

Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution

Approche intégrée environnementale et sanitaire

Pascal Beaudeau, Henriette de Valk, Véronique Vaillant, Damien Mouly

Sommaire

Abréviations	2	3.4.2	Infirmier ou affirmer l'existence d'une épidémie et l'hypothèse de l'origine hydrique	32
Avant-propos	3	3.4.3	Passage en alerte : vers une décision multicritère	33
1. Introduction	4	3.4.4	Investigations à diligenter en fonction des conclusions de l'enquête exploratoire	33
1.1 Rappel du contexte	4	4. Investigation d'une épidémie	34	
1.2 Définitions	4	4.1	Constitution d'une équipe d'investigation	34
1.3 Organisation préalable, préparation des acteurs	6	4.2.1	Description de l'épidémie	35
2. Les signaux	8	4.2.2	Enquêtes analytiques	38
2.1 Les signaux environnementaux en fonction du point d'entrée de la pollution	8	4.2.3	Méthodes alternatives basées sur l'exploitation des données de l'Assurance maladie	43
2.1.1 Pollution de la ressource	8	4.2.4	Quelles investigations dans quelles situations ?	44
2.1.2 Défaillance du traitement	9	4.2.5	Expression des résultats	45
2.1.3 Pollution entre le captage et le robinet du consommateur	10	4.3	Investigation microbiologique chez l'homme	46
2.1.4 Analyses bactériologiques du contrôle sanitaire et de l'autosurveillance	13	4.3.1	Principaux micro-organismes en cause dans les épidémies d'origine hydrique	46
2.1.5 Conclusion : promouvoir le signalement des accidents d'exploitation et des plaintes	18	4.3.2	Recherche des micro-organismes : lesquels, où, comment et quand ?	46
2.2 Signaux sanitaires	20	4.4	Recherche des pathogènes dans l'eau	47
2.2.1 Systèmes de surveillance épidémiologique	21	4.4.1	Pathogènes à rechercher	48
2.2.2 Signalements spontanés	22	4.4.2	Prélèvements et conservation	49
2.3 Conclusion	22	4.4.3	Stratégie d'analyse	50
3. Du signal initial à l'alerte	24	4.4.4	Analyses	51
3.1 Investigation épidémiologique exploratoire	24	4.4.5	Laboratoires, prise en charge des échantillons et financement	52
3.1.1 Objectifs	24	4.5	Enquête environnementale	52
3.1.2 Définition de cas	24	4.6	Conclure	53
3.1.3 Choix de la zone et période à étudier	24	4.6.1	Fin d'alerte	53
3.1.4 Recensement des cas	24	4.6.2	Degré de vraisemblance de l'origine hydrique	54
3.2 Investigation environnementale exploratoire	25	5. Recommandations	55	
3.2.1 Les différentes problématiques	25	5.1	Recommandations à caractère opérationnel	55
3.2.2 Rencontrer l'exploitant	26	5.2	Axes de recherche et développement	56
3.2.3 Données et documents utiles	30		Références bibliographiques	57
3.3 Prélèvements d'eau, mesures de terrain	31		Annexes	60
3.3.1 Mesures microbiologiques de terrain	31			
3.3.2 Mesures physico-chimiques de terrain	31			
3.4 Conclusion de l'enquête exploratoire	32			
3.4.1 Mesures de restriction de consommation d'eau	32			

Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution

Approche intégrée environnementale et sanitaire

Rédacteurs

Pascal Beaudeau (Département santé environnement, InVS)
Henriette de Valk (Département des maladies infectieuses, InVS)
Véronique Vaillant (Département des maladies infectieuses, InVS)
Damien Mouly (Département santé environnement, InVS)

Groupe de travail

Marie Baville, ingénieur du génie sanitaire (ministère chargé de la Santé - DGS)
Pascal Beaudeau, épidémiologiste coordinateur eau et santé (InVS-DSE)
Delphine Caamaño, responsable de l'Unité d'évaluation des risques liés à l'eau (Afssa)
Estelle Checlair, technicienne épidémiologiste (InVS-DSE)
Catherine Chubilleau, épidémiologiste (InVS-Cire Centre Ouest)
Henriette de Valk, épidémiologiste (InVS-DMI)
Loïc Favenec, professeur, parasitologue (CHU Rouen)
Martine Ledrans, responsable du Département santé environnement (InVS-DSE)
Jean Lesne, professeur, microbiologiste ENSP
Christian Mannschott, ingénieur du génie sanitaire (Ddass Meurthe-et-Moselle)
Damien Mouly, épidémiologiste (InVS-DSE)
Anne Novelli, chargée d'étude (ministère chargé de la Santé - DGS)
Sylvie Pérelle, virologue (Afssa)
Claude Tillier, épidémiologiste (InVS-Cire Centre Est)
Véronique Vaillant, épidémiologiste (InVS-DMI)

Membres anciens

Éric Dubois, virologue (Afssa)
Eugénia Gomes, épidémiologiste (InVS-DSE)
Delphine Lauzeille, stagiaire PROFET (InVS-DSE)
Pierre Le Cann, virologue (Ifremer)
François Mansotte, ingénieur du génie sanitaire (DSDS- Guyane)
Daniel Rivière, ingénieur du génie sanitaire (InVS-Cire Centre Ouest)

Autres contributions

Nous remercions M. Davezac (DGS) pour son aide dans l'exploitation de la base SISE-Eaux, M. Gassilloud (LERH, Afssa) pour sa contribution à la partie "Recherche des pathogènes dans l'eau" et Mrs Saout et Ormsby (DGS) pour leur soutien dans ce travail.

Abréviations

Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
AM	Assurance maladie
Amdec	Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BS	Base de sondage
CAP	Captage pour la production d'eau potable (dénomination utilisée dans la base Sise-eaux)
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
Cire	Cellule Interrégionale d'épidémiologie (instances déconcentrées de l'InVS)
CNR	Centre national de référence
CPAM	Caisse primaire de l'assurance maladie
COT	Carbone organique total
CIP	Club inter pharmaceutique
Ddaf	Direction départementale de l'agriculture et de la forêt
Ddass	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DDSV	Direction départementale des services vétérinaires
DO	Déclaration obligatoire
Drass	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
Drire	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
Erasme	Extraction, recherche, analyse, suivi médico-économique
GEA	Gastro-entérite aiguë
HACCP	Hasard Analysis Critical Control Points
InVS	Institut de veille sanitaire
LABM	Laboratoire d'analyses biomédicales
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OR	Odds-ratio
Padea	Pollutions accidentelles des eaux d'alimentation (étude réalisée par le ministère chargé de la Santé et le Réseau national de santé publique dans les années 1990)
PRPDE	Personne responsable de la production ou de la distribution d'eau. Anciennement PPPRDE pour « Personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau ». Désigné ici par « exploitant »
RR	Risque relatif
Satase	Service d'assistance technique aux exploitants de station d'épuration
Sise	Système d'information en santé environnement (système informatique développé par le Ministère chargé de la Santé)
Sniir-AM	Système national d'informations interrégimes de l'assurance maladie
TA	Taux d'attaque
Tiac	Toxi-infection alimentaire collective
TTP	Unité de traitement de potabilisation (dénomination utilisée dans la base Sise-eaux)
UD	Unité de distribution
UFC	Unité formant colonie
VHA	Virus de l'hépatite A

Avant-propos

Ce guide est principalement destiné aux professionnels (ingénieurs de génie sanitaire, ingénieurs d'études sanitaires, médecins inspecteurs de santé publique, infirmier(ères) de santé publique, techniciens sanitaires) des Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) et aux épidémiologistes des Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire), qui sont chargés de mener des investigations en cas de suspicion de contamination de l'eau de distribution ou de survenue de cas groupés de pathologies suspectés d'avoir une origine hydrique. Certains messages contenus dans ce guide s'adressent plus spécialement aux partenaires émetteurs de signaux (médecins généralistes et exploitants de l'eau potable) dont la contribution au signalement et aux investigations d'épidémie conditionne les avancées de l'enquête, notamment dans les étapes précoces.

La rédaction de ce guide s'appuie sur les expériences acquises lors des dernières investigations épidémiques d'origine hydrique en France. Il

propose une démarche pragmatique pour la détection des situations d'alerte et leur investigation. Il ne s'agit pas d'un manuel exhaustif d'investigation et l'approche proposée ici doit être adaptée à la situation locale.

Nous sommes conscients que ce document ne puisse apporter des solutions à l'ensemble des situations rencontrées, nous comptons sur l'ensemble des partenaires et des expériences futures pour le faire évoluer vers une seconde édition plus adaptée aux besoins des utilisateurs.

Des outils d'aide à l'investigation (questionnaires, modèles de lettres) sont joints en annexe à titre d'exemple.

Un guide d'investigation, c'est-à-dire un résumé opérationnel du présent document, est disponible sur le site <http://www.invs.sante.fr/>

1. Introduction

1.1 RAPPEL DU CONTEXTE

Ce guide a été réalisé dans le cadre du groupe de travail "Amélioration des investigations d'épidémies d'origine hydrique" (2003-2006). D'autres outils que le guide ont été identifiés comme des besoins par le groupe de travail : annuaire des laboratoires des eaux pouvant intervenir en urgence pour la recherche de pathogènes dans l'eau ; base de données rassemblant les caractéristiques d'épidémies mais aussi des pollutions accidentelles de l'eau de distribution.

Le champ de ce guide se limite au risque infectieux. Les dangers toxiques susceptibles de s'exprimer de façon aiguë par la voie hydrique ne sont pas décrits ici. Comparativement au risque infectieux, ils sont en effet à la fois potentiellement très divers et individuellement associés à des risques de faible occurrence. De nombreux développements contenus dans ce guide restent néanmoins pertinents pour l'investigation d'épidémies par toxiques d'origine hydrique.

L'investigation d'une épidémie pour laquelle une origine hydrique est suspectée a un double objectif :

- à **court terme** : identifier rapidement la (ou les) cause(s) de l'épidémie afin d'enrayer sa progression en mettant en œuvre des mesures de prévention et de contrôle adaptées ;
- à **long terme** : recueillir des informations qui permettent d'orienter les mesures de prévention pour éviter l'apparition de nouveaux épisodes, d'améliorer la réglementation, de contribuer à des estimations quantitatives du risque. Les investigations d'épidémies permettent, en effet, de mieux connaître les caractéristiques clinico-épidémiologiques des infections en cause, les facteurs de risque, les agents causaux, les doses infectantes, les caractéristiques des installations (captage, traitement, distribution) et des déficiences qui ont été à l'origine de l'épidémie.

Cette distinction en termes d'objectifs se retrouve dans l'organisation de l'investigation et dans le plan du guide. Dans l'enquête "exploratoire" qui vise à identifier si une source hydrique est en cause et si oui, l'urgence prime sur la richesse et la précision des données. La 2^e phase de l'enquête (enquête "approfondie") est dédiée à la documentation scientifique de l'épidémie (impact, étiologie, causes...) qui servira autant aux investigateurs qu'aux gestionnaires du risque pour améliorer la prévention technique et réglementaire des épidémies. Différentes investigations (environnementales, microbiologiques et épidémiologiques) peuvent être menées au cours de l'enquête exploratoire ou de l'enquête approfondie. Ce guide dresse un état des lieux et propose des recommandations et des outils pour la détection et l'investigation des épidémies d'origine hydrique. Il s'efforce de prendre en compte les ressources disponibles au niveau local (données, finances, personnels) en désignant les priorités d'actions et en proposant des solutions pour la prise en charge du bilan sanitaire de l'épidémie et des investigations microbiologiques.

Une première partie s'intéresse à la détection des épidémies par les Ddass. L'histoire montre que seules les grandes épidémies (au moins plusieurs centaines de cas) sont en partie connues des autorités sanitaires. La détection des épidémies par les acteurs de terrain et leur signalement à la Ddass sont perfectibles. L'élargissement des signaux

d'alerte à prendre en considération, la précocité des collaborations entre professionnels de santé et d'environnement, l'utilisation de données disponibles comme celles de remboursement des médicaments offrent une importante marge de progression dans le domaine.

De nombreux exemples sont tirés des investigations réalisées en France entre 1998 et 2006 par les Ddass, les Cire et l'InVS. Pour un panorama complet, voir l'annexe 7.

1.2 DÉFINITIONS

Dans ce guide, les définitions suivantes sont utilisées.

➤ *Vocabulaire concernant l'investigation*

Une **alerte** est définie comme tout événement sanitaire anormal représentant un risque potentiel pour la santé publique, quelle qu'en soit la nature [1]. La détection d'une alerte nécessite une réponse ou une action de la part des destinataires avec un degré d'urgence éventuellement précisé. Dans un objectif de gestion et de hiérarchisation de l'information disponible, il est nécessaire de distinguer l'"alerte" du "signal".

Un **signal** est une information qui peut révéler une situation d'alerte mais dont le niveau de précision est insuffisant pour porter un jugement sur la réalité de la menace. Un signal nécessite d'être validé, confirmé et complété lors d'une phase exploratoire. Suite à cette phase exploratoire, le signal pourra être transformé en alerte, donner lieu à une surveillance pour détecter d'autres signaux similaires, être simplement noté ou enfin être infirmé car il correspond à un "faux positif".

L'alerte de santé publique est la conséquence d'un signal représentant une menace pour la santé des populations.

Il est possible de passer directement à l'alerte si le signal est suffisamment explicite (exemple : franchissement d'un seuil épidémique d'un système de surveillance, signalement d'une épidémie de cas confirmés d'une maladie infectieuse).

Sensibilité et spécificité d'un signal. La sensibilité se définit comme l'aptitude du signal à ne pas manquer d'épidémies (épidémie + → signal +). La spécificité se définit comme l'aptitude du signal à ne pas engendrer de fausses alertes (épidémie – → signal –). La valeur prédictive positive est la probabilité qu'un signal positif corresponde bien à une épidémie (signal + → épidémie +).

L'**enquête exploratoire** est définie comme l'ensemble des investigations environnementales et épidémiologiques à mener en urgence, dans le but de confirmer l'épidémie, d'évaluer la vraisemblance d'une origine hydrique, d'identifier, s'il y a lieu, la source de contamination et de prendre les mesures de gestion adaptées, notamment celles qui conduisent à faire cesser l'exposition de la population.

L'**enquête approfondie** comprend les investigations épidémiologiques, microbiologiques et environnementales. Elle complète et consolide les

éléments fournis par l'enquête exploratoire. Elle fournit en totalité ou en partie une base d'information scientifique (impact de l'épidémie, dynamique dans le temps et l'espace, étiologie, conditions techniques, humaines et environnementales qui ont conduit à la pollution de l'eau) directement utile à la prévention d'une récurrence, localement et au plan national. Elle fait l'objet d'un rapport.

➤ *Autre vocabulaire épidémiologique*

Une **épidémie** est définie comme une fréquence plus élevée que celle attendue d'une maladie (un événement de santé), en termes de temps, de lieu et de personnes [2]. La "fréquence attendue" dépend du contexte : caractéristiques sociodémographiques de la population, saison... Il n'est donc pas facile de fixer un seuil *a priori* sauf à disposer d'informations contextuelles sur l'incidence des cas en situation non épidémique.

L'**incidence** est le nombre de nouveaux cas de maladie par unité de temps dans une population définie.

Un **taux d'incidence** est défini par le rapport du nombre de nouveaux cas de maladie par unité de temps, sur le nombre total de personnes-temps (le plus souvent personne-année). La personne-année est une unité de mesure combinant des personnes et le temps pendant lequel celles-ci sont exposées au risque.

L'**incidence cumulée** représente la probabilité pour des personnes non malades de développer une maladie pendant une période donnée, à condition qu'elle soit suivie pendant toute la période et qu'elle ne meurt pas d'une autre maladie pendant cette période. Elle n'a de sens que si on spécifie sur quelle durée porte l'observation.

Un **taux d'attaque** (TA) est une incidence cumulée calculée sur une très courte période de temps, par exemple comme dans un épisode épidémique. En général, le TA est exprimé comme la proportion en pourcentage de la population atteinte. Par exemple, lors de l'épidémie de Gourdon, le TA en population générale était de 37 %.

Le **risque** est la probabilité de développer la maladie pendant une période donnée. Il dépend des caractéristiques de la personne, de l'intervalle de temps considéré et du niveau d'exposition.

Un **risque relatif (RR)** est une mesure d'association entre une maladie et un facteur de risque. Il est le rapport entre le risque dans le groupe exposé et le risque dans le groupe des non exposés.

Un **odds ratio (OR)** est une mesure d'association entre une maladie et un facteur de risque. Il est le rapport des cotes (exposé/non exposés) entre malades et non malades. Cette mesure, utilisée dans les études cas-témoins, tend vers le risque relatif quand la fréquence de la maladie est faible.

La **surveillance épidémiologique** d'une pathologie se définit comme "l'observation vigilante et continue de la distribution et des tendances de son incidence par la collecte systématique de données de mortalité ou d'autres données pertinentes et par la consolidation et l'évaluation de ces données" [3].

