



**COMITÉ SCIENTIFIQUE  
DE L'AGENCE FÉDÉRALE POUR LA SÉCURITÉ  
DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE**

**AVIS 25-2013**

**Objet : Evaluation des risques pour la sécurité alimentaire des conséquences des inondations (dossier auto-saisine SciCom 2011/06).**

Avis approuvé par le Comité scientifique le 22 novembre 2013.

**Résumé**

Le Comité scientifique a évalué les risques pour la sécurité alimentaire des conséquences des inondations en Belgique.

Vu la diversité observée dans les contaminants chimiques ou (micro)biologiques pouvant être impliqués, et vu les conditions spécifiques dans lesquelles les inondations peuvent se produire (la saison, les conditions météorologiques, le lieu), il est recommandé de réaliser au cas par cas (*site-specific*) l'évaluation des risques liés à la consommation par l'homme ou les animaux des produits inondés. En effet, il y a lieu de tenir compte de l'origine de l'eau d'inondation, de son profil de contamination, ainsi que du type de produit végétal (légumes feuilles ou racines...), de la destination des végétaux inondés (*feed, food*, consommés crus ou transformés...) ou du type de produit animal (lait, œufs, viande, poissons d'élevage...).

Le Comité scientifique formule plusieurs recommandations en vue, en cas d'inondation, de réduire à un minimum les risques pour la santé publique consécutifs à la consommation de produits primaires végétaux ou animaux provenant de zones inondées.

Il est recommandé, en cas de contact direct de la partie comestible des fruits et légumes avec l'eau d'inondation peu de temps (jusqu'à 2 semaines) avant la récolte, de détruire les produits destinés à être consommés crus, à cause du risque de contamination. Pour des périodes de plus de 2 semaines avant la récolte ou pour des produits végétaux non prêts à être consommés, il est recommandé de procéder à un monitoring supplémentaire, portant au moins sur les indicateurs d'hygiène et éventuellement sur des micro-organismes pathogènes ou contaminants chimiques pertinents. Le Comité scientifique présente également une liste de contaminants chimiques ou (micro)biologiques pouvant potentiellement être introduits en cas d'inondation. Sur base de ce monitoring et des connaissances rassemblées à propos des conditions spécifiques (type d'eau d'inondation, localisation de la zone inondée, type de produit primaire et destination dudit produit, conditions saisonnières et météorologiques), il faut alors évaluer au cas par cas les risques spécifiques de contaminations microbiologiques et/ou chimiques.

De plus, il est recommandé que les utilisateurs de terres agricoles inondées ainsi que l'industrie de transformation et le négoce aient toujours un surcroît d'attention pour les bonnes pratiques de travail et leur vérification, comme par exemple le respect des temps d'attente avant la récolte ou avant la réutilisation des terres agricoles, le contrôle de la qualité de l'eau d'irrigation, la surveillance de la qualité et de l'hygiène des produits récoltés livrés pour transformation ultérieure.

## **Summary**

### **Advice 25-2013 of the Scientific Committee of the FASFC on the assessment of food safety risks of the effects of flooding**

The Scientific Committee has assessed the food safety risks of the effects of flooding in Belgium.

Given the diversity in (micro)biological or chemical contaminants which may be involved in flooding and given the specific conditions under which flooding may occur (season, weather, location), it is recommended that a case by case (site-specific) risk assessment is performed of the human and animal consumption of flooded products. Indeed, it is necessary to consider the origin of the flood water, its contamination profile, the plant type (root or leafy vegetables...), the destination of flooded plants (feed, food, raw consumption or processed...) or the type of animal products (milk, eggs, meat, farmed fish...).

The Scientific Committee makes several recommendations in order to, minimize, in case of flooding, the public health risks resulting from the consumption of primary plant or animal products from flooded areas.

In case of direct contact with the edible portion of fruits and vegetables with flood water shortly (up to 2 weeks) before harvest, it is recommended to destroy products intended for raw consumption, because of the risk of contamination. For periods longer than 2 weeks before harvest or for not-ready-to-eat plant products, additional monitoring covering at least the hygiene indicators and possibly relevant pathogenic micro-organisms or chemical contaminants is recommended. The Scientific Committee also presents a list of chemical or (micro)biological contaminants which could potentially be introduced in case of flooding. Based on this monitoring and on the knowledge gathered about specific conditions (type of flood water, location of the flooded area, type of primary product and destination of the product, seasonal and weather conditions), the specific risks of microbiological and/or chemical contamination have then to be assessed case-by-case.

In addition, it is recommended that users of flooded agricultural land and the processing industry and trade pay always increased attention to good working practices and verification, such as for example the respect of waiting times before harvest or before the reuse of farmland, the control of the quality of irrigation water, the monitoring of the quality and hygiene of the harvested products delivered for further processing.

## **Mots clés**

Sécurité alimentaire – inondation – évaluation des risques

## 1. Termes de référence

Le Comité scientifique a débuté de sa propre initiative l'examen d'un dossier concernant les risques du changement climatique sur la sécurité de la chaîne alimentaire. D'une manière générale, le changement climatique se manifeste ces dernières années en Europe surtout par la survenue de conditions météorologiques plus extrêmes, caractérisées entre autres choses par des tempêtes, de fortes pluies ou de périodes variables de plus longue(s) sécheresse ou précipitations (Marvin *et al.*, 2013). Avec les tempêtes, les inondations sont l'un des risques naturels avec lesquels nous sommes régulièrement confrontés en Belgique. Cet avis porte sur l'étude des risques des inondations pour la sécurité alimentaire liés aux produits de la production primaire destinés à l'homme ou aux animaux en Belgique.

Le terme 'inondation' désigne la submersion d'une zone provoquée par le débordement d'un cours d'eau ou du réseau d'égouttage. Le terme 'inondation' ne désigne donc pas le fait que des cultures puissent se retrouver sous eau par l'accumulation locale d'eau pluviale suite à une infiltration insuffisante dans le sol.

### 1.1. Objectifs

Les objectifs de ce dossier auto-saisine sont les suivants :

- i) dresser l'inventaire des contaminations chimiques et (micro)biologiques pouvant résulter d'une inondation,
- ii) inventorier les facteurs environnementaux qui ont un impact sur la probabilité de présence et de persistance de ces dangers chimiques et microbiologiques sur les produits de la production primaire végétale et animale (y compris aquacoles) destinés à l'homme (*food*) ou aux animaux (*feed*), et
- iii) formuler des recommandations en vue, en cas d'inondation, de réduire à un minimum les risques pour la santé publique consécutifs à la consommation de produits primaires végétaux ou animaux provenant des zones inondées.

### 1.2. Contexte législatif

Arrêté royal du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle, à la notification obligatoire et à la traçabilité dans la chaîne alimentaire.

Vu les discussions menées lors des réunions de groupe de travail des 22 avril 2011, 18 novembre 2011 et 12 décembre 2012, et des séances plénières des 29 avril 2011, 14 septembre 2012, 19 octobre 2012, 18 octobre 2013 et 22 novembre 2013,

**le Comité scientifique émet l'avis suivant :**

## 2. Introduction

Les inondations qui surviennent dans nos régions font rarement des victimes humaines, mais elles provoquent la plupart du temps d'importants dégâts aux bâtiments, au mobilier, aux appareils électroménagers et au contenu des habitations, aux voitures et caravanes, et elles entraînent ainsi une pollution locale. Les inondations sont un phénomène naturel et malgré les mesures prises par les gestionnaires des eaux, il est impossible de les éviter totalement. Dans certaines régions, des bassins de retenue ou des zones inondables existent le long des berges des rivières. Il existe également des interventions locales qui font en sorte que l'eau excédentaire s'écoule rapidement, pénètre dans le sol ou est collectée dans des bassins de retenue, mais souvent des zones agricoles sont aussi temporairement inondées.

Le champ d'application du présent avis couvre l'influence d'une inondation sur la sécurité alimentaire des productions primaires végétales et animales (y compris aquacoles) destinées

à l'homme (*food*) ou aux animaux (*feed*) en Belgique. Les inondations par l'eau de mer ne sont pas prises en considération dans le présent avis.

La contamination du réseau de distribution de l'eau potable suite à une inondation n'est pas envisagée dans le présent avis. L'ingestion de cette eau contaminée représente évidemment un risque important pour la santé publique. Le contrôle de la distribution d'eau potable n'est toutefois pas de la compétence de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (AFSCA). Les compagnies distributrices d'eau potable disposent de procédures pour gérer ce genre d'incident (*procedures in place*).

Les conséquences, sur le plan de la sécurité alimentaire, suite à l'inondation d'un établissement alimentaire (restaurant, boucherie, boulangerie, supermarché, entreprise de transformation...) ne sont pas davantage abordées dans le cadre du présent avis. Elles sont supposées être couvertes par la responsabilité individuelle de l'opérateur, qui est chargé de garantir et de contrôler l'hygiène de son infrastructure et la sécurité des produits commercialisés.

