

# VUE GLOBALE DES RISQUES ZONOTIQUES ASSOCIÉS AUX SITUATIONS DE CATASTROPHE – FOCUS SUR LES INONDATIONS

10ème Biosecurity Day Mardi 1er février 2022

# Les inondation en chiffres...

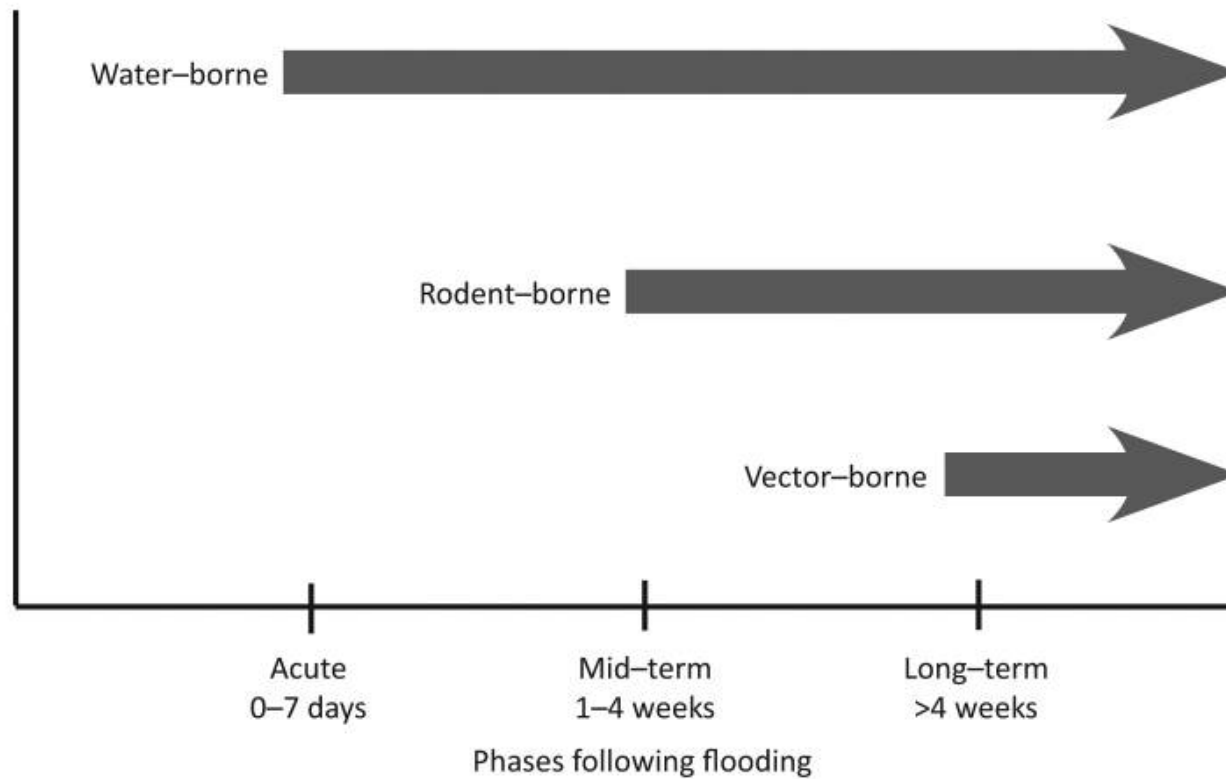
- « Base de données des événements urgents » (Emergency Events Database, <https://public.emdat.be/>)
- Entre 2001 et 2021: 422 épisodes d'inondations ont été répertoriés pour le continent européen. En 2021, 26 épisodes ont été répertoriés.
- Ce type de catastrophe est en augmentation ces dernières années suite au réchauffement climatique.



# Maladies infectieuses et inondations

Disaster Health. 2013 Apr-Dec; 1(2): 117–127.

Published online 2013 Apr 1. doi: [10.4161/dish.25216](https://doi.org/10.4161/dish.25216)



# Maladies infectieuses et inondations

**Table 1. Health Risks of Flooding, Stratified by Time After Event**

Immediate
Drowning
Trauma
Hypothermia
Electrocution
Carbon monoxide poisoning
Early (<10 d after event)
Cutaneous infection
Aspiration pneumonitis/pneumonia
Viral respiratory infections
Gastroenteritis
Late (>10 d after event)
Leptospirosis
Mosquito-borne illnesses
Cutaneous infection from atypical organisms (fungi, mycobacteria)
Hepatitis A or E virus infection
Mental health disorders, including posttraumatic stress disorder and depression
Management of chronic disease

David L Paterson, Hugh Wright, Patrick N A Harris, Health Risks of Flood Disasters, Clinical Infectious Diseases, Volume 67, Issue 9, 1 November 2018, Pages 1450–1454, <https://doi.org/10.1093/cid/ciy227>

- Gastro-entérites:
  - Cholera
  - *E.coli*
  - *Salmonella/shigella*
  - Gastro-entérites virales (norovirus, rotavirus)
- Hépatites A et E
- Leptospirose
- Cryptosporidiose
- Maladies liées aux moutiques:
  - Dengue
  - Chikungunya
  - Malaria
  - Virus fièvre Nil
  - Encéphalite Japonaise

# Pathogènes (Europe)

- Evaluation du risque par le centre européen de prévention et de contrôle des maladies infectieuses (ECDC) suite aux inondations de juillet
- Il existe un risque modéré d'infections par divers agents pathogènes entériques qui tolèrent bien les conditions environnementales, tels que : norovirus, rotavirus, *E. coli* pathogène, *Salmonella spp.* et *Cryptosporidium spp.*
- Il existe un risque faible à très faible de tétanos, rougeole, varicelle, hépatite A, infections à *Legionella spp.* et au virus du Nil occidental (VNO), ainsi que d'autres maladies transmises par les moustiques
- Leptospirose
- Covid-19, infections de plaies



## Summary

Extreme rainfall on 14 and 15 July 2021 and subsequent flooding in Belgium, Germany, Luxembourg and the Netherlands has taken a high number of human lives and caused substantial damage to community infrastructure and the environment.

This rapid risk assessment focuses on the most common infectious diseases and health risks associated with flood-affected areas, taking into account evidence from previous similar events in Europe.

In addition to food- and waterborne diseases, zoonoses, vector-borne diseases, vaccine-preventable diseases and other health hazards associated with previous natural disasters in Europe, the current risk assessment also considers the challenges of responding to such a complex crisis during the COVID-19 pandemic.

## Risk assessment for the EU/EEA

The rapid responses put in place in the affected countries – such as providing access to healthcare, potable water and rescue shelters – has substantially mitigated the risk of infectious disease in the affected populations, as well as subsequent spread to other areas in the European Union and European Economic Area (EU/EEA).

In this rapid risk assessment, the risk of infectious diseases related to these events is stratified by population group (general population and vulnerable population) and by two levels of disease prevalence: very low or low (e.g. influenza, tetanus, measles, varicella, hepatitis A, *Legionella* and West Nile virus (WNV) infections, as well as other mosquito-borne diseases) and intermediate or high (e.g. SARS-CoV-2, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Cryptosporidium spp.* and norovirus infections).

Based on a combination of the probability of infection and the impact of infection, we assess the infectious disease risk that these events pose to the affected populations as ranging from very low or low for diseases that are uncommon in these countries and among otherwise healthy individuals, to moderate or high for diseases that are more probable among vulnerable individuals.

COVID-19 prevention is also given considerable emphasis, as the risk of SARS-CoV-2 infection spread in partially vaccinated or unvaccinated individuals is high, particularly among community members living in close contact with displaced people or among groups of displaced or evacuated people, due to overcrowding and the potential challenges of maintaining non-pharmaceutical interventions (NPIs). Although the risk of severe COVID-19 is low in fully vaccinated individuals, stringent implementation of NPIs is encouraged in all affected areas to prevent infection among partially vaccinated or unvaccinated individuals.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/rapid-risk-assessment-extreme-rainfall-and-catastrophic-floods-western-Europe>.be

## Lien entre zoonoses et maladies infectieuses liées à l'eau et inondations (contamination)

Les inondations pluviales entraînent souvent l'inondation des rues et/ou des réseaux d'égouts unitaires, où les eaux de pluie se mélangent aux eaux usées, contaminant ainsi fortement les eaux de crue avec des matières fécales.

- Eau et aliments contaminés (rupture de la chaîne du froid, puits contaminés, pas d'accès eau potable/systèmes d'assainissement de l'eau perturbés, contamination des potagers/cultures)
- Transmission féco-orale: manque d'accès aux sanitaires, mauvaises conditions d'hygiène, refoulement des égouts
- Coulées de boue ou d'eau contenant des déjections/urines animales ou des carcasses animaux morts

Les enfants sont particulièrement exposés, en raison d'une transmission orale directe ou indirecte plus élevée des agents pathogènes à partir de l'eau contaminée ou des surfaces touchées par les eaux de crue.

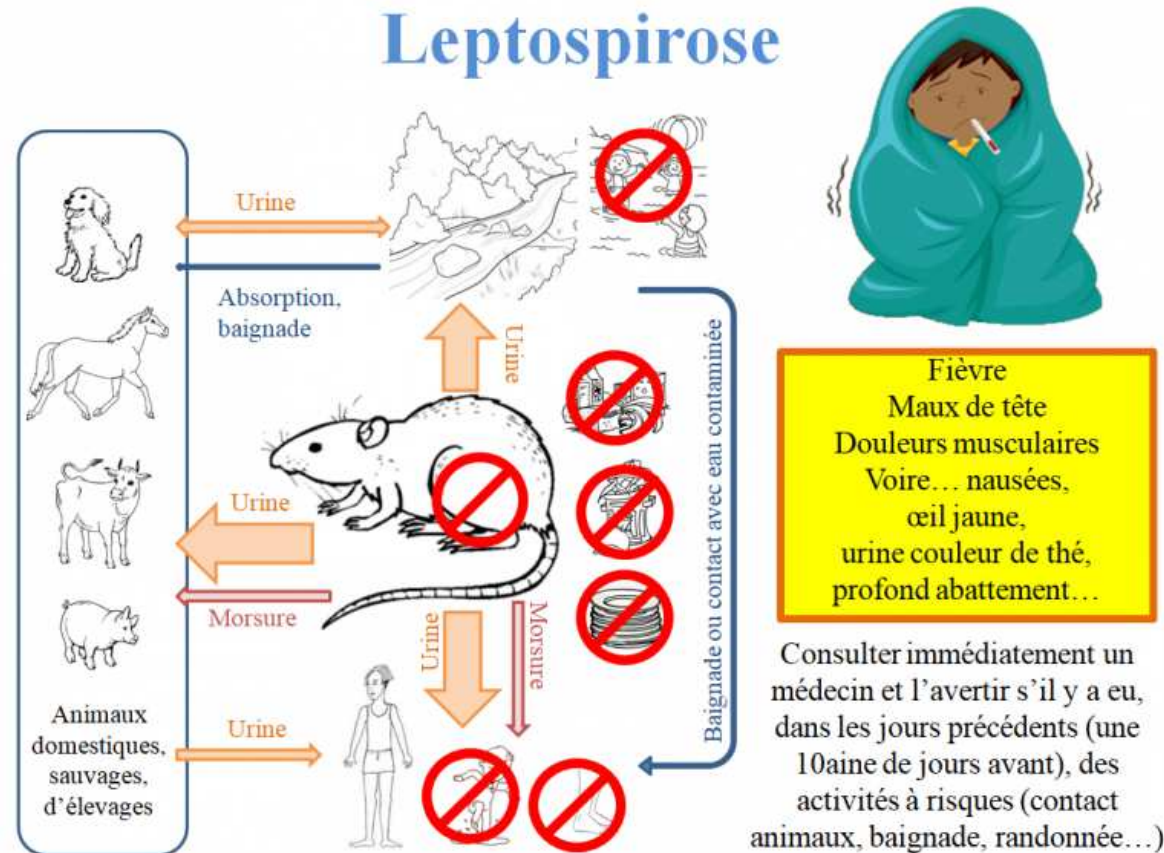
# Focus sur la leptospirose

- Spirochète de la famille des Leptospiraceae.  
Les sérogroupes les plus fréquents chez l'homme sont Ictero-haemorrhagiae, Australis, Grippotyphosa et Canicola.
- Réservoir animal constitué de différents espèces d'animaux domestiques (chiens, bovins, chevaux...) et sauvages (rongeurs, insectivores) qui excrètent des leptospires par voie urinaire.
- Contamination indirecte, par contact avec un environnement humide contaminé par l'urine d'animaux infectés, ou directe, par contact avec des animaux infectés. Transmission de personne à personne rare. Incubation en moyenne 7 à 12 jours, allant de 2 à 30 jours. Dépend de la quantité de leptospires inoculés.
- Présentation clinique de la maladie très variable, allant d'un syndrome grippal à une atteinte multi viscérale (ictère, insuffisance rénale, méningite...). Les formes graves (maladie de Weil) associent insuffisance rénale aiguë, atteinte neurologique (convulsions, coma) et hémorragies plus ou moins sévères. En l'absence de traitement, la maladie peut être létale (taux de létalité de 2 à 10%) si elle n'est pas reconnue à temps.





# Focus sur la leptospirose





# Leptospirose et inondations

- Contamination via les abrasions de la peau et des muqueuses en contact avec de l'eau de crue, de la terre humide ou de la boue contaminée par de l'urine ou des tissus d'animaux infectés, le plus souvent des rats. Sur le site de l'inondation, l'augmentation de la transmission est probablement multiforme.
- Occasionnellement, la transmission se produit par l'ingestion ou l'inhalation de minuscules gouttelettes (aérosols) d'eau contaminée.
- La dispersion des ordures, des débris et de la nourriture peut contribuer à l'amplification des populations de rongeurs
- Des épidémies de leptospirose ont été signalées dans diverses zones géographiques, en milieu urbain et rural, tant dans les pays développés que dans les pays en développement.



# Facteurs de risque leptospirose

La leptospirose serait plus favorable en cas d'inondation car les *Leptospira* pathogènes peuvent survivre librement dans l'eau et l'inondation empêche l'absorption de l'urine animale par le sol ou l'évaporation. Par conséquent, l'inondation serait probablement l'un des principaux moteurs de la transmission en fournissant un environnement optimal pour la survie des leptospires

Facteurs de risque de leptospirose suite à une inondations:

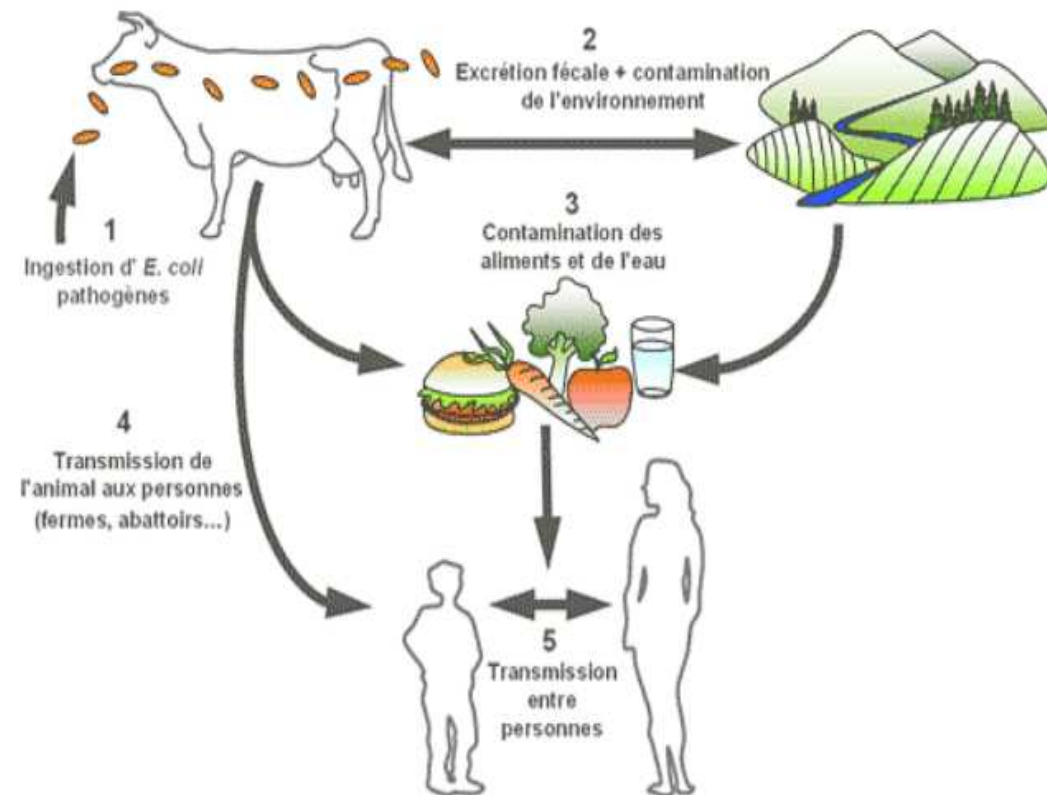
- **Exposition au bétail** (pas une relation de cause à effet et que la véritable source d'infection pourrait être les rongeurs autour des fermes d'élevage plutôt que les animaux eux-mêmes. Bien que le bétail vivant autour des résidences ne soit pas un réservoir en soi, les rats sont attirés par les aliments et les déchets des poulets.)
- **Lacérations de la peau** (faciliter l'entrée des spirochètes de *Leptospira* grâce aux mécanismes de rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre des flagelles périplasmiques. Ce phénomène serait plus favorable en cas d'inondation car les leptospires pathogènes peuvent vivre librement dans l'eau. Cela implique que les leptospires se sont multipliés dans les chemins de randonnée où l'eau est restée dans les zones inondées).
- **Sexe masculin** (due à la nature de leurs activités quotidiennes ou à leurs expositions professionnelles, susceptibles de les mettre davantage en contact avec des leptospires)

Naing C, Reid SA, Nway Aye S, Htet Htet N, Ambu S. Risk factors for human leptospirosis following flooding: A meta-analysis of observational studies. PLoS One. 2019 May 29;14(5):e0217643

# Focus sur *E. Coli*

- Le réservoir: bovins principalement mais non-pathogène. Aussi: ovins, les caprins, les cervidés. Occasionnellement chez d'autres mammifères (porcs, chevaux, lapins, chiens, chats) et chez des oiseaux (poulets, dindes).
- Majorité des souches inoffensives, mais le Shiga-toxine producing *E. coli* (STEC), peut provoquer de graves maladies d'origine alimentaire.
- Transmission: consommation d'aliments contaminés comme de la viande hachée insuffisamment cuite, du lait cru ou des produits laitiers non pasteurisés, des fruits et légumes crus, des graines germées, des produits d'origine végétale non pasteurisés (jus de pomme par exemple), de l'eau de boisson, etc.
- Autres modes de transmissions : transmission de personne à personne, contact direct avec les animaux infectés et leur environnement.

## STEC Ruminants et cycle de contamination



## Focus sur *E. Coli*

- Symptômes: Diarrhée aqueuse évoluant dans 90% des cas en colite hémorragique (**CH**), diarrhée sanglante avec crampes abdominales, généralement sans fièvre. L'évolution est généralement favorable en quelques jours.
- Complications:
  - Le syndrome hémolytique et urémique (SHU) se présente par une triade de symptômes cliniques, à savoir l'anémie hémolytique, la thrombocytopénie et l'insuffisance rénale.
  - De 2 à 7 % des patients atteints d'une infection intestinale à *E. coli* O157:H7 développent un SHU. Cette incidence est supérieure chez l'enfant et les personnes âgées : 10% chez les enfants de moins de 10 ans et de 10 à 20% chez les sujets âgés. La létalité du SHU est estimée à 5 à 12 % et parmi les survivants, 25% vont développer des séquelles à long terme comme de l'hypertension artérielle, de la protéinurie et une insuffisance rénale.
  - Purpura thrombotique et thrombocytopénique

## Exemples épidémies leptospirose

- À Mumbai, en **Inde**, en 2005, des précipitations massives de près de 1000 mm en 24 heures ont entraîné une épidémie importante avec plus de **400 cas** présumés de leptospirose diagnostiqués sur la base d'une sérologie de dépistage dans les 3 mois suivants.

Maskey M, Shastri JS, Saraswathi K, Surpam R, Vaidya N. Leptospirosis in Mumbai: post-deluge outbreak 2005. Indian J Med Microbiol 2006.

- En **Autriche**, **4 cas** suite à un triathlon. Les fortes pluies qui ont précédé le **triathlon** sont susceptibles d'avoir causé la contamination du lac par les leptospires. L'urine de petits mammifères (par exemple des rongeurs comme les souris et les rats), des sangliers ou de porcs domestiques sont des sources possibles de *Leptospira*. A seulement 300 m du lac (3 m en dessous du niveau du lac), des chasseurs locaux ont gardé un lieu d'alimentation pour les sangliers (afin de les appâter pour de futures chasses) ; de multiples bourbiers existent autour du lac. A proximité immédiate du lac, un zoo pour enfants abrite des cochons.

Radl C, Müller M, Revilla-Fernandez S, KarnerZuser S, de Martin A, Schauer U, et al. Outbreak of leptospirosis among triathlon participants in Langau, Austria, 2010. Wien Klin Wochenschr 2011; 123:751-5

## Exemples épidémies leptospirose

- En 2004, un ruisseau a débordé, inondant le campus de l'**Université d'Hawaï (US)**. 3 semaines après, un cas de leptospirose potentiellement lié aux inondations (Patient 1) a été signalé au Département de la santé de l'État d'Hawaï (HDOH).
- La surveillance d'apparition de fièvre a été établie au moyen d'un questionnaire Internet.
- Une recherche active de cas a été menée parmi les groupes impliqués dans le nettoyage des inondations. Le test gratuit de la leptospirose a été offert par HDOH.
- Au total, 271 personnes ont répondu à l'enquête sur Internet, dont **90** (33 %) ont signalé une maladie fébrile dans les 30 jours suivant le contact avec les eaux de crue. **48** répondants (18 %) ont été testés pour la leptospirose. Un autre cas de leptospirose aiguë a été identifié. Le patient 2 était épidémiologiquement lié au patient 1.

Gaynor K, Katz AR, Park SY, Nakata M, Clark TA, Effler PV. Leptospirosis on Oahu: an outbreak associated with flooding of a university campus. *Am J Trop Med Hyg.* 2007 May;76(5):882–5.



## Exemples épidémies leptospirose

- La leptospirose est fortement endémique aux Philippines. Les épidémies se produisent généralement pendant la saison des typhons (juillet-octobre). Le 26 septembre 2009, un typhon a provoqué de graves inondations dans la région métropolitaine de Manille. À partir de la première semaine d'octobre, le nombre de patients présentant des signes et symptômes suspectés de leptospirose a fortement augmenté. Jusqu'à la mi-novembre, 2 299 patients, dont 178 décédés (taux de létalité : 8 %), dans 15 hôpitaux de la région métropolitaine de Manille ont été signalés au ministère de la Santé.
- Etude dans 1 hôpital (qui sert principalement les personnes économiquement défavorisées) : 471 patients ont été hospitalisés et 51 (10,8 %) sont décédés. Une enquête en milieu hospitalier a révélé que les facteurs de risque associés à une infection mortelle étaient l'âge avancé, l'hémoptysie, l'anurie, la jaunisse et un traitement retardé par des médicaments antimicrobiens.
- La leptospirose est généralement observée dans les milieux pauvres en ressources, où les équipements médicaux coûteux tels que les dialyseurs et les respirateurs sont rarement accessibles.

Amilasan AS, Ujiie M, Suzuki M, Salva E, Belo MC, Koizumi N, et al. Outbreak of leptospirosis after flood, the Philippines, 2009. *Emerg Infect Dis* 2012; 18:91-4;

## Exemple E.Coli

- En août 2016, de fortes pluies ont provoqué des inondations qui ont dévasté des parties de Baton Rouge (Louisiane, USA) sur une période de trois jours. Les eaux de crue ont mis du temps à se calmer, prenant 10 jours pour revenir à des niveaux normaux.
- 13 victimes ont perdu la vie à cause des inondations, à la fois par les effets directs et indirects de l'inondation. Les impacts sur la santé comprennent des blessures infectées, des complications de blessures, des empoisonnements, une mauvaise santé mentale, des maladies transmissibles.
- 23 échantillons d'eau pré-chasse et post-chasse ont été prélevés immédiatement dans des maisons accessibles qui avaient été touchées par les inondations afin de quantifier les concentrations de bactéries fécales indicatrices.
- Résultats PCR: 30 % des échantillons contenaient des entérocoques et 61 % des échantillons contenaient des E. coli, les concentrations les plus élevées étant trouvées dans le tuyau extérieur de pré-chasse et le robinet de cuisine de pré-chasse.
- Sur les lieux d'une inondation, les gouvernements locaux devraient surveiller la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau potable et administrer des avis d'ébullition de l'eau si nécessaire.

Phan NK, Sherchan SP. Microbiological Assessment of Tap Water Following the 2016 Louisiana Flooding. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Feb 17;17(4):1273. doi: 10.3390/ijerph17041273. PMID: 32079198; PMCID: PMC7068305.

## Exemples: Bangladesh

- Inondations importantes pendant les moussons de 1988, 1998 et 2004. Au cours de ces périodes, 25 à 50 % du Bangladesh a été submergé, entraînant la destruction des infrastructures, la contamination de l'eau et des épidémies de maladies diarrhéiques.
- Les données démographiques, microbiologiques et cliniques de patients présentant des diarrhées associées aux inondations en 1988, 1998 et 2004 dans un hôpital de traitement de la diarrhée à Dhaka, Bangladesh ont été **comparées aux périodes sans crue**. **Vibrio cholerae** était la cause la plus fréquemment identifiée de la diarrhée, suivi par le **rotavirus**.

Khan AI, Luby SP, Malek MA, Calderwood SB, Faruque ASG, Larocque RC, et al. DIARRHEAL EPIDEMICS IN DHAKA, BANGLADESH, DURING THREE CONSECUTIVE FLOODS: 1988, 1998, AND 2004. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2006 Jun 1.

## Exemples : Pays-Bas

- Enquête transversale rétrospective au cours de l'été 2015 dans 60 localités avec des inondations signalées. Deux semaines après les inondations, des questionnaires ont été envoyés aux ménages de ces localités afin de collecter des données sur l'apparition de gastro-entérites (GE) ou d'infections respiratoires aiguës (IRA).
- Au total, 699 ménages avec 1656 participants (taux de réponse 21%) ont retourné le questionnaire.
- 12,3% des personnes (75 personnes) dans 51 ménages ont présenté des gastro-entérites et 21,1% (128 personnes) dans 114 ménages ont présenté une infection respiratoire.
- Facteurs de risque :
  - Facteurs de risque de GE: contact cutané avec les eaux de crue, effectuer un nettoyage post-inondation et rouler en vélo à travers les eaux de crue.
  - Facteurs de risque d'IRA: contact cutané avec les eaux de crue et les opérations de nettoyage post-inondation

Mulder A.C., Pijnacker R., de Man H. et al. "Sickenin' in the rain" – increased risk of gastrointestinal and respiratory infections after urban pluvial flooding in a population-based cross-sectional study in the Netherlands. BMC Infect Dis 19, 377 (2019).  
<https://doi.org/10.1186/s12879-019-3984-5>.

## Exemple: Allemagne

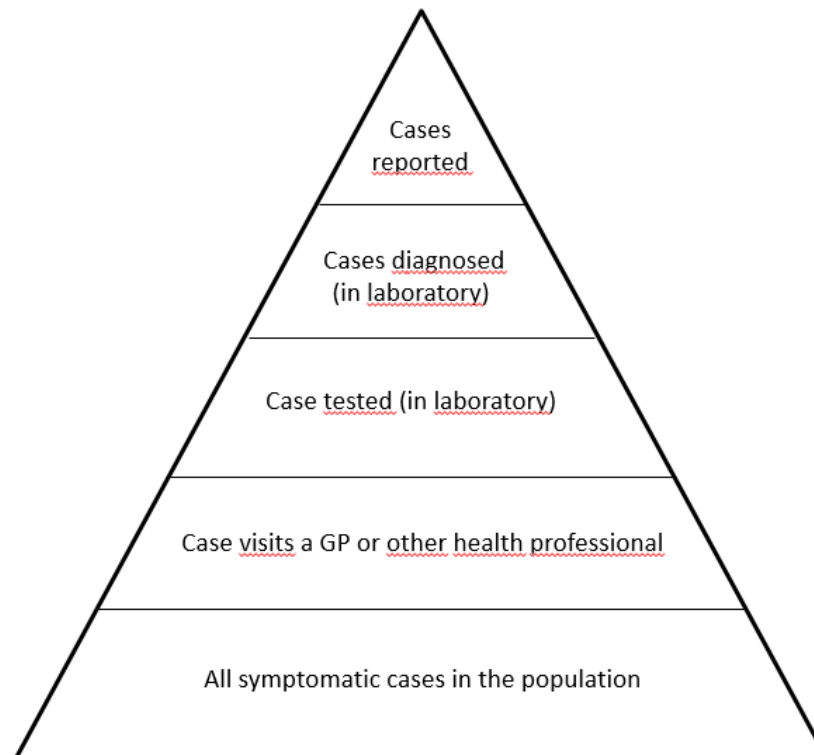
- Fin mai et début juin 2013 en Allemagne de l'Est, crues extrêmes de la rivière Saale après plusieurs jours de fortes pluies. Inondation de la plaine inondable et de parties du centre-ville de Halle (230 000 habitants). Ces inondations étaient les pires depuis 1980.
- Les parties centrales du système de canalisations d'égout et des pompes d'égout ont été endommagées à plusieurs endroits le long de la rivière et de la plaine inondable.
- La plaine inondable est une zone de loisirs pour la population urbaine de Halle et comprend des terrains de jeux, des étangs, des parcs et des installations sportives. La baignade, bien qu'officiellement non autorisée, est très courante sur une plage fluviale et à d'autres endroits. La zone a été polluée par les inondations et par conséquent fermée au public pour nettoyage. La zone fut rouverte au public par étapes à partir de mi-juillet.
- Entre le 5–18 août 2013, 24 cas de cryptosporidiose ont été notifiés dans la ville de Halle. En comparaison, la moyenne annuelle des années 2008–2012 à Halle était de 9 cas.
- Recherche active de cas, réalisation d'une étude cas-témoins (recherche facteurs de risque), analyse de l'eau de distribution, des piscines et de la rivière Saale.
- Au total, 167 cas ont été détectés. L'âge médian était de 8 ans (min-max:0–77ans). En analyse multivariée, les visites de la plaine inondable sont restées le seul facteur de risque (OR : 5,5 ; IC 95 % : 1,4-22). Des oocystes ont été détectés dans des échantillons de la rivière, de deux lacs locaux et de trois piscines publiques par microscopie, mais pas dans le réseau public d'approvisionnement en eau.

# Surveillance des maladies infectieuses après inondations

- Difficulté d'accès aux soins après une inondations
- Grosse sous-estimation de l'impact des inondations sur la survenue de maladies infectieuses
- Systèmes de surveillance:
  - **Laboratoires vigies** : limitations (très peu de participation des laboratoires liégeois, pyramide de surveillance).
  - **Déclaration obligatoire**
  - **Centres nationaux de référence** et laboratoires de référence
  - Importance de la mise en place d'une **surveillance syndromique** (ex: France, Etats-Unis, via les services d'urgence des hôpitaux).



# Surveillance des maladies infectieuses après inondations

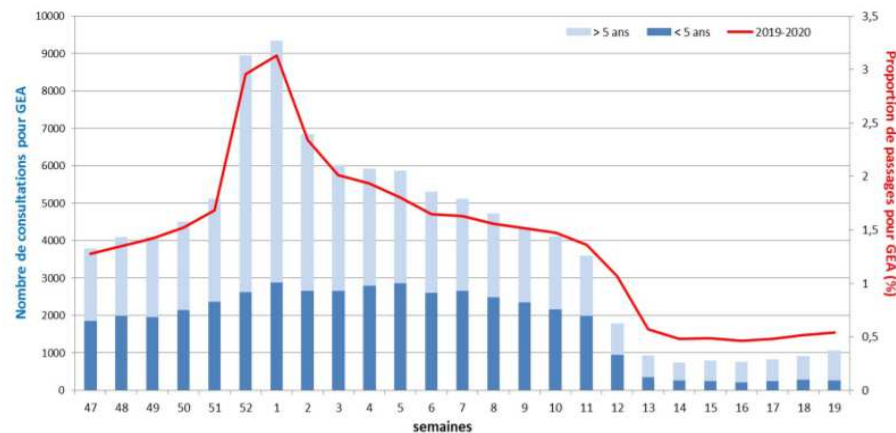


# Surveillance syndromique

La surveillance syndromique est définie comme la collecte, l'analyse, l'interprétation et la diffusion de données de santé en temps réel ou proche du réel, dans un objectif **d'identification précoce d'un impact** (ou d'une absence d'impact) d'une menace potentielle sur la santé humaine ou animale dont la gestion pourrait nécessiter la mise en place d'actions de santé publique.

Contrairement à la plupart des systèmes de surveillance en santé qui se basent sur des diagnostics confirmés biologiquement, la surveillance syndromique est basée sur **des indicateurs sanitaires non spécifiques** (signes cliniques, symptômes, des indicateurs « proxy » tels que l'absentéisme, ainsi que sur les ventes de médicaments...) qui constituent un diagnostic prévisionnel ou « syndrome ». Source: INVS, <https://www.santepubliquefrance.fr/surveillance-syndromique-sursaud-R/qu-est-ce-que-la-surveillance-syndromique>

Figure 2– Nombre de patients et proportion de passages aux urgences hospitalières pour GEA en métropole, données Oscour, saison 2019-2020



# Conséquences inondations de juillet (informations AVIQ)

- Leptospirose:
  - 2 cas liés aux inondations de juillet captés par des systèmes de surveillance (LR et DO).
  - Sous-estimation
- Infections à *Escherichia Coli Entéro-Hémorragique* (EHEC)
  - Cluster de 6 EHEC chez de jeunes enfants avec apparition de syndrome hémolytique urémique (SHU). Probablement lié à la consommation d'eau contaminée (centrale d'épuration touché par les inondation en province du Luxembourg)
  - 3 cas de EHEC (dont 2 SHU) chez de jeunes enfants en province de Liège
- 2 cas de légionellose
- 1 cas d'infection de plaie (diphthérie par *corynebacterium ulcerans*) à la jambe, début septembre.

## A retenir

- Le risque de contamination par des maladies infectieuses augmente en cas d'inondation.
- Timing (phases) selon le groupe de pathogènes.
- Les pathogènes présents, le nombre de malades, etc, sont dépendant du milieu/région dans lequel les inondations surviennent (climat, salubrité, présence du réservoir, pays développés versus en voie de développement,...).
- La leptospirose survient fréquemment lors des inondations et ce, partout dans le monde.
- Difficulté de détection d'une augmentation de maladies infectieuses (épidémies) par les systèmes de surveillance suite aux inondations et importance de la surveillance syndromique.
- Les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables

## Contact

Stéphanie Jacquinet • [stephanie.Jacquinet@sciensano.be](mailto:stephanie.Jacquinet@sciensano.be)