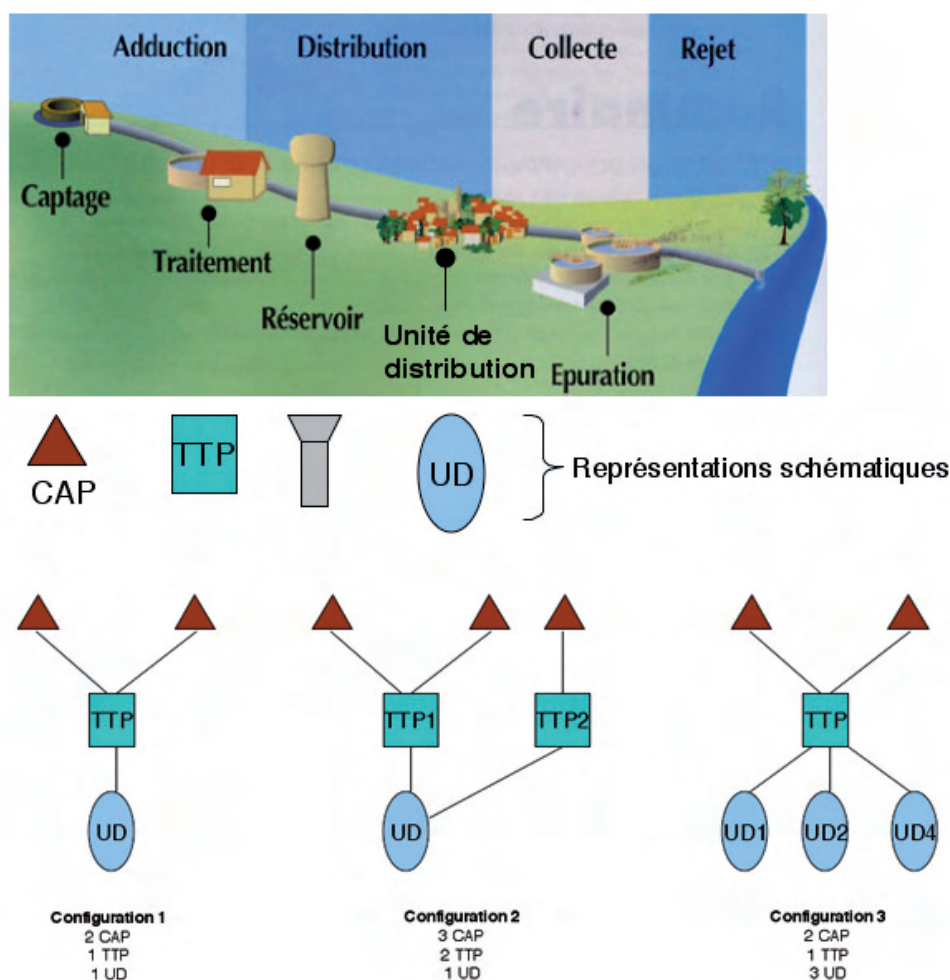
➤ *Vocabulaire du génie sanitaire*

Exploitant ou personne responsable de la production ou de la distribution d'eau (PRPDE). La PRPDE peut être la collectivité territoriale (mairie, syndicat intercommunal) ou un opérateur privé en cas de délégation de service public. Dans le cas de très grosses installations de production/distribution, par exemple Paris, il peut y avoir des PRPDE différents pour la production et la distribution. On utilisera préférentiellement le terme d'exploitant.

Une **unité de distribution** (UD) est, selon la notice technique de Siseaux, un ensemble de tuyaux connexes de distribution dans lesquels la qualité de l'eau est réputée homogène, faisant partie d'une même unité de gestion et d'exploitation, donc géré par un seul exploitant et possédé par un seul et même propriétaire. Cette définition est dénuée d'ambiguïté quand le système de production/distribution est simple, mais équivoque quand on a affaire à des réseaux interconnectés (figure 1). Dans ce cas, la répartition des masses d'eau homogène entre les réseaux connectés varie dans le temps en fonction des débits produits par les installations de production, de la consommation au niveau local et des connexions actives. Elle est rarement précisément connue de l'exploitant.

FIGURE 1

SCHÉMA D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION/DISTRIBUTION SIMPLE ET D'UN SYSTÈME COMPLEXE



TTP = unité de traitement production

UD = unité de distribution

CAP = captage

La **turbidité** d'une eau est l'état d'une eau trouble. Elle est liée à la présence de particules en suspension, essentiellement sous forme colloïdale.

La **clarification** d'une eau consiste à débarrasser l'eau des particules en suspension. Les deux principaux procédés sont la **filtration** (sable ou membrane) et la **décantation**. La décantation est systématiquement précédée par une étape de **coagulation/floculation** consistant à agréger les particules par l'ajout de sels de fer ou d'aluminium et d'adjuvants de floculation. Un "traitement complet" comprend une coagulation/floculation/décantation suivie d'une filtration sur sable.

La teneur en **chlore libre** d'une eau est la teneur en acide hypochloreux et en ion hypochlorite ($[\text{ClOH}] + [\text{ClO}^-]$). Elle est exprimée en mg Cl/L.

Dans un réseau d'eau potable, un **branchement** est la canalisation distale raccordant un bâtiment (maison, immeuble) au réseau d'eau public.

Parmi les **dispositifs anti-retour**, c'est-à-dire les dispositifs obligeant l'eau à circuler dans un seul sens dans une canalisation, on distingue les **clapets anti-retour** et les **disconnecteurs**, systèmes plus sûrs composés de deux clapets séparés par une chambre qui s'autovidange dans le cas où apparaît une différence de pression entre l'amont et l'aval.

Un **système d'assainissement** collectif comprend le réseau d'assainissement (égouts) ramenant les eaux usées brutes vers la station d'épuration et la station elle-même. Les effluents ne sont pas désinfectés (concentrations en *E.coli* de l'ordre de 10^5) avant rejet dans les eaux naturelles sauf cas particuliers, comme en secteur conchylicole.

1.3 ORGANISATION PRÉALABLE, PRÉPARATION DES ACTEURS

Un rapport de l'InVS relatif aux principes et à l'organisation de l'alerte sanitaire en France [1] identifie les principaux acteurs du système d'alerte français et précise leur rôle respectif au regard du cadre juridique. La spécificité hydrique des épidémies de GEA qui font l'objet de ce guide intègre également l'exploitant parmi les acteurs.

La détection, l'investigation et le contrôle des épidémies d'origine hydrique nécessitent une approche multidisciplinaire et la collaboration des partenaires intervenant aux différents niveaux dans le repérage, l'investigation et le contrôle de ces épidémies : préfet, professionnels de santé publique, épidémiologistes, microbiologistes médicaux et de l'environnement, spécialistes du traitement et de la distribution de l'eau, de l'environnement (hydrogéologues, spécialistes de l'assainissement) et de la communication. Une des clés du succès des investigations d'origine hydrique est la préparation en amont. Cette préparation doit en particulier déterminer la constitution de l'équipe d'investigation multidisciplinaire en précisant le rôle et la responsabilité de chacun et qui assure la coordination. Elle doit préciser les modalités de transmission de l'information et de communication (par qui, à qui, quand). Les intervenants devront s'accorder sur les termes de référence

(cf. section "Définitions"). Cette phase de préparation peut également comprendre le développement ou le recensement d'outils nécessaires à l'investigation.

Le groupe de travail initial mobilisé lors de la survenue d'une alerte comprend les personnels des Ddass compétents dans l'investigation épidémiologique et l'analyse du risque sanitaire d'origine hydrique. Il est compétent pour réaliser les contacts nécessaires à la validation et à l'expertise du signal (professionnels de santé, exploitant), et pour mobiliser les partenaires extérieurs adéquates.

Si cette étape de préparation n'a pas été réalisée "à froid", en dehors de toute épidémie, elle devra être réalisée rapidement dès la confirmation de l'épidémie.

2. Les signaux

Pour les épidémies d'origine hydrique, les signaux pris en compte dans le processus de mise en alerte peuvent être environnementaux ou sanitaires (survenue de cas de maladies). L'association de signaux des deux types peut orienter d'emblée vers une origine hydrique. Parmi les 10 épidémies infectieuses d'origine hydrique documentées survenues en France entre 1998 et 2006, 5 ont été repérées par des signaux sanitaires tandis que pour les 5 autres, un signal environnemental a précédé le signal sanitaire et a permis de déclencher l'alerte (annexe 7).

On distinguera dans cette section les qualités intrinsèques des signaux – sensibilité, spécificité et précocité évaluées par rapport à l'occurrence d'une épidémie – et les conditions pratiques de prise en compte de ces signaux, c'est-à-dire la disponibilité de l'information et le fait qu'ils fassent ou non l'objet d'un signalement effectif à la Ddass.

2.1 LES SIGNAUX ENVIRONNEMENTAUX EN FONCTION DU POINT D'ENTRÉE DE LA POLLUTION

Fondamentalement, la pollution de l'eau distribuée résulte de la conjonction :

- de l'introduction du polluant à un niveau donné du flux d'eau ;
- de l'absence, de l'insuffisance ou de la défaillance des "barrières" que procure le traitement.

Le caractère accidentel de l'événement porte, soit sur le polluant (nature ou quantité anormale), soit sur la défaillance du traitement, soit enfin sur les deux. La pollution peut être introduite à différents niveaux du système de collecte, de production et de distribution de l'eau. D'amont en aval, on distinguera le bassin versant et le captage, l'installation de traitement et le réseau. À chacun de ces niveaux sont associés des signaux et des informateurs potentiels différents.

L'étude Padea (Pollutions accidentelles des eaux d'alimentation) menée entre 1991 et 1994 a permis de colliger 192 pollutions accidentelles de réseaux. La répartition de ces événements selon le point d'introduction de la pollution est donnée en tableau 1.

TABLEAU 1	POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX D'ALIMENTATION RECENSÉES EN FRANCE ENTRE 1991 ET 1994 : RÉPARTITION PAR TYPE D'INSTALLATION						
	Atteinte première						
	N	Ressource	Captage	Traitement	Réseau	Réservoir	Autre
Ensemble accidents	192	69 %	8 %	1 %	20 %	1 %	2 %
Avec pollution microbio.	57	63 %	14 %	2 %	21 %	0 %	0 %
Avec épidémie	7	29 %	14 %	0 %	57 %	0 %	0 %
Avec épidémie de GEA	6	33 %	17 %	0 %	50 %	0 %	0 %

L'étude Padea montre que la pollution pénètre le plus souvent en amont du système hydraulique ou au captage (77 % des cas), ou au niveau du réseau (20 %). Les introductions au niveau de l'usine de traitement ou des réservoirs sont rares. Il n'y a pas de différence selon la nature du polluant (microbiologique ou toxique). Si on se restreint aux événements ayant eu un impact sanitaire identifié (n=7, dont 6 épidémies de gastro-entérites et une intoxication à l'antigel), la part revenant aux introductions sur le réseau croît très sensiblement (50 %). Cela s'explique par des concentrations plus importantes (peu de dilution, pas d'abattement par traitement) et surtout par l'impossibilité de détecter le problème avant son apparition au robinet. Cette situation se retrouve aux États-Unis : parmi 7 épidémies d'origine hydrique investiguées en 2001-2002 et impliquant des distributions publiques, 4 sont liées à une déficience du réseau¹ [4]. Il existe aux États-Unis une tendance lourde à l'augmentation de la part des épidémies causée par des retours d'eau [5] (de l'ordre de 20 % avant 1990 à 50 % depuis 2000). Cette évolution est principalement due à la diminution des épidémies causées par une pollution de la ressource.

2.1.1 Pollution de la ressource

2.1.1.1 Situations rencontrées

Les pollutions organiques (eaux usées, eaux de ruissellement souillées par des lisiers...) sont associées au risque infectieux. Elles représentent le quart des pollutions des ressources et le tiers des pollutions des ressources profondes, les eaux de surfaces étant plus souvent victimes de pollution aux hydrocarbures et aux pesticides (tableau 2). Dans 15 % des cas de pollution d'eau souterraine, la pollution pénètre directement au niveau de captage.

Les déversements accidentels de polluants dans la ressource (eau de surface notamment mais aussi dans des aquifères vulnérables) ne sont pas toujours connus ou signalés. Ils peuvent ne pas être détectés par l'exploitant et leur arrivée dans la filière de potabilisation peut brutalement dépasser ses capacités de traitement de routine. Le risque concerne donc particulièrement les petites installations qui ne bénéficient pas de stations d'alerte sur la ressource, de traitement sécurisé, ni de personnel permanent.

¹ Dans le cas de réseau privés (petits voire domestiques), la quasi-totalité (17/18) des déficiences touche la ressource ou le traitement, le plus souvent absent.

TABLEAU 2

POLLUTIONS DES EAUX D'ALIMENTATION DUES À DES POLLUTIONS DE LA RESSOURCE : RÉPARTITION SELON L'ORIGINE DE L'EAU ET LE TYPE DE POLLUTION, DONNÉES 1991-1994 PADEA [6]

	Eau surface		Eau profonde		Total	
Matières organiques	4	11 %	28	28 %	32	24 %
Hydrocarbures	13	36 %	19	19 %	32	24 %
Pesticides	9	25 %	7	7 %	16	12 %
Autres produits chimiques	6	17 %	35	35 %	41	30 %
Autres	4	11 %	11	11 %	15	11 %
Total	36	100 %	100	100 %	136	100 %

La pollution microbiologique de la ressource apparaît le plus souvent lors des pluies intenses. Les ruissellements provoquent le débordement de systèmes d'assainissement ou entraînent vers les rivières des lisiers épandus dans les parcelles agricoles et des jus de fumier qui stagnent dans les cours de ferme. Les épisodes pluvieux intenses ou prolongés appellent donc à la vigilance de l'exploitant. Une association statistique significative entre fortes précipitations et épidémies a été démontrée sur la base des données américaines [7].

Une épidémie à norovirus (600 cas) dans le secteur d'Apprieu en 2002 a ainsi été provoquée par la conjonction d'un déversement direct d'eaux usées en rivière et de l'inondation d'un captage situé en aval. Les deux événements étant consécutifs à de fortes pluies [8].

2.1.1.2 Signaux environnementaux associés

Les inondations automnales qui submergent un grand nombre de captages, les épisodes récurrents de ruissellement et de turbidité des ressources en eau qui affectent certaines régions comme le Pays de Caux [9] constituent des signaux indiscutables de contamination potentielle des eaux par des pathogènes.

La turbidité de l'eau brute est l'indicateur privilégié de pollution de la ressource par des ruissellements. Son usage est largement répandu dans les installations moyennes ou importantes (mesures en continu). D'autres indicateurs mesurés en continu sont utilisés pour estimer la charge solide de l'eau (compteurs de particules) ou la charge organique (demande en chlore, COT, absorbance UV, ammonium) mais leur usage est rare. Il tend toutefois à se développer en zone karstique lorsqu'il sert à déclencher le fonctionnement d'unité d'ultrafiltration. Ces mesures sont particulièrement utiles à l'exploitant pour adapter le traitement et prévenir l'intrusion d'eau souillée dans le réseau, à condition que la mesure de turbidité soit connectée à une télé-alarme et que l'organisation des opérateurs soit tournée vers la réactivité et la permanence de la réponse. Il est dès lors tentant de les utiliser pour le signalement à la Ddass d'une menace sanitaire. La difficulté réside cependant dans l'interprétation précise de la turbidité en tant qu'indicateur d'une menace sanitaire qui nécessite une connaissance approfondie du contexte. La définition de la règle de signalement doit en conséquence être construite entre l'exploitant et la Ddass.

2.1.2 Défaillance du traitement

2.1.2.1 Situations rencontrées

Toutes les épidémies infectieuses pour lesquelles le point d'introduction de la pollution se situe à l'amont de l'usine sont, par définition, reliées à une insuffisance du traitement. Cette insuffisance peut être permanente ou temporaire. Parmi 25 épidémies inventoriées par les Américains en

2001-2002 [4], 10 correspondent à des eaux souterraines non traitées et 7 à une déficience du traitement (permanente ou temporaire). Ces causes sont nettement moins représentées si on ne prend en considération que les installations publiques (2/7), de taille beaucoup plus importantes que les installations privées. Les défaillances de traitement sont principalement des défauts de désinfection mais peuvent aussi concerner la clarification. L'accident de Milwaukee s'est par exemple produit au cours de la phase de réglage de la clarification qui a suivi un changement de coagulant [10].

En France, pour 3 épidémies sur 5 liées à la pollution de la ressource, un dysfonctionnement de la chloration a été mis en évidence ou fortement suspecté. Un défaut temporaire de chloration peut aussi causer un impact sanitaire significatif même s'il ne s'agit pas d'une épidémie visible [11,12]. La désinfection, notamment au chlore, abat principalement les bactéries. Le défaut de chloration conditionne la survenue des épidémies d'étiologie bactérienne comme l'épidémie de Gourdon en 2000 (*Campylobacter* en association avec un rotavirus) [13] ou l'épidémie de shigellose qui a frappé des communes de la banlieue havraise en 1993 [14].

2.1.2.2 Signaux environnementaux associés

Les défauts temporaires de chloration sont des incidents fréquents qui ne s'accompagnent pas forcément d'une contamination de l'eau si la ressource n'est pas elle-même contaminée. Cependant, la prévalence et l'incidence de ces incidents ne sont pas bien connues :

- les données de Sise-eaux (chlore libre résiduel sortie usine) ne peuvent donner d'indications à ce sujet car les prélèvements ont lieu aux heures ouvrables, moins favorables à la survenue de pannes que les heures non travaillées. Quant aux mesures au robinet du consommateur, elles mettent en évidence des absences de résiduel qui résultent plus souvent d'une stagnation locale de l'eau dans le réseau, que d'une panne de l'injecteur de chlore à l'usine ;
- les mesures de chlore en continu donnent une idée précise du problème. Cependant, la production de ces données et leur diffusion témoignent d'une attention particulière de l'exploitant au maintien de la qualité de l'eau, attitude qui n'est pas représentative de l'ensemble des exploitants. La ville du Havre, qui fournit des données depuis plus de 10 ans pour les besoins d'études épidémiologiques, a enregistré sur cette période environ 4 pannes annuelles de la chloration (totalisant 0,2 % du temps) [12]. Ces pannes surviennent aux heures non ouvrables et sont réparées dans l'heure par le personnel d'astreinte. Elles ne sont pas identifiées par le contrôle réglementaire. Ce taux très faible de défaillance n'est en aucun cas extrapolable à d'autres installations ;
- il n'existe pas d'enregistrement de teneurs en chlore libre dans une majorité d'exploitations, notamment les exploitations les plus à risque c'est-à-dire associant une ressource vulnérable, une absence

de traitement de clarification, de rechloration sur réseau, et ne surveillant pas en permanence le suivi de la qualité de l'eau et de l'exploitation.

Une panne d'une durée de l'ordre de l'heure peut être "rattrapée" dans le réservoir interposé entre l'usine et le réseau de distribution par mélange avec des eaux chlorées, ou encore par des dispositifs de "rechloration" situés en aval. Cette situation a été épidémiologiquement évaluée au Havre [12]. Deux ressources karstiques vulnérables aux pollutions microbiologiques alimentent la ville basse. La première est simplement chlorée puis distribuée gravitairement sans stockage intermédiaire. La seconde est clarifiée, chlorée puis distribuée après stockage. Un défaut horaire de chloration sur la première installation produit une augmentation mesurable de l'incidence des GEA au sein de la population desservie. Un tel incident sur la deuxième installation ne produit aucun effet sanitaire mesurable.

Un signalement systématique des défauts temporaires de chloration causera des fausses alertes. La durée de la panne, la qualité microbiologique de l'eau à chlorer, la vulnérabilité de l'aquifère et le contexte météorologique (précipitations) sont à prendre en compte pour évaluer la menace sanitaire associée à l'incident. Toutefois, en l'absence d'une prédéfinition par l'exploitant des signaux à transmettre à la Ddass, une panne de chloration qui excède 2 heures doit être signalée. Cette durée minimale permet d'exclure les pannes banales, comme celles liées à des ruptures d'alimentation électrique et suivies d'intervention rapide. Ces défauts transitoires de chloration sont amortis dans le réservoir situé en tête de distribution par mélange avec des eaux chlorées, le volume des réservoirs correspondant généralement au moins à une douzaine d'heures de consommation.

Les mesures de chlore peuvent aussi être utilisées pour estimer la demande en chlore. Une augmentation de la demande en chlore indique le passage de matière organique soluble souvent associée à une contamination microbiologique (typiquement : lessivage de parcelles agricoles récemment fumées). La demande en chlore peut être estimée si le débit de l'injecteur de chlore est asservi à une mesure de chlore résiduel en aval (rétrocontrôle).

Si l'injection de chlore fonctionne correctement, une absence de chlore résiduel mesurable en sortie d'usine indique une demande en chlore particulièrement forte, c'est-à-dire une eau polluée par des matières organiques. Ce type de situation est à considérer comme une panne de chloration.

La turbidité de l'eau distribuée est l'autre paramètre d'intérêt disponible en ligne pour déceler un risque de contamination microbiologique de l'eau. Perçu comme un paramètre de confort jusque dans les années 80, il est apparu clairement : i) que la probabilité de contamination microbiologique de l'eau brute ou de l'eau traitée, notamment par des parasites, augmente avec la turbidité ; ii) que les particules en suspension constituaient pour les pathogènes un abri et une protection contre les désinfectants ; iii) que la turbidité perturbait la désinfection à cause de la matière organique associée (augmentation de la demande en chlore) ; iv) que la turbidité injectée dans le réseau créait des dépôts et favorisait la croissance du biofilm

avec possibilité de stockage de pathogènes fécaux et possibilité de prolifération des pathogènes opportunistes (*Legionella*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Mycobactérium*...).

Les mesures de turbidité permettent d'identifier les défaillances de la clarification quelle que soit la technique adoptée : filtration sur sable, filtration sur sable précédée d'une coagulation/floculation/décantation, filtration par membrane. Elles permettent de repérer les ruptures de joint si le traitement est à base de membranes et, pour les filières classiques, le percement des filtres à sable, les fuites de turbidité lors du nettoyage des filtres, les problèmes de coagulation liées à des variations de pH importantes (eaux brutes peu minéralisées). Le nombre et la disposition des turbidimètres sont importants en vue d'un diagnostic rapide. Ainsi, la législation états-unienne exige pour le traitement des eaux de surface que chaque filtre à sable soit équipé d'un turbidimètre en sortie afin de pointer directement le filtre qui dysfonctionne.

Le suivi du pH d'une eau de surface très douce (susceptible de variations importantes de pH) permet de déceler les problèmes de coagulation susceptibles de provoquer une fuite de turbidité, les différents coagulants ayant des fourchettes de pH d'efficacité différentes.

2.1.3 Pollution entre le captage et le robinet du consommateur

2.1.3.1 Situations rencontrées

Les introductions de polluants au niveau d'installations telles que l'usine ou les réservoirs sont rares. Elles résultent le plus souvent d'action de vandalisme ou de malveillance et relèvent d'une réglementation spécifique. Par ailleurs, des animaux morts (oiseaux dans les châteaux d'eau, rongeurs dans les réservoirs semi-enterrés) peuvent être retrouvés dans l'eau de châteaux d'eau, provoquant une pollution microbiologique de l'eau mais conduisant rarement à des épidémies. La vétusté des installations favorise l'occurrence de pollutions chroniques du réservoir par des fientes d'oiseaux. Une épidémie de salmonellose (Gideon, Missouri, 1993, 650 cas estimés, 7 morts [15]) a été imputée à la remise en suspension dans un château d'eau de dépôts souillés par des fientes d'oiseau, consécutivement à une purge du réseau. Il est important de respecter le nettoyage annuel des réservoirs et la vérification des protections contre l'intrusion des animaux afin de se prémunir contre ce type d'épidémie.

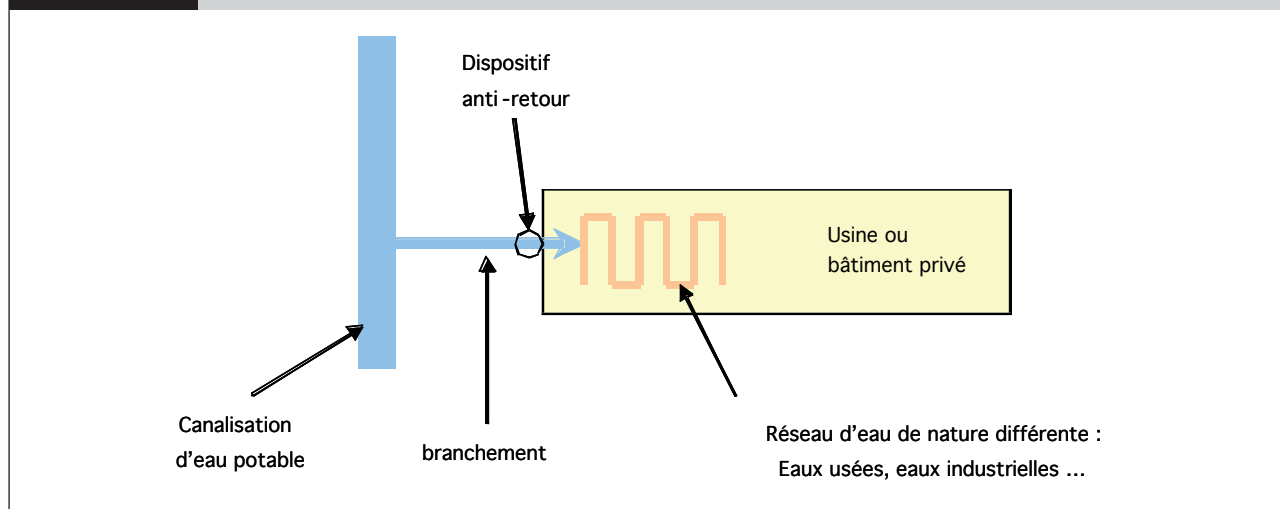
Les pollutions sur réseau sont beaucoup plus fréquentes que sur les installations et, du fait de l'absence de moyen de détection et de barrières, la probabilité qu'elles conduisent à des effets de santé est 2 à 3 fois plus élevée que pour les pollutions survenant à l'amont (tableau 1). Elles résultent presque toujours de retours d'eau contaminée, parfois de travaux, lors de la remise en eau [16].

Les retours d'eau peuvent se faire au niveau de points de fuite immergés² à l'occasion d'inondation si le réseau est mis en dépression (coupure d'eau), mais le risque principal se situe au niveau des branchements (figure 2).

² Secteur où les canalisations se trouvent sous le toit de la nappe phréatique. Aux États-Unis, 20 % des canalisations seraient immergées [17].

FIGURE 2

SCHÉMA D'UN BRANCHEMENT ENTRE LE RÉSEAU D'EAU POTABLE ET UN BÂTIMENT PRIVÉ (HABITATION PAR EXEMPLE) OU UNE USINE DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES



Les intrusions massives d'eaux contaminées dans le réseau sont généralement dues à des retours d'eaux au niveau des piquages (branchements). Ces portions de canalisation sont positionnées entre le réseau d'eau potable et un réseau d'eau de nature différente (eau usée, eau industrielle). Un ensemble de conditions, lorsqu'elles sont réunies, peut rendre ces points vulnérables à l'introduction d'une pollution :

- absence de protection par un clapet anti-retour ou un disconnecteur, ou défaillance du dispositif ;
- circonstances hydrauliques défavorables telles que surpression dans les réseaux intérieurs ou dépression dans le réseau public.

Bien qu'elles soient illicites, des connexions entre des circuits d'eaux usées épurées et des circuits d'eau de distribution ne sont pas rares et provoquent des épidémies à forts TA (Dracy-le-Fort [18], Divonne-Bains [19], Pont-de-Roide [données non publiées]). Il peut aussi s'agir d'intrusions d'eaux naturelles contaminées alimentant un réseau industriel (Vesoul, données non publiées). Ces événements méritent un signalement immédiat à la Ddass. Ils ne sont cependant le plus souvent identifiés que secondairement à travers l'apparition de cas ou de plaintes groupées.

Les fuites du réseau et les ruptures de canalisation peuvent provoquer une contamination de l'eau distribuée selon différents mécanismes. Si une dépression survient sur l'antenne affectée par la fuite et si l'environnement de la fuite est contaminé, des pathogènes peuvent s'introduire dans le réseau au niveau du point de fuite. Il peut s'agir d'une dépression accidentelle due à un soutirage excessif mais aussi de microdépressions consécutives à des à-coups hydrauliques causés par l'ouverture de vannes ou l'arrêt de pompes [17]. Dans cette même étude, Le Chevallier (2003) indique qu'une proportion importante (>20 %) des canalisations des réseaux d'eau d'alimentation des États-Unis se trouve en zone saturée (c'est-à-dire immergée sous le "toit"

de la nappe phréatique). L'immersion renforce la possibilité d'une contamination croisée avec le réseau d'égout qui souvent longe le réseau d'adduction en eau potable. La contamination de la canalisation peut aussi se produire au moment de l'intervention et se traduire par une pollution de l'eau lors de la remise en eau si celle-ci ne se fait pas dans les règles de l'art (nettoyage/rinçage/désinfection), ce qui a causé l'épidémie de Strasbourg (annexe 7). Enfin, la rupture totale d'une canalisation peut entraîner la vidange des réservoirs et la remise en suspension des dépôts accumulés au fond des réservoirs et des zones de sédimentation du réseau. Des pointes de turbidité (maximum observé 17 NTU) et une surincidence (+27 %) des GEA ont été observées en ville basse du Havre pendant la semaine qui a suivi la rupture totale d'une canalisation de 600 mm [9]. La dépression causée par la vidange du réseau peut enfin entraîner le siphonage accidentel de réseaux d'eau industrielle ou d'eau usée reliés au réseau d'eau d'alimentation par des connexions non protégées.

Les fuites sur réseau sont cependant fréquentes³, le plus souvent associées à des débits de fuite modérés, et les interventions techniques pour les réparer sont de la responsabilité de l'exploitant (PRPDE). De plus, chaque intervention ne peut matériellement faire l'objet d'un contrôle par la Ddass. L'analyse des statistiques d'interventions pour fuites (hors branchement) sur les réseaux d'eau d'une grande ville d'une part, et d'un vaste secteur rural d'autre part, montre que les ruptures de canalisations concernent principalement les canalisations de petit diamètre (figure 3). Dans les agglomérations urbaines, la part des conduites de fort diamètre est plus importante qu'en secteur rural. Sur la base de ces deux exemples, les interventions pour fuite sur des canalisations de diamètre supérieur ou égal à 200 mm représentent entre 2 et 13 % des interventions soit 2 à 4 interventions par année et pour 100 000 habitants. Les problèmes de rupture d'étanchéité présentent une saisonnalité très variable selon le site (figure 4). Le

³ Le rendement net d'un réseau est le rapport entre le volume d'eau utilisé (consommé) et le volume d'eau mis en distribution. Cet indicateur permet d'apprécier l'importance des fuites à l'échelle d'un réseau en situation de fonctionnement "normal" et de comparer les réseaux d'eau entre eux. En règle générale, le rendement d'un réseau est qualifié de différentes façons :

50 à 60 %	Mauvais
60 à 70 %	Médiocre
70 à 75 %	Moyen
75 à 80 %	Bon
80 à 85 %	Très bon
85 à 90 %	Excellent

débit moyen des fuites est de l'ordre de 2 m³/h (0,5 L/s) et de moins de 10 m³/h (3 L/s) dans 93 % des cas [20]. Les fuites dont le débit dépasse 40 m³/h (10 L/s) sont repérables par les plaintes pour la baisse de pression qu'elles occasionnent à leur aval.

Les canalisations de gros diamètre desservent généralement un nombre important de personnes et les contraintes sanitaires associées à la reprise de la distribution, comme le contrôle *a posteriori* de la qualité bactériologique de l'eau, sont susceptibles de poser des problèmes d'approvisionnement dans l'attente des résultats. Pour cette raison, ce contrôle se base souvent en pratique sur la turbidité. Certaines Ddass souhaitent être averties à l'avance des interventions afin de pouvoir prévenir les institutions sensibles desservies par l'antenne

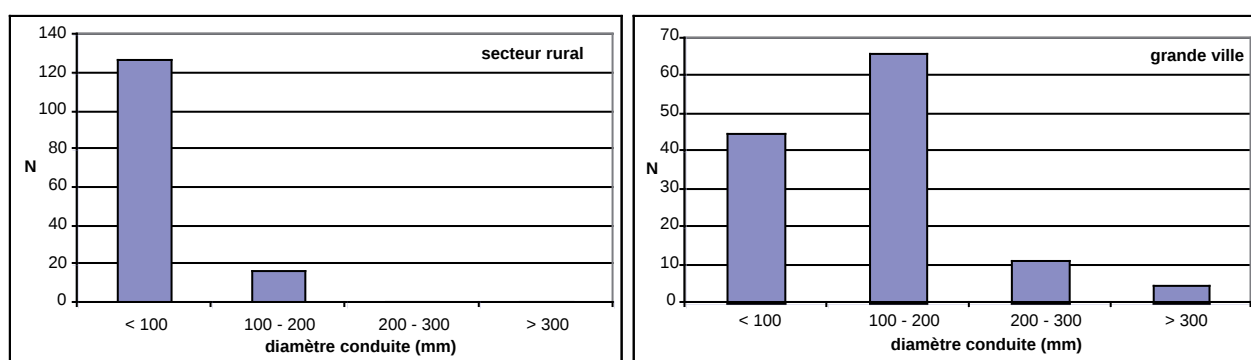
située à l'aval de l'intervention du risque de dégradation temporaire de la qualité de l'eau.

2.1.3.2 Signaux environnementaux associés

La **rupture d'une canalisation** et l'intervention qui suit pour la réparation constituent une situation à risque potentiel et devraient être signalées à la Ddass. Des recherches approfondies sont néanmoins nécessaires pour évaluer l'intérêt du signalement et préciser ses conditions : diamètre de la canalisation, importance du débit de fuite et conduite immergée, proximité d'égouts... Dans cette attente, le groupe de travail préconise le signalement systématique des ruptures de canalisation de plus de 200 mm de diamètre à la Ddass.

FIGURE 3

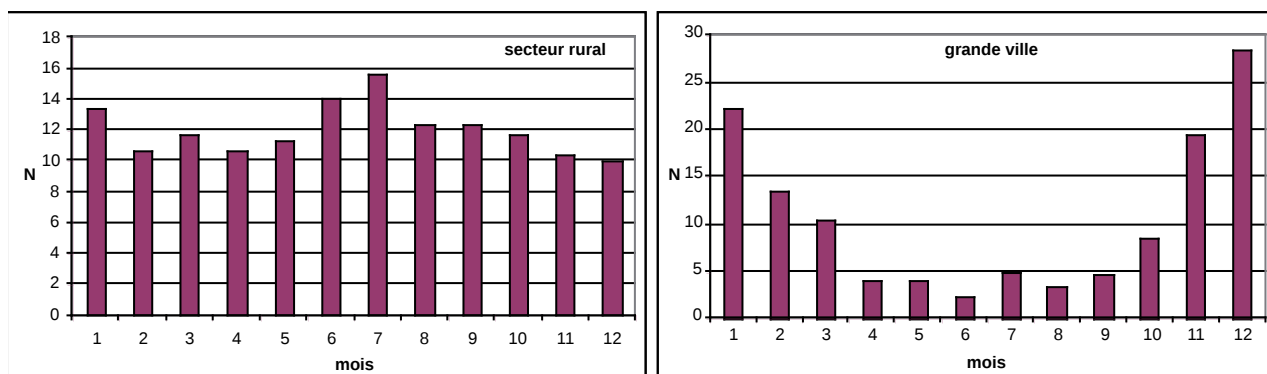
NOMBRE ANNUEL D'INTERVENTIONS POUR FUITES (HORS BRANCHEMENT) DANS UNE GRANDE AGGLOMÉRATION FRANÇAISE ET EN SECTEUR RURAL EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE LA CONDUITE



(Source : Communauté urbaine de Nantes, données 2002-2005 ; Lyonnaise des Eaux, données 2002-2004).

FIGURE 4

NOMBRE ANNUEL D'INTERVENTIONS POUR FUITES (HORS BRANCHEMENT) DANS UNE GRANDE AGGLOMÉRATION FRANÇAISE ET EN SECTEUR RURAL EN FONCTION DU MOIS DE L'ANNÉE



(Source : Communauté urbaine de Nantes, données 2002-2005 ; Lyonnaise des Eaux, données 2002-2004)

Les intrusions dans les installations de traitement et les réservoirs font l'objet de dispositions spécifiques qui n'entrent pas dans le cadre de ce travail.

Les plaintes d'utilisateurs : quand la qualité de l'eau distribuée se dégrade, certains utilisateurs se plaignent, le plus souvent à la mairie, parfois à l'exploitant, rarement à la Ddass.

Le tableau 3 donne un exemple de statistiques de plaintes d'utilisateurs relatives à la qualité de l'eau distribuée dans une grande agglomération française (400 000 habitants) au cours de la période 2002-2004. Les plaintes sont peu nombreuses (de l'ordre de 2 par semaine, avec un maximum de 4 en une journée) et réparties uniformément dans l'année, avec un niveau légèrement plus haut entre août et novembre.

TABLEAU 3 RÉPARTITION PAR CAUSE DES PLAINTES RELATIVES À L'EAU DISTRIBUÉE DANS L'AGGLOMÉRATION NANTAISE (PÉRIODE 2002-2004, SOURCE COMMUNAUTÉ URBAINE DE NANTES)		
Type	Cause	N
Plaintes pour mauvais goût	Chlore	32
	Non renseigné	36
TOTAL GOÛT		68
Plaintes pour eau colorée	Baisse de pression dont :	51
	Essai pompier	28
	Puisage technique	9
	Puisage sauvage	12
	Divers puisage	2
	Stagnation dont :	31
	Bout de conduite	28
	Absences estivales	3
	Fuite	1
	Intervention sur réseau	32
	Intrusion d'eau de Loire	1
	Divers	5
Non renseigné		99
TOTAL COULEUR		220
TOTAL GÉNÉRAL		288

Les plaintes sont habituellement déconsidérées en tant que signal d'alerte sanitaire. L'argument en général avancé pour justifier cette attitude est que ces plaintes portent sur des problèmes qui n'ont pas nécessairement de connotation sanitaire ou sur des problèmes chroniques déjà connus de l'exploitant :

- goût de chlore jugé excessif et désagréable, ou de "moisi" lié à des produits de réaction du chlore sur des molécules organiques ;
- dureté : eau calcaire causant l'entartrage des appareils qui chauffent l'eau ;
- coloration ou dépôts liés à la corrosion des canalisations ou à la présence de fer ou de manganèse dans la ressource.

Les investigateurs des épidémies récentes rapportent que des plaintes concernant la qualité de l'eau avaient systématiquement précédé les épidémies attribuables à l'introduction d'eau usée traitée dans le réseau. Ces plaintes ne semblaient pas isolées ni d'un contenu banal, mais au contraire étaient nombreuses et cohérentes dans leur localisation et dans leur nature. Elles évoquaient sans ambiguïté l'introduction d'eau usée dans une partie du réseau (couleur, turbidité, odeur d'égout). Une recherche va être menée auprès de ces exploitants pour établir le nombre et le degré de spécificité des plaintes formulées dans ces circonstances et vérifier le bien fondé et la valeur prédictive de cet indicateur vis-à-vis du risque épidémique.

Sans attendre les conclusions de cette recherche, dès lors que plusieurs plaintes concordantes évoquant une pollution organique, voire une

pollution fécale, sont enregistrées, l'information doit être acheminée sans délai à la Ddass.

2.1.4 Analyses bactériologiques du contrôle sanitaire et de l'autosurveillance

Les laboratoires d'analyses chargés des analyses du contrôle réglementaire de l'eau distribuée transmettent les résultats simultanément à l'exploitant et à la Ddass. Quand un résultat est non conforme, l'information est transmise par fax dès qu'elle est disponible. Ces modalités sont à l'évidence en rapport avec l'importance prise par le contrôle réglementaire de l'eau dans le déclenchement d'alerte sanitaire. Le bilan des épidémies récentes montre que 5 épidémies sur 10 ont été investiguées à la suite des résultats du contrôle sanitaire.

Le contrôle sanitaire par la Ddass a vocation à vérifier la conformité de la qualité de l'eau au regard des limites de qualité établies par le code de la santé publique et n'a pas été conçu comme outil d'alerte. La détection d'une pollution relève de la "surveillance" (au sens du ministère chargé de la Santé) exercée par les exploitants et que nous appelons ici "autosurveillance". L'autosurveillance doit être adaptée en fonction du niveau de risque, quelle que soit la taille de la population desservie, ce qui la distingue du contrôle sanitaire (cf. infra). Paradoxalement, l'autosurveillance n'a pas engendré de

signalements de pollutions responsables d'épidémies au cours de la dernière décennie. Une partie des analyses d'autosurveillance peuvent se substituer au contrôle réglementaire (en pratique à partir de 2008) sous certaines conditions, notamment la reconnaissance de l'aptitude du laboratoire prestataire à réaliser ce type d'analyses. Du point de vue de la détection des épidémies, cette catégorie d'analyse est assimilable à celles relevant du contrôle réglementaire à la condition expresse que l'information se fasse dans les mêmes conditions, c'est-à-dire que les résultats soient transmis à la Ddass en même temps qu'à l'exploitant.

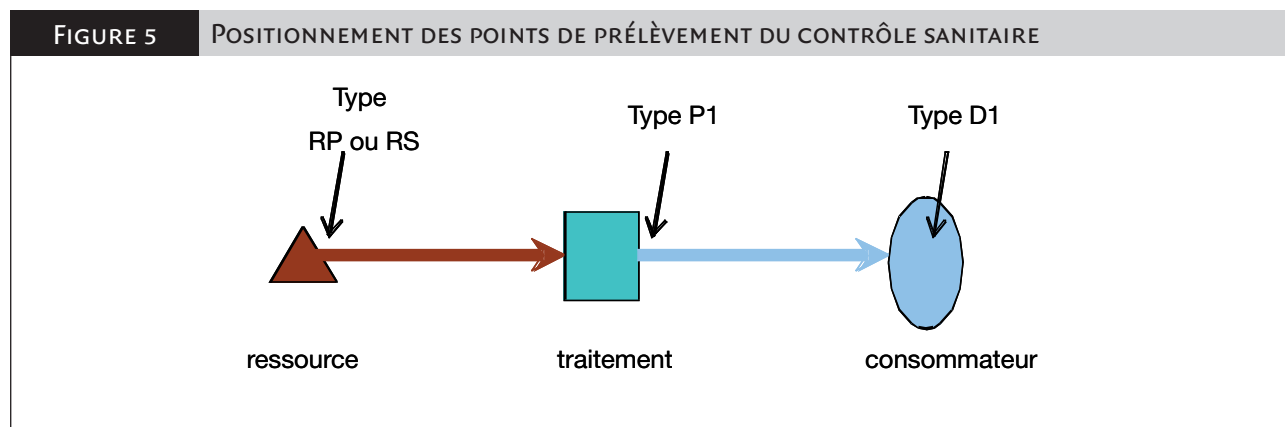
Les indicateurs bactériologiques du contrôle réglementaire *E.coli* et entérocoques sont spécifiques de pollution fécale et consacrés par une pratique ancienne et codifiée. Ce sont les signaux environnementaux les mieux pris en considération par les Ddass. Ils ne sont cependant pas toujours disponibles ; les résultats sont obtenus après un délai d'analyse et l'interprétation des mauvais résultats en termes de risque épidémique n'est pas univoque.

2.1.4.1 Disponibilité

La taille des unités de distribution (UD) d'eau potable est extrêmement variable en France. Elle détermine la fréquence des prélèvements du contrôle sanitaire (tableau 4).

TABLEAU 4 POPULATION DESSERVIE ET FRÉQUENCE DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES DE ROUTINE⁴, SUR LA RESSOURCE (EAU PROFONDE (RP) ET DE SURFACE (RS)), EN SORTIE DE PRODUCTION (P1) ET SUR LE RÉSEAU (D1) EN FONCTION DE LA TAILLE DE L'UNITÉ DE DISTRIBUTION (UD)						
Taille de la population desservie par l'UD	Nombre UD	Proportion de la population française desservie	Nombre d'analyses par an et par UD			
			Ressource Profonde	Ressource superficielle	Sortie de production P1	Réseau de distribution D1
>100 000	50	17 %	4	12	24-144	150-800
10000-100 000	850	25 %	1-2	3-6	5-12	12-61
500-10000	9160	51 %	0,5	2	2-5	6-12
<500	16580	7 %	0,2	0,5-1	1-2	2-4
TOTAL	26640	100 %				

D'après l'article R.1321-15 et l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique



La fréquence de l'échantillonnage imposée à l'exploitant peut être augmentée en cas de mauvais résultats dans la limite d'une augmentation de 20 % du budget consacré au contrôle (Art. 1321-16 de

Code de santé publique). Des contrôles supplémentaires peuvent être également réalisés dans certains types de situations (non-conformité) sans limitation du nombre d'analyses (Art. R. 1321-17).

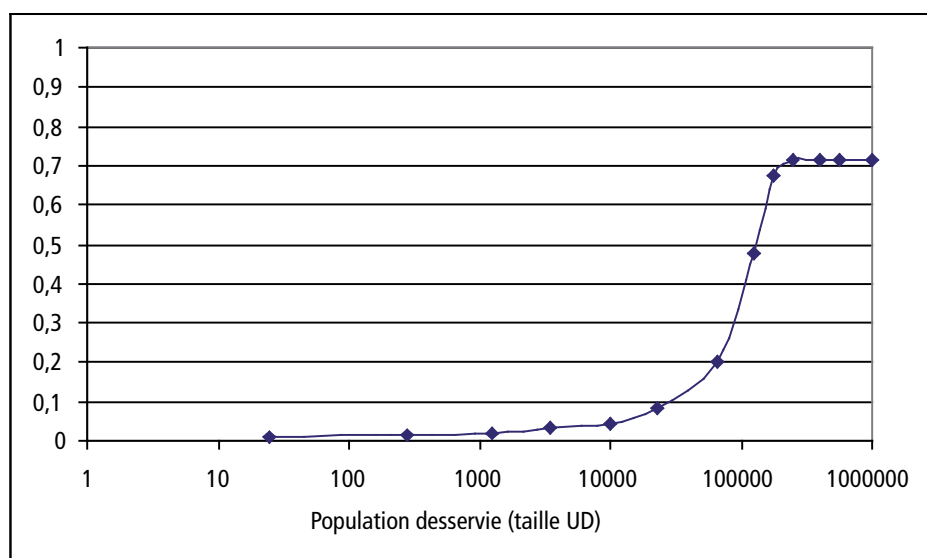
⁴ Des analyses complémentaires P2 et D2 concernant les micropolluants chimiques sont prévues par la réglementation.

S'agissant des plus grandes UD (population desservie supérieure à 100 000 usagers), les analyses d'eau diligentées par l'État ou le producteur, au titre de l'autosurveillance, sont réalisées au moins tous les 2 jours. De nombreuses sondes assurent par ailleurs le repérage en temps réel des changements majeurs de la qualité de l'eau et il y a une astreinte en tout temps. A l'opposé, dans une petite installation rurale, les prélèvements des Ddass peuvent se réduire à 2 par an. Ces analyses ne constituent donc pas une bonne source d'alerte pour les petites UD. Dans une grande majorité des cas, le fontainier inspecte l'installation de production au mieux une fois par semaine. Les sources d'alerte les plus réalistes sont alors les plaintes de la population et les

cas groupés d'une même pathologie identifiés par les professionnels de santé (médecins généralistes). La figure 6 simule la probabilité de détecter grâce aux analyses du contrôle sanitaire (D1 + P1) une pollution généralisée d'une UD d'une durée de 24 heures en fonction de la taille de la population desservie. Les prélèvements sont seulement effectués les jours ouvrables, ce qui explique que la probabilité de détection, calculée sur l'ensemble des jours de l'année, plafonne à 0,72. Selon ce scénario, seulement un tiers de la population bénéficie d'une probabilité de détection de la pollution par le contrôle sanitaire supérieur à 0,1.

FIGURE 6

PROBABILITÉ DE DÉTECTER GRÂCE AUX ANALYSES DU CONTRÔLE SANITAIRE, UNE POLLUTION GÉNÉRALISÉE D'UNE UD D'UNE DURÉE DE 24 HEURES EN FONCTION DE LA TAILLE DE LA POPULATION DESSERVIE



2.1.4.2 La pollution fécale indicatrice du risque épidémique

La réglementation ne prévoit pas de dérogations aux non-conformités sur les indicateurs bactériologiques de pollution fécale (*E. coli* et entérocoques). Le niveau d'incidence endémique ("bruit de fond") des gastro-entérites, prises comme indicateur des pathologies entériques, est lié au taux de non-conformité de l'eau distribuée [21]. Une non-conformité bénigne et isolée (par exemple 1 à 3 *E. coli* formant colonies pour un échantillon de 100 mL) peut cependant être liée à une pollution de l'échantillon lors du prélèvement ou à une pollution locale du réseau. En pratique, la plupart des Ddass tolèrent ces événements et considèrent qu'une UD est non conforme quand plus de 5 % des échantillons prélevés au cours de l'année sont non conformes.

L'expérience acquise montre que les épidémies pour lesquelles la microbiologie de l'eau est correctement documentée sont précédées d'une contamination fécale importante du réseau. Néanmoins, les données microbiologiques sur l'eau sont rares en situation épidémique et ne permettent pas d'établir une relation dose/réponse entre la concentration en indicateurs de contamination fécale et le risque épidémique. D'autre part, l'interprétation des résultats d'analyse des indicateurs bactériologiques sera différente en fonction du contexte : eau non traitée (pas de désinfection) ou eau traitée (filiale de traitement comprenant une étape de désinfection), présence de parasites ou non

compte tenu de leur résistance très différente de celle des bactéries pour un même désinfectant.

Dans le cas d'une eau non traitée, il y a une bonne corrélation entre la teneur en bactéries témoins (indicateurs bactériologiques) et en agents pathogènes, même si différents paramètres peuvent faire fluctuer cette relation : conjoncture épidémiologique (excrétion de pathogènes), la taille du bassin versant (probabilité de présence d'un excréteur de pathogène) et du degré de perméabilité de l'aquifère aux pollutions par des micro-organismes. Par exemple, des auteurs proposent un rapport moyen de 1/500 entre concentrations en *Salmonella* non Typhi et *E. coli* dans l'eau, avec une gamme de variation allant de 1/50 à 1/5 000 [22].

À l'inverse, dans le cas d'une eau traitée, il n'y a pas toujours de rapport entre le comptage de bactéries indicatrices d'origine fécale (souvent rendues incultivables en totalité) et la probabilité de présence de pathogènes non bactériens (parasites ou de virus). Cette absence de corrélation est principalement due à une sensibilité différente des micro-organismes vis-à-vis du désinfectant (tableau 5). Tout au plus, on peut en dire que la mise en évidence de bactéries fécales dans une eau traitée est, à concentration égale, plus alarmante que dans le cas d'une eau non traitée.

TABEAU 5 EFFICACITÉ DU CHLORE EN FONCTION DU MICRO-ORGANISME (SOURCE : DEGREMONT)

Micro-organismes	Valeurs de CT ^a pour l'inactivation de 2 log à pH entre 6 et 7 et température entre 5 et 25 °C
<i>E. Coli</i>	0,03 – 0,05
Poliovirus 1	1,1 – 2,5
Rotavirus	0,01 – 0,05
Kyste de <i>Giardia lamblia</i>	15 – 150
Kyste de <i>Giardia muris</i>	30 – 630
Kyste de <i>Cryptosporidium</i>	7 200

^a le concept "CT" permet de comparer l'efficacité des désinfectants entre eux et vis-à-vis des micro-organismes. "CT" s'exprime en mg.min/L où "C" est la concentration en désinfectant (mg/L) et "T" le temps de contact (min).

L'idée de baser le déclenchement d'une investigation exploratoire sur un seuil de concentration des indicateurs bactériologiques relève donc plus du pragmatisme que de considérations scientifiques. L'événement critique considéré est le dépassement d'un seuil sur la somme des bactéries fécales (*E.coli* + entérocoques) décomptées sur l'ensemble des prélèvements du contrôle sanitaire effectués un même jour sur une UD⁵. Le tableau 6 et la figure 7 donnent la fréquence de retour

des pollutions constatées au décours du contrôle sanitaire, selon le niveau de cette pollution et la taille de l'UD, sur la base des données nationales 2003-2004. Vu la méconnaissance du lieu d'introduction de la pollution (amont vs. aval du traitement), la nature du traitement et son fonctionnement réel au moment de l'incident, le traitement n'est pas pris en compte.

TABEAU 6

NOMBRE MOYEN D'ÉVÉNEMENTS CRITIQUES* DÉTECTÉS PAR DÉPARTEMENT ET PAR AN, EN FONCTION DU SEUIL ET DE LA TAILLE DE LA POPULATION DESSERVIE (DONNÉES 2003-2004, SOURCE : SISE-EAUX DRASS, DDASS, MINISTÈRE CHARGÉ DE LA SANTÉ)

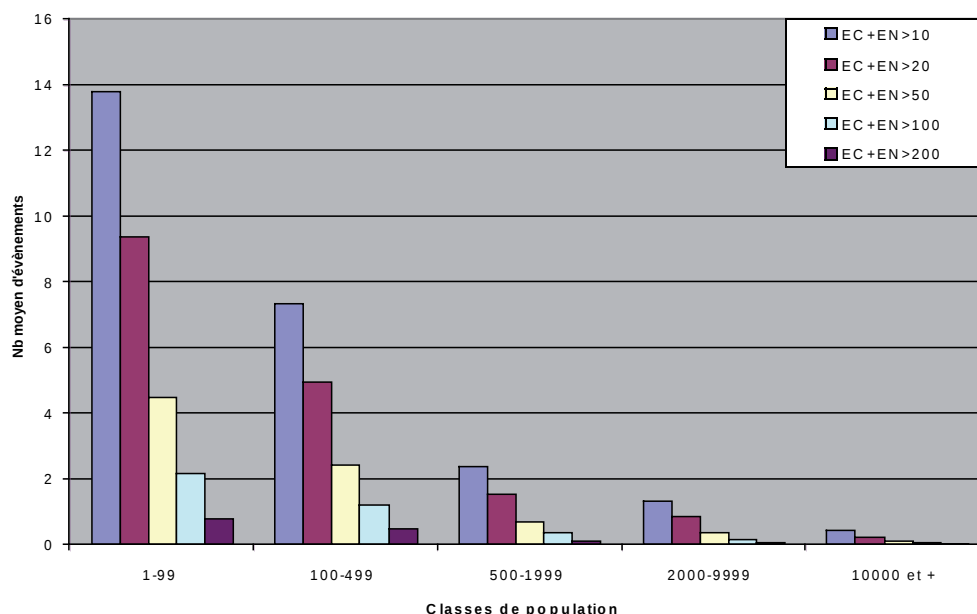
Seuil (UFC)	Taille de population desservie					
	0-99	100-499	500-1 999	2000-9999	10000 et +	Total
EC + EN > 10	13,80	7,34	2,41	1,33	0,43	25,30
EC + EN > 20	9,41	4,97	1,54	0,87	0,24	17,03
EC + EN > 50	4,47	2,42	0,72	0,36	0,10	8,07
EC + EN > 100	2,20	1,21	0,41	0,17	0,07	4,06
EC + EN > 200	0,82	0,47	0,14	0,05	0,03	1,52

* L'événement critique considéré est le dépassement d'un seuil calculé par la somme des bactéries fécales (*E.coli* + entérocoques) décomptées (UFC) sur l'ensemble des prélèvements du contrôle sanitaire effectués un même jour sur une UD. Ce seuil 'pragmatique' permet de prendre en compte à la fois la concentration observée à chaque prélèvement et l'extension de la pollution du réseau, en limitant le nombre d'événements critiques à un pour une même journée. En revanche, cette mesure est biaisée par le nombre de prélèvements réalisés.

⁵ UD "logique", c'est-à-dire que sont inclus les prélèvements faits à l'amont de l'UD, dans la mesure où ces prélèvements sont représentatifs de l'eau distribuée (par exemple, les prélèvements réalisés en sortie de traitement).

FIGURE 7

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DU NOMBRE MOYEN D'ÉVÉNEMENTS CRITIQUES PAR DÉPARTEMENT, EN FONCTION DU SEUIL ET DE LA TAILLE DE LA POPULATION DESSERVIE



Source : Sise-eaux Drass, Ddass, ministère chargé de la Santé.

Les seuils de 10, 20, 50, 100 et 200 UFC ont été utilisés pour établir le classement des départements à risque d'épidémies (annexe 9). Y sont détaillés par département : la répartition des UD par taille de population desservie, le nombre observé d'événements critiques par taille d'UD et par niveau du seuil de tolérance utilisé dans la définition de l'événement critique, et le nombre attendu en prenant pour référence la moyenne française. Vingt-trois départements ressortent comme plus à risque de pollution microbiologique du réseau (nombre d'événements critiques significativement supérieur à la moyenne nationale, dans au moins une des trois catégories de taille d'UD retenues pour le calcul),

après standardisation en nombre et en taille du parc départemental des UD (référence nationale). Cette annexe 9 peut aider les Ddass à ajuster le choix des seuils de déclenchement des investigations en fonction des moyens dont elles disposent pour cette activité. Par exemple, une Ddass, dont la situation en terme d'exposition de la population correspondrait à la moyenne nationale, qui choisirait de ne pas investiguer les pollutions survenant dans des UD desservant moins de 100 personnes et qui modulerait le seuil d'intervention dans les UD de plus de 100 usagers selon le scénario indiqué en tableau 7, serait conduite à investiguer en moyenne 1,15 événement par an.

TABLEAU 7

EXEMPLE DE STRATÉGIE D'INVESTIGATION DES POLLUTIONS MICROBIOLOGIQUES DE RÉSEAU D'EAU ET NOMBRE ANNUEL MOYEN D'INVESTIGATIONS QUI EN RÉSULTE. L'ÉVÉNEMENT CRITIQUE ET LES SEUILS SONT DÉFINIS EN TABLEAU 6 (DONNÉES 2003-2004)

Taille UD	Seuil choisi	N moyen annuel d'investigations
<100	Non	0
100-500	200	0,47
500-10 000	100	0,58
>10 000	50	0,10
Total		1,15

Source : Sise-eaux Drass, Ddass, ministère chargé de la Santé.

2.1.4.3 Précocité du signal

Les analyses bactériologiques du contrôle sanitaire reposent sur des cultures cellulaires. Les résultats sont disponibles après 48h. Une lecture intermédiaire à 24h permet déjà de détecter une pollution massive. La mise en évidence d'une pollution par un résultat analytique indique que la population a déjà été exposée ou bien, si la source polluante est active en continu, qu'elle l'est depuis au moins 24h. La confirmation du résultat par une nouvelle analyse est une attitude sage pour la gestion technique des pollutions sporadiques de niveau modéré ; elle n'est pas de mise en cas de pollution importante (cf. section suivante). Dans ce cas, une enquête exploratoire basée sur la

recherche active d'autres signaux (environnementaux et sanitaires) doit être réalisée sans attendre la confirmation analytique.

2.1.4.4 Indicateurs bactériens autres que *E.coli* et entérocoques

La prise en compte d'autres indicateurs bactériens que *E.coli* et les entérocoques est discutable (tableau 8). Les coliformes totaux n'apportent pas de supplément d'information significatif par rapport aux deux indicateurs précités. Les bactéries aérobies revivifiables à 22 ou 37 °C ne sont pas d'origine fécale. Elles fournissent trois éléments d'information : i) pour un prélèvement en distribution, elles

indiquent une prolifération banale de la flore dans un réseau alimenté par une eau mal traitée, c'est-à-dire riche en matière organique ; ii) des variations de concentration de plus d'un facteur 10 dans la ressource est interprété comme un changement de qualité de la ressource. Ces interprétations n'évoquent pas de risque épidémique. La présence de spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices constitue finalement le seul indicateur qui apporte un complément d'information intéressant par rapport à *E.coli* et aux entérocoques dans la mesure où : i) elles sont partiellement d'origine fécale ; ii) elles subsistent et sont revivifiables quand la désinfection a fait disparaître les bactéries non sporulées ; iii) les différences des concentrations en entrée et en sortie de traitement indiquent les performances de la clarification, notamment vis-à-vis du risque parasitaire. Cet indicateur est donc intéressant pour renseigner

le risque résiduel (essentiellement parasitaire mais aussi viral) associé à la consommation d'une eau désinfectée (traitée par un désinfectant). L'interprétation n'est cependant pas univoque vis-à-vis du risque fécal. Les conditions pratiques sont par ailleurs moins favorables que pour *E.coli* et les entérocoques car l'analyse n'est pas systématique et il n'y a pas de valeur impérative sur le paramètre, ce qui implique qu'un mauvais résultat (seuil de concentration à préciser) n'est pas toujours transmis en urgence par le laboratoire à la Ddass. Dans la mesure où l'interprétation du paramètre nécessite l'analyse du contexte, l'usage de ce paramètre comme signal d'une menace épidémique potentielle est à apprécier localement au regard du bruit de fond en termes de contamination microbiologique des eaux et de la vulnérabilité des ressources.

TABLEAU 8 QUALITÉ DES INDICATEURS BACTÉRIENS DU CONTRÔLE SANITAIRE NON SPÉCIFIQUEMENT FÉCAUX			
	Origine fécale	Résistance au chlore	Corrélation avec <i>E.coli</i>
Coliformes totaux	+	0	++
Bactéries aérobies revivifiables à 22 ou 37 °C	0	+	0/+
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices	++	++	0/+

2.1.5 Conclusion : promouvoir le signalement des accidents d'exploitation et des plaintes

Le tableau 9 récapitule les qualités épidémiologiques des différentes catégories de signaux environnementaux. Les causes précédant les

effets, les signaux environnementaux sont plus précoces que les signaux sanitaires mais leur précocité varie selon qu'ils portent sur la ressource, le traitement ou la distribution. Leur sensibilité reste moyenne et leur spécificité médiocre.

TABLEAU 9 LES SIGNAUX UTILES À LA DÉTECTION ET À LA PRÉVENTION DES ÉPIDÉMIES D'ORIGINE HYDRIQUE ; ÉVALUATION À DIRE D'EXPERTS						
Signal	Défendeur	Qualités intrinsèques			Qualités pratiques	
		Précocité	Sensibilité	Spécificité	Disponibilité de l'info	Fréquence de signalement à la Ddass
Pollution de la ressource	Pompier, exploitant eaux usées	++++	++	0 à ++	++	++
Accident d'exploitation	Exploitant	++ à +++	++	0 à ++	0 à +++ (1, 2)	0 à +
Plaintes groupées usagers / pol. organique	mairie, exploitant	++	++	+++	++	0
Analyse bact. d'eau de l'autosurveillance	Exploitant	+	+++	+ à ++	0 à ++ (1, 3)	0 à ++
Analyse bact. d'eau du contrôle sanitaire	Laboratoires des eaux agréés par le ministre chargé de la Santé	+	+++	+ à ++	+ à ++ (1, 3)	++++

(1) selon la taille de l'UD (voir texte) ; (2) selon la nature de l'accident ; (3) selon la concentration de la contamination constatée.

La situation est cependant nuancée et oppose le cas des pollutions de la ressource, pour lesquelles il existe des signaux sensibles mais peu spécifiques, aux pollutions par retour d'eau, pour lesquelles il existe des signaux *a priori* spécifiques mais d'une sensibilité modérée.

Les indicateurs collectés en usine sont inopérants contre les retours d'eau. De même, les analyses microbiologiques pratiquées sur l'eau distribuée ne peuvent révéler qu'une pollution apparue à l'amont du point de prélèvement. Enfin, les plaintes de consommateurs n'apparaissent que si la pollution est suffisamment concentrée pour être perçue, à l'instar d'un retour d'eau usée. Un retour d'eau contaminée ne présentant pas de défauts organoleptiques francs provoque un risque épidémique imparable. La sensibilité des indicateurs disponible reste donc modérée.

La spécificité des signaux dénombrements bactériens et des plaintes dépend de leur intensité, d'où la nécessité de définir des seuils. Elle dépend cependant peu du contexte contrairement aux accidents d'exploitation. En effet, la présence de bactéries d'origine fécale dans l'eau de distribution indique sans aucune ambiguïté la pollution fécale de l'eau. De même, des plaintes évoquant une odeur d'égout constituent un signal spécifique d'une pollution fécale. Ces signaux, une fois spécifiés (détermination des seuils), demandent une intervention.

L'analyse rétrospective des épidémies imputables à une pollution de la ressource montre que des signaux environnementaux, relayés ou non auprès de la Ddass, précèdent presque toujours les épidémies : pannes de désinfection connues de l'exploitant, crues turbides ou conditions météorologiques à risque, analyses microbiologiques de l'autosurveillance. Il existe cependant des exemples d'épidémies survenues sans signe avant-coureur flagrant au niveau de l'exploitation. Lors de l'épidémie de cryptosporidiose de Milwaukee (1993), seule la turbidité avait augmenté, sans toutefois dépasser les normes en vigueur, et l'épidémie a finalement été identifiée par la pénurie de médicaments antidiarrhéiques qu'elle avait provoquée [10].

Le problème essentiel des signaux environnementaux concernant la ressource ou l'exploitation du traitement est leur manque de spécificité et leur valeur prédictive positive médiocre, du fait de la rareté des épidémies au regard du nombre de contaminations de réseau : seulement 4 % des pollutions accidentelles incluses dans l'étude Padea ont eu un impact sanitaire connu [6]⁶.

Cette situation a deux conséquences pratiques :

- manque de puissance des données issues d'une surveillance des pollutions accidentelles des eaux d'alimentation (type Padea) pour estimer la spécificité des signaux d'exploitation. La base de données résultant de cette surveillance inclurait à la fois des accidents ayant conduit à une épidémie et des accidents n'ayant pas eu d'impact

sanitaire connu. Alimentée dans la durée, cette base supporterait un protocole de comparaison de ces deux catégories d'événement visant à discriminer les signaux spécifiques. Cette possibilité reste cependant limitée et théorique à cause du faible nombre d'épidémies détectées au niveau national ;

- nécessité d'améliorer la spécificité des indicateurs de risque épidémique tirés des données d'exploitations, notamment en combinant les informations disponibles pour caractériser les situations les plus à risque et réduire la fréquence des fausses alertes.

La mise en place d'un système de surveillance nationale est importante pour suivre la fréquence des pollutions dans le temps et les grandes tendances sur les facteurs de risque. En terme de cas évité, la préparation de l'exploitant à l'accident paraît plus essentielle, notamment la prédéfinition pour chaque UD des signaux à transmettre à la Ddass. La problématique de l'interprétation conjointe et contextuelle des signaux environnementaux (microbiologiques et relatifs à l'exploitation de l'eau) est abordée en section "enquête exploratoire environnementale".

Les résultats défavorables du contrôle analytique sanitaire de l'eau (Ddass) sont actuellement les seuls signaux environnementaux qui sont pris en compte pour amorcer une investigation. La fréquence des prélèvements réalisés au titre du contrôle sanitaire est insuffisante pour que ce contrôle assure une couverture convenable du risque accidentel, sauf pour les installations les plus importantes (UD >100 000 personnes). L'expérience montre que les exploitants rapportent peu ou pas les accidents d'exploitation ni les plaintes des usagers, quels que soient leur contenu et leur nombre. Les plaintes de la population sont le plus souvent cogérées par l'exploitant et la collectivité territoriale qui reçoivent ces plaintes. Pour repérer plus d'épidémies potentielles et les repérer plus précocement, il s'agit d'élargir la base d'information à considérer pour engendrer les alertes. Cette évolution est conditionnée par une évolution dans l'attitude des exploitants d'eau et des collectivités. Il est notamment nécessaire de communiquer à la Ddass les plaintes groupées évoquant une pollution par des eaux usées, ceci avant confirmation par l'analyse ou par l'enquête de terrain. Concernant les accidents d'exploitation, le groupe de travail préconise d'emblée le signalement de certains événements (tableau 10) mais la qualité et l'efficacité du signalement sont subordonnées à une évaluation préalable de la vulnérabilité des installations par les exploitants. Une évolution vers un meilleur signalement de la part de l'exploitant permettrait à la Ddass une recherche active de cas de maladie le cas échéant. Il faut noter à ce niveau que l'exploitant n'a pas de légitimité à entreprendre la recherche d'information à caractère sanitaire et que la Ddass est la seule à pouvoir diligenter l'investigation épidémiologique et d'intégrer les données environnementales et les données sanitaires, même si le bilan environnemental incombe à l'exploitant.

⁶ On tire de la définition des probabilités conditionnelles $p(E|P) \times p(P) = p(P|E) \times p(E)$ où E symbolise l'épidémie et P la pollution de l'eau distribuée. Par définition, la sensibilité est $S = p(P|E)$ et la valeur prédictive VPP = $p(E|P)$. Soit $VPP = S \times p(E) / p(P)$. Si $p(P) \gg p(E)$ – ce qui est vrai en l'occurrence – alors $S \gg VPP$.

TABLEAU 10

LES SIGNAUX ENVIRONNEMENTAUX. EN GRAS, LES SIGNAUX QUE L'EXPLOITANT DEVRAIT SIGNALER SYSTÉMATIQUEMENT

Exemples de signaux environnementaux	Commentaires
Les pollutions accidentelles de la ressource ou dans le bassin d'alimentation Événements météorologiques (ruissellements, inondations, tempêtes), dont inondation du captage	Interprétation contextuelle selon : - la nature et l'importance de la pollution - la distance à la ressource - la vulnérabilité de la ressource - les précipitations - le contrôle en continu ou non de la qualité de l'eau captée - la capacité de traitement Risque fonction de la vulnérabilité de la ressource
Les pannes de désinfection durant plus de 2h Augmentation importante de la demande en chlore Les défaillances de la clarification entraînant un risque d'exposition significative de la population à une eau contaminée Variation importante de pH	Interprétation contextuelle selon : - l'existence ou non d'un contrôle en continu du désinfectant résiduel - la qualité de l'eau brute et la vulnérabilité de l'aquifère - la présence et la nature du traitement de clarification Perturbation de la coagulation/floculation et de la désinfection
Les intrusions Les retours d'eaux contaminées Les ruptures de canalisation de plus de 200 mm Les cas groupés de plaintes évoquant une pollution fécale (eaux usées, lisier...)	cf. plan Vigipirate Détection technique improbable Les plaintes constituent le signal Interprétation contextuelle selon : - la taille de la canalisation - le débit de fuite - l'environnement de la canalisation (immersion, présence d'égout)

La réglementation française apporte un appui mitigé à la promotion du signalement des accidents d'exploitation et des événements environnementaux aux Ddass.

L'article R. 1321-25 du Code de la santé publique stipule que "La personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau tient à la disposition du préfet les résultats de la surveillance de la qualité des eaux [désignée dans ce rapport par autosurveillance] ainsi que toute information en relation avec cette qualité. Elle porte à la connaissance du préfet tout incident pouvant avoir des conséquences pour la santé publique". Il y a donc obligation d'une démarche active en ce qui concerne le signalement des accidents touchant la ressource ou l'exploitation, mais pas de plaintes circonstanciées sauf à admettre que le terme "incident" employé dans le Code de santé publique couvre ce type d'événement. Outre cette ambiguïté, la difficulté de mise en œuvre des dispositions prévues dans le Code de santé publique réside dans l'estimation de la menace de santé publique mais aussi dans l'absence de sanctions prévues.

D'autres textes peuvent servir pour promouvoir ou encadrer la définition des signaux que l'exploitant devrait communiquer à la Ddass comme indicateurs d'un risque épidémique potentiel :

- les méthodes d'analyse de dangers (HACCP, Amdec), maintenant bien documentées dans le domaine de l'eau potable [23] et imposées

à l'exploitant (PRPDE) souhaitant substituer une partie de son autosurveillance au contrôle diligenté par la Ddass (article R. 1321-24 du Code de santé publique) ;

- les plans de sécurité sanitaire des eaux (Water Safety Plans) promus par l'OMS [24]. Dans le champ plus restreint de la vulnérabilité des installations aux actes de malveillance, l'article R. 1321-23 du Code de santé publique prévoit la réalisation régulière par l'exploitant d'une étude de vulnérabilité pour les UD desservant plus de 10 000 habitants. Le ministère chargé de la Santé a publié un guide à ce sujet [25].

2.2 SIGNAUX SANITAIRES

Les sources de signaux "sanitaires" sont multiples, provenant soit de systèmes de surveillance ou d'alerte existants, soit de signalements de phénomènes considérés comme inhabituels par les personnes à l'origine du signalement. Il peut s'agir de la survenue de cas groupés d'une pathologie, le plus souvent de gastro-entérite aiguë (GEA) ou d'un autre phénomène potentiellement indicateur d'une pathologie, comme une augmentation de l'absentéisme (en milieu scolaire ou professionnel ou autre) ou de la consommation d'un certain type de médicaments comme les antidiarrhéiques.

2.2.1 Systèmes de surveillance épidémiologique

2.2.1.1 Déclaration obligatoire

Parmi les pathologies avec une possible transmission par l'eau de consommation, la surveillance épidémiologique repose sur la déclaration obligatoire (DO) pour les pathologies et événements suivants : toxi-infections alimentaires collectives (Tiac), fièvres typhoïde et paratyphoïde, choléra et hépatite A.

► Déclaration obligatoire des Tiac

Une épidémie d'origine hydrique peut s'exprimer sous la forme d'une Tiac (définie par la survenue d'au moins 2 cas groupés d'une symptomatologie similaire, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire, y compris l'eau de boisson) et être notifiée comme telle. La survenue de cas regroupés dans le temps, chez des personnes partageant un même lieu de restauration ou de séjour, peut permettre une détection précoce d'épidémies d'origine hydrique. Ainsi, la survenue de plusieurs cas groupés de GEA parmi les résidents d'un hôtel à Dracy-le-Fort [18] et dans un centre de vacances à Gourdon [26], signalés comme des Tiac, ont été les premiers signaux permettant la détection d'importantes épidémies dans la population de ces communes.

L'hypothèse de contamination hydrique doit également être évoquée lorsque que plusieurs foyers de Tiac sont notifiés pendant une période courte chez des résidents d'une zone géographique limitée.

Six cents Tiac sont déclarées annuellement en France. Le taux d'exhaustivité de la DO des Tiac est faible ; elle a été estimée à 20 % pour les Tiac à Salmonelles [27].

Pour 2 épidémies sur les 10 investiguées depuis 1998 (Gourdon et Dracy-le-Fort), le signal initial était une déclaration de Tiac.

► DO des fièvres typhoïde et paratyphoïde et DO du choléra

L'incidence des fièvres typhoïde et paratyphoïde et du choléra est actuellement très basse en France et la majorité des cas survient au retour de séjour en pays d'endémie. Le dernier cas autochtone (sans notion de voyage en pays endémique) de choléra a été déclaré en 2005. La probabilité d'une épidémie de fièvres typhoïde ou paratyphoïde ou de choléra liée à la consommation d'eau de distribution contaminée par ces bactéries est donc très faible, sauf en Guyane. L'origine de la contamination des cas autochtones est recherchée systématiquement et l'origine hydrique doit être évoquée.

► DO de l'hépatite A

L'hépatite aiguë A est à déclaration obligatoire depuis novembre 2005 (décret N° 2005-1395 du 10/11/2005 paru le 11/11/2005 au JO N° 563, circulaire N° DGS/SD5C/2005/519 du 23 novembre 2005). Le critère de notification est défini par la mise en évidence d'IgM anti-VHA dans le sérum.

Les objectifs de cette DO sont : détecter les cas groupés au niveau départemental afin de prendre les mesures de contrôle ; estimer les taux d'incidence et leurs tendances au niveau départemental et national ; décrire l'évolution des distributions par classe d'âge et groupes à risque. Mille deux cents cas d'hépatite A ont été déclarés en 2006.

2.2.1.2 Centres nationaux de référence (CNR)

Neuf CNR contribuent à la surveillance épidémiologique et à l'investigation des épidémies d'agents de pathologies digestives qui peuvent être transmis par voie hydrique : CNR des *Salmonella*, CNR du *Campylobacter* et *Helicobacter*, CNR des *Escherichia coli* et *Shigella*, CNR des *Yersinia*, CNR des vibrions et du choléra, CNR des virus entériques, CNR des hépatites A et E, CNR des entérovirus. Les coordonnées des CNR sont données en annexe 3a.

Six d'entre eux animent des systèmes de surveillance, en collaboration avec l'InVS : CNR des *Salmonella*, CNR des *Escherichia coli* et *Shigella*, CNR des *Campylobacter* et *Helicobacter*, CNR des *Yersinia*, CNR des vibrions et du choléra, CNR des entérovirus. Les signaux générés par ces systèmes sont notifiés à l'InVS qui, le cas échéant, les transmet aux Ddass et Cire concernées.

La surveillance des micro-organismes réalisée par ces CNR s'appuie sur des réseaux volontaires de laboratoires hospitaliers et d'analyses biologiques médicales qui envoient leurs souches ou prélèvements aux CNR pour identification ou caractérisation. Ces envois sont accompagnés de fiches de renseignements contenant des informations épidémiologiques, dont la notion de contexte de cas groupés. Cette surveillance permet également de détecter un excès de cas observé par rapport à un nombre attendu pour une même période et un même lieu. L'exhaustivité de ces réseaux est cependant le plus souvent faible et variable suivant les réseaux, en fonction de la proportion de laboratoires volontaires qui y participent. Ces systèmes qui recensent des cas confirmés sont très spécifiques mais peu sensibles et peu réactifs. Ils sont peu sensibles car les cas "confirmés" ne représentent qu'une faible partie des cas malades dans la population générale. En effet, les personnes souffrant d'une GEA ne consultent pas toutes un médecin et les médecins ne prescrivent pas des examens visant à identifier l'agent causal pour tous les patients. Ils sont peu réactifs car il existe un délai souvent important entre la survenue de l'événement contaminant (au niveau du réseau d'eau, de l'aliment) et la détection de l'excès de cas. Ce délai est constitué de délais successifs : durée d'incubation de la maladie, délai de recours aux soins et de demande d'analyse, délai d'analyse, délai d'acheminement des échantillons vers les CNR, délai d'analyse au CNR et délai nécessaire à l'identification d'un excès de cas ou d'un dépassement d'un seuil.

2.2.1.3 Réseau Sentinelles

Le Réseau Sentinelles est un réseau de médecins généralistes répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain. Il est développé depuis 1984 au sein de l'unité Inserm-UPMC UMR-S707, dans le cadre d'une convention associant la Direction générale de la santé et l'InVS. Ce réseau surveille plusieurs maladies infectieuses et syndromes : grippe clinique, rougeole, oreillons, varicelle, hépatites A et B, urétrites masculines, diarrhées aiguës. Une diarrhée aiguë y est définie comme une diarrhée (au moins 3 selles liquides ou molles par jour) récente (datant de moins de 14 jours) motivant la consultation. Une hépatite A est définie par la présence d'anticorps sériques IgM antiviral de l'hépatite A. Entre 200 et 400 médecins généralistes sentinelles, volontaires et bénévoles, répartis sur le territoire français, participent aux activités de surveillance épidémiologique du Réseau Sentinelles. Pour une semaine donnée, en moyenne une centaine d'entre eux communiquent le nombre de cas diagnostiqués ainsi que des informations médicales (signes cliniques, examens complémentaires) et d'état civil (sexe, âge) pour chaque patient atteint d'une des maladies surveillées. Des incidences régionales et nationales au cours d'une unité de temps (semaine, mois, trimestre, année) sont estimées par extrapolation pour les différentes pathologies étudiées. Ce système permet d'étudier les

tendances spatio-temporelles de ces maladies. Cependant, en raison de sa faible exhaustivité, il ne permet pas de détecter des cas groupés ou des épidémies localisées.

2.2.1.4 Réseau sentinelle de services d'urgence hospitaliers (Oscour)

L'InVS coordonne, depuis juillet 2004, un réseau "Oscour" de surveillance épidémiologique basé sur les services d'urgences d'établissements hospitaliers volontaires et informatisés répartis sur tout le territoire. L'objectif de ce système de surveillance est d'analyser le recours aux services d'urgences, sur un plan quantitatif (nombre de patients) et qualitatif (cause médicale du recours selon les codes CIM10, âge des patients) et de détecter ainsi précocement des "phénomènes inhabituels". Il permet de suivre les tendances temporelles des pathologies surveillées, dont les GEA. Les données recueillies sont extraites automatiquement et transmises quotidiennement à l'InVS où elles sont analysées. En décembre 2006, 47 établissements y participent, mais ce nombre est susceptible d'augmenter rapidement. Ce système, très réactif, n'est pas conçu pour détecter des épidémies très localisées, comme les épidémies d'origine hydrique. Il peut cependant contribuer à détecter une épidémie de gastro-entérite d'origine hydrique si le secteur géographique concerné est majoritairement desservi par l'un des services d'urgence participant, notamment les jours fériés, ou si les symptômes sont graves.

2.2.1.5 Surveillance en ligne des données de remboursement des médicaments

Les données de remboursement des médicaments de l'Assurance maladie (bases de données Erasme ou Sniir-AM) sont utilisées à l'InVS pour l'étude du rôle de l'eau dans l'incidence endémique des GEA et pour établir *a posteriori* l'impact des épidémies de GEA [28] (voir paragraphe 4.2.3). La possibilité d'utiliser cette ressource pour de l'alerte est en cours d'étude [29].

2.2.1.6 Systèmes locaux de surveillance épidémiologique

Il existe dans certains départements des systèmes de surveillance locaux basés sur des réseaux de laboratoires ou de médecins, potentiellement à même de détecter des épidémies peu étendues géographiquement. La proximité géographique et le fait que ces réseaux soient animés le plus souvent par les Ddass peut faciliter la circulation d'information et le signalement rapide de phénomènes anormaux.

La collecte en ligne de vente de médicaments au niveau de l'officine peut aussi être envisagée localement. La démarche présente l'avantage d'être entièrement automatisable, les logiciels de gestion d'officine comprenant d'ores et déjà les fonctionnalités adéquates, y compris de télétransmission. Par rapport à l'exploitation des données de remboursement des médicaments, il existe aussi des avantages spécifiques : sensibilité accrue grâce à la prise en compte des ventes conseil et meilleure réactivité du fait de la suppression du délai de consolidation des données au niveau national et, en ce qui concerne les ventes conseil, suppression du délai de consultation médicale. Si l'accroissement de la sensibilité paraît accessoire (les ventes conseil représentent en moyenne 10 % des ventes des spécialités utilisées

pour les soins des GEA et 30 % des cas), le gain en réactivité (- 48h) peut avoir une incidence réelle pour prévenir l'extension d'épidémies. La mise en œuvre d'une telle solution est par contre soumise à des contraintes très lourdes liées à la maintenance du système (il existe de nombreux logiciels sur le marché) et à la confidentialité des informations (chiffre d'affaire du pharmacien). De plus, l'exploitation épidémiologique de ces données suppose un minimum de connaissance sur la clientèle de la pharmacie, notamment les lieux de résidence. Pour ces raisons, les données de ventes collectées en pharmacie présentent un intérêt essentiellement local.

2.2.2 Signalements spontanés

Les signalements spontanés (non encadrés par des systèmes de surveillance ou d'alerte pré-établis) correspondent à des événements considérés comme anormaux par les personnes à l'origine du signalement. Elles peuvent être :

- de différentes natures : excès de cas de GEA dans la population générale (6 épidémies sur 10 investiguées depuis 1998), excès d'isolement d'un agent pathogène donné (aucune occurrence), absentéisme scolaire anormalement élevé (épidémies de Pont de Roide, données non publiées), augmentation de ventes d'antidiarrhéiques (aucune occurrence parmi les 10 épidémies investiguées), voire rupture de stock (épidémie de Milwaukee[10]) ;
- d'origine variée : acteurs du système de soins (médecins libéraux ou hospitaliers, biologistes pharmaciens), particuliers, élus ;
- et adressées à différentes structures, Ddass mais aussi mairies, exploitants des réseaux de distribution. L'expérience montre cependant que les signalements de malades à la mairie ou à l'exploitant peuvent ne pas être relayés vers la Ddass (Divonne-les Bains) ou tardivement (Pulligny).

Du fait de sa diversité et de sa souplesse, cette modalité de signalement est potentiellement la plus sensible et précoce pour détecter des épidémies d'origine hydrique. Elle sera d'autant plus performante que les acteurs du signalement auront auparavant été sensibilisés de l'intérêt de celui-ci et de ses modalités (informer les Ddass en même temps que les exploitants ou les mairies).

Le signalement spontané d'épidémies (hors déclaration de Tiac) a permis le repérage de 2 épidémies sur 10 investiguées depuis 1998 : signalement de cas de GEA groupés par un particulier à Apprieu (2002) et signalement d'un absentéisme scolaire massif par le maire de Pont-de-Roide (2004).

Le lecteur trouvera dans le bilan des épidémies investiguées en France (annexe 7) une synthèse concernant les signaux qui ont amorcé les investigations.

2.3 CONCLUSION

Le tableau 11 résume les principales caractéristiques des signaux sanitaires.

TABEAU 11 **SIGNAUX SANITAIRES UTILES À LA DÉTECTION DES ÉPIDÉMIES D'ORIGINE HYDRIQUE**

Signal	Détenteur	Précocité	Sensibilité	Spécificité	Commentaires
DO Tiac	Médecins généralistes, responsables de collectivité	+ + + +	+ Dépend du nombre de cas et de la gravité de la pathologie	+/-	Hypothèse hydrique rarement évoquée par le déclarant
Autres DO (typhoïde, paratyphoïde, choléra, hépatite A)	Cliniciens et laboratoires de diagnostic médical	+ + L'attente pour confirmation biologique retarderait la détection	+ + + + L'exhaustivité de la DO de ces maladies est plus élevée que pour les Tiac (reste à évaluer pour l'hépatite A car DO récente)	-	Transmission par l'eau très peu probable en France par rapport à d'autres modes de transmission. Maladies à signalement sans attente de confirmation biologique
Dépassement de seuil de nombre de souches reçues au CNR	CNR	-	- Maillage des réseaux de surveillance (si existant) trop faible pour détecter des épidémies localisées)	-	Peu utile pour la détection d'épidémies d'origine hydrique
Dépassement de seuil épidémique des consultations pour GEA du Réseau Sentinelles unité Inserm 707	Réseau Sentinelles Inserm-UPMC UMR-S707	+ +	-	-	Ne permet pas la détection d'épidémie d'origine hydrique
Dépassement de seuil épidémique d'un réseau de surveillance local	Médecins généralistes, SOS médecins, LABM	+ + + +	En fonction de la participation, peut être + + + sur une zone imitée	+/-	L'animation par la Ddass de ces réseaux et la proximité géographique peuvent faciliter le signalement rapide de phénomènes anormaux
Dépassement de seuil de consultation pour GEA aux services d'urgences	Réseau sentinelles de services d'urgence hospitaliers	+ + + +	+/-	+/-	Ce réseau peut détecter une épidémie d'origine hydrique si le secteur concerné est majoritairement desservi par un des services participants
Signalement spontané d'excès de cas de GEA	Médecins généralistes, services d'urgences	+ + + +	Potentiellement + + +	+ +	Sensibilisation des détenteurs nécessaire pour signaler à la Ddass
Signalement spontané d'absentéisme scolaire anormalement élevé	Responsables d'établissement	+ + + +	Potentiellement + + +	+/-	Sensibilisation des détenteurs nécessaire pour signaler à la Ddass
Signalement spontané d'excès d'isolement d'un agent pathogène	LABM et laboratoires hospitaliers	+ +	+	+/-	Sensibilisation des détenteurs nécessaire pour signaler à la Ddass
Signalement spontané d'augmentation de vente d'anti-diarrhéiques, de rupture de stock	Pharmaciens	+ + + +	Potentiellement + + + +	+/-	Sensibilisation des détenteurs nécessaire pour signaler à la Ddass

3. Du signal initial à l'alerte

L'investigation proprement dite est le plus souvent précédée d'une phase d'exploration du signal environnemental ou sanitaire. Cette phase exploratoire a pour but de vérifier que le signal présente une menace pour la santé publique (phase d'alerte) et de justifier la poursuite des investigations et la prise rapide de mesures de gestion. Elle doit permettre de confirmer que l'événement signalé n'est pas un artefact (erreur de laboratoire par exemple). Il est possible de passer directement à l'alerte si le signal est suffisamment fort.

L'enquête exploratoire doit être rapide, efficace et "pragmatique" afin de pouvoir recueillir les informations essentielles dans un minimum de temps. Elle sera complétée dans un deuxième temps par des investigations plus approfondies si le passage en phase d'alerte est décidé.

Cette phase initiale devra être conduite de façon coordonnée par les personnels des Ddass chargés des aspects sanitaires et des aspects environnementaux. La décision de passage du signal à l'alerte doit être prise en concertation par ces personnes. En cas d'insuffisance des moyens de la Ddass en regard des tâches à réaliser, la Cire et l'InVS prennent en charge les investigations épidémiologiques. Le réseau des laboratoires Biotox-eau est disponible pour réaliser des prélèvements et analyses en appui au laboratoire agréé réalisant en routine le contrôle sanitaire des eaux. Ces dispositions valent en tout temps, ouvrable ou non. Quelques Cire seulement réalisent des astreintes et l'InVS assure la réponse en cas d'indisponibilité de la Cire.

3.1 INVESTIGATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE EXPLORATOIRE

Il s'agit d'une enquête descriptive qui consiste à définir, recenser et décrire les cas en termes de temps, de lieu et de personnes. La méthodologie de ces enquêtes est développée en section "investigation d'une épidémie".

3.1.1 Objectifs

Les objectifs de cette investigation sont :

- de confirmer ou rechercher un excès de cas de pathologie (le plus souvent GEA) dont le (ou les) agent(s) étiologique(s) peuvent être transmis par voie hydrique ;
- d'éliminer la voie alimentaire ;
- de définir la zone et la période concernées ;
- de réaliser une description des cas afin d'orienter vers une hypothèse étiologique ;
- d'inciter les médecins à la prescription d'examens microbiologiques et parasitologiques afin de confirmer le(s) agent(s) causal(s).

3.1.2 Définition de cas

Les cas sont définis selon des critères cliniques et microbiologiques dans une zone géographique et une période de temps déterminée. S'il s'agit d'un signal d'ordre sanitaire, les premières informations recueillies sur les maladies déclarées sont utilisées pour établir une première définition de cas.

3.1.3 Choix de la zone et période à étudier

En pratique, les premières informations recueillies lors du signal permettent d'orienter vers une zone et une période potentiellement concernées. La période d'étude doit être suffisamment large et précéder si possible d'au moins 2 semaines le début de la période "épidémique" supposée, afin de disposer de données antérieures à l'épidémie permettant de confirmer et de dater un excès de cas. La zone géographique étudiée lors de l'enquête exploratoire doit être suffisamment large et inclure la zone desservie par le réseau de distribution d'eau suspecté et des zones avoisinantes desservies par d'autres réseaux. L'étude de ces zones avoisinantes est utile pour préciser ou confirmer les limites de l'épidémie et, à distance, préciser l'impact en tenant compte des phénomènes migratoires entraînant la présence de cas résidant en dehors du secteur pollué. Par ailleurs, l'incidence des GEA présente des variations temporelles importantes et la recrudescence du nombre de cas de GEA virale observée chaque année en hiver, très marquée certaines années, ne doit pas être confondue avec des problèmes locaux d'origine hydrique.

La définition de cas et des zones et périodes concernées pourra être affinée progressivement en fonction des données recueillies et de l'avancement de l'enquête.

3.1.4 Recensement des cas

Les cas sont recensés rétrospectivement et prospectivement auprès des structures de soin de la zone géographique d'étude. Les informations seront recueillies auprès des différentes sources à l'aide de fiche standardisée (annexe 1a).

3.1.4.1 Recensement des cas et recueil de données auprès des médecins

Pour les GEA, le recensement se fera en premier lieu auprès des médecins intervenant en première ligne (médecins généralistes, pédiatres libéraux, médecins des services d'urgences, SOS médecins). En effet, la majorité des patients souffrant de cette pathologie a recours à ces médecins en raison du caractère généralement bénin de cette maladie. Si la période à étudier comporte un week-end ou un jour férié, les médecins de garde qui couvraient la zone à étudier pendant cette garde doivent être sollicités. Les services des urgences et autres services hospitaliers de l'hôpital desservant la zone peuvent également être contactés.

L'ensemble des médecins exerçant sur le secteur suspecté doit si possible être sollicité, mais on peut se limiter à une dizaine si le secteur est important. Dans les secteurs limitrophes à la zone suspectée, 2 ou 3 médecins au moins doivent être interrogés (comparaison des effets sanitaires entre la zone supposée être exposée et une zone non exposée).

Dans un premier temps, l'objectif est de rechercher ou confirmer rapidement un excès de cas. Les données rétrospectives minimales sont à recueillir rapidement par le moyen le plus adapté à la situation locale (téléphone, fax...). Ces données sont :

- le nombre de consultations journalières pour gastro-entérites depuis le début de la période d'étude jusqu'au jour de l'enquête ;
- et également, le nombre total de consultations journalières quel que soit le motif. Ce nombre total est important à recueillir dans un contexte où la fluctuation de la population est importante (région touristique par exemple) pour déterminer si l'augmentation observée des GEA (ou d'autres pathologies) est due à une augmentation de la taille de la population ou à une augmentation réelle de l'incidence.

Si un excès de cas est confirmé (préalablement à l'interview ou a l'issue de cet interview), le médecin doit être interrogé sur la localisation du domicile des cas (commune, quartier) et sur le (ou les) tableau(x) clinique(s) rencontré(s). L'information sur la localisation des cas – même peu précise et non confirmée par des données individuelles – est essentielle pour orienter vers le lieu de l'exposition.

Des informations complémentaires sur les patients peuvent être recueillies pour chacune des consultations : âge, sexe, lieu de résidence, date de début des signes, durée, nature des symptômes, date de consultation, résultats d'éventuelles analyses de selles, hospitalisation, évolution. Toutefois, le recueil de ces données est coûteux en temps pour le médecin et pas toujours faisable. Il faudra éviter que ce recueil ne compromette l'obtention des données sur les effectifs et privilégier le recueil des informations sur le nombre de cas, le nombre de consultations, les tableaux cliniques et les résultats d'éventuelles analyses. Pour les données individuelles sur les cas, il peut être opportun de limiter la collecte aux coordonnées du malade qui sera directement interrogé par la suite par l'équipe de l'investigation. Il est envisageable de se focaliser sur les cas épidémiques initiaux dont le positionnement spatial (adresse de résidence) peut permettre de formuler des hypothèses quant au point d'introduction de la pollution dans le réseau. Ce focus est particulièrement pertinent si l'on soupçonne un retour d'eau sur la base, d'une dynamique brutale de l'épidémie, d'un TA élevé (exposition très forte) et surtout d'une emprise spatiale de l'épidémie limitée à une portion du réseau (Dracyle-Fort [18]). Si le nombre de consultations est important, il peut être judicieux de procéder par échantillonnage (par exemple, les n premiers cas de chaque jour).

Il pourra être demandé (à juger en fonction de la probabilité d'un vrai excès de cas) dans le même temps aux médecins de prescrire des examens de selles avec recherche des principaux micro-organismes responsables de GEA. Les aspects microbiologiques de l'investigation sont détaillés dans les sections suivantes.

3.1.4.2 Recensement de cas et recueil de données auprès des pharmaciens

En parallèle à l'enquête auprès des médecins, un excès de cas de GEA peut être détecté à partir de la consommation de médicaments et être recherché auprès des pharmacies desservant la zone géographique étudiée (zone desservie par l'UD suspectée et zones avoisinantes). C'est une source plus sensible que les médecins car il y a plusieurs médecins généralistes pour un pharmacien d'officine. De plus, les pharmaciens ont un contact avec les nombreux malades qui ne consultent pas le médecin mais qui achètent directement des médicaments à visée symptomatique (vente "conseil"). Par ailleurs, grâce à l'informatisation des officines, la mise à disposition des investigateurs des statistiques de vente nécessite moins d'investissement de temps des pharmaciens

que le recueil des données concernant les consultations auprès des médecins.

Il sera demandé aux pharmaciens desservant la zone géographique étudiée (zone exposée et zone limitrophe non exposée) de fournir les ventes quotidiennes des principaux médicaments prescrits pour GEA (liste fournie en annexe 2a) pour la période d'étude. Des informations sur le tableau clinique et l'extension géographique de l'épidémie peuvent aussi être obtenues. Un abaque proposé en annexe 2b permet de convertir des ventes médicamenteuses en nombre de cas de GEA.

3.1.4.3 Recensement de cas et recueil de données auprès des laboratoires

L'enquête auprès des médecins et des pharmaciens pourra être complétée par une enquête auprès des laboratoires d'analyse et de biologie médicale (LABM) et des laboratoires hospitaliers. Les biologistes seront interrogés sur une éventuelle augmentation du nombre de coprocultures demandées, un excès de cas avec isolement d'un agent donné ou une sérologie positive (IgM VHA + par exemple).

3.2 INVESTIGATION ENVIRONNEMENTALE EXPLORATOIRE

3.2.1 Les différentes problématiques

En première intention et compte tenu de l'urgence, l'enquête exploratoire environnementale ne nécessite pas d'autres acteurs qu'un agent de la Ddass compétent en génie sanitaire et l'exploitant. Leur rencontre marque le début de l'enquête environnementale.

L'investigation environnementale exploratoire dépend de la nature du signal initial :

- 1) Signal environnemental sans notion d'exposition de la population : pollution de la ressource sans distribution de l'eau contaminée, menace de pollution de la ressource.
- 2) Signal environnemental supposant une exposition de la population : résultat d'analyse positif, accident d'exploitation identifié en différé.
- 3) Signal sanitaire : suspicion d'épidémie en cours.

► Pollution limitée en amont du réseau de distribution

Il s'agit de confirmer avec l'exploitant que la pollution n'a pas pénétré le réseau de distribution. Les questions qui se posent concernent la prévention et la gestion d'un risque potentiel qui ne sont pas du ressort de ce guide d'investigation : existe-t-il un plan de gestion de la crise ? Quels sont les moyens de prévenir la pollution du réseau ? Pourra-t-on maintenir la distribution ou faudra-t-il mettre en place une alimentation alternative ? Faut-il informer la population ? Comment et qui en est chargé ?

Dans l'hypothèse où l'évaluation des risques dépasse les capacités de réponse locales, l'agence compétente doit être saisie.

► Pollution du réseau de distribution sans notion a priori de cas de maladie

L'enquête environnementale doit être amorcée parallèlement à l'enquête épidémiologique, qui vise à établir l'existence de cas éventuel et à surveiller leur apparition ou leur multiplication. En cas d'épidémie, les informations issues des deux enquêtes doivent être mutualisées, notamment les informations concernant l'extension géographique de la pollution ou de l'épidémie (cf. section suivante).

L'enquête environnementale se fait avec l'aide de l'exploitant (questionnaire en annexe 1c). Elle vise à décrire le fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution de l'eau pendant la période d'intérêt, à répertorier tous les événements susceptibles d'expliquer une dégradation de la qualité de l'eau et à lister les informations complémentaires que l'exploitant doit collecter. L'exploitant doit fournir une carte actualisée du réseau. Tous les éléments utiles (plaintes des usagers relatives à la qualité de l'eau, installations à risque, travaux...) doivent y être reportés.

Le maire doit être impliqué parce qu'il est compétent pour la protection de la santé publique sur le territoire communal et parce qu'il connaît sa commune et la population résidente.

D'autres personnes ressources peuvent être consultées selon le cas de figure : pompiers (soutirage sur des bornes d'incendies), gendarmerie (actes de malveillances), Drire, DDSV et service de police de l'eau en cas de pollution de la ressource, maire (tableau 14)...

Dans l'hypothèse où une évaluation complexe des risques s'avérerait nécessaire, l'agence compétente doit être saisie. La Cire ou l'InVS peut dès ce stade ou selon le résultat de cette évaluation mettre en place une surveillance prospective des cas de maladie.

➤ *Pollution du réseau de distribution avec des cas (malades)*

La situation épidémique est établie. La question est de confirmer ou d'infirmer l'origine hydrique et, le cas échéant, d'identifier la source de pollution. La localisation spatio-temporelle des cas, déjà connue, permet de cibler les investigations environnementales sur la partie du réseau située à l'amont des résidences des premiers cas. L'émergence soudaine de nombreux cas au niveau d'une antenne doit évoquer un retour d'eau contaminée dans le réseau.

3.2.2 Rencontrer l'exploitant

Au moment du signalement, la Ddass peut n'avoir qu'une connaissance partielle du système de production-distribution d'eau suspecté. La base de données Sise-Eaux, alimentée par l'activité de contrôle de la Ddass, est consultée pour connaître les derniers résultats du contrôle analytique et l'architecture du système de production et de distribution d'eau. En raison de la fréquence des analyses du contrôle sanitaire des eaux et de l'autosurveillance, une pollution peut ne pas être décelée par ce contrôle. L'architecture des installations transcrites dans la base de données peut ne plus correspondre à la configuration qui a prévalu au moment de l'exposition. Mais, en général, la Ddass ne connaît pas les conditions d'exploitation qui ont prévalu pendant la période d'exposition des cas.

Aussi est-il essentiel que l'enquêteur contacte dès que possible l'exploitant pour vérifier l'actualité des informations, les compléter et élaborer avec elle les hypothèses sur l'origine de la pollution. À ce stade de l'enquête, l'exploitant est l'interlocuteur indispensable au progrès de l'enquête. Dans le cas d'une gestion de l'eau déléguée, la mairie (ou la collectivité territoriale responsable de l'eau distribuée) peut être très utile pour compléter l'information (bilan des plaintes des usagers durant la période critique), et pour l'information de la population, le cas échéant. Ceci permettra également de faciliter l'exécution des décisions retenues par l'autorité préfectorale concernant la gestion de l'eau en situation de crise.

La rencontre exploitant/Ddass marque donc le début de l'enquête environnementale. Les paragraphes suivants proposent des points à examiner avec l'exploitant, de la ressource aux robinets des consommateurs. Il doit cependant rester clair que ces points n'épuisent pas la diversité des situations qui peuvent se présenter. Le lecteur trouvera des éléments utiles à l'enquête environnementale dans la section "Signaux environnementaux" et en annexe 1c.

3.2.2.1 Ressource en eau

La base Sise-eaux peut fournir des renseignements sur la (les) ressource(s) concernée(s) et les résultats du contrôle sanitaire pratiqué sur la ressource (historique et situation récente).

L'exploitant doit être interrogé sur d'éventuels changements de ressources dans le mois qui a précédé la période critique.

Les prélèvements d'eau sur la ressource pour analyses sont rares (entre un par mois et un tous les 5 ans) et il est improbable que des analyses soient disponibles pour la période d'exposition présumée dans le cas d'une contamination de courte durée et d'une petite distribution (tableau 4). Les données du contrôle sanitaire sur l'eau brute permettent toutefois d'estimer la fréquence et le niveau ordinaire des contaminations et indiquent la vraisemblance d'une contamination de la ressource. Le lien entre les précipitations et la contamination de la ressource est intéressant, mais il ne s'agit pas d'entreprendre une étude statistique à ce stade de l'enquête. L'exploitant connaît la sensibilité de la ressource à la survenue d'événements pluvieux (accroissement de la turbidité) et peut avantageusement renseigner le sujet. Des informations sont également disponibles dans le dossier d'autorisation et d'instauration des périmètres de protection relative à la vulnérabilité de la ressource.

Les données d'exploitation incluent parfois des mesures sur l'eau brute. Il s'agit le plus souvent de mesures de turbidité en continu. Ces données doivent être conservées et fournies à la Ddass car elles permettent d'apprécier le déroulement dans le temps de la pollution et facilitent l'interprétation des données sur l'eau traitée.

Une visite de terrain, concernant le captage et son environnement, est souhaitable si la ressource est contaminée. La recherche des secteurs à risque sur le bassin d'alimentation doit être envisagée avec circonspection et avec des hypothèses *a priori*. Il s'agit en effet d'investigations très coûteuses en temps et les recherches restent souvent vaines en l'absence d'hypothèses fortes. La taille du bassin et la connaissance de ses limites, de sa vulnérabilité et des sources polluantes potentielles sont à prendre en considération avant d'entamer les investigations de terrain.

En ce qui concerne les eaux de surface servant de ressource en eau potable, les problèmes peuvent non seulement provenir des crues mais aussi des étiages sévères : les rejets d'eau usées sont moins dilués, de l'ammoniac peut apparaître et provoquer une forte augmentation de la demande en chlore. Les efflorescences algales peuvent aussi amener d'importantes variations de pH au cours de la journée qui, en l'absence de reminéralisation, perturbent la clarification (étape de coagulation) et la désinfection au chlore. Elles peuvent également libérer des hépatotoxines.

3.2.2.2 Traitement

L'exploitant doit relater les incidents et les opérations d'exploitation susceptibles d'engendrer un risque : changement de filière de traitement, de réactif, arrêt exceptionnel de la production, nettoyages des filtres, voire changement d'organisation.

Les données d'exploitation correspondant à la période d'exposition supposée (enregistrement en continu ou mesures ponctuelles) sont à examiner avec l'exploitant. Les hausses de turbidité et les chutes de désinfectant résiduel sont notamment à rechercher. L'exploitant participe à l'interprétation de ces données car ce type d'événement n'a pas d'interprétation sanitaire univoque et les enregistrements en continu sont, de plus, susceptibles de comporter de nombreux artefacts (dérives, changements de gammes, pannes diverses).

3.2.2.3 Réseau

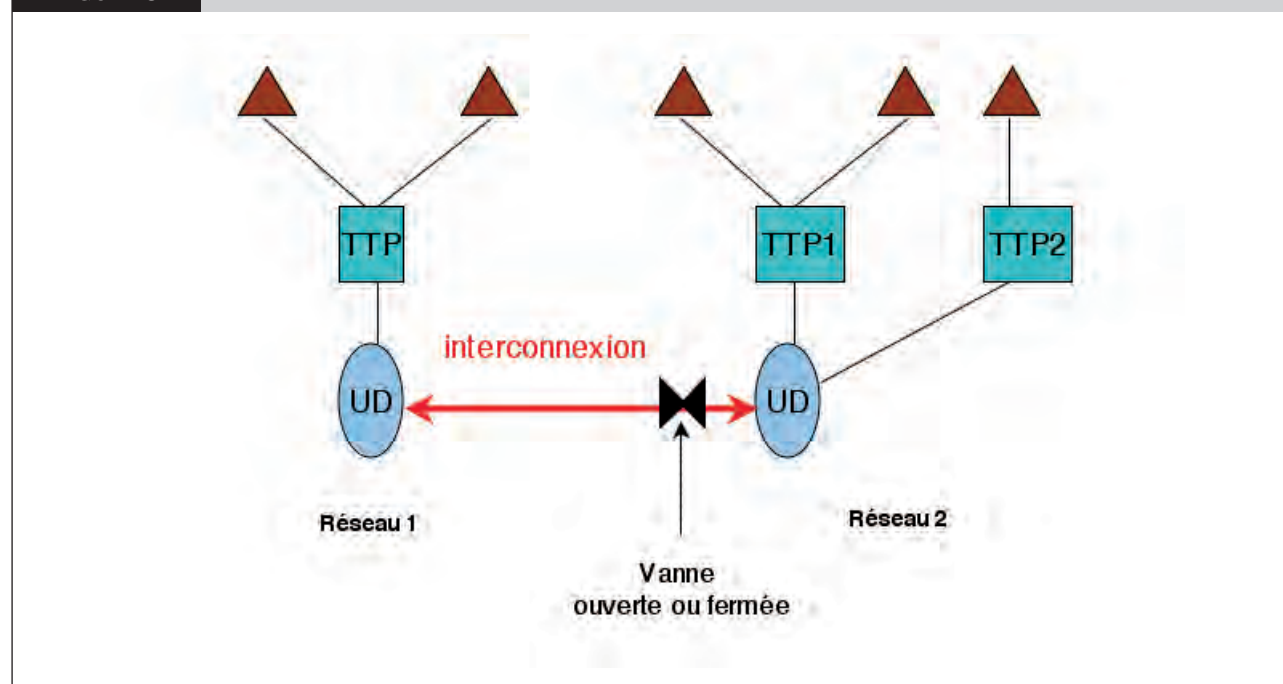
Il est essentiel de disposer d'un plan actualisé du réseau pour pouvoir y reporter les informations à caractère dynamique : résidence des cas ou des plaignants, résultats analytiques, sources de pollution potentielles

comme les stations d'épuration, les puits privés, les industries... L'exploitant doit valider son actualité ou indiquer les modifications apportées.

Les options d'exploitation d'un réseau dépendent de données structurales (nombre et coût d'exploitation des ressources, connexions avec d'autres réseaux) et de la conjoncture : quantité et qualité des ressources, augmentation saisonnière de la population, arrêt d'installations pour entretien. Ces informations ne sont disponibles qu'au niveau de l'exploitant. Celui-ci doit fournir les informations concernant l'exploitation du réseau pendant la période critique : interconnexions, sens de circulation de l'eau, problèmes de pression.

Certaines interconnexions (figure 8) sont utilisées très fréquemment pour assurer la distribution si la ressource habituelle est défaillante, d'autres uniquement en secours. L'exploitant doit mentionner la totalité des connexions actives pendant la période supposée d'exposition.

FIGURE 8 SCHÉMA D'UNE INTERCONNEXION POSSIBLE ENTRE DEUX RÉSEAUX D'EAU



Les inversions de circulation sont inhérentes à un mode d'exploitation dit "distribution refoulement", que l'on rencontre fréquemment (Dracyle-Fort [18]). En mode distribution, l'eau est distribuée gravitairement à partir du (ou des) réservoir(s). En mode "refoulement", l'eau est injectée sous pression dans le réseau à partir de l'usine de potabilisation (figure 9). La partie de l'eau qui n'a pas été distribuée en chemin remplit alors le (ou les) réservoir(s) situés en périphérie de réseau. L'eau circule donc alternativement de l'usine vers les réservoirs et des réservoirs vers l'usine. Cette inversion de sens dans

la circulation générale intervient une ou plusieurs fois par jour. Les inversions de circulation contribuent à la diffusion de la pollution dans tout le réseau et engendrent une incertitude sur l'extension de la pollution dans le réseau. Cette incertitude croît rapidement avec le temps et l'accumulation des inversions. Si le réseau est maillé, il est pratiquement impossible de connaître l'évolution de la dispersion d'un contaminant dans le réseau (figure 10). Il faut alors considérer que la limite de la pollution est celle du réseau, en l'absence de mesures analytiques indiquant le contraire.

FIGURE 9

SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE EXPLOITATION FONCTIONNANT EN "DISTRIBUTION/REFOULEMENT"

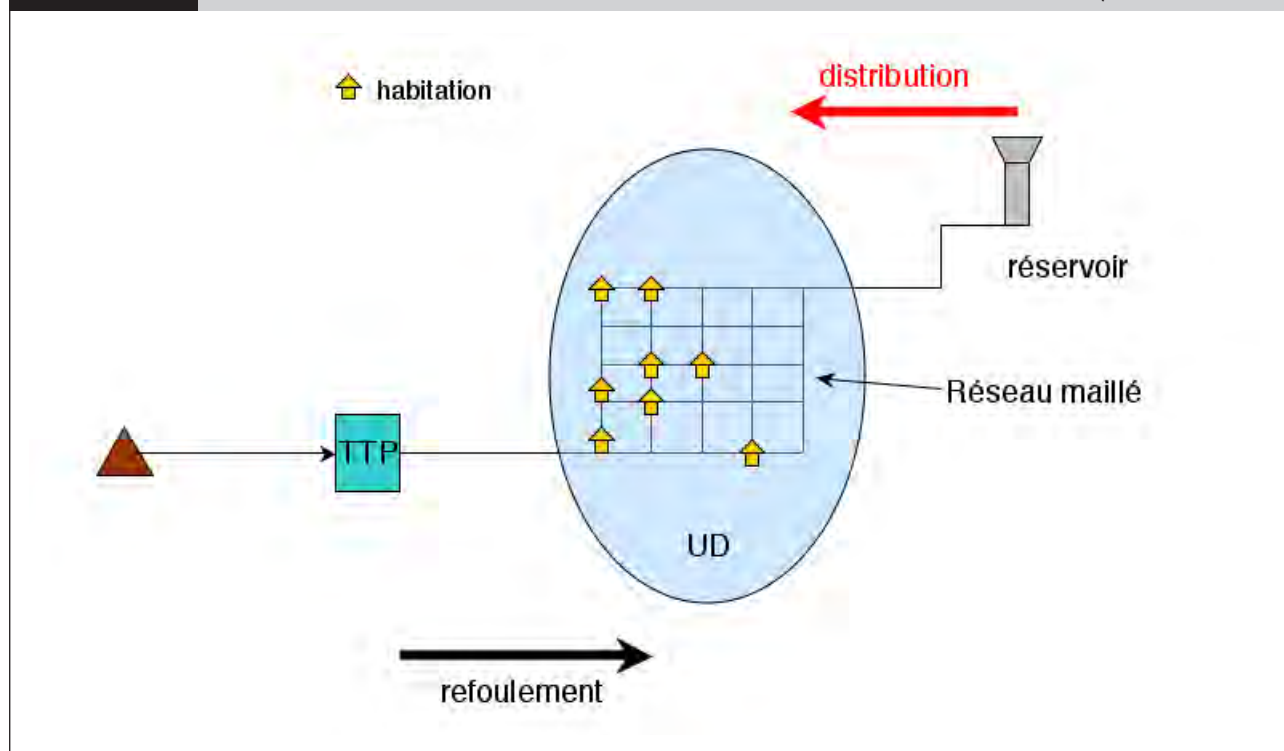
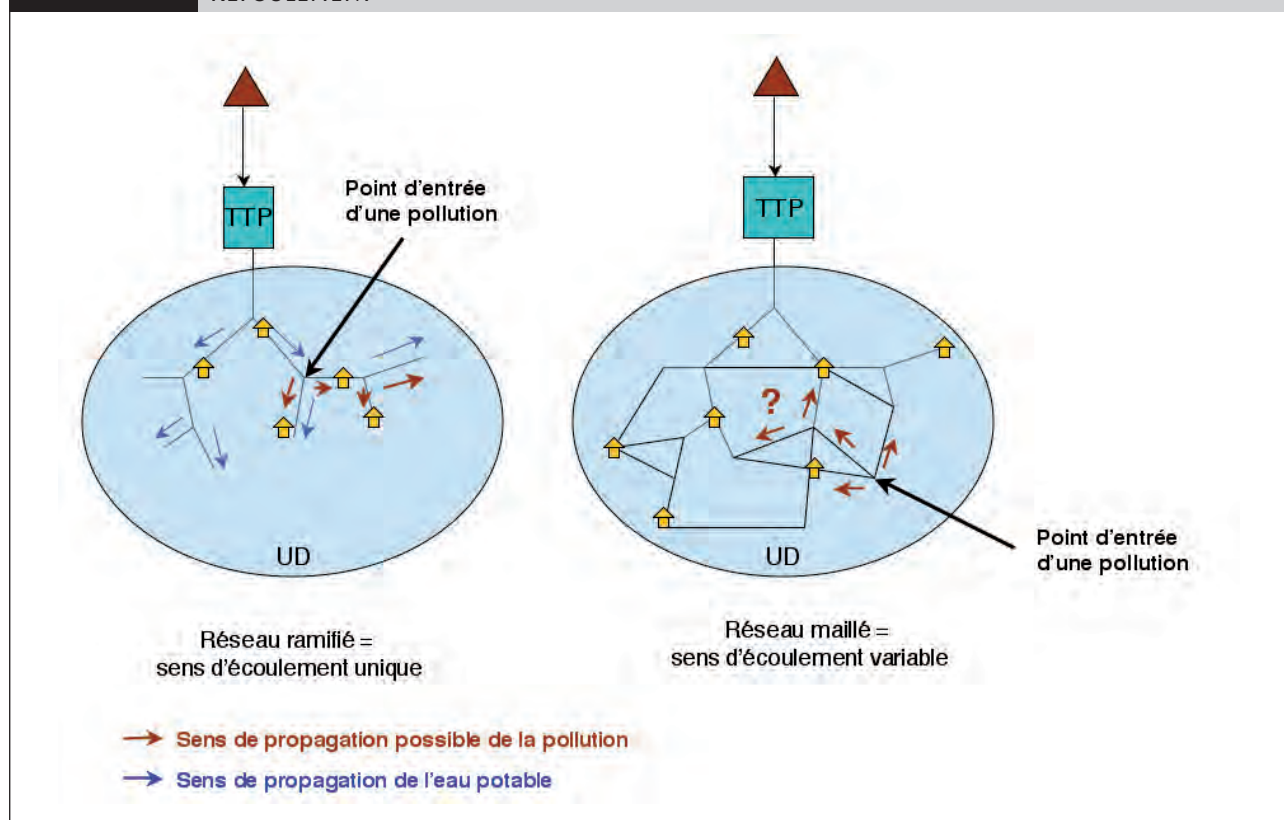


FIGURE 10

SCHÉMA SIMULANT LA PROPAGATION D'UNE POLLUTION EN FONCTION DE LA STRUCTURE DU RÉSEAU : RAMIFIÉ OU MAILLÉ EN L'ABSENCE D'UN FONCTIONNEMENT EN "DISTRIBUTION/REFOULEMENT"



Les logiciels permettant de décrire et de simuler les flux et les concentrations dans le réseau sont parfois disponibles pour de grandes unités de distribution. Cette ressource est tentante pour estimer l'étendue de la pollution au fil du temps. Elle est à considérer avec circonspection en situation épidémique car la qualité des simulations suppose d'une part, la mise à jour régulière de la structure du réseau (ce qui n'est pas la règle) et, d'autre part, une bonne caractérisation du flux polluant en entrée (ce qui est rare, s'agissant d'un accident). La mise en œuvre de ces modèles mobilise des moyens et peut retarder des investigations plus utiles. Il est souvent préférable d'estimer immédiatement à dire d'expert les cheminements possibles d'une pollution et de préciser l'extension de la pollution par des mesures de terrains, que d'attendre le résultat d'une simulation tardive et empreinte d'incertitudes.

Les baisses de pression sont des situations à risque par rapport aux retours d'eau. Elles sont accidentelles ou bien provoquées pour les besoins d'interventions techniques. La réparation ou le remplacement d'un segment de conduite débute par l'isolement et la vidange de ce segment. Les opérateurs consignent généralement ces opérations dans des mains courantes en distinguant les interventions pour fuite et les interventions programmées. Les dépressions accidentelles sont consécutives à des fuites majeures ou à des soutirages de grande intensité. L'opérateur peut les identifier, à travers des mesures de pression, des mesures de débit ou les plaintes des usagers. Le soutirage sur des bornes et les poteaux incendie (incendies, test pratiqués annuellement par les maires ou les pompiers, soutirages illicites) est parfois invoqué comme facteur concourant aux retours d'eau (Dracy-le-Fort, [18]). À notre connaissance, les bornes d'incendie ne sont pas protégées des retours d'eau par des clapets anti-retour afin d'éviter les pertes de charge liées au dispositif et surtout le risque de blocage des dispositifs.

La présence de secteurs où les branchements sont protégés par des dispositifs anti-retour, ou au contