d'exemple, les importations de tomates ont augmenté de + 44% avec les pays tiers, et seulement de +3% avec l'union européenne sur cette même période. Un constat similaire peut être fait pour d'autres aliments frais, comme les fruits et le poisson. L'augmentation des flux d'échanges entre des zones de production et de consommation géographiquement éloignées, associées à une grande diversité des conditions de production, peuvent ainsi permettre la circulation d'agents pathogènes variés (Simmons *et al.* 2007) à longue distance et à grande vitesse.

Ce risque doit être anticipé par la maîtrise de la qualité microbiologique des matières premières, qui prend une importance capitale pour garantir la sécurité des aliments consommés crus (Lynch *et al.* 2009). Par ailleurs, l'augmentation du tourisme à longue distance expose également les touristes à des aliments produits localement, qui peuvent parfois être sources de contamination (Ortega *et al.* 1997).

Il convient donc de sensibiliser les professionnels de la restauration et les fabricants, ainsi que les consommateurs aux dangers liés aux produits prêts à consommer crus (Sivapalasingam *et al.* 2004), ainsi qu'aux moyens de diagnostic et de maîtrise de ces dangers.

² Dans le présent contexte, l'assemblage consiste à associer, dans un même produit, le cru et le cuit et à le commercialiser en réfrigéré (DLC courte), sans traitement thermique lors de la mise en œuvre finale par le consommateur (ex : sushi, sandwich, etc.).

³ L'acidification peut être comprise comme l'utilisation de marinades pour acidifier les produits, qu'il s'agisse de produits finis (viande par exemple) ou de matières premières (végétaux par exemple) crues ou peu cuites (surgelées / sèches) incorporées dans des produits non stabilisés thermiquement (salade traiteur par exemple).

Dans le présent avis, on entend par aliments crus, les aliments dont tout ou partie des ingrédients n'a pas subi de traitement thermique susceptible de réduire significativement leur charge microbiologique et qui sont conservés sous différentes formes (surgelés, réfrigérés, par exemple).

4.2. Connaître sa matière première, son origine pour prévenir les dangers potentiels

4.2.1. Types de contamination des matières premières

On peut distinguer succinctement deux grands types de contamination des matières premières :

La contamination liée à l'environnement souillé (terre, eau d'irrigation, estuaires, rivières)(Steele and Odumeru 2004) par des agents pathogènes naturellement présents dans les sols (bactéries telluriques, comme *Listeria monocytogenes* ou *Clostridium botulinum* par exemple) et par des agents pathogènes présents dans les excréments humains et animaux (*Norovirus*, virus de l'hépatite A, *Entamoeba*, ou bactéries entériques, comme *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Shigella* par exemple) (Heaton and Jones 2008) (Taylor *et al.* 1993; Thomas *et al.* 2007). Cette contamination est d'autant plus importante que le traitement des eaux usées est défaillant, inadapté ou inexistant, ou lors d'épandage non maîtrisé de fumiers (Nicholson *et al.* 2005), ou encore de pluies abondantes qui lessivent des pâturages ou excèdent les capacités d'assainissement des eaux (Curriero *et al.* 2001)⁴. Elle est alors susceptible de se retrouver dans l'environnement et polluer aussi bien des terres maraîchères, des étangs, des estuaires et contaminer de manière indirecte les produits qui en sont issus. Cette grande diversité d'agents pathogènes associe souvent des formes de résistance dans l'environnement (spore, kyste).

La contamination par l'animal ou le manipulateur peut être à l'origine de dissémination directe d'agents viraux (virus de l'hépatite E par exemple), bactériens (*Salmonella* spp. par exemple) ou parasitaires (*Trichinella spiralis* par exemple) dans les produits d'origine animale (viandes, œufs, lait et produit laitiers) ou de dissémination indirecte (Halpern *et al.* 2008) dans les produits d'origine animale ou végétale lors des manipulations (récolte, traite, abattage ou préparation des aliments) si les pratiques hygiéniques sont insuffisantes (Todd *et al.* 2008) ou par des vecteurs animés (insectes, oiseaux, rongeurs) .

4.2.2. Importance de l'origine géographique de la matière première

Selon l'origine géographique du produit, sa qualité microbiologique peut varier en fonction des pratiques d'élevage (épandage en particulier), du statut sanitaire des animaux d'élevage ou sauvages (animaux malades ou porteurs sains et excréteurs) vis-à-vis des principaux agents zoonotiques transmissibles par les aliments et enfin de l'état de santé des populations humaines, en particulier de la main d'œuvre employée pour la production des aliments (matières premières et produits finis). La qualité microbiologique des produits végétaux peut varier en fonction des pratiques (épandage) ou des conditions météorologiques particulières (pluies orageuses ou climat sec nécessitant le recours à l'irrigation) qui peuvent jouer un rôle d'amplificateur et contribuer à la dissémination des agents pathogènes par le lessivage des sols par les pluies ou le recours à l'irrigation.

La forte corrélation entre la prévalence de la pathologie humaine (et dans une moindre mesure la prévalence de l'infection dans les espèces animales) dans le pays producteur et le risque de contamination des aliments ou matières premières alimentaires qui y sont produits devraient inciter l'industriel importateur, mais également le consommateur en voyage, à prendre en compte ces différents indicateurs. Ainsi la fréquence de détection de certains pathogènes

⁴ En France, ce risque est pris en compte par l'établissement de certains critères microbiologiques pour l'eau utilisée pour l'irrigation ou pour l'aspersion des cultures maraîchères, fruitières et légumières à vocation alimentaire non transformées, qui doit être de qualité A. Afssa (2008). Rapport réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation.

varie d'un pays à l'autre (Buisson *et al.* 2008), en raison d'un portage humain ou animal plus élevé ou de conditions plus favorables à la transmission ou à la survie de l'agent pathogène dans l'environnement, entraînant un risque augmenté de contamination des matières premières en provenance de ces pays (*Entamoeba histolytica*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* principalement isolés en région tropicale, ou virus de l'hépatite A et E, dont la prévalence est plus élevée en région tropicale, par exemple).

4.2.3. Importance de la nature de la matière première

Suivant la nature de la matière première, l'origine des contaminations éventuelles peut varier et impliquer une pollution d'origine environnementale ou non, voire les deux, multipliant ainsi les risques de contamination des aliments. Il est difficile d'associer un pathogène à un aliment et le même pathogène peut contaminer des matières premières de nature différente.

Certains exemples, issus de la littérature scientifique, permettent d'illustrer le danger associé à la consommation de ces différentes catégories de denrées consommées crues. D'autres informations peuvent être obtenues sur les épisodes de contamination ayant donné lieu à des échanges d'information intra-communautaire référencés dans la base de données communautaire du RASFF⁵, selon la catégorie d'aliments.

Les produits d'origine végétale

Les végétaux peuvent héberger, essentiellement en surface mais parfois en profondeur (Doyle and Erickson 2008), des agents microbiens pathogènes pour l'homme (Anonyme 2008a). Certains de ces agents peuvent persister de manière prolongée sur les végétaux, y compris après la récolte, en fonction de mécanismes complexes d'attachement ou d'internalisation (Beuchat 2002). Les agents pathogènes pour l'homme, présents dans ou sur les végétaux, sont d'origine tellurique, humaine ou animale. La contamination des végétaux peut avoir eu lieu, dès le stade de la culture, par l'environnement ou l'eau d'irrigation souillée ou par la faune domestique ou sauvage, mais également par la main d'œuvre, lors des manipulations pendant ou après la récolte (cueillette, conditionnement).

La contamination par l'environnement, par exemple une eau d'irrigation souillée, peut concerner toute forme de culture maraîchère de légumes (salades, épinards, herbes aromatiques, tomates, poivrons, melons, etc.) (Frost *et al.* 1995) ou de petits fruits cultivés très près du sol (framboises, myrtilles par exemple) (Bassett and McClure 2008), mais aussi des graines germées ou non (soja, luzerne, lentille, blé, etc.) (Lewis *et al.* 2007). Ces principaux pathogènes sont :

- des bactéries entériques (*E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*) ou telluriques (*Listeria*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*),
- certaines formes infestantes de parasites d'origine humaine (*Cryptosporidium hominis*, *Giardia intestinalis*, *Cyclospora cayatanensis*) ou animale (*Echinococcus multilocularis*, *Fasciola hepatica*, *Cryptosporidium spp*) dont une partie du cycle parasitaire peut se dérouler dans l'environnement de culture des légumes ou petits fruits,
- des virus entériques pathogènes (virus des gastro-entérites, virus des hépatites A et E, *Enterovirus*).

Par leur mode de culture souvent traditionnelle, les épices peuvent être contaminées par des micro-organismes variés (*E coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *C. botulinum*, etc.) dont certains vont avoir la possibilité de survivre (formes sporulées de *Bacillus* ou de *Clostridium* en particulier), y compris lors du processus de dessiccation des épices.

Une hiérarchisation des dangers microbiologiques, en fonction de la nature des végétaux, a récemment été proposée⁶ par un groupe de travail mixte FAO-OMS (Anonyme 2008a). Cette hiérarchisation était basée sur six critères, comprenant la fréquence et la gravité des maladies causées par l'ingestion des différentes catégories de végétaux, l'importance de la production, la complexité de la chaîne de production, l'importance du commerce international et l'impact économique. Elle a permis de classer les végétaux selon trois niveaux de priorité, le niveau le plus haut étant attribué aux légumes verts à feuilles, en raison de leur importance en terme de

⁵ <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/>

⁶ http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/FFV_2007_Final.pdf

production et d'exportation, de la complexité et de la variété de leur système de production, de leur association avec de nombreuses épidémies impliquant un grand nombre de malades. Le niveau médian de priorité comprend les fruits rouges (baies), les oignons blancs, les melons, les graines germées et les tomates. Pour ces végétaux, des différences géographiques en termes de risque ont été clairement identifiées. Le troisième niveau de priorité inclut les carottes, concombres, amandes, maïs, graines de sésame, oignons, ail, dont la consommation a pu être associée à des cas humains en nombre plus limité. Cependant, il n'est pas exclu que cela puisse devenir un problème émergent.

Néanmoins, la transposition de cette classification à la situation française demeure difficile, en l'absence d'épidémie liées à la consommation de végétaux (hormis l'exemple de distomatose cité ci-dessous, ayant donné lieu à une petite épidémie dans le Pas de Calais).

Quelques exemples d'épidémies liées à la contamination de végétaux ont été trouvés dans la littérature scientifique et figurent ci-dessous à titre d'illustration :

Des framboises surgelées importées, contaminées par des norovirus responsables de gastro-entérites, ont été responsables de plusieurs épidémies (Le Guyader *et al.* 2006; Ponka *et al.* 1999).

La contamination des salades et des cressons par des cercaires a pu conduire à des épisodes de distomatose chez l'homme (douve du foie, lié au développement de *Fasciola hepatica*), après ingestion de ces végétaux crus (Mailles *et al.* 2003).

En 1991, dans le Massachusetts, du cidre fabriqué majoritairement avec des pommes ramassées par terre et probablement contaminées par des bovins (Besser *et al.* 1993) a provoqué plusieurs cas de syndromes rénaux graves dus à *E. coli* O157H7. Cette hypothèse a été confortée par une autre publication d'une épidémie de syndromes hémolytiques et urémiques après consommation de jus de pomme, lors de laquelle *E. coli* O157H7 a été retrouvé dans les fèces de cervidés ramassés au niveau du verger (Cody *et al.* 1999).

Certains micro-organismes ou parasites sont considérés comme émergents en raison de l'augmentation de la consommation de végétaux importés. Ainsi, *Cyclospora cayatanensis* est un protozoaire largement répandu dans les pays en voie de développement ; il apparaît depuis peu comme un pathogène émergent dans les pays du Nord (Shields and Olson 2003). A la fin des années 90, il a ainsi été responsable de plusieurs épidémies aux USA et Canada liées à la consommation de framboises importées (Herwaldt and Ackers 1997), mais aussi de basilic et de mesclun (Herwaldt 2000), comptabilisant près de 3000 cas pour les deux principales épidémies de 1996 et 1997.

Les produits de la mer et des rivières : poissons, mollusques et crustacés

Les produits de la mer et des rivières peuvent être contaminés par les agents présents dans l'eau douce ou salée (pathogènes entériques d'origine humaine ou animale, hydriques ou telluriques) (Anonyme 2008b) qui peuvent être caractérisés par une survie importante dans l'environnement. Les coquillages, en filtrant l'eau, peuvent concentrer de grandes quantités de bactéries, virus et parasites et à ce titre représentent une source de contamination humaine s'ils sont collectés en zone polluée.

Poissons d'eau de mer ou d'eau douce

Les poissons d'eau de mer et d'eau douce peuvent véhiculer les principales bactéries alimentaires pathogènes pour l'homme, telles que *Listeria monocytogenes* ou *Salmonella*.

Une surveillance réalisée en Suède de 1995 à 2004 a rapporté 315 cas de listériose due à *L. monocytogenes*. Un quart d'entre eux était attribué à la consommation de produits dérivés des poissons fumés ou salés (Lyytikäinen *et al.* 2006). En revanche, en France, aucune épidémie décrite n'a mis en cause des produits de la mer, ce qui n'exclut pas leur possible implication dans des cas sporadiques isolés.

Les poissons d'eau de mer et d'eau douce sont également des réservoirs potentiels de parasites. La consommation de certains poissons de mer crus en carpaccio, marinades légères et sushis contaminés par les anisakidés (les 2 principaux genres : *Anisakis* et

Pseudoterranova) ou de poissons d'eau douce des lacs d'Europe contaminés par *Diphyllobothrium latum* (ténia du poisson) a provoqué plusieurs centaines de cas d'infestation parasitaire depuis 1980 en Europe (Dupouy-Camet and Peduzzi 2004). Les espèces les plus impliquées dans les cas de parasitoses par des anisakidés sont le maquereau (*Scomber japonicus*) et le hareng (*Clupea harengus*).

L'histamine est une molécule impliquée dans les mécanismes inflammatoires et allergiques, normalement synthétisée par le corps humain mais qui peut aussi être apportée par la voie alimentaire, notamment par certains poissons (scombridés comme le thon, le maquereau, la bonite) qui contiennent naturellement des taux élevés d'histidine précurseur de l'histamine. Dans ce cas, la formation d'histamine est d'origine essentiellement microbienne et résulte d'un mauvais respect des conditions d'hygiène (éviscération tardive) et d'une chaîne du froid insuffisante. L'histidine est métabolisée par la flore intestinale qui la transforme en histamine. Les intoxications histaminiques sont en tête des épidémies liées aux produits de la pêche en France⁷. Une étude systématique conduite en Israël de 2005 à 2007 a recensé 21 évènements ayant touché 46 patients. Dans 84% des cas, le poisson en cause était le thon. Une fois formée, l'histamine n'est pas détruite par la chaleur. Sa teneur est réglementée dans les produits de la pêche.

Les coquillages

De par leur capacité à filtrer et à concentrer les pathogènes présents dans l'eau, les fruits de mer sont régulièrement impliqués dans des épidémies à virus entériques, ce qui n'exclut pas d'autres pathogènes présents dans d'autres catégories d'aliments tels que *Salmonella* ou *Campylobacter*.

Plusieurs épidémies d'infections à norovirus ont été rapportées, avec pour origine des huîtres crues produites en France et contaminées par des norovirus (Le Guyader *et al.* 2006; Le Guyader *et al.* 2008), ou celles ayant touché le Danemark, l'Italie, la Norvège, l'Allemagne et les Pays-bas en 2006 (Alertes RASFF 2006).

Plusieurs épidémies d'hépatite A liées à la consommation d'huîtres crues ont été rapportées en France (Delarocque-Astagneau *et al.* 1998; Guillois-Bécel *et al.* 2009b).

En juin 2001, une épidémie d'infections à *Vibrio parahaemolyticus* liée à la consommation de moules d'Irlande (dont certaines ont pu être consommées peu cuites) a été recensée à Paris (Delmas *et al.* 2006).

En revanche, aucune épidémie humaine due à des parasites n'a été rapportée avec la consommation de coquillages, bien que certains parasites puissent être retrouvés dans les coquillages en conditions naturelles (Afssa 2008a).

Les produits carnés et d'origine animale (lait, crème, œufs)

L'environnement et le manipulateur (par un portage asymptotique ou pas), sont souvent à l'origine de la contamination indirecte des produits d'origine animale. Cependant, l'animal vivant peut être naturellement porteur de nombreux micro-organismes sur sa peau, dans ses intestins, voire dans certaines circonstances dans ses tissus et produits (œufs, viande, lait).

On peut ainsi noter la place particulière des bactéries telles que *Salmonella* (tous sérotypes), *E. coli* producteur de shigatoxine (STEC), *Campylobacter*, *C. perfringens* ou *S. aureus* par exemple, mais aussi de parasites (*Toxoplasma*, *Trichinella* par exemple) ou de virus (virus de l'hépatite E par exemple).

Produits carnés

Les bactéries sont susceptibles de se retrouver à différentes étapes de transformation :

- Les salmonelles ont été impliquées dans la contamination d'une grande variété de produits carnés, d'ovo-produits ou produits laitiers, plus rarement dans les

⁷http://www.invs.sante.fr/surveillance/tiac/donnees_2008/tiac_donnees_2008.pdf, accédé le 14/10/2009

http://www.invs.sante.fr/beh/2006/51_52/beh_51_52_2006.pdf, accédé le 14/10/2009

produits végétaux (*cf* plus haut). Des épidémies de salmonellose à *Salmonella* Typhimurium ont été liées à la consommation de viande hachée consommée peu cuite, et exceptionnellement à celle de saucisson et de saucisse sèche, dont la consommation a causé, entre avril et juillet 2002, une épidémie de salmonellose dans le Cantal (Delmas *et al.* 2006).

- Les cas d'infections par des souches de STEC chez le jeune enfant (caractérisées par un syndrome hémolytique et urémique : SHU) rapportés en France sont le plus souvent liés à la consommation de viande hachée de bœuf crue ou peu cuite (Espíe *et al.* 2008b).

La consommation de viande contaminée par des parasites zoonotiques est le mode le plus fréquent de transmission de parasites via l'alimentation carnée. Les viandes (muscles) peuvent contenir des kystes ou des larves de parasites. La contamination de l'hôte se fait par ingestion. Le cycle parasitaire peut ensuite se poursuivre chez l'homme avec une expression clinique variable (notamment selon la dose ingérée ou la virulence du parasite).

- *Trichinella spp.*, responsable de trichinellose pouvant parfois conduire au décès des patients, peut être isolé à partir de viandes de porc (de manière très exceptionnelle en France actuellement) ou de viande de sanglier d'élevage ou sauvage (De Bruyne *et al.* 2006b), de viande de cheval (Ancelle *et al.* 1988; Boireau *et al.* 2000) ou d'ours (Ancelle *et al.* 2005; Houzé *et al.* 2009). La ré-émergence de ce parasite en Europe (Cuperlovic *et al.* 2005) demeure un sujet de préoccupation (Pozio and Darwin Murrell 2006; Webster *et al.* 2006).
- *Toxoplasma gondii*, responsable de la toxoplasmose, peut être isolé à partir de viandes de mouton, d'agneau, de cheval ou de porc et de manière plus exceptionnelle de viande de bovins (Afssa 2006; Cook *et al.* 2000).
- *Taenia saginata et Taenia solium*, responsables de pathologie digestive bénigne, peuvent être isolés respectivement de viande de bovin et de porc ; dans ce dernier cas, la gravité réside dans la possibilité de conduire à la neurocysticercose.

Il est actuellement démontré que le virus de l'hépatite E est zoonotique et que de nombreuses espèces animales peuvent constituer un réservoir pour ce virus (porcs, poulets, vaches, cerfs, notamment). Plusieurs cas de transmission de ce virus ont été recensés (Pavio *et al.* 2006) après consommation d'aliments peu ou mal cuits (viande de cerf en sushi, barbecue de sanglier ou foie de porc grillé ou cru). Plus récemment, des cas d'hépatite E ont été rapportés, liés à la consommation de figatelles (saucisses à base de foie de porc cru) (Afssa 2009).

Oeufs, produits laitiers, aliments composés

Si l'œuf est habituellement stérile à l'intérieur de sa coquille, il peut se contaminer au cours de sa formation chez une poule porteuse de *Salmonella* Enteritidis (contamination interne) ou il peut se contaminer facilement après la ponte par tous les sérotypes de salmonelles lors de la casse des œufs par le biais des souillures présentes à la surface de la coquille. Une étude regroupant les données de plusieurs états membres européens rapporte une prévalence moyenne de salmonelles dans ou sur les œufs de 0,8% en 2007. Une analyse quantitative de risque américaine publiée en 1998 estime que la prévalence de contamination interne des œufs de table est de 0,00489 %, confirmant l'observation maintes fois rapportée que la coquille de l'œuf est plus souvent contaminée que l'intérieur. Il est rappelé aussi dans l'avis de l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) de 2009⁸ que le risque de pénétration de salmonelles dans l'œuf est augmenté lorsque celui-ci est recouvert d'eau de condensation.

- o L'analyse des épidémies causées par des salmonelles montre qu'en 2006 les œufs étaient la première cause (44,1%) des foyers de salmonelloses déclarés

⁸ avis de l'AESA du 22 janvier 2009

en France⁹, *Salmonella* Enteritidis, est le sérotype prédominant dans 30% des cas.

- D'importantes mesures ont été instaurées à l'échelle européenne pour lutter contre *Salmonella* Enteritidis et Typhimurium dans la filière des œufs de ponte. Ces mesures ont été récemment étendues aux cinq principaux sérotypes rencontrés en santé publique. Néanmoins, il doit être précisé que ces mesures de surveillance et de contrôle des salmonelles en élevage ne s'appliquent pas aux poules que possèdent des particuliers pour leur consommation personnelle.

Le lait cru et les produits laitiers au lait cru peuvent être contaminés soit au moment de la traite par contamination fécale ou par les aliments du bétail, soit au cours de la fabrication. La contamination au cours de la fabrication est celle qui est la plus fréquente dans les ateliers de fabrication de produits réfrigérés.

Le lait cru peut être contaminé par *Staphylococcus aureus* lorsque la vache est atteinte d'une mammité à *S. aureus* ou lors de manipulations au cours de la traite et appelle aussi une vigilance particulière. Les produits laitiers sont plus rarement impliqués (moins de 0,01% des cas épidémiques en 2006) dans les épisodes de contamination par des salmonelles. Des infections à STEC ont été signalées suite à la consommation de lait cru en vente directe au moyen de distributeurs de lait cru (Denny *et al.* 2008).

Une épidémie d'infections à STEC à sérotype O26 liée à la consommation de camembert au lait cru est survenue en France en 2005. L'enquête a mis en évidence plusieurs sources potentielles de contamination telles que l'eau d'abreuvoir souillée par des fientes d'étréneaux, l'alimentation en eau par des forages privés non conformes. En outre, certaines pratiques « à risque » d'élevage de veaux ont également été évoquées (InVS 2007). En 2004, 3 cas de SHU liés à *E. coli* O157 H7 ont été attribués à la consommation de fromage de chèvre (Espié *et al.* 2006).

Le danger *L. monocytogenes* concerne plus particulièrement les fromages à pâte molle, croûte fleurie ou croûte lavée qui permettent aux souches de *Listeria* de se développer au cours de l'affinage. Depuis les crises graves de 1983 à 1987 associées à la présence de *Listeria* dans certains fromages, il n'a pas été rapporté d'épidémie majeure en France liée à la consommation de fromage ou de produits laitiers (Lambert 2001). Cependant la vigilance doit être maintenue car des épidémies liées à des spécialités fromagères ont été rapportées à l'étranger et l'implication de produits laitiers dans des cas sporadiques ne peut pas être exclue.

Les principaux dangers microbiologiques cités font l'objet de fiches thématiques de synthèse, accessibles sur le site de l'Agence (www.Afssa.fr, rubrique professionnels/agroalimentaire/fiches de dangers microbiologiques), ou de rapports détaillés (Afssa 2000; 2003; 2004; 2005; 2006).

Quelques éléments bibliographiques, non exhaustifs, sur les dangers, les principales sources de contamination, les principaux aliments crus potentiellement contaminés, ainsi que des méthodes de diagnostic permettant d'identifier ces pathogènes dans les aliments, sont présentés dans le tableau I. Néanmoins, les données disponibles sur leur prévalence dans les différents aliments restent éparpillées et peu accessibles. Quelques épidémies ou épisodes de toxi-infections alimentaires collectives sont cités dans le tableau I, afin d'illustrer les risques liés à la consommation d'aliments crus.

La part des aliments crus (par opposition aux aliments consommés cuits) dans les maladies infectieuses transmises par les aliments en France est peu documentée (à quelques exceptions, comme pour les fromages au lait cru), ce qui ne permet pas d'évaluer réellement le risque lié à la consommation d'aliments crus ni son évolution probable liée au développement de telles pratiques alimentaires. De la même façon, la part respective des produits importés ou nationaux

⁹ Données relatives aux toxi-infections alimentaires collectives déclarées en France en 2006-2007, <http://www.invs.sante.fr/surveillance/tiac/default.htm>

dans les maladies infectieuses transmises par les aliments en France n'est pas connue avec précision.

Tableau I : Principaux dangers microbiologiques pouvant être présents dans les aliments crus

	Principales sources de contamination	Principaux aliments crus potentiellement contaminés	Normes NF/EN/ISO de détection/dénombrement	Cas humains liés à la consommation d'aliments crus
Bactéries				
<i>Salmonella spp.</i>	Animaux sauvages et domestiques, hommes, insectes, Fumiers, lisiers, épandage	Viande crue, lait cru, fromages au lait cru, œufs en coquille, légumes, graines germées, épices	NF EN ISO 6579 (recherche)	(Delmas <i>et al.</i> 2006; Dominguez <i>et al.</i> 2008; LeJeune and Rajala-Schultz 2009; Mohle-boetani <i>et al.</i> 2009)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Terre, végétaux, homme, égouts, eau, animaux	Lait cru, fromages à pâte molle, légumes, graines germées, viande crue, poissons fumés	NF EN ISO 11290-1/A1 (détection) NF EN ISO 11290-2/A1 (dénombrement)	(Bille <i>et al.</i> 2006; Hong <i>et al.</i> 2007; Lyytikäinen <i>et al.</i> 2006)
<i>Yersinia enterocolitica</i> et <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Eau, rongeurs, animaux domestiques (porc)	Lait cru, crèmes glacées, viande de porc crue, légumes	NF EN ISO 10273 (détection)	(Bucher <i>et al.</i> 2008; Tacket <i>et al.</i> 1985) (Jalava <i>et al.</i> 2006; Nuorti <i>et al.</i> 2004)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Environnement marin côtier, intestin des animaux marins	Fruits de mer	ISO/TS 21872-1 : 2007 (détection)	(Daniels <i>et al.</i> 2000; Sala Farré <i>et al.</i> 2009)
<i>Clostridium botulinum</i>	Sol, sédiments, végétaux	Viande, légumes, poisson, miel	non	(Sheth <i>et al.</i> 2008; St. Louis <i>et al.</i> 1988)
<i>Clostridium perfringens</i>	Sol, sédiments, poussières, fèces	Viande, produits laitiers	NF EN ISO 7937 :2004 (dénombrement)	(Jourdan-Da Silva and Vaillant 2008)
<i>Bacillus cereus</i>	Sol, végétation, lait cru	Riz, épices, viande, lait, végétaux, noix	NF EN ISO 7932 :2004 (dénombrement)	(Portnoy <i>et al.</i> 1976)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Peau, glandes épidermiques, et muqueuses	Lait, fromages, pâtes	ISO 6888-1 :1999 ISO 6888-2 :1999 (dénombrement) ISO 6888-3 :2003 (détection et NPP)	(Colombari <i>et al.</i> 2007)
<i>Escherichia coli</i> O157	Eau, animaux domestiques, sol	Viande, produits laitiers, légumes, fruits	NF EN ISO 16654 (détection)	(Ackers <i>et al.</i> 1998; Espié <i>et al.</i> 2008b) (Denny <i>et al.</i> 2008)
Autres <i>E. coli</i> pathogènes	Eau, animaux domestiques, sol	Viande, produits laitiers, légumes, fruits	En préparation	(De Schrijver <i>et al.</i> 2008; Espié <i>et al.</i> 2008a)
<i>Campylobacter jejuni</i>	animaux domestiques	Viande, lait	NF EN ISO 10272-1 (détection) NF EN ISO 10272-2 (dénombrement)	(LeJeune and Rajala-Schultz 2009)
<i>Brucella melitensis</i>	lait cru	Produits laitiers	non	(Ramos <i>et al.</i> 2008)
<i>Vibrio cholerae</i> et <i>parahaemolyticus</i>	Pollution fécale humaine, eau, copépodes	Poissons, fruits de mer, jus de fruits, végétaux	ISO/TS 21872-2:2007 (détection)	(Sala <i>et al.</i> 2009; Tobin-D'Angelo <i>et al.</i> 2008)
<i>Shigella</i> spp	Pollution fécale humaine	Végétaux, salades	NF EN ISO 21567 (détection)	(Frost <i>et al.</i> 1995; Lewis <i>et al.</i> 2009)

Tableau I (suite) : Principaux dangers microbiologiques pouvant être présents dans les aliments crus

	Principales sources de contamination	Principaux aliments crus potentiellement contaminés	Normes NF/EN/ISO de détection/dénombrement	Cas humains liés à la consommation d'aliments crus
Virus				
norovirus	Pollution fécale humaine	Eau, végétaux, coquillages	En préparation	(Le Guyader <i>et al.</i> 2006; Sala <i>et al.</i> 2009; Simmons <i>et al.</i> 2007)
hépatite A	Pollution fécale humaine	Eau, végétaux, coquillages	En préparation	(Dentinger <i>et al.</i> 2001; Guillois-Bécel <i>et al.</i> 2009a; Guillois-Bécel <i>et al.</i> 2009b; Robesyn <i>et al.</i> 2009)
hépatite E	Animal et Pollution fécale humaine	Viande, eau	non	(Afssa 2009; Reuter <i>et al.</i> 2009; Tei <i>et al.</i> 2003)
Parasites				
<i>Cryptosporidium parvum et spp.</i>	Eau, égouts, intestin grêle de l'homme et animaux	Eau, lait cru, jus de pommes, oignons crus, végétaux coquillages	NF T 90-455 (détection dans l'eau)	(Mac Kenzie <i>et al.</i> 1994; Millard <i>et al.</i> 1994)
<i>Giardia intestinalis</i>	Eau, effluents, intestin grêle de l'homme et du porc autres animaux	Eau (la +importante source en fréquence), végétaux, coquillages	NF T 90-455 (détection dans l'eau)	(Butt <i>et al.</i> 2004; Osterholm <i>et al.</i> 1981; Rose and Slifko 1999)
<i>Anisakis</i>	eau de mer (stades libres), petits crustacés (larves), Mammifères marins	Chair poisson	Non	(Chai <i>et al.</i> 2005; Couture <i>et al.</i> 2003; Santaolalla <i>et al.</i> 1997; Shin <i>et al.</i> 2008; Takabe <i>et al.</i> 1998)
<i>Diphyllobothrium latum</i>	eau douce (stades libres), petits crustacés (larves)	Chair poisson ou œufs de poissons (poissons d'eau douce et salmondés)	Non	(Dupouy-Camet and Peduzzi 2004; Lee <i>et al.</i> 2001)
<i>Entamoeba histolytica</i>	Eau, intestin de l'homme	Eau, salades, fruits	Non	(Rai <i>et al.</i> 2008)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	intestin de l'homme, égouts	Eau, salades, fruits	Non	(Gupta <i>et al.</i> 2009; Kettani and Azzouzi 2006; Uneke 2007)
<i>Trichuris trichiura</i>	intestin de l'homme, égouts	Eau, salades, fruits	Non	(Uneke 2007)
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Intestin de renard	Baies, végétaux souillés	Non	(Giraudoux <i>et al.</i> 2008)
<i>Toxoplasma gondii</i>	Animaux sauvages ou de boucherie (kystes), Eau, sol et végétaux (oocystes)	Viande crue (surtout ovine, porcine, équine) Eau, végétaux	Non	(Baril <i>et al.</i> 1999; Bobic <i>et al.</i> 2007; Bowie <i>et al.</i> 1997; Cook <i>et al.</i> 2000; Kapperud <i>et al.</i> 1996)
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Eau, intestin de l'homme	Eau, végétaux (baies)	Non	(Shields and Olson 2003) (Doller <i>et al.</i> 2002)

Tableau I (suite) : Principaux dangers microbiologiques pouvant être présents dans les aliments crus

	Principales sources de contamination	Principaux aliments crus potentiellement contaminés	Normes NF/EN/ISO de détection/dénombrement	Cas humains liés à la consommation d'aliments crus
Parasites				
<i>Trichinella spp.</i>	Animaux sauvages ou de boucherie (sauf ruminants)	Viande crue	Règlement CE 2075/2005 fixant les règles spécifiques applicables aux contrôles officiels concernant la présence de <i>Trichinella</i> dans les viandes, directive 92/45/CEE	(Ancelle <i>et al.</i> 2005; Ancelle <i>et al.</i> 1988; De Bruyne <i>et al.</i> 2006a; Gamble 1997)
<i>Taenia saginata</i> <i>Taenia solium</i>	Bovins, Porcs, sanglier	Viande bovine Viande de porc, sanglier	Inspection en abattoir : Règlement 854 (annexe I) et Arrêté du 18 décembre 2009 relatif aux règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant (annexe V)	(Dorny and Praet 2007; Gamble 1997)
<i>Fasciola hepatica</i>	voies biliaires des bovins, ovins, équins (Homme accidentellement)	Salades, cresson sauvage	Inspection en abattoir : Règlement 854 (annexe I) et Arrêté du 18 décembre 2009 relatif aux règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant (annexe V)	(Mailles <i>et al.</i> 2006)

Après avoir listé les principaux dangers microbiologiques pouvant être présents dans les aliments crus, il convient de préciser les outils de diagnostic utilisables par les professionnels pour pouvoir identifier ces dangers dans leurs matières premières ou leurs produits finis, ainsi que les moyens de maîtrise de ces dangers.

4.3. Méthodes de diagnostic

Conformément à l'avis de l'Afssa de septembre 2008, les méthodes analytiques devraient être choisies parmi des méthodes normalisées, des méthodes commerciales répondant aux normes NF EN ISO 16140 ou des méthodes internes ayant fait l'objet d'une validation appropriée. Les microorganismes recherchés seront choisis en fonction des dangers potentiels présents dans l'aliment, des critères de sécurité pour le consommateur et de critères d'hygiène des procédés en cas de préparation de l'aliment (Afssa 2008b). L'examen microscopique et l'examen visuel sont classiquement utilisés. Les méthodes de diagnostic fondées sur la biologie moléculaire ou les réactions immunologiques présentent l'avantage d'être rapides mais leurs résultats sont parfois difficiles à interpréter (par exemple, dans le cas d'un résultat positif non confirmé par la culture, qui peut être généré par un germe qui a perdu son infectiosité).

Néanmoins, selon l'aliment et le micro-organisme (ou parasite macroscopique) considérés, la difficulté de détection demeure très variable et la représentativité de l'échantillon souvent partielle.

4.3.1. Détection des bactéries

Les bactéries pathogènes sont souvent présentes en faible quantité, inhibées par la flore totale naturellement présente dans l'aliment et par les conditions de conservation (température, conservateurs, etc.). Leur isolement en culture nécessite en général 3 phases :

- La revivification ou pré-enrichissement sur des milieux sélectifs liquides pouvant contenir des agents comme le pyruvate, le jaune d'œuf ou des agents actifs sur les radicaux libres.
- L'enrichissement qui vise à augmenter la proportion des bactéries pathogènes et à inhiber la flore totale, en utilisant des agents sélectifs chimiques ou physiques, comme la température ou l'atmosphère d'incubation.
- L'isolement par la mise en culture des pathogènes recherchés sur des milieux sélectifs et chromogènes apportant des éléments d'identification.

L'identification repose sur les méthodes traditionnelles utilisant les caractères morphologiques et biochimiques. Elle peut être complétée par une identification immunologique déterminant le sérotype somatique O, flagellaire H ou capsulaire K, notamment pour les salmonelles ou *E. coli*.

La biologie moléculaire peut intervenir à chacune de ces phases, directement à partir de l'aliment, pour détecter la bactérie pathogène, après culture pour compléter l'identification (par exemple : détection et caractérisation des gènes codant pour les shigatoxines des souches d'*E. coli* entéro-hémorragiques).

Le diagnostic bactériologique repose sur l'analyse quantitative (dénombrement des colonies) sauf pour certains pathogènes ou certains produits obtenus par fermentation biologique (saucisson sec, lait fermenté par exemple).

Il existe, pour la plupart des bactéries pathogènes, des normes AFNOR précisant une méthode de référence permettant leur identification et leur dénombrement après culture (tableau I).

En outre, de nouveaux tests proposent la détection des bactéries pathogènes comme *Listeria* ou salmonelle par PCR. Il existe également des méthodes alternatives reposant sur d'autres principes, comme l'immunologie couplée à la cytométrie de flux ou la détection des produits du métabolisme bactérien. Ces méthodes peuvent avoir des applications ciblées sur un type d'aliment particulier (lait et impédancemétrie par exemple).

4.3.2. Détection des parasites

La détection des parasites est rendue difficile par leur absence de multiplication, ce qui nécessite l'utilisation préalable de techniques de concentration. Les méthodes de diagnostic applicables aux parasites sont souvent absentes ou développées de façon non standardisée, en particulier dans les matrices alimentaires.

En dehors de la détection des larves de trichine dans les viandes (analyses morphologiques après digestion artificielle), les rares méthodes disponibles sont celles utilisant des procédés d'immuno-fluorescence (lorsque des anticorps sont disponibles) ou des méthodes directes d'observation microscopique. Des méthodes de biologie moléculaire se développent progressivement, mais il demeure des problèmes d'extraction dans les matrices alimentaires et la présence fréquente d'inhibiteurs dans les échantillons analysés. Il n'existe pas de normalisation des méthodes de détection en dehors de celle développée pour la détection de certains parasites (*Cryptosporidium* et *Giardia*) dans l'eau (norme NF T 90-455). La détection des parasites dans les aliments reste du domaine de la recherche et du développement et n'est actuellement pas proposée en routine, hormis celle de *Trichinella* dans les contrôles sanitaires.

4.3.3. Détection des virus

La méthode de référence pour la détection des virus est la culture cellulaire. Malheureusement cette approche n'est possible que pour les *Enterovirus* et certaines souches virales particulières. Les méthodes d'amplification géniques (PCR) sont donc les seules approches envisageables pour la détection de l'ensemble des virus entériques pathogènes. Un signal de PCR négatif permet, si les contrôles de qualité sont respectés, de témoigner de l'absence du virus recherché. Cependant, il n'y a actuellement pas de standardisation sur ces méthodes. Sur cet aspect, un travail est en cours au niveau européen pour proposer une méthode standardisée pour la détection des *Norovirus* et du virus de l'hépatite A dans certaines matrices alimentaires et dans l'eau embouteillée. Par ailleurs, certains kits commencent à être mis sur le marché. La détection de génome viral (un signal PCR positif) ne permet pas de témoigner du caractère infectieux du virus isolé.

4.4. Moyens de maîtrise chez le producteur et en milieu industriel

La maîtrise de la qualité et de la sécurité des aliments repose essentiellement sur la mise en place des bonnes pratiques d'hygiène et l'application des principes HACCP et de la certification des systèmes d'assurance qualité de l'entreprise. La mise en œuvre du plan de maîtrise sanitaire implique, en outre, la mise en place d'une traçabilité des aliments. L'assurance de la qualité de la production peut également être confortée par le recours à des analyses du produit commercialisé.

La maîtrise des contaminations des matières premières consommées crues doit être intégrée au cahier des charges soumis au fournisseur dans le cadre du référencement et du suivi des fournisseurs. Suivant l'origine de la matière première et la nature des contaminations possibles, le cahier des charges peut être plus ou moins précis. Il peut préciser les conditions d'obtention de certains produits (pas de fertilisation organique pour la culture des fraises par exemple), mais aussi intégrer la réalisation d'analyses plus spécifiques sur certains ou la totalité des lots. La réalisation d'audits des fournisseurs sur le lieu de production des matières premières peut s'avérer un outil précieux d'évaluation de la qualité.

4.4.1. Maîtrise des pratiques de culture et des manipulations

Les contaminations par l'irrigation et par l'environnement peuvent souvent être maîtrisées par le respect de règles de bonnes pratiques culturales et de traitement des effluents (épandage maîtrisé) de nature à limiter la diffusion d'agents infectieux. Une vigilance particulière doit également être apportée à la formation du personnel, souvent saisonnier, impliqué dans les manipulations des matières premières crues pour éviter les contaminations manu-portées.

4.4.2. Maîtrise des pratiques d'élevage, d'abattage et de transformation

Les contaminations par les déjections peuvent être maîtrisées jusqu'à un niveau acceptable par une bonne gestion des pratiques d'élevage (alimentation, entretien des animaux, soins vétérinaires), d'hygiène de traite, de transport des animaux (le stress favorisant l'émission fécale) et d'abattage (minimisation du transfert direct ou indirect de bactéries de l'animal vivant à la carcasse qui en est issue). En outre, certaines filières ont mis en place des mesures de nature à conduire progressivement à l'éradication de certaines bactéries (*Salmonella* Typhimurium et Enteritidis en filière volaille).

Les cressonnières font par exemple l'objet d'un contrôle obligatoire pour prévenir le risque de distomatose (douve du foie), montrant l'utilisation d'eaux indemnes d'infestation parasitologique, l'existence d'une protection suffisante des cultures limitrophes contre les incursions d'animaux sauvages ou domestiques et d'un périmètre de protection des cultures et des points d'eau qui les alimentent, contre les eaux de ruissellement provenant de pâturages, parcs à bestiaux, étables, mares, fosses à purin, ou toutes installations pouvant être contaminantes.

Certaines parasitoses, comme la trichinellose et la cysticercose font l'objet d'une inspection à l'abattoir dans le but d'écarter de la consommation les carcasses contaminées. Cependant d'autres parasites, comme par exemple *Toxoplasma gondii* dans des carcasses ovines, ne font pas l'objet de tels contrôles ni de mesures de lutte en élevage. Dans ce cas, seuls les moyens

de maîtrise individuelle par le consommateur, comme une cuisson suffisante, sont efficaces pour réduire le risque de contamination humaine.

4.4.3. Impact des technologies sur le risque microbiologique

Il existe des technologies microbicides dont l'efficacité est variable en fonction du danger considéré, de l'espèce et des caractéristiques technologiques (durée, température, concentration par exemple) (Hoover 1997). S'agissant d'un document sur les aliments consommés crus, les technologies utilisant la chaleur (cuisson, stérilisation, pasteurisation) ne sont pas abordées. Des exemples sont cités ci-après pour illustration ; des informations plus complètes sont disponibles dans les documents suivants (rapports et avis de l'Afssa, fiches thématiques sur les dangers microbiologiques de l'Afssa, publications scientifiques).

On peut distinguer les technologies conventionnelles (congélation, désinfection, acidification par exemple), d'utilisation courante, et les technologies innovantes, encore peu développées ou avec un nombre très limité d'applications (hautes pressions, lumières pulsées).

Congélation : La congélation ne permet pas de détruire les bactéries et les virus ; par contre elle est efficace sur certains parasites : Elle permet la destruction des larves d'*Anisakis* lors d'un maintien à -20°C durant 24 heures¹⁰, ou pendant 7 jours dans un congélateur domestique (fiche « danger » *Anisakis*, Afssa), l'inactivation de 80% des oocystes de *Cryptosporidium spp* lors d'un maintien à -20°C pendant 5 jours (fiche « danger » *Cryptosporidium spp* Afssa) ou la destruction des kystes de *Toxoplasma gondii* par une congélation à -12°C pendant au minimum 3 jours ; alors que les oocystes résistent à une congélation à -20°C (fiche « danger » *Toxoplasma gondii* Afssa). La congélation est efficace pour inactiver la plupart des espèces de trichine (fiche « danger » Trichine Afssa). Ainsi *Trichinella spiralis* est détruite en 1/2 heure à -37°C, en 22 heures à -32°C, en 48 heures à -26°C et en 82 heures à -21°C.

Désinfection : Plusieurs molécules (hypochlorite de sodium, ozone, acide peracétique par exemple) sont susceptibles d'être utilisées comme auxiliaire technologique pour la désinfection des végétaux (Fukuyama *et al.* 2009) et paraissent efficaces. Ces usages d'auxiliaires technologiques sont soumis à autorisation et certains d'entre eux ont fait l'objet d'avis de l'Afssa¹². Ainsi, pour l'hypochlorite de sodium (eau de javel), le chlore, à une concentration de 50 mg/l (pH = 6.5), permet d'obtenir 2,4 réductions décimales d'*E. coli* 0157:H7 durant une immersion de 60 ou 90 secondes (Stopforth *et al.* 2008) ; le chlore est efficace sur Norovirus lors du lavage désinfection des salades (80 mg/l) si les virus sont en suspension dans l'eau. Par contre, l'efficacité est réduite quand les virus sont adsorbés sur la matrice (rapport « virus » Afssa), de même *Cryptosporidium spp* résiste à la majorité des désinfectants dont l'hypochlorite de sodium à 3% (fiche « danger » *Cryptosporidium spp* Afssa).

Acidification : De façon générale, l'acidification des aliments ne permet pas une réduction significative de la contamination initiale. Elle a au mieux un rôle bactériostatique en stoppant la multiplication des bactéries.

Des technologies conventionnelles connues, telles que le salage¹³, l'ajout de ferments, la diminution de l'*aw*, présentent également une efficacité bactériostatique éprouvée sur certains agents pathogènes.

Les technologies alternatives ou innovantes athermiques décrites ci-après pourraient en théorie être appliquées aux denrées alimentaires, en raison de leur efficacité sur certains micro-organismes. Néanmoins ces technologies sont sujettes à une démarche d'autorisation

¹⁰ Barème réglementaire rappelé dans l'Avis de l'Afssa 2007-SA-0379 relatif à une demande d'évaluation du risque concernant la présence d'anisakidés dans les produits de la pêche et l'extension de la dérogation à l'obligation de congélation assainissante pour les produits de la pêche dont l'alimentation est maîtrisée ainsi que pour certaines espèces de poissons sauvages.

¹¹ L'Efsa propose, dans un avis récent, des barèmes alternatifs de -35°C pendant au moins 15 heures, ou de -15°C pendant au moins 96 heures « à cœur ». EFSA journal 2010 ;8(4) :1543.

¹² Avis 1999-SA-0050, avis 2000-SA-0001, avis 2005-SA-0394, avis 2003-SA-0051, avis 2004-SA-0101.

¹³ Rapport Sel : Evaluations et recommandations, Afssa 2002.

réglementée et leurs applications effectives demeurent limitées à quelques catégories de denrées.

Hautes pressions : Lors de l'application des hautes pressions, l'aliment est soumis à de très fortes pressions (plusieurs centaines de MPa durant quelques minutes). Ce traitement agit sur toute l'épaisseur du produit. Cette technologie entre dans le cadre du Règlement CE 258/97 (règlement « Novel Food ») et est à ce jour de plus en plus utilisée¹⁴.

Quelques exemples d'efficacité de cette technologie sur différents agents pathogènes figurent ci-dessous :

L'application de 375 MPa pendant 15 minutes à 20 °C permet l'obtention de 5 réductions décimales de la population bactérienne de *L. monocytogenes* mais la résistance dépend des souches et du milieu (fiche « danger » *L. monocytogenes* Afssa) ;

L'application de 400 MPa pendant 1 minute sur des huîtres permet plus de 3 réductions décimales du virus de l'hépatite A (VHA) (rapport « virus »¹⁵ de l'Afssa) ;

Une pression de 200 MPa pendant 10 minutes à une température comprise entre 0 et 15 °C tue les larves d'*Anisakis* (fiche « danger » *Anisakis* Afssa).

Lumière pulsée : Lors de l'application de la technologie lumière pulsée l'aliment est soumis à plusieurs flashes de lumière blanche durant un temps très court (inférieur à 1 seconde) ; l'énergie totale appliquée est généralement inférieure à 10 J/cm². Ce traitement est un traitement de surface, d'autant plus efficace que la surface est lisse et claire. Cette technologie entre dans le cadre du règlement CE 258/97 et est à ce jour peu utilisée en Europe. En France, une demande d'application sur la surface de produit de panification a récemment reçu un avis favorable¹⁶.

Quelques exemples d'efficacité (Elmanasser *et al.* 2007) figurent ci-dessous :

- Sur des filets de saumon, 0,72 à 0,8 réductions décimales de *L. monocytogenes* sont obtenues après 135 flashes (5,6 J/cm²),
- Dans l'eau, plus de 4 réductions décimales sont obtenues sur des Poliovirus et Rotavirus après 2 flashes (0,5 J/cm²),
- dans l'eau, plus de 4 réductions décimales sont obtenues sur *Cryptosporidium parvum* après 2 flashes (0,5 J/cm²).

Radiations ionisantes : Lors de l'application des radiations ionisantes, l'aliment est soumis à un rayonnement (rayons gamma, rayons X ou faisceau d'électrons) et absorbe une dose globale moyenne inférieure ou égale à 10 kGy. Sur le plan réglementaire, ce traitement est régi par une directive européenne (1999/3) et un arrêté français (20/10/2002) qui liste les produits autorisés et les doses associées. Les aliments traités (dont les ingrédients) sont soumis à un étiquetage obligatoire. Quelques exemples d'efficacité figurent ci-dessous :

- une dose de 2 kGy est suffisante pour assainir l'aliment vis-à-vis de *L. monocytogenes* (nombre moyen de réductions décimales : 0,56 kGy) (fiche « danger » *L. monocytogenes* Afssa),
- des travaux menés sur la fraise montrent une réduction décimale de virus de l'hépatite A pour 3,02 kGy (rapport « virus » de l'Afssa),
- une dose de 0,5 kGy est considérée comme efficace sur les différentes formes parasitaires de *Toxoplasma gondii* (rapport « *Toxoplasma gondii* »¹⁷ de Afssa).

D'autres exemples figurent dans la revue des données récentes relative à l'ionisation des denrées destinées à l'alimentation humaine conduite par l'Afssa en 2007.

Champs électriques pulsés : Lors de l'application des champs électriques pulsés, l'aliment est soumis à des impulsions électriques pendant quelques secondes. Cette technologie rentre dans le cadre du règlement CE 258/97 et n'est à ce jour pas utilisée en Europe.

¹⁴ Avis de l'Afssa 2007-SA-0164 relatif à l'autorisation de mise sur le marché de magrets de canard séchés, ou séchés et fumés, stabilisés par hautes pression hydrostatiques comme nouvel aliment dans le cadre du règlement (CE) n°258/97 et avis de l'Afssa 2009-SA-0204 relatif à l'évaluation de l'impact d'un traitement de pascalisation (hautes pressions) sur des plats cuisinés.

¹⁵ rapport « Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles à l'homme par voie orale »

¹⁶ Avis du 28 janvier 2009 relatif à l'utilisation de la lumière pulsée comme procédé de décontamination microbiologique de surface des produits de panification, à la suite de l'avis Afssa du 2 juin 2008

¹⁷ rapport « Toxoplasmose : état des connaissances et évaluation du risque lié à l'alimentation »

5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Une partie de notre alimentation est constituée d'aliments consommés crus ; Elle tend à augmenter, en raison d'une offre industrielle diversifiée et à l'importation, en toutes saisons, de matières premières de provenance mondiale.

Suivant leur nature et leur mode de production, les aliments crus peuvent être porteurs de germes, dont certains peuvent être pathogènes pour l'homme. Ces germes sont généralement sensibles à la cuisson. En l'absence de cuisson, le risque lié à la consommation d'aliments crus doit être anticipé par la maîtrise de la qualité microbiologique des matières premières. Suivant la nature de la matière première et son mode de production, l'origine et la nature des contaminations éventuelles peuvent varier. En raison d'un portage humain ou animal plus élevé et/ou de conditions plus favorables à la transmission ou à la survie de l'agent pathogène dans l'environnement, le risque de contamination des denrées végétales et animales est plus élevé dans certains pays que dans d'autres.

Acheter, préparer et distribuer des produits alimentaires ayant pour vocation d'être consommés crus nécessite d'avoir la connaissance des dangers potentiellement présents (Abadias *et al.* 2008), de leurs sources et les moyens de les prévenir (Wright *et al.* 2009) ou de les maîtriser (De Roever 1998) afin d'offrir aux consommateurs un niveau de sécurité suffisant et une information pertinente.

Il est ainsi nécessaire pour les professionnels de connaître l'origine de leurs matières premières, leur mode de production et les dangers potentiellement associés à ces matières premières, de construire leurs cahiers des charges « matières premières » en cohérence avec la démarche HACCP, de mettre en œuvre, si cela s'avère nécessaire, des contrôles microbiologiques sur les matières premières, d'apporter au personnel une formation adaptée sur la manipulation d'aliments crus et de préciser sur l'étiquetage du produit, de manière explicite, les conditions d'utilisation optimale.

Les consommateurs, en particulier des populations sensibles (femmes enceintes, enfants en bas âge, personnes immuno-déprimées et fragilisées, personnes âgées), doivent également connaître et appliquer les « bons gestes » pour réduire le risque¹⁸ : se laver soigneusement les mains avant et après la manipulation de d'aliments crus ou la réalisation de tâches salissantes, bien éplucher et laver les fruits et les légumes, en particulier pour certaines populations sensibles (femmes enceintes, enfants en bas âge, personnes immuno-déprimées et fragilisées : convalescents, personnes âgées), laver soigneusement les crudités (salades), et les fruits à peau fine ne pouvant pas être épluchés (raisins, fruits rouges par exemple), prévenir les transferts de contamination, respecter les températures et les durées de conservation lorsqu'elles sont mentionnées et consommer rapidement après achat les aliments qui se dégradent vite. De plus, pour prévenir certaines pathologies graves (toxoplasmose et listériose chez la femme enceinte, SHU chez l'enfant, par exemple), des conseils d'éviction de consommation de certains aliments crus peuvent être proposés par les pouvoirs publics¹⁹.

Les consommateurs doivent également être vigilants en ce qui concerne leur alimentation lors de voyages, en particulier dans des pays où certaines infections alimentaires sont répandues. Suivant la destination, des conseils en matière d'hygiène alimentaire sont rappelés²⁰, pouvant aller, dans certains cas, jusqu'à l'éviction de certains aliments crus ou insuffisamment cuits.

De plus, des recherches devraient être encouragées afin de mieux connaître et maîtriser les risques liés à la consommation d'aliments crus. Ces recherches pourraient permettre la mise au point de méthodes analytiques pour la détection, la quantification, l'infériorité et la virulence des dangers bactériologiques émergents, des parasites et virus alimentaires. Des études de prévalence sur les dangers peu ou pas étudiés pourraient alors être menées afin de mieux connaître l'occurrence de certains dangers. De plus, la réalisation d'études sur l'impact de technologies microbicides pourrait constituer des leviers de maîtrise pour les professionnels.

¹⁸ Des recommandations plus complètes sont exposées dans la fiche « hygiène domestique » de l'Afssa (<http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Fi-Hygienedomestique.pdf>, consulté le 11/09/2009)

¹⁹ <http://www.sante-sports.gouv.fr/>, <http://www.invs.sante.fr/>

²⁰ <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/cav-fiche-pays.php3>

Tels sont les éléments d'analyse que l'Afssa est en mesure de fournir sur les dangers microbiologiques des aliments consommés crus.

Le Directeur général

Marc MORTUREUX

MOTS-CLES

aliment prêt à consommer ; denrées d'origine animale ; denrées d'origine végétale ; analyse des dangers ; bactérie ; parasite ; virus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abadias M, Usall J, Anguera M, Solsona C, Viñas I (2008) Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology* **123**, 121-129.

Ackers ML, Mahon BE, *et al.* (1998) An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with leaf lettuce consumption. *Journal of Infectious Diseases* **177**, 1588-1593.

Afssa (2000) Rapport de la Commission d'étude des risques liés à *Listeria monocytogenes*. <http://www.afssa.fr/cgi-bin/countdocs.cgi?Documents/MIC-Ra-Listeria2000.pdf>, consulté le 11/09/2009.

Afssa (2003) Bilan des connaissances relatives aux *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC) <http://www.afssa.fr/cgi-bin/countdocs.cgi?Documents/MIC-Ra-STEC.pdf>, consulté le 11/09/2009.

Afssa (2004) Appréciation des risques alimentaires liés aux campylobacter. Application au couple poulet / *Campylobacter jejuni*. <http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Ra-campylobacter.pdf>, consulté le 11/09/2009.

- Afssa (2005) Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles à l'homme par voie orale. <http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Ra-VirusOral.pdf>, consulté le 11/09/2009.
- Afssa (2006) Toxoplasmose : état des connaissances et évaluation du risque lié à l'alimentation., <http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Ra-VirusOral.pdf>, consulté le 11/09/2009.
- Afssa (2008a) Avis sur l'évaluation du dispositif de surveillance des zones de production conchylicole et du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon. Afssa, <http://www.afssa.fr/Documents/MIC2006sa0254b.pdf>, consulté le 11/09/2009.
- Afssa (2008b) Recommandations pour l'élaboration de critères microbiologiques d'hygiène des procédés. (non accessible en ligne).
- Afssa (2009) Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à une demande d'avis sur le risque de contamination humaine par le virus de l'hépatite E (VHE) après ingestion de figatelles (saucisses crues à base de foie de porc).
- Ancelle T, De Bruyne A, Poisson D, Dupouy-Camet J (2005) Outbreak of trichinellosis due to consumption of bear meat from Canada, France, September 2005. *Eurosurveillance* **10**.
- Ancelle T, Dupouy-Camet J, Bougnoux ME, Fourestie V, Petit H, Mougeot G, Nozais JP, Lapierre J (1988) Two outbreaks of trichinosis caused by horsemeat in France in 1985. *American Journal of Epidemiology* **127**, 1302-1311.
- Anonyme (2008a) Microbiological hazards in fresh fruits and vegetables meeting report. FAO - OMS, http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/FFV_2007_Final.pdf, consulté le 11/09/2009.
- Anonyme (2008b) Response to the questions posed by the Food and Drug Administration and the National Marine Fisheries Service regarding determination of cooking parameters for safe seafood for consumers. *Journal of Food Protection* **71**, 1287-1308.
- Baril L, Ancelle T, Goulet V, Thulliez P, Tirard-Fleury V, Carme B (1999) Risk factors for toxoplasma infection in pregnancy: A case-control study in France. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* **31**, 305-309.
- Bassett J, McClure P (2008) A risk assessment approach for fresh fruits. *Journal of Applied Microbiology* **104**, 925-943.
- Besser RE, Lett SM, Weber JT, Doyle MP, Barrett TJ, Wells JG, Griffin PM (1993) An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from *Escherichia coli* O157:H7 in fresh-pressed apple cider. *Journal of the American Medical Association* **269**, 2217-2220.
- Beuchat LR (2002) Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection* **4**, 413-423.
- Bille J, Blanc DS, *et al.* (2006) Outbreak of human listeriosis associated with tomme cheese in northwest Switzerland, 2005. *Eurosurveillance* **11**, 91-93.
- Bobic B, Nikolic A, Klun I, Vujanic M, Djurkovic-Djakovic O (2007) Undercooked meat consumption remains the major risk factor for Toxoplasma infection in Serbia. *Parassitologia* **49**, 227-230.
- Boireau P, Vallée I, Roman T, Perret C, Mingyuan L, Gamble HR, Gajadhar A (2000) Trichinella in horses : A low frequency infection with high human risk. *Veterinary Parasitology* **93**, 309-320.
- Bowie WR, King AS, Werker DH, Isaac-Renton JL, Bell A, Eng SB, Marion SA (1997) Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water. *Lancet* **350**, 173-177.

- Bucher M, Meyer C, Gräßlitzbach B, Wacheck S, Stolle A, Fredriksson-Ahomaa M (2008) Epidemiological data on pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Southern Germany during 2000-2006. *Foodborne Pathogens and Disease* **5**, 273-280.
- Buisson Y, Marié JL, Davoust B (2008) These infectious diseases imported with food. *Bull Soc Pathol Exot* **101**, 343-347.
- Butt AA, Aldridge KE, Sanders CV (2004) Infections related to the ingestion of seafood. Part II: Parasitic infections and food safety. *Lancet Infectious Diseases* **4**, 294-300.
- Chai JY, Murrell KD, Lymbery AJ (2005) Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal for Parasitology* **35**, 1233-1254.
- Cody SH, Glynn MK, *et al.* (1999) An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection from unpasteurized commercial apple juice. *Annals of Internal Medicine* **130**, 202-209.
- Colombari V, Mayer MDB, Laicini ZM, Mamizuka E, Franco BDGM, Destro MT, Landgraf M (2007) Foodborne outbreak caused by *Staphylococcus aureus*: Phenotypic and genotypic characterization of strains of food and human sources. *Journal of Food Protection* **70**, 489-493.
- Cook AJC, Gilbert RE, Buffolano W, Zufferey J, Petersen E, Jenum PA, Foulon W, Semprini AE, Dunn DT (2000) Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. *British Medical Journal* **321**, 142-147.
- Couture C, Measures L, Gagnon J, Desbiens C (2003) Human intestinal anisakiosis due to consumption of raw salmon. *American Journal of Surgical Pathology* **27**, 1167-1172.
- Cuperlovic K, Djordjevic M, Pavlovic S (2005) Re-emergence of trichinellosis in southeastern Europe due to political and economic changes. *Veterinary Parasitology* **132**, 159-166.
- Curriero FC, Patz JA, Rose JB, Lele S (2001) The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health* **91**, 1194-1199.
- Daniels NA, Mackinnon L, *et al.* (2000) *Vibrio parahaemolyticus* infections in the United States, 1973-1998. *Journal of Infectious Diseases* **181**, 1661-1666.
- De Bruyne A, Ancelle T, Vallee I, Boireau P, Dupouy-Camet J (2006a) Human trichinellosis acquired from wild boar meat: a continuing parasitic risk in France. *Eurosurveillance* **11**.
- De Bruyne A, Ancelle T, Vallée I, Boireau P, Dupouy-Camet J (2006b) Human trichinellosis acquired from wild boar meat : a continuing parasitic risk in France. *Eurosurveillance* **11**.
- De Roever C (1998) Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food Control* **9**, 321-347.
- De Schrijver K, Buvens G, *et al.* (2008) Outbreak of verocytotoxin-producing *E. coli* O145 and O26 infections associated with the consumption of ice cream produced at a farm, Belgium, 2007. *Eurosurveillance* **13**.
- Delarocque-Astagneau E, Hemery C, Duchen C (1998) Epidémie d'hépatite virale A, Midi-Pyrénées-1997. *Rapport d'investigation RNSP*, 25p.
- Delmas G, Le Querrec F, Weill F-X, Gallay A, Espie E, Haeghebaert S, Vaillant V (2006) Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 2001-2003. InVS, <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/snmi/pdf/tiac.pdf>, consulté le 11/09/2009.
- Denny J, Bhat M, Eckmann K (2008) Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 associated with raw milk consumption in the Pacific Northwest. *Foodborne Pathogens and Disease* **5**, 321-328.

- Dentinger CM, Bower WA, Nainan OV, Cotter SM, Myers G, Dubusky LM, Fowler S, Salehi EDP, Bell BP (2001) An outbreak of hepatitis A associated with green onions. *Journal of Infectious Diseases* **183**, 1273-1276.
- Doller PC, Dietrich K, Filipp N, Brockmann S, Dreweck C, Vonthein R, Wagner-Wiening C, Wiedenmann A (2002) Cyclosporiasis outbreak in Germany associated with the consumption of salad. *Emerging Infectious Diseases* **8**, 992-994.
- Dominguez M, Jourdan-Da Silva N, *et al.* (2008) Outbreak of Salmonella enterica serotype Montevideo infections in France linked to consumption of cheese made from raw milk *Foodborne Pathog Dis* **6**, 121-128
- Dorny P, Praet N (2007) Taenia saginata in Europe. *Veterinary Parasitology* **149**, 22-24.
- Doyle MP, Erickson MC (2008) Summer meeting 2007 - The problems with fresh produce: An overview. *Journal of Applied Microbiology* **105**, 317-330.
- Dupouy-Camet J, Peduzzi R (2004) Current situation of human diphyllbothriasis in Europe. In 'Eurosurveillance' pp. 31-35.
- Elmanasser N, Orange N, Bakhrouf A, Federighi M (2007) La lumière pulsée un nouveau procédé de conservation des aliments : revue bibliographique. *Revue Med. Vet* **158**, 274 - 282.
- Espié E, Grimont F, *et al.* (2008a) Surveillance of hemolytic uremic syndrome in children less than 15 years of age, a system to monitor o157 and non-o157 shiga toxin-producing escherichia coli infections in France, 1996-2006. *Pediatric Infectious Disease Journal* **27**, 595-601.
- Espié E, Mariani-Kurkdjian P, Filliol I, Vaillant V, De Valk H (2008b) Infections humaines à *E. coli* producteurs de Shiga-toxines en France: Aspects cliniques, diagnostiques et épidémiologiques. *Revue francophone des laboratoires* **38**, 59-65.
- Espié E, Vaillant V, Mariani-Kurkdjian P, Grimont F, Martin-Schaller R, De Valk H, Vernozzy-Rozand C (2006) *Escherichia coli* O157 outbreak associated with fresh unpasteurized goat's cheese. *Epidemiology and Infection* **134**, 143-146.
- Frost JA, McEvoy MB, Bentley CA, Andersson Y (1995) An outbreak of Shigella sonnei infection associated with consumption of iceberg lettuce. *Emerging Infectious Diseases* **1**, 26-29.
- Fukuyama S, Watanabe Y, Kondo N, Nishinomiya T, Kawamoto S, Isshiki K, Murata M (2009) Efficiency of sodium hypochlorite and calcinated calcium in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., and *Staphylococcus aureus* attached to freshly shredded cabbage. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* **73**, 9-14.
- Gamble HR (1997) Parasites associés à la viande de porc et aux produits dérivés. *OIE Revue Scientifique et Technique* **16**, 504-506.
- Giraudoux P, Raoul F, Boue F, Combes B, Piarroux R, Bresson-Hadni S, Vuitton DA (2008) Geography of alveolar echinococcosis. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine* **192**, 1119-1130.
- Guillois-Bécel Y, Couturier E, *et al.* (2009a) An oyster-associated hepatitis A outbreak in France in 2007. *Euro surveillance : bulletin européen sur les maladies transmissibles* **14**.
- Guillois-Bécel Y, Couturier E, *et al.* (2009b) An oyster associated hepatitis A outbreak in France in 2007. *Eurosurveillance* **14**, 14-19.
- Gupta N, Khan DK, Santra SC (2009) Prevalence of intestinal helminth eggs on vegetables grown in wastewater-irrigated areas of Titagarh, West Bengal, India. *Food Control* **20**, 942-945.

- Halpern M, Senderovich Y, Izhaki I (2008) Waterfowl - The missing link in epidemic and pandemic cholera dissemination? *PLoS Pathogens* **4**.
- Heaton JC, Jones K (2008) Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: A review. *Journal of Applied Microbiology* **104**, 613-626.
- Herwaldt BL (2000) Cyclospora cayetanensis: A review, focusing on the outbreaks of cyclosporiasis in the 1990s. *Clinical Infectious Diseases* **31**, 1040-1057.
- Herwaldt BL, Ackers ML (1997) An outbreak in 1996 of cyclosporiasis associated with imported raspberries. *New England Journal of Medicine* **336**, 1548-1556.
- Hong E, Doumith M, Duperrier S, Giovannacci I, Morvan A, Glaser P, Buchrieser C, Jacquet C, Martin P (2007) Genetic diversity of *Listeria monocytogenes* recovered from infected persons and pork, seafood and dairy products on retail sale in France during 2000 and 2001. *International Journal of Food Microbiology* **114**, 187-194.
- Hoover DG (1997) Minimally processed fruits and vegetables: Reducing microbial load by nonthermal physical treatments. *Food Technology* **51**, 66-71.
- Houzé S, Ancelle T, Matra R, Boceno C, Carlier Y, Gajadhar A, Dupouy-Camet J (2009) Trichinellosis acquired in Nunavut, Canada in September 2009: meat from grizzly bear suspected. *Eurosurveillance* **14**.
- InVS (2007) Rapport d'investigation "Epidémie d'infections à *E. coli* producteurs de Shiga toxines non O157 liés à la consommation de camembert au lait cru - Nord-ouest de la France octobre-décembre 2005" InVS.
- Jalava K, Hakkinen M, Valkonen M, Nakari UM, Palo T, Hallanvuo S, Ollgren J, Siitonen A, Nuorti JP (2006) An outbreak of gastrointestinal illness and erythema nodosum from grated carrots contaminated with *Yersinia pseudotuberculosis*. *Journal of Infectious Diseases* **194**, 1209-1216.
- Jourdan-Da Silva N, Vaillant V (2008) Surveillance des TIAC en France. *Bull. Soc. fr. Microbiol*, 7-14.
- Kapperud G, Jennum PA, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J (1996) Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: Results of a prospective case-control study in Norway. *American Journal of Epidemiology* **144**, 405-412.
- Kettani SE, Azzouzi EM (2006) Prevalence of helminths in a rural population using wastewater for agricultural purposes at Settat (Morocco). *Environnement, risques et santé* **5**, 99-106.
- Lambert G (2001) Beyond the listeriosis crises. *la recherche*, p. 26-28.
- Le Guyader FS, Bon F, et al. (2006) Detection of multiple noroviruses associated with an international gastroenteritis outbreak linked to oyster consumption. *Journal of Clinical Microbiology* **44**, 3878-3882.
- Le Guyader FS, Le Saux JC, et al. (2008) Aichi virus, norovirus, astrovirus, enterovirus, and rotavirus involved in clinical cases from a French oyster-related gastroenteritis outbreak. *Journal of Clinical Microbiology* **46**, 4011-4017.
- Lee KW, Suhk HC, Pai KS, Shin HJ, Jung SY, Han ET, Chai JY (2001) *Diphyllobothrium latum* infection after eating domestic salmon flesh. *Korean Journal of Parasitology* **39**, 319-321.
- LeJeune JT, Rajala-Schultz PJ (2009) Unpasteurized milk: A continued public health threat. *Clinical Infectious Diseases* **48**, 93-100.

- Lewis HC, Ethelberg S, *et al.* (2009) Outbreaks of *Shigella sonnei* infections in Denmark and Australia linked to consumption of imported raw baby corn. *Epidemiology and Infection* **137**, 326-334.
- Lewis HC, Kirk M, Ethelberg S, Stafford R, Olsen K, Nielsen EM, Lisby M, Madsen SB, Mølbak K (2007) Outbreaks of shigellosis in Denmark and Australia associated with imported baby corn, August 2007--final summary. *Eurosurveillance* **12**.
- Lynch MF, Tauxe RV, Hedberg CW (2009) The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: Risks and opportunities. *Epidemiology and Infection* **137**, 307-315.
- Lyytikäinen O, Nakari U, Lukinmaa S, Kela E, Nguyen Tran Minh N, Siitonen A (2006) Surveillance of listeriosis in Finland during 1995-2004. *Eurosurveillance* **11**.
- Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, *et al.* (1994) A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public water supply. *New England Journal of Medicine* **331**, 161-167.
- Mailles A, Capek A, Ajana F, Schepens C, Ilef D, Vaillant V (2006) Commercial watercress as an emerging source of fascioliasis in Northern France in 2002: Results from an outbreak investigation. *Epidemiology and Infection* **134**, 942-945.
- Mailles A, Vaillant V, *et al.* (2003) Epidémie de fasciolose dans la Région Nord-Pas-de-Calais, printemps 2002. *BEH* **9**.
- Millard PS, Gensheimer KF, Addiss DG, Sosin DM, Beckett GA, Houck-Jankoski A, Hudson A (1994) An outbreak of cryptosporidiosis from fresh-pressed apple cider. *Journal of the American Medical Association* **272**, 1592-1596.
- Mohle-boetani JC, Farrar J, *et al.* (2009) Salmonella infections associated with mung bean sprouts: Epidemiological and environmental investigations. *Epidemiology and Infection* **137**, 357-366.
- Nicholson FA, Groves SJ, Chambers BJ (2005) Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresource Technology* **96**, 135-143.
- Nuorti JP, Niskanen T, *et al.* (2004) A widespread outbreak of *Yersinia pseudotuberculosis* O:3 infection from iceberg lettuce. *Journal of Infectious Diseases* **189**, 766-774.
- Ortega YR, Roxas CR, Gilman RH, Miller NJ, Cabrera L, Taquiri C, Sterling CR (1997) Isolation of *Cryptosporidium parvum* and *Cyclospora cayetanensis* from vegetables collected in markets of an endemic region in Peru. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **57**, 683-686.
- Osterholm MT, Forfang JC, Ristinen TL (1981) An outbreak of foodborne giardiasis. *New England Journal of Medicine* **304**, 24-28.
- Pavio N, Renou C, Boutrouille A, Eloit M (2006) Hepatitis E as a zoonosis. *Virologie* **10**, 341-351.
- Ponka A, Maunula L, Von Bonsdorff CH, Lyytikäinen O (1999) An outbreak of calicivirus associated with consumption of frozen raspberries. *Epidemiology and Infection* **123**, 469-474.
- Portnoy BL, Goepfert JM, Harmon SM (1976) An outbreak of *Bacillus cereus* food poisoning resulting from contaminated vegetable sprouts. *American Journal of Epidemiology* **103**, 589-594.
- Pozio E, Darwin Murrell K (2006) Systematics and Epidemiology of *Trichinella*. In 'Advances in Parasitology' pp. 367-439.

- Rai AK, Chakravorty R, Paul J (2008) Detection of Giardia, Entamoeba, and Cryptosporidium in unprocessed food items from northern India. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **24**, 2879-2887.
- Ramos JM, Bernal E, Esguevillas T, Lopez-Garcia P, Gaztambide MS, Gutierrez F (2008) Non-imported brucellosis outbreak from unpasteurized raw milk in Moroccan immigrants in Spain. *Epidemiology and Infection* **136**, 1552-1555.
- Reuter G, Fodor D, Forgách P, Káitai A, Szucs G (2009) Characterization and zoonotic potential of endemic hepatitis E virus (HEV) strains in humans and animals in Hungary. *Journal of Clinical Virology* **44**, 277-281.
- Robesyn E, De Schrijver K, Wollants E, Top G, Verbeeck J, Van Ranst M (2009) An outbreak of hepatitis A associated with the consumption of raw beef. *Journal of Clinical Virology* **44**, 207-210.
- Rose JB, Slifko TR (1999) Giardia, Cryptosporidium, and Cyclospora and their impact on foods: A review. *Journal of Food Protection* **62**, 1059-1070.
- Sala Farré MR, Arias C, Dominguez A, Bartolomé R, Muntada JM (2009) Foodborne outbreak of gastroenteritis due to Norovirus and Vibrio parahaemolyticus. *Epidemiology and Infection* **137**, 626-629.
- Sala MR, Arias C, Dominguez A, Bartolomé R, Muntada JM (2009) Foodborne outbreak of gastroenteritis due to Norovirus and Vibrio parahaemolyticus. *Epidemiology and Infection* **137**, 626-629.
- Santaolalla M, Moneo I, Perez A, Curiel G, De Paz S, Dominguez AR (1997) Acute familial anisakiasis. *Revista Espanola de Alergologia e Inmunologia Clinica* **12**, 302-305.
- Sheth AN, Wiersma P, et al. (2008) International outbreak of severe botulism with prolonged toxemia caused by commercial carrot juice. *Clinical Infectious Diseases* **47**, 1245-1251.
- Shields JM, Olson BH (2003) *Cyclospora cayetanensis* : A review of an emerging parasitic coccidian. *International Journal for Parasitology* **33**, 371-391.
- Shin EH, Guk SM, Kim HJ, Lee SH, Chai JY (2008) Trends in parasitic diseases in the Republic of Korea. *Trends in Parasitology* **24**, 143-150.
- Simmons G, Garbutt C, Hewitt J, Greening G (2007) A New Zealand outbreak of norovirus gastroenteritis linked to the consumption of imported raw Korean oysters. *New Zealand Medical Journal* **120**.
- Sivapalasingam S, Friedman CR, Cohen L, Tauxe RV (2004) Fresh produce: A growing cause of outbreaks of foodborne illness in the United States, 1973 through 1997. *Journal of Food Protection* **67**, 2342-2353.
- St. Louis ME, Peck SHS, et al. (1988) Botulism from chopped garlic: Delayed recognition of a major outbreak. *Annals of Internal Medicine* **108**, 363-368.
- Steele M, Odumeru J (2004) Irrigation water as source of foodborne pathogens on fruit and vegetables. *Journal of Food Protection* **67**, 2839-2849.
- Stopforth JD, Mai T, Kottapalli B, Samadpour M (2008) Effect of acidified sodium chlorite, chlorine, and acidic electrolyzed water on *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* inoculated onto leafy greens. *Journal of Food Protection* **71**, 625-628.

- Tackett CO, Ballard J, Harris N (1985) An outbreak of *Yersinia enterocolitica* infections caused by contaminated tofu (soybean curd). *American Journal of Epidemiology* **121**, 705-711.
- Takabe K, Ohki S, *et al.* (1998) Anisakidosis: A cause of intestinal obstruction from eating sushi. *American Journal of Gastroenterology* **93**, 1172-1173.
- Taylor JL, Tuttle J, *et al.* (1993) An outbreak of cholera in Maryland associated with imported commercial frozen fresh coconut milk. *Journal of Infectious Diseases* **167**, 1330-1335.
- Tei S, Kitajima N, Takahashi K, Mishiro S (2003) Zoonotic transmission of hepatitis E virus from deer to human beings. *Lancet* **362**, 371-373.
- Thomas A, Straif-Bourgeois S, Sokol TM, Ratard RC (2007) *Vibrio* infections in Louisiana: twenty-five years of surveillance 1980-2005. *The Journal of the Louisiana State Medical Society* **159**.
- Tobin-D'Angelo M, Smith AR, *et al.* (2008) Severe diarrhea caused by cholera toxin-producing *Vibrio cholerae* serogroup O75 infections acquired in the southeastern United States. *Clinical Infectious Diseases* **47**, 1035-1040.
- Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS (2008) Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 5. Sources of contamination and pathogen excretion from infected persons. *Journal of Food Protection* **71**, 2582-2595.
- Uneke CJ (2007) Potential for geohelminth parasite transmission by raw fruits and vegetables in Nigeria: Implication for a risk profile. *Journal of Nutritional and Environmental Medicine* **16**, 59-68.
- Webster P, Maddox-Hyttel C, Noëckler K, Malakauskas A, van der Giessen J, Pozio E, Boireau P, Kapel CM (2006) Meat inspection for *Trichinella* in pork, horsemeat and game within the EU : available technology and its present implementation. *Eurosurveillance* **11**, 50-55.
- Wright AC, Danyluk MD, Otwell WS (2009) Pathogens in raw foods: what the salad bar can learn from the raw bar. *Current Opinion in Biotechnology* **20**, 172-177.