L'impact potentiel d'une inondation sur la sécurité alimentaire des produits issus de la production primaire végétale ou animale et cultivés/élevés sur des terres agricoles inondées est une problématique complexe. Cette complexité provient notamment du fait qu'au cours de l'inondation il y a contact entre le produit primaire et des eaux d'origine parfois très variée : i) eaux de pluie, ii) eaux de lessivage/eaux de pluie ruisselantes (*run-off water*) issues de zones urbaine, agricole et/ou industrielle, iii) eaux de surface issues des cours d'eau environnants, iv) eaux usées non traitées lorsque les égouts n'avalent plus, lors de fortes précipitations, le mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales et que l'eau est alors déviée vers les eaux de surface par débordement.

En octobre 2000, le Conseil Supérieur de la Santé (CSS) a émis un avis relatif aux mesures d'hygiène à prendre en cas d'inondation (CSS, 2000). Dans cet avis, le CSS recommande de détruire tous les végétaux inondés, qu'ils soient à destination de l'alimentation humaine (*food*) ou animale (*feed*), étant donné qu'ils sont potentiellement contaminés d'un point de vue (micro)biologique. Le CSS recommande également d'analyser les boues, éventuellement déposées suite à l'inondation, afin de détecter toute contamination chimique éventuelle et afin de déterminer si la parcelle inondée peut encore être cultivée (champ ou potager) ou pâturée.

En novembre 2009, la Food Standards Agency (FSA) au Royaume-Uni a également émis un avis relatif à la sécurité alimentaire en cas d'inondation (FSA, 2009b). Dans celui-ci, la FSA recommande de détruire les produits qui ont été recouverts par l'eau lors d'inondations s'ils sont destinés à être consommés crus, comme les légumes à feuilles (laitues...) et les fruits mous (fraises...), parce qu'ils peuvent avoir subi une contamination (micro)biologique. Par contre, la FSA estime que les végétaux inondés peuvent être consommés s'ils sont cuits. La FSA recommande également d'attendre au moins 6 mois avant de cultiver à nouveau des fruits et légumes destinés à être consommés crus sur la parcelle inondée. En juin 2009, la FSA a également rendu un autre avis dans lequel il est indiqué qu'il faut de préférence respecter un délai d'attente de 6 mois minimum – si c'est pratiquement possible – entre l'utilisation des terres agricoles pour la production végétale et le pâturage par le bétail ou la fumure au moyen de fumier animal non traité (FSA, 2009a).

La législation belge (arrêté royal du 28 janvier 2013 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des engrais, des amendements du sol et des substrats de culture) impose également des restrictions à la culture de végétaux ou au pâturage par les animaux après l'utilisation de boues d'épuration. Un délai d'attente de 6 semaines doit être respecté entre l'utilisation et le pâturage ou la récolte de plantes fourragères. Pour les sols destinés à la culture de légumes ou de fruits qui sont normalement en contact direct avec le sol et qui peuvent être consommés crus, un délai d'attente de 10 mois avant la récolte et pendant la récolte elle-même est mentionné.

En 2011, la Vlaams Agentschap Zorg & Gezondheid a également rendu publiques les conclusions d'un rapport commandé au bureau de conseil en environnement Tauw België nv (Bal & Camps, 2011 ; VAZG, 2011). A la suite des inondations survenues après une longue

période pluvieuse en novembre 2010, des échantillons de sol provenant de 52 jardins inondés en Flandre ont été prélevés (1 à Oudenaarde et Ruisbroek ; 2 à Halen et Zwalm ; 3 à Ninove, Schendelbeke, Denderleeuw et Grammont ; 4 à Lembeek ; 5 à Lebbeke ; 6 à Maarkedal ; 8 à Zandbergen ; et 11 à Overboelare). Des analyses quant à la présence de contaminants chimiques (métaux lourds, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)...), il est ressorti que, pour les 52 parcelles échantillonnées, il pouvait être affirmé qu'en ce qui concerne les paramètres chimiques aucun risque pour la santé publique n'était attendu, en conséquence de la qualité des sols, si les légumes issus du jardin étaient consommés.

### 3. Avis

#### 3.1. Identification des dangers : dangers microbiologiques

D'après une étude de la littérature réalisée par Fewtrell *et al.* (2010 ; 2011), il s'avère que de nombreux contaminants (micro)biologiques peuvent potentiellement être présents dans l'eau d'inondation, tels que les pathogènes (humains) *Aeromonas*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157, *Helicobacter pylori*, *Legionella*, *Listeria*, *Mycobacterium avium* complex, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus* et *Yersinia*, les protozoaires *Cryptosporidium* et *Giardia*, et les adénovirus, astrovirus, entérovirus, virus de l'hépatite A, norovirus et rotavirus. L'absence de certains microorganismes tels que *Shigella* et *Leptospira* dans cette liste est plutôt à imputer, d'après Fewtrell (2010), à l'absence d'insertion de ces agents pathogènes dans le champ des analyses effectuées, qu'au fait qu'ils ne s'y rencontreraient pas effectivement.

De Schrijver *et al.* (2012) considèrent également *Shigella* comme étant un pathogène important impliqué dans les maladies causées par la consommation d'eau contaminée (micro)biologiquement dans les pays industrialisés, tout comme les sapovirus et *Clostridium perfringens*. Ces auteurs estiment que *Campylobacter* spp., les *E. coli* pathogènes pour l'homme, les norovirus, *Cryptosporidium* spp. et *Giardia lamblia* sont les principaux agents responsables des maladies associées à la consommation d'eau de distribution contaminée d'un point de vue (micro)biologique dans les pays industrialisés. Funari *et al.* (2012) attirent également l'attention sur le fait que les principaux (micro)organismes impliqués dans des foyers liés à l'eau en 2007 en Europe étaient *Campylobacter*, les norovirus, *Cryptosporidium* et *Giardia*.

Les entéropathogènes bactériens tels que *Salmonella*, *Yersinia*, *Campylobacter* et *E. coli* O157 (et par extension les autres *E. coli* productrices de vérotoxines pathogènes pour l'homme (VTEC)) ont leur réservoir primaire dans le système digestif des animaux de rente (tels les porcs, les volailles, les bovins et les ovins). On les trouve donc aussi dans le fumier animal (Leifert *et al.*, 2008), et dans le cas des eaux de lessivage/eaux de pluie ruisselantes (*run-off water*) de prairies pâturées ou de champs où du fumier animal a été incorporé, ou d'exploitations agricoles avec du bétail de rente, il est dès lors possible que ces germes pathogènes se retrouvent dans les eaux d'inondation.

Casteel *et al.* (2006) ont démontré que les niveaux de spores de *C. perfringens* (un paramètre qui est souvent utilisé comme indicateur de contamination fécale dans les eaux de surface) étaient significativement plus élevés dans les sols inondés après le passage de l'ouragan Floyd en 1999 en Caroline du Nord aux Etats-Unis.

Bezirtzoglou *et al.* (2011) font référence à deux articles décrivant des cas de leptospirose et campylobactériose en République tchèque (McMichael *et al.*, 1996) et de cryptosporidiose au Royaume-Uni (Haines *et al.*, 1993) consécutivement à des inondations, ce qui souligne l'importance potentielle de ces pathogènes en cas d'inondations.

Mackowiak *et al.* (1976) ont étudié trois foyers épidémiques d'hépatite virale A liés à la consommation d'huîtres et apparus au cours de l'hiver 1973 dans le sud des Etats-Unis (dans les Etats du Texas, de Louisiane et de Géorgie). Leur conclusion fut que les inondations du fleuve Mississippi fournirent la source nécessaire de pollution fécale dans les zones

ostréicoles. Dans son avis n°8386, le Conseil Supérieur de la Santé (CSS, 2010) identifie également les mollusques, ainsi que les légumes et fruits frais, comme denrées alimentaires à risque élevé de contamination virale, sans toutefois associer ce risque au phénomène d'inondation. Dans cet avis, les norovirus et le virus de l'hépatite A sont considérés comme les virus le plus fréquemment à l'origine de foyers épidémiques viraux causés par l'ingestion d'aliments contaminés (niveau 1 = de première priorité). Les sapovirus, le virus de l'hépatite E et les rotavirus sont considérés comme de niveau 2 (= en deuxième place dans la liste des priorités) tandis que les astrovirus, adénovirus et entérovirus sont classés parmi les virus de niveau 3 (= en troisième place des priorités). Meng (2011) insiste quant à lui sur l'importance du virus de l'hépatite E, car certaines souches sont zoonotiques et ont été détectées dans du lisier de porc (les porcs sont un réservoir connu du virus de l'hépatite E), et dans les eaux usées.

Un germe comme *Leptospira*, qui est plutôt associé aux sédiments et aux eaux stagnantes, peut, lors d'inondations, être aussi dispersé dans l'environnement, par exemple dans les prairies, via les coulées de boues (Raghavan *et al.*, 2012 ; Monahan *et al.*, 2009 ; Tirado *et al.*, 2010). Ceci vaut également pour les bactéries telles que *Listeria monocytogenes* (ANSES, 2011a), *Staphylococcus aureus* (ANSES, 2011b) et les bactéries sporulantes anaérobies comme *C. perfringens* (ANSES, 2010) et *Clostridium botulinum* (ANSES, 2011c). Malgré le fait que ces bactéries ont aussi une importance zoonotique, elles sont généralement plus largement dispersées et peuvent mieux survivre dans l'environnement (et se multiplier plus rapidement dans la végétation, les végétaux en décomposition et dans le sol) que les bactéries plus strictement entériques comme *E. coli* et *Salmonella*. Les germes tels que *Listeria*, *Staphylococcus* et les clostridies ont aussi besoin d'un développement modéré (accompagné ou non d'une production de toxines) pour provoquer la maladie chez l'homme. Une inondation peut favoriser la dispersion de ces germes. En cas d'une longue persistance d'eaux stagnantes, la survie et le développement de ces germes sont stimulés par les conditions anaérobies de la végétation en décomposition.

En ce qui concerne les bactéries, les vibrions pathogènes comme *Vibrio parahaemolyticus* (ANSES, 2012) et *Vibrio vulnificus* (Jones et Oliver, 2009) sont aussi pertinents pour les produits d'aquaculture inondés (Tirado *et al.*, 2010), et ce surtout dans les estuaires et zones côtières de pays au climat tempéré et avec une température de l'eau de minimum 20°C, et donc moins pertinents pour la Belgique.

Quant aux parasites, il y a un risque accru de dispersion de *Taenia* spp. et de cysticercose chez les bovins (Boone *et al.*, 2007) ainsi que de *Toxoplasma gondii* (ANSES, 2011d) dans les zones d'inondation.

D'après l'aperçu repris ci-dessus, il semble qu'il n'y ait que dans une mesure limitée de la littérature scientifique disponible au sujet de la qualité (micro)biologique de l'eau d'inondation et qu'elle ne donne peut-être pas un inventaire complet de tous les dangers potentiels. Il semble bien qu'il y ait potentiellement un large éventail de microorganismes pathogènes pour l'homme pouvant être dispersés lors d'une inondation et pouvant conduire à la contamination de l'environnement (l'exploitation agricole ou les terres agricoles, l'eau d'irrigation ou l'eau d'abreuvement du bétail) ou des cultures. De plus, la littérature scientifique n'est que descriptive et ne donne pas d'informations sur la prévalence ou les niveaux de contamination des eaux d'inondation, notamment parce que le type d'eau et les circonstances de l'inondation peuvent fortement différer. De même, on ne sait pas clairement dans quelle mesure les germes sont persistants dans l'environnement ou sont transmis à la végétation ou à l'animal (de rente) qui entre en contact avec l'eau d'inondation. Cependant, il est clair qu'en cas d'inondation, il y a un risque réel de qualité hygiénique insuffisante du produit récolté, et un risque accru de présence de germes pathogènes pour l'homme sur les produits (légumes, fruits, fourrages verts...).

Les agents (micro)biologiques qui sont le plus fréquemment cités sont aussi bien les pathogènes alimentaires connus comme *Salmonella*, les *E. coli* productrices de vérotoxines pathogènes pour l'homme (ECEH ou VTEC) et *Yersinia enterocolitica*, que les microorganismes pathogènes pour l'homme plutôt associés à des foyers et cas de maladie dus à l'eau contaminée, comme *G. lamblia*, les *E. coli* entérotoxigéniques (ECET) et

*Cryptosporidium* spp., et également les germes tels que *Campylobacter* spp. et les norovirus, qui sont documentés à la fois en microbiologie des denrées alimentaires et en microbiologie de l'eau comme agents pathogènes à contrôler. Le risque de présence de ces pathogènes dans les eaux d'inondation dépend d'un cas à l'autre.

Il est évident que tous les pathogènes zoonotiques associés aux animaux domestiques agricoles peuvent, lors d'une inondation, se retrouver dans les eaux de surface via le débordement des fosses à lisier et le lessivage des tas de fumier (ou des lieux où le fumier est entreposé dans les étables) dans les exploitations agricoles, ainsi que le run-off des prairies (pâturées) ou des champs fertilisés au fumier, et peuvent ainsi se propager dans l'environnement. De plus, suite à un fort courant d'eau excédentaire, du fait que la saleté et la végétation sont charriées et/ou du fait que les rivières sortent de leur lit, il y a de toute façon un plus grand contact entre l'eau de surface et le milieu environnant, et donc une probabilité plus élevée de contamination avec des pathogènes zoonotiques venant également de la faune sauvage.

La présence et la dispersion des agents pathogènes d'origine humaine tels que les norovirus, les rotavirus, le virus de l'hépatite A, *Shigella*, les *E. coli* entérotoxigéniques (ECET) et *Cyclospora cayotensis*, et les pathogènes humains zoonotiques et entériques, sont surtout déterminées par la quantité d'eau usée qui est libérée dans les eaux d'inondation lors de fortes pluies lorsque les égouts ne peuvent plus avaler à temps l'eau excédentaire (eaux usées et eaux pluviales). A ce niveau, l'attention doit surtout être portée aux pathogènes endémiques, c'est-à-dire aux germes pathogènes qui se rencontrent pendant longtemps auprès d'une fraction (relativement) constante de la population (tableau 1). Par exemple, *Shigella*, les *E. coli* entérotoxigéniques (ECET) et *Cyclospora* sont endémiques dans une grande partie du monde (surtout dans les pays en voie de développement) mais pas en Belgique (ni dans la plupart des pays de l'UE), et sont donc moins pertinents dans ce dossier pour la Belgique tandis que les rotavirus, les norovirus et les *E. coli* productrices de vérotoxines pathogènes pour l'homme (ECEH ou VTEC), par exemple, requièrent toute l'attention nécessaire dans nos régions. Quant au virus de l'hépatite A, il n'est pas endémique en Belgique mais peut cependant circuler dans une mesure importante dans les villes.

Dans la revue de la littérature scientifique ci-dessus, un certain nombre d'agents pathogènes plutôt opportunistes tels que *Aeromonas* spp. et *Pseudomonas* spp. sont également cités, ainsi que d'autres agents pathogènes tels que *H. pylori*, *Mycobacterium* et *Legionella*, et pour lesquels on ne sait pas clairement à l'heure actuelle quel est leur rôle et présence dans l'eau ou lors d'infections d'origine alimentaire dans une large population. Ils ne constituent peut-être pas les risques les plus prioritaires en cas d'inondation.

**Tableau 1.** Principaux organismes (micro)biologiques pathogènes pour l'homme pouvant être présents dans l'eau lors d'une inondation en Belgique (liste non exhaustive)

| <b>Contaminants (micro)biologiques potentiels dans l'eau d'inondation en Belgique*</b>     |                             |                          |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Bactéries</b>   | <b>Protozoaires</b>         | <b>Virus</b>             |
| <i>Campylobacter</i> spp.  | <i>Cryptosporidium</i> spp. | Hépatite A (virus de l') |
| <i>Escherichia coli</i> productrices de vérotoxines pathogènes pour l'homme (ECEH ou VTEC) | <i>Giardia lamblia</i>      | Hépatite E (virus de l') |
| <i>Salmonella</i> spp.   | <i>Taenia</i> spp.          | Norovirus                |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> pathogène pour l'homme                                      | <i>Toxoplasma gondii</i>    | Rotavirus                |
|  |                             | Sapovirus                |

\*Classés par ordre alphabétique et donc pas de « priority ranking »

Au lieu de procéder à un monitoring direct du produit primaire (ou de la zone agricole) en vue de détecter la présence des germes pathogènes figurant au tableau 1, il peut être indiqué, en cas d'inondation, de procéder en premier lieu à une évaluation générale d'une qualité

(micro)biologique et d'une hygiène suffisantes, et de rechercher ensuite les germes pathogènes de façon plus ciblée sur base de ces résultats, du contexte spécifique de l'inondation (type d'eau d'inondation, localisation, moment dans le cycle de culture...) et de la destination du produit.

Etant donné que ces germes pathogènes proviennent en grande partie d'une contamination fécale animale ou humaine, on peut procéder en premier lieu à un monitoring de l'eau ou du produit en vue de détecter la présence et les niveaux d'*E. coli* (non pathogènes pour l'homme) en tant que i) organisme indicateur de la contamination fécale, et ii) organisme index de germes pathogènes écologiquement apparentés. Des nombres accrus de *E. coli* indiquent qu'il y a en même temps une probabilité accrue de présence de germes pathogènes, quoique le caractère prédictif sur base de *E. coli* à propos de la présence effective de germes pathogènes soit plutôt limité – surtout pour les protozoaires et les virus, mais aussi même pour les bactéries entériques – (Mossel *et al.*, 1995). Lorsqu'une contamination fécale est constatée (et donc des nombres accrus d'*E. coli*), un screening effectif de l'eau ou des produits sur tous les germes pathogènes figurant au tableau 1 ou sur une sélection de ces germes (basée sur les circonstances exactes de l'inondation) est recommandé.

Il peut également y avoir un monitoring visant la détection d'organismes indicateurs alternatifs comme les bactéries coliformes et les entérocoques, afin d'obtenir un tableau de la qualité hygiénique générale de l'eau ou des produits. A ce propos, il est fait remarquer que, malgré que ces paramètres microbiologiques constituent une bonne indication de l'hygiène et des bonnes pratiques de production, le lien pour ces germes indicateurs – en raison du nombre plus étendu d'espèces bactériennes faisant partie du groupe des coliformes ou des entérocoques (dont certaines espèces sont également largement répandues dans l'environnement sans contamination fécale) – avec une contamination fécale (humaine ou animale), et donc leur fonction comme organisme index de la présence de germes pathogènes, est plus ténu que dans le cas de *E. coli*.

Dans le cas de germes pathogènes non repris au tableau 1 mais cependant associés aux aliments, comme *S. aureus*, *C. perfringens* et *C. botulinum*, la présence de faibles nombres ne signifie pas directement un risque pour la santé publique. *L. monocytogenes* n'a généralement pas un lien fécal direct, mais un risque accru à la suite d'une inondation n'est pas à exclure. Par conséquent, un monitoring relatif à la présence ou à la quantité des germes précités mérite l'attention lors de la transformation ultérieure des produits en denrées alimentaires ou en aliments pour bétail.

### 3.2. Identification des dangers : dangers chimiques

Euripidou et Murray (2004) ont réalisé une revue de la littérature scientifique en ce qui concerne les incidents chimiques associés aux inondations qui ont résulté en un impact sur la santé publique. Ces auteurs ont ainsi relevé une quinzaine d'incidents de ce type survenus entre 1960 et 2002. Ces incidents étaient d'origine naturelle (suite à d'importantes précipitations, à des tempêtes/ouragans...) ou anthropique (suite à un dysfonctionnement du réseau d'égouttage, d'une station d'épuration, d'un barrage minier...). Les principaux contaminants chimiques associés à ces incidents étaient les pesticides, les métaux lourds, les dioxines et les hydrocarbures.

A la suite du passage de l'ouragan Katrina en 2005 aux Etats-Unis et des inondations qui ont suivi, plusieurs études ont démontré la contamination des sols à La Nouvelle Orléans par des pesticides (heptachlore, DDT...), des composés semi-volatils (benzo[a]pyrene, N-nitrosodiméthylamine...) et des métaux lourds (plomb et arsenic) (Abel *et al.*, 2010 ; Presley *et al.*, 2006 ; Rotkin-Ellman *et al.*, 2010).

Albering *et al.* (1999) ont étudié les risques sanitaires potentiels de l'exposition à des métaux lourds sur les sols des bords de rivière suite à l'inondation de la Meuse à la fin de 1993. Les principales voies d'exposition pour la population générale étaient la consommation de végétaux alimentaires cultivés sur les bords de la rivière, et l'ingestion directe de terres contaminées. Les auteurs ont conclu qu'il était question d'un risque sanitaire potentiel pour



les habitants des bords de la rivière à la suite de contaminations par le plomb et le cadmium du sol dans la zone inondée (fréquence moyenne d'inondation une fois tous les 2 ans).

Stachel *et al.* (2006) ont étudié la contamination de la plaine alluviale, des fourrages grossiers et de plusieurs denrées alimentaires provenant des abords immédiats de l'Elbe en Allemagne par les dibenzodioxines polychlorées, les dibenzofuranes polychlorés, les biphényles polychlorés de type dioxine et le mercure à la suite des inondations survenues en août 2002. Leur étude a révélé que plusieurs échantillons excédaient les limites d'action et/ou les normes en vigueur. Les auteurs ont cependant conclu qu'un lien direct avec les inondations de 2002 ne pouvait être établi mais que ces échantillons non conformes étaient probablement la conséquence de l'accumulation de ces contaminants chimiques dans cette région au fil du temps. Dans leur introduction, les auteurs citent toutefois deux références (Krüger *et al.*, 2004 ; Grunewald *et al.*, 2004) décrivant la pollution de larges étendues de pâturage et de prairie par des métaux lourds, des hydrocarbures chlorés et des hydrocarbures aromatiques polycycliques suite à ces inondations de 2002. Il en ressort qu'il n'est pas tellement évident d'établir le lien causal entre l'apparition de contaminations chimiques dans le sol et la survenue d'inondations.

Tirado *et al.* (2010) et Funari *et al.* (2012) attirent également l'attention sur la possible contamination de terres agricoles et prairies avec des PCB et des dioxines après une inondation, ainsi que sur la présence possible d'hydrocarbures, de pesticides, de métaux lourds et de médicaments vétérinaires dans les eaux d'inondation.

Osorio *et al.* (2012) ont retrouvé des produits pharmaceutiques dans les eaux de la rivière Llobregat en Espagne. Ils ont démontré que d'une part, la concentration de certains de ces produits pouvait être abaissée par un accroissement du débit de la rivière (effet de dilution), mais que d'autre part, pour l'un des produits, l'acétaminophène (c'est-à-dire le paracétamol), la concentration augmentait en cas de débit accru. Il en ressort qu'une inondation peut remobiliser les polluants à partir des sédiments. Boxall *et al.* (2006) ont en outre démontré que des plants de laitues et de carottes pouvaient assimiler des médicaments vétérinaires à partir du sol.

Il ressort de l'aperçu bibliographique ci-dessus que même davantage que pour les contaminants microbiologiques, il n'y a en fait que peu d'informations concernant la diffusion et le transfert des contaminants chimiques vers le sol ou la plante via les eaux d'inondation.

En ce qui concerne les pollutions chimiques, il est évident que les eaux d'inondation peuvent charrier des restes/résidus de pesticides, de médicaments à usage humain et/ou animal et de biocides appliqués en milieu agricole et/ou urbain, ainsi que des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des huiles minérales (C10, C40), des dioxines et des furanes. Ces composants sont les polluants chimiques les plus pertinents possibles en cas de survenue d'une inondation (tableau 2). Il est donc indiqué de contrôler ces contaminants chimiques en cas d'inondation. Les eaux d'inondation peuvent toutefois aussi charrier des produits chimiques industriels et ménagers. La nécessité d'un monitoring et d'un contrôle de ces produits devra être évaluée au cas par cas en fonction des circonstances spécifiques de l'inondation.

Le Comité scientifique estime également qu'il y a lieu de prendre aussi en considération le risque de production post-inondation de mycotoxines par des moisissures au niveau des produits primaires végétaux inondés (Miraglia *et al.*, 2009 ; Tirado *et al.*, 2010). Lorsque les conditions (humidité, température) post-inondation sont favorables, les moisissures peuvent proliférer aussi bien dans les conditions de terrain (champ) que dans les conditions d'entreposage. Les moisissures du genre *Aspergillus* ou *Penicillium* (lors de l'entreposage) et *Fusarium* (sur les végétaux) peuvent produire des mycotoxines telles que l'ochratoxine A, la citrinine, la gliotoxine, la patuline, le déoxynivalénol, la zéaralénone, les fumonisines et les toxines T2 et HT2. Le développement de moisissures et la production possible de mycotoxines constituent un danger qui doit être maîtrisé à la fois dans l'étape suivante de transformation de ces produits végétaux dans la chaîne alimentaire et lors de leur utilisation en tant que denrées alimentaires ou aliments pour animaux. Dans ce dernier cas, il y a également le danger que les mycotoxines ne se retrouvent dans les viandes ou le lait.

Le risque de production post-inondation de phycotoxines, ces toxines produites par certaines algues unicellulaires, est aussi à prendre en considération si de l'eau stagne de manière prolongée au niveau des parcelles qui seront ensuite cultivées ou pâturées, où lorsque des sites de production aquacole sont inondés (Miraglia *et al.*, 2009 ; Tirado *et al.*, 2010 ; Funari *et al.*, 2012).

La production de mycotoxines ainsi que de phycotoxines est influencée par les conditions météorologiques spécifiques qui suivent l'inondation, surtout la température et l'humidité relative (Miraglia *et al.*, 2009 ; Tirado *et al.*, 2010 ; Funari *et al.*, 2012).

**Tableau 2.** Principaux contaminants chimiques pouvant se trouver dans les eaux d'inondation en Belgique (liste non exhaustive)

| <b>Contaminants chimiques potentiels dans l'eau d'inondation en Belgique</b>              |
|---|
| Métaux lourds (plomb, cadmium...)   |
| Pesticides, médicaments et biocides   |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)   |
| Huiles minérales (C10-C40)  |
| PCB, dioxines et furanes  |
| Mycotoxines (ochratoxine A, patuline...) et phycotoxines (microcystines, cyanotoxines...) |

### 3.3. Facteurs influençant l'exposition

La présence de contaminants microbiologiques ou chimiques dans l'eau lors d'une inondation – et par conséquent potentiellement dans le sol ou les végétaux ou animaux entrant en contact avec l'eau d'inondation ou cultivés/élevés dans une zone inondée – n'entraîne pas automatiquement un risque pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Plusieurs facteurs peuvent en effet intervenir et ainsi influencer l'exposition éventuelle des consommateurs et/ou des animaux à ces contaminants via la consommation de denrées alimentaires/fourrages provenant de ces zones inondées (tableau 3).

**Tableau 3.** Facteurs influant sur la persistance de la contamination microbiologique et chimique dans l'eau, dans le sol ou dans les végétaux en cas d'inondation

|  |  |
|--|--|
| Conditions saisonnières et météorologiques | Pluie brève et violente (plus souvent en été) <i>versus</i> longues périodes de pluie continue (plus souvent en hiver). Ces conditions ont une influence sur la durée du contact du sol ou de la plante avec l'eau de l'inondation et/ou le dépôt de sédiments et la création de conditions anaérobies dans le sol à la suite d'une inondation |
|  | Température et nombre d'heures d'ensoleillement dans la période pendant et post-inondation ont une influence sur la persistance et la prolifération éventuelle de micro-organismes dans l'environnement (sol, eau, plante)   |
|  | La présence d'un sous-sol gelé a une influence sur la pénétration dans le sol des contaminants   |
|  | La présence d'une période plus sèche précédant l'inondation peut avoir une influence sur l'entraînement de végétation ou autres matières par l'eau d'inondation, et sur la pénétration de l'eau dans le sol (en fonction du type de sol)   |
|  | La présence de plantes cultivées sur les champs et leur stade de croissance ; la présence récente de bétail (moutons/vaches) dans les prairies, la présence de faune sauvage   |

|   |  |
|---|--|
| Situation de la zone inondée            | Géographie, hydrologie et gestion des sols; proximité de rivières ; risque d'exposition à des eaux de ruissellement (run-off) de zones situées plus haut; sol argileux <i>versus</i> sablonneux, et la pénétration ou non de l'eau et la fixation ou non des contaminants                              |
|   | Zone rurale <i>versus</i> urbanisée ; proximité de prairies pâturées ou de champs cultivés ; activité industrielle, et leur type; installations d'épuration d'eau ou points de déversement d'eaux d'égouttage  |
| Type de produit primaire et destination | Le type de produit végétal (céréales, plantes à racine et à bulbe, légumes à feuilles, légumes-fruits, fruits mous, fruits à pépins sur arbres ou arbustes) et le stade de croissance ont une influence sur l'entrée en contact ou non de la partie comestible en cas d'inondation                     |
|   | Les produits prêts à la consommation (à consommer crus) <i>versus</i> produits soumis à traitement ou transformation ou préparation ultérieure entraînant potentiellement une réduction ou une inactivation du contaminant ont une influence sur le degré d'exposition lors de la consommation finale. |

### 3.3.1. Conditions saisonnières et météorologiques

La **période de l'année** où a lieu l'inondation peut avoir une influence sur l'exposition aux contaminants. Les inondations hivernales comportent par définition moins de risques, notamment du point de vue (micro)biologique, parce que la charge (micro)biologique de l'eau en général est plus faible en hiver qu'en été de par la moindre activité (extérieure) des animaux sauvages et du bétail, qui est maintenu en étable. Comme la température de l'eau est également plus basse, en cas de contamination la prolifération des bactéries sera limitée. Toutefois, des micro-organismes (comme *Campylobacter* ou des virus) survivent souvent plus longtemps dans un milieu froid. L'impact potentiel d'une inondation sur la sécurité alimentaire en hiver sera également limité par le fait qu'il n'y a guère de végétaux sur les champs et/ou les potagers, mis à part les cultures hivernales (céréales d'hiver, colza, poireaux...) et les prairies permanentes. De plus, une inondation en hiver est souvent la conséquence de précipitations continues pendant des jours, ou des eaux de fonte de neige accumulée, ce qui fait que ce sont généralement de grandes superficies de terrain agricole qui sont touchées, mais où la concentration des contaminants (micro)biologiques est diluée. En cas d'inondation hivernale, il y a cependant plus souvent un contact plus long du sol ou du végétal avec l'eau de l'inondation, ce qui favorise le dépôt de sédiments et la fixation des contaminants, ainsi que la création de conditions anaérobies dans le sol. La présence d'un sous-sol éventuellement gelé a une influence sur la pénétration ou pas des contaminants dans le sol.

Une chute de pluie brève mais violente, accompagnée ou non d'un orage, est plus fréquente en été, et ceci souvent aussi après une période plus sèche préalable. Dans ces conditions, il y a un risque accru d'entraînement de végétation ou d'autres matières par l'eau d'inondation (et l'eau peut donc charrier davantage de sédiments et probablement aussi de contaminants chimiques comme les dioxines et les métaux lourds). Les inondations estivales, qui durent généralement moins longtemps et sont plutôt locales, comportent probablement un risque (micro)biologique plus grand en raison de l'activité (extérieure) plus importante des animaux et de la température plus élevée de l'eau, qui permet le développement de bactéries dans les eaux riches en nutriments et entraîne donc des nombres plus élevés et une plus forte charge (micro)biologique dans l'eau. Du fait qu'en cas d'orage des précipitations abondantes tombent en peu de temps, il y a plus de chances que l'eau excédentaire ne soit pas évacuée à temps via les égouts et que des eaux d'égout non épurées soient déversées vers les eaux de surface. En même temps, en été il y a aussi un plus grand risque de contaminations chimiques lorsqu'il est question de pesticides utilisés, car ceux-ci sont plus souvent appliqués en été. En cas d'inondation en été, il y a d'ailleurs aussi souvent un contact plus intense des flux d'eau avec des particules du sol ou des plantes sales/en décomposition, qui ont à leur

tour une charge (micro)biologique élevée, et sur lesquelles des germes se sont accumulés sous la forme d'agrégats ou de biofilms. Eventuellement, les cadavres d'animaux (rongeurs) charriés par les eaux de l'inondation (surtout en cas d'inondation de longue durée et la présence d'eaux stagnantes) peuvent également constituer une source de germes pathogènes (*C. botulinum*).

**La durée de l'exposition** aux eaux d'inondation (courte, une question d'heures en cas d'orage (estival) violent *versus* un ou plusieurs jours en cas de pluies de longue durée (principalement à l'arrière-saison/au printemps)) n'est probablement pas le facteur le plus critique dans le transfert des contaminants microbiologiques de l'eau vers la plante, étant donné que la fixation aux feuilles/fruits ou aux particules de terre se fait déjà après un bref contact (quasi immédiatement). Il s'avère toutefois qu'en cas d'inondation de longue durée, les bactéries anaérobies (*Clostridia* spp.) peuvent survivre plus longtemps et, si la température ambiante le permet, peuvent proliférer en conséquence de conditions anaérobies.

**La température et le nombre d'heures d'ensoleillement** (principalement l'effet du rayonnement UV) dans la **période d'inondation et post-inondation** a une influence sur la persistance et la multiplication des micro-organismes dans l'environnement, notamment dans le sol, dans l'eau et dans/sur les plantes (Castro-Ibáñez *et al.*, 2013 ; Johannessen *et al.*, 2007 ; Økland *et al.*, 2007 ; Olaimat en Holley, 2012 ; Ottoson *et al.*, 2011). En général, un accroissement de la température et une plus grande intensité lumineuse et une irradiation UV entraîne une destruction plus rapide des germes pathogènes sur le feuillage des légumes à feuilles et dans le sol ou les eaux de surface. Ottoson *et al.* (2011) ont cultivé de la laitue iceberg en chambre climatisée et lui ont inoculé *E. coli* O157 via l'eau d'irrigation. Les dénombrements bactériens après inoculation et après 1, 2, 4 et 7 jour(s) post-inoculation ont été déterminés. Les expériences ont été effectuées à 11, 18 et 25°C et avec des intensités lumineuses de 0, 400 et 600 mmol (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. Il y avait un effet significatif de la température et de la luminosité sur la survie, avec moins de bactéries isolées sur des laitues incubées à 25 et 18°C qu'à 11°C (P<0,0001) et à des intensités lumineuses de 400 et 600 mmol (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> qu'à 0 mmol (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (P<0,001). Les réductions log moyennes après 1, 2, 4 et 7 jour(s) abaissaient respectivement le risque avec un facteur de 3, 8, 8 et 18 en comparaison avec une récolte le même jour que la dernière irrigation. Økland *et al.* (2007) ont démontré qu'*E. coli* ne pouvait plus être détectée sur les frisée et laitue iceberg sept jours après l'irrigation avec une eau contaminée. Castro-Ibáñez *et al.* (2013) ont examiné de jeunes plants de laitue qui avaient été inondés par de l'eau de rivière au début du cycle de culture. Cette inondation a entraîné des valeurs accrues de *E. coli* sur la laitue (3.3 log ufc/g) et la détection de *Salmonella* et de gènes de virulence de VTEC. Toutefois, en cas d'échantillonnage 15 jours et plus après l'incident d'inondation, ils n'ont plus détecté d'*E. coli* (< 10/g) ou de *Salmonella* ni de gènes de virulence de VTEC – probablement en raison de l'irradiation UV due aux journées estivales chaudes qui ont suivi.

En fonction des conditions météorologiques dans la ou les semaines qui suivent l'inondation, il existe donc une cinétique différente de dispersion, de survie ou de développement des germes pathogènes dans le sol, dans l'eau ou sur les plantes pouvant influencer positivement ou négativement la présence et les niveaux de contamination microbiologique (Liu *et al.*, 2013). Le bilan définitif relatif à l'exposition aux germes pathogènes au moment de la récolte (plusieurs jours ou semaines après l'inondation) est, de ce fait, difficile à prédire et doit faire l'objet d'une évaluation au cas par cas. La présence et les niveaux de contamination microbiologique immédiatement après une inondation, et leur évolution à intervalles réguliers après l'inondation, seront de préférence vérifiés à l'aide d'échantillonnages et d'analyses.

### 3.3.2. Localisation de la zone inondée

La survenue d'une inondation dans une zone géographique donnée est notamment déterminée par les **caractéristiques topographiques et hydrologiques de la zone**. Il est évident que les zones agricoles situées dans des vallées ou sur le bassin versant de rivières ont plus de risque d'inondation. De plus, le type de sol (argileux, limoneux, sablo-limoneux, ou sablonneux), le travail du sol, la présence de matières organiques et de végétation

contribuent à déterminer le plus ou moins grand drainage de l'eau et l'écoulement (lessivage/ruissellement) de l'eau de pluie.

L'**origine de l'eau d'inondation** est également importante pour le niveau d'exposition aux contaminants. Si les eaux proviennent d'une zone industrielle, il y a plus de risque de contamination chimique (par des dioxines, des métaux lourds...). Si un abattoir est établi dans la zone où a lieu l'inondation, le risque de contaminations (micro)biologiques est élevé. S'il s'agit d'une inondation dans une zone rurale, il y a des chances que les eaux aient été contaminées par des pesticides, des médicaments vétérinaires ou des contaminants fécaux de l'élevage (Hutchison *et al.*, 2004). S'il s'agit d'une inondation en zone urbanisée, l'eau est potentiellement contaminée par des hydrocarbures, des huiles minérales et des métaux lourds provenant du réseau routier, mais elle peut éventuellement aussi être (micro)biologiquement contaminée (contamination fécale d'origine humaine), surtout si pendant l'inondation l'eau excédentaire ne peut pas être évacuée à temps via les égouts et est détournée vers les eaux de surface par débordement.

### 3.3.3. Type de produit primaire et destination de ce produit

#### 3.3.3.1. Produits végétaux

Il est évident que ce sont surtout les produits végétaux se trouvant sur le champ qui représentent le premier souci concernant l'évaluation de la sécurité alimentaire. L'estimation du risque pour la santé publique en cas de consommation de tels produits primaires doit en premier lieu prendre en compte le **type de produit végétal** (céréales, plantes racines et plantes à bulbes, légumes à feuilles, légumes fruits, fruits mous, fruits à pépins sur arbres ou arbustes), le stade de croissance de la plante (et la mesure dans laquelle la partie à récolter ou comestible qui parvient dans la chaîne alimentaire est déjà présente dans la plante) et le degré de contact de la partie comestible de la plante avec l'eau contaminée.

A ce propos, il y a lieu également de tenir compte du **délai qui s'est écoulé entre l'inondation et la récolte**, de l'évolution ultérieure (développement) de la plante (cultivée) mais aussi de la cinétique des contaminants chimiques et microbiologiques. Ceci sera, comme mentionné plus haut, notamment déterminé par les conditions météorologiques qui suivent la période post-inondation. Un ensoleillement intense (radiations UV) et des périodes chaudes et sèches favorisent en général la réduction de la contamination (micro)biologique (cf. aussi le point 3.3.1.), tandis que des conditions nuageuses, fraîches et humides en prolongent la persistance (et par exemple peuvent favoriser la production de mycotoxines).

**Les pâturages** ou les prés de fauche peuvent aussi être inondés. On ne dispose que d'informations limitées concernant la survie de germes pathogènes dans le sol après inondation. Des informations sont bien disponibles sur la persistance des germes pathogènes dans le sol, basées sur des études d'inoculation ou après l'administration de fumier d'animaux (insuffisamment) transformé. Au Royaume-Uni, Hutchison *et al.* (2005) ont démontré que les protozoaires comme *Cryptosporidium parvum* survivent mieux que les bactéries sur la fétuque (*Festuca*) après épandage d'effluents d'élevage frais. Ils ont également démontré que les inoculums initiaux d'environ  $1 \times 10^6$  ufc/g de la plupart des agents zoonotiques (*Salmonella enterica* Typhimurium, *Campylobacter jejuni*, *L. monocytogenes* et une souche de *E. coli* O157 non productrice de vérotoxines) étaient tombés après 64 jours en dessous des limites de détection (Hutchison *et al.*, 2005). Avery *et al.* (2004) ont déterminé la décomposition des *E. coli* fécales après excrétion sur pâturage par des bovins, des ovins ou des porcs. Les temps moyens de réduction décimale (valeurs D) de *E. coli* provenant de bovins et d'ovins étaient respectivement de 38 et 36 jours. Ceux des porcs étaient en moyenne de 26 jours. Les *E. coli* provenant de fèces animales peuvent donc survivre sur l'herbe au moins 5 à 6 mois.

Si des sédiments sont déposés sur des prairies après une inondation, il y a lieu, d'un point de vue chimique et dans le cadre de bonnes pratiques agricoles, d'observer un délai d'attente avant de récolter le foin ou de faire à nouveau pâturer le bétail, ou bien d'y cultiver des plantes fourragères (ou des aliments). Les terres agricoles peuvent, en effet, être contaminées (par des pesticides, des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques

polycycliques (HAP), des huiles minérales (C10-C40), des PCB, des dioxines, des furanes...), et de cette manière on peut retrouver ces contaminants dans les plantes récoltées ou dans le lait des vaches. Concernant la persistance des contaminants chimiques dans le sol, on ne dispose pas jusqu'à aujourd'hui de recommandation quant aux délais d'attente requis.

Outre le contact entre le sol (ou le pâturage), les végétaux (plantes cultivées) et l'eau de qualité insuffisante lors d'une inondation, il existe aussi le risque d'infiltrations d'eaux contaminées dans les puits peu profonds ou les citernes (non recouvertes) dans lesquelles est stockée l'**eau d'arrosage** et dans les sources ou les puits d'eau souterraine. L'arrosage avec de l'eau contaminée de ces réservoirs peut aussi provoquer une contamination qui peut elle-même provoquer pendant une longue période (irrigation répétée) une contamination des plantes, même après disparition de l'eau de l'inondation.

La **destination** des produits végétaux exposés aux contaminants suite à une inondation joue également un rôle. Dans le cas de produits végétaux destinés à être consommés crus (prêts à la consommation), les risques sont plus importants. Si les produits végétaux subissent des étapes ultérieures de transformation (épluchage, blanchiment, pasteurisation, stérilisation...) avant commercialisation ou dans le cas de préparations de repas aboutissant à une réduction ou à une inactivation des contaminants, les risques seront limités.

### 3.3.3.2. Produits animaux

En cas d'inondation, il n'y a pas seulement contact entre les plantes (cultivées) et l'eau de qualité insatisfaisante, mais aussi potentiellement contamination des eaux servant à l'élevage de **poissons** (élevages de truites...) ou de **mollusques bivalves** (aquaculture de moules et d'huîtres). Les poissons d'élevage, les mollusques bivalves et leurs produits présentent donc un risque accru de contamination microbiologique et chimique. Surtout chez les bivalves qui sont des "*filter-feeders*", une accumulation de virus pathogènes pour l'homme (norovirus ou virus de l'hépatite A) en cas de débordement d'eaux d'égouttage contaminées est réelle, en tout cas dans les périodes où une incidence accrue de gastro-entérite virale se présente dans la population. Il est donc recommandé de contrôler ces produits plus strictement quant à la présence éventuelle de contaminants (micro)biologiques ou chimiques avant de les mettre sur le marché.

A priori, les produits animaux (d'animaux terrestres) qui sont influencés par une inondation présenteront un risque plus important de contamination chimique que (micro)biologique. En ce qui concerne les œufs, le risque existe qu'ils soient contaminés par des dioxines, par exemple si les poules pondeuses ont accès à un parcours extérieur touché par l'inondation. L'accumulation possible de dioxines dans le sol doit être évaluée, avec l'appui éventuel de résultats d'analyses. La détention des poules sur des surfaces non contaminées immédiatement après l'inondation peut constituer une mesure de contrôle. En ce qui concerne le lait et la viande, le risque de contamination chimique est limité vu le faible transfert et la métabolisation, sauf peut-être si les animaux sont détenus dans des zones inondées avec risque d'accumulation de cadmium dans les reins (Roggeman *et al.*, 2014 ; Waegeneers *et al.*, 2009) et de dioxines dans le lait (Roeder *et al.*, 1998 ; Schulz *et al.*, 2005).

## 4. Recommandations

Vu la diversité des contaminants chimiques ou (micro)biologiques pouvant être impliqués lors d'une inondation et les conditions spécifiques dans lesquelles les inondations peuvent avoir lieu (la saison, les conditions météorologiques, la localisation), il est recommandé d'évaluer **au cas par cas** les risques liés à la consommation par l'homme ou les animaux des produits contaminés issus de la chaîne alimentaire. Il faut, en effet, prendre en compte l'origine de l'eau d'inondation et par conséquent son profil de contamination, ainsi que le type de produit végétal (légumes à feuilles ou légumes-racines...) ou animal (lait, œufs, viande, poissons d'élevage, mollusques...), et/ou la destination des végétaux inondés (*feed*, *food*, consommés crus ou après transformation...), ainsi que d'autres facteurs comme la localisation de la zone inondée et les conditions saisonnières et météorologiques.

Le Comité scientifique formule plusieurs recommandations en vue, en cas d'inondation, de réduire à un minimum les risques pour la santé publique consécutifs à la consommation de produits primaires végétaux ou animaux provenant des zones inondées, et il distingue **deux cas**.

Un premier cas concerne le contact direct de la partie comestible des légumes et fruits, et des plantes fourragères qui sont **destinés à être consommés crus** avec l'eau d'inondation **peu de temps (jusqu'à 2 semaines) entre la fin de l'inondation et la récolte**. Dans ce cas, il est recommandé de détruire ces produits, parce qu'ils peuvent avoir subi une contamination (micro)biologique ou chimique. La mise à l'étable du bétail ou de la volaille durant 2 semaines est également recommandée afin d'éviter tout contact des animaux de rente avec les prairies ou la zone de parcours extérieur inondées, vu que le sol peut y avoir subi une contamination (micro)biologique ou chimique.

Dans le second cas, s'il y a une période de **plus de 2 semaines disponible entre la fin de l'inondation et la récolte des produits végétaux prêts à la consommation ou s'il s'agit de produits végétaux non prêts à être consommés**, le Comité scientifique recommande le plan par étapes ci-après. Le plan par étapes est également recommandé pour les décisions relatives i) au pâturage de prairies après inondation, ou ii) à la réutilisation des terres agricoles pour la culture de fruits et légumes ou de plantes fourragères après inondation :

- 1) Se renseigner sur les conditions spécifiques de l'inondation (tableau 3), notamment sur :
  - le type et l'origine de l'eau d'inondation,
  - le type de produit primaire et sa destination,
  - la localisation de la zone inondée, et
  - les conditions saisonnières et météorologiques.
- 2) Procéder à un monitoring supplémentaire (échantillonnage et analyse) de la culture (la prairie ou la terre agricole) visant la détection au moins de la présence ou des niveaux des indicateurs d'hygiène, et éventuellement des micro-organismes pathogènes ou des contaminants chimiques. Le Comité scientifique propose également une liste (non exhaustive) de contaminants (micro)biologiques et chimiques (tableaux 1 et 2) qui peuvent potentiellement être introduits en Belgique lors d'une inondation, et dont on peut tirer une sélection pour le monitoring et le suivi dans le temps en fonction des circonstances spécifiques de l'inondation.
- 3) Sur base de ces résultats d'analyse et des circonstances spécifiques de l'inondation, on doit évaluer **au cas par cas** les risques spécifiques de contaminations microbiologiques et/ou chimiques.

Il est évident qu'en cas d'inondation, il se produit un accroissement de la charge microbienne, ce qui abaisse la qualité (micro)biologique, et qu'il y a en même temps un risque accru de présence de pathogènes liés aux aliments. On recommande donc aux utilisateurs des terres agricoles inondées – y compris dans le cas où sont cultivés des produits non « prêts à la consommation » ou des produits dont la partie comestible n'entre pas en contact avec l'eau de l'inondation – d'avoir toujours, dans cette situation, une attention accrue pour les bonnes pratiques agricoles et leur vérification, comme par exemple le respect des délais d'attente avant la réutilisation des terres agricoles, le contrôle de la qualité de l'eau des sources, puits ou réservoirs utilisés pour l'irrigation des cultures, l'augmentation éventuelle de la fréquence du monitoring de la qualité et de l'hygiène des produits récoltés qui sont commercialisés ou affouragés aux animaux.

Il y a potentiellement non seulement des risques accrus concernant la sécurité alimentaire des produits primaires végétaux qui sont commercialisés et consommés immédiatement tels quels (« prêts à la consommation »), mais aussi pour les produits végétaux mis dans le commerce qui subissent une transformation ultérieure (éventuellement avec une étape de réduction). Même en appliquant les processus de transformation visant à un abaissement du nombre de germes, la livraison de produits finis de bonne qualité dépend notamment de la

qualité initiale du produit. De plus, une charge microbienne plus élevée (et un risque accru de présence de pathogènes) peut également entraîner un risque accru de contamination croisée et l'introduction de pathogènes dans l'environnement de production. Une attention accrue pour les bonnes pratiques de travail et un contrôle d'entrée des spécifications fixées sont donc recommandés, même aux stades de la chaîne alimentaire postérieurs à la production primaire. L'entreprise de transformation ou de négoce qui transforme ou stocke pareils produits issus de zones inondées doit procéder à une évaluation du risque des produits livrés ou vérifier l'évaluation du risque réalisée par la production primaire, et également faire montre d'une plus grande vigilance dans le contrôle de l'hygiène du matériel et de l'environnement de production au sein de son propre établissement.

Le Comité scientifique a constaté que les connaissances scientifiques relatives à la problématique de l'inondation et, à l'introduction et à la persistance de contaminants (micro)biologiques et chimiques qui en résultent dans les zones inondées sont plutôt limitées, et il estime qu'il y a lieu d'acquérir un supplément de connaissances à partir d'incidents et de l'approche suggérée ci-avant de l'évaluation du risque et des recommandations pour réduire à un minimum les risques liés à une inondation pour la sécurité alimentaire.

Le Comité scientifique recommande à l'AFSCA de centraliser les résultats d'analyses, les mesures prises et éventuellement les études de foyers consécutifs à des inondations, afin d'établir un scénario pour les catastrophes futures.

Pour le Comité scientifique,

Prof. Em. Dr. Pharm. C. Van Peteghem (Sé.)  
Président

Bruxelles, le 29/11/2013



## Références

Abel M.T., Cobb G.P., Presley S.M., Ray G.L., Rainwater T.R., Austin G.P., Cox S.B., Anderson T.A., Leftwich B.D., Kendall R.J., Suedel B.C., 2010. Lead distributions and risks in New Orleans following Hurricanes Katrina and Rita. *Environ Toxicol Chem.* 29(7):1429-37.

Albering H.J., van Leusen S.M., Moonen E.J., Hoogewerff J.A., Kleinjans J.C., 1999. Human health risk assessment: A case study involving heavy metal soil contamination after the flooding of the river Meuse during the winter of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives.* 107(1):37-43.

ANSES, 2010. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Clostridium perfringens*. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2010sa0235Fi.pdf>.

ANSES, 2011a. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Listeria monocytogenes*. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/Documents/MIC-Fi-Listeria.pdf>.

ANSES, 2011b. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2011sa0117Fi.pdf>.

ANSES, 2011c. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Clostridium botulinum*, *Clostridium* neurotoxinogènes. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2010sa0234Fi.pdf>.

ANSES, 2011d. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Toxoplasma gondii*. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2010sa0274Fi.pdf>.

ANSES, 2012. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Vibrio parahaemolyticus*. Beschikbaar op : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2011sa0210Fi.pdf>.

Avery S.M., Moore A., Hutchison M.L., 2004. Fate of *Escherichia coli* originating from livestock faeces deposited directly onto pasture. *Letters in Applied Microbiology.* 38:355–359.

Bal N., Camps J., 2011. *Gezondheidskundige impact van overstromingen op moestuinen in Vlaanderen*. Tauw België nv : Rapport 8 april 2011. Beschikbaar op : [http://www.zorg-en-gezondheid.be/v2\\_default.aspx?id=28666&terms=overstromingen](http://www.zorg-en-gezondheid.be/v2_default.aspx?id=28666&terms=overstromingen).

Bezirtzoglou C., Dekas K., Charvalos E., 2011. Climate changes, environment and infection: Facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. *Anaerobe.* 17(6):337-40.

Boone I., Thys E., Marcotty T., de Borchgrave J., Ducheyne E., Dorny P., 2007. Distribution and risk factors of bovine cysticercosis in Belgian dairy and mixed herds. *Prev Vet Med.* 82(1-2):1-11.

Boxall A.B.A., Johnson P., Smith E. J., Sinclair C.J., Stutt E., Levy L.S., 2006. Uptake of veterinary medicines from soils into plants. *J. Agric. Food Chem.* 54(6):2288-97.

Casteel M.J., Sobsey M.D., Mueller J.P., 2006. Fecal contamination of agricultural soils before and after hurricane-associated flooding in North Carolina. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 41(2):173-84.

Castro-Ibáñez I., Gil M., Allende A., 2013. Impact of Extreme Climatic Events on Microbial Safety of Leafy Greens: Flooding. IAFP 2013: technical abstract T6-10. *Journal of Food Protection.* 76(Supplement A):47.

De Schrijver K., Vanwanrooy S., Boeckxstaens G., 2012. Epidemiologische en klinische aspecten van infectieziekten opgelopen door microbiëel gecontamineerd drinkwater. *Infectieziektebulletin*. 2012-1-79:14-20.

Euripidou E., Murray V., 2004. Public health impacts of floods and chemical contamination. *J Public Health (Oxf)*. 26(4):376-83.

Fewtrell L., 2010. The microbiology of flooding: homes and health. *Microbiologist*. December 2010:37-40.

Fewtrell L., Smith K., Kay D., 2010. Assessment of infection risks due to urban flooding. In: *Flood Risk Science and Management*. Pender G., Thorne C., Cluckie I. and Faulkner H. Blackwell Publishing Ltd.

Fewtrell L., Kay D., Smith K., Watkins J., Davies C., Francis C., 2011. The microbiology of urban UK floodwaters and a quantitative microbial risk assessment of flooding and gastrointestinal illness. *Journal of Flood Risk Management*. 4(2):77-87.

FSA, 2009a. *Managing farm manures for food safety. Guidelines for growers to reduce risks of microbiological contamination of ready-to-eat crops*. Food Standards Agency (FSA), United Kingdom (UK). Wednesday 3 June 2009. Beschikbaar op : <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20101224202640/http://food.gov.uk/news/newsarchive/2009/jun/manures>.

FSA, 2009b. *Flooding : food safety advice*. Food Standards Agency (FSA), United Kingdom (UK). Thursday 26 November 2009. Beschikbaar op : <http://www.food.gov.uk/safereating/microbiology/flood>.

Funari E., Manganelli M., Sinisi L., 2012. Impact of climate change on waterborne diseases. *Ann Ist Super Sanità*. 48(4):473-487.

Grunewald K., Unger C., Brauch H.J., Schmidt W., 2004. Elbehochwasser 2002 – Ein Rückblick. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox*. 16(7):7–14.

Haines A., Epstein R.P., McMichael J.A., 1993. On behalf of an international pane. Global health watch: monitoring impacts of environmental change. *Lancet*. 1993(342):1464-9.

HGR, 2000. *Hygiënische maatregelen bij overstroming. Herziening van de bestaande adviezen*. Hoge Gezondheidsraad (HGR). October 2000. Beschikbaar op : <http://sante.belgique.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/4388387.pdf>.

HGR, 2010. *Publicatie van de Hoge Gezondheidsraad nr. 8386 : Viruses and food*. Februari 2010. Beschikbaar op : [http://sante.belgique.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/18066830\\_nl.pdf](http://sante.belgique.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/18066830_nl.pdf).

Hutchison M.L., Walters L.D., Avery S.M., Syngé B.A., Moore A., 2004. Levels of zoonotic agents in British livestock manures. *Lett Appl Microbiol*. 39:207-214.

Hutchison M.L., Walters L.D., Moore T., Thomas D.J., Avery S.M., 2005. Fate of pathogens present in livestock wastes spread onto fescue plots. *Appl Environ Microbiol*. 71(2):691-6.

Jones M.K., Oliver J.D., 2009. *Vibrio vulnificus*: Disease and Pathogenesis. *Infect Immun*. 77(5):1723-33.

Johannessen G.S., Reitehaug E., Secic I., Økland M., Høgåsen H.R., Portaas I., Rørvik L.M. and Cudjoe K.S., 2007. Effect of irrigation water on the bacteriological quality of lettuce during the growth period and harvest in Norway. Veterinærinstituttet (National Veterinary Institute), Oslo, Norway.

Krüger F., Gröngröft A., Grunewald K., Meihner R., Miehlich G., Petzoldt H., 2004. Schadstoffbelastung nach dem Elbe-Hochwasser 2002. In: Geller W., Ockenfeld K., Böhme M., Knöchel A. *Auswirkungen der Schadstoffgehalte und Keimbelastung von Hochflutsedimenten auf Böden und Pflanzen*. ISBN3-00-013615-0. p.224– 57.

Leifert C., Ball K., Volakakis N., Cooper J.M., 2008. Control of enteric pathogens in ready-to-eat vegetable crops in organic and 'low input' production systems: a HACCP-based approach. *J Appl Microbiol.* 105(4):931-50.

Liu C., Hofstra N., Franz E., 2013. Impacts of climate change on the microbial safety of pre-harvest leafy green vegetables as indicated by *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* spp. *International Journal of Food Microbiology.* 163(2–3):119-128.

Mackowiak P.A., Caraway C.T., Portnoy B.L., 1976. Oyster-associated hepatitis: lessons from the Louisiana experience. *Am J Epidemiol.* 103(2):181-91.

Marvin H.J.P., Kleter G.A., Van der Fels-Klerx H.J., Noordam M.Y., Franz E., Willems D.J.M., Boxall A., 2013. Proactive systems for early warning of potential impacts of natural disasters on food safety: Climate-change-induced extreme events as case in point. *Food Control.* 34(2):444-456.

McMichael J.A., Haines A., Slooff R., Kovats S., 1996. *Climate change and human health: an assessment provided by a task group on behalf of the WHO, the world meteorological association and the UN environment programme*. Geneva: WHO.

Meng X.J., 2011. From barnyard to food table: the omnipresence of hepatitis E virus and risk for zoonotic infection and food safety. *Virus Res.* 161(1):23-30.

Miraglia M., Marvin H.J., Kleter G.A., Battilani P., Brera C., Coni E., Cubadda F., Croci L., De Santis B., Dekkers S., Filippi L., Hutjes R.W., Noordam M.Y., Pisante M., Piva G., Prandini A., Toti L., van den Born G.J., Vespermann A., 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol.* 47(5):1009-21.

Monahan A.M., Miller I.S., Nally J.E., 2009. Leptospirosis: risks during recreational activities. *Journal of Applied Microbiology.* 107:707–716.

Mossel D.A.A., Corry J.E.L., Struijk C.B., Baird R.M., 1995. *Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies*. Chichester (England): John Wiley & Sons. 287-9 p.

Økland M., Reitehaug E., Secic I., Johannessen G.S., Østensvik Ø., Bomo A.-M. and Vogelsang C., 2007. Recovery of *E. coli* from lettuce one week after irrigation with different types of water. Veterinærinstituttet (National Veterinary Institute), Oslo, Norway.

Olaimat A.N., Holley R.A., 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. *Food Microbiol.* 32(1):1-19.

OMAFRA, 2008. *Good Agricultural Practices Manual For Agricultural Operations*.  
Beschikbaar op :  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/food/foodsafety/producers/goodagpractices.pdf>

Osorio V., Pérez S., Ginebreda A., 2012. Pharmaceuticals on a sewage impacted section of a Mediterranean River (Llobregat River, NE Spain) and their relationship with hydrological conditions. *Environ Sci Pollut Res.* 19:1013–1025.

Ottoson, J.R., Nyberg K., Lindqvist R., Albiñ A., 2011. Quantitative microbial risk assessment for *Escherichia coli* O157 on lettuce, based on survival data from controlled studies in a climate chamber. *J Food Prot.* 74(12):2000-7.

Presley S.M., Rainwater T.R., Austin G.P., Platt S.G., Zak J.C., Cobb G.P., Marsland E.J., Tian K., Zhang B., Anderson T.A., Cox S.B., Abel M.T., Leftwich B.D., Huddleston J.R., Jeter R.M., Kendall R.J., 2006. Assessment of pathogens and toxicants in New Orleans, LA following Hurricane Katrina. *Environ Sci Technol.* 40(2):468-74.

Raghavan R.K., Brenner K.M., Higgins J.J., Hutchinson J.M., Harkin K.R., 2012. Evaluations of hydrologic risk factors for canine leptospirosis: 94 cases (2002-2009). *Prev Vet Med.* 107(1-2):105-9.

Roeder RA, Garber MJ, Schelling GT, 1998. Assessment of dioxins in foods from animal origins. *J Anim Sci.* 76(1):142-51.

Roggeman S., de Boeck G., De Cock H., Blust R., Bervoets L., 2014. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (*Bos taurus*), and the risks for human consumption. *Science of The Total Environment.* 466-467:175-184.

Rotkin-Ellman M., Solomon G., Gonzales C.R., Agwaramgbo L., Mielke H.W., 2010. Arsenic contamination in New Orleans soil: temporal changes associated with flooding. *Environ Res.* 110(1):19-25.

Schulz AJ, Wiesmüller T, Appuhn H, Stehr D, Severin K, Landmann D, Kamphues J, 2005. Dioxin concentration in milk and tissues of cows and sheep related to feed and soil contamination. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 89(3-6):72-8.

Stachel B., Christoph E.H., Götz R., Herrmann T., Krüger F., Kühn T., Lay J., Löffler J., Pöpke O., Reincke H., Schröter-Kermani C., Schwartz R., Steeg E., Stehr D., Uhlig S., Umlauf G., 2006. Contamination of the alluvial plain, feeding-stuffs and foodstuffs with polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs), dioxin-like polychlorinated biphenyls (DL-PCBs) and mercury from the River Elbe in the light of the flood event in August 2002. *Sci Total Environ.* 364(1-3):96-112.

Tirado M.C., Clarke R., Jaykus L.A., McQuatters-Gollop A., Frank J.M., 2010. Climate change and food safety: A review. *Food Research International.* 43:1745-1765.

VAZG, 2011. *Gezond groenten en fruit telen in overstromingsgebied zonder problemen.* Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid (VAZG) : Persmededeling 12 april 2011. Beschikbaar op : <http://www.zorg-en-gezondheid.be/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=27954>.

Waegeneers N., Pizzolon J.C., Hoenig M., De Temmerman L., 2009. Accumulation of trace elements in cattle from rural and industrial areas in Belgium. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 26(3):326-32.

## Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants :

D. Berkvens, A. Clinquart, G. Daube, P. Delahaut, B. De Meulenaer, L. De Zutter, J. Dewulf, P. Gustin, L. Herman, P. Hoet, H. Imberechts, A. Legrève, C. Matthys, C. Saegerman, M.-L. Scippo, M. Sindic, N. Speybroeck, W. Steurbaut, E. Thiry, M. Uyttendaele, T. van den Berg, C. Van Peteghem

## Incompatibilité

Aucune incompatibilité n'a été constatée.

## Remerciements

Le Comité scientifique remercie la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis. Le groupe de travail était composé de :

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Membres du Comité scientifique | M. Uyttendaele (rapporteur), L. Herman, C. Van Peteghem        |
| Experts externes               | K. Dierick (ISP), A. Huyghebaert (UGent), L. Pussemier (CERVA) |

Le Comité scientifique remercie E. Daeseleire (ILVO) et L. De Zutter pour la *peer review* de l'avis.

## Cadre légal de l'avis

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Ministre le 9 juin 2011.

## Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données arrivent à sa disposition après la publication de la présente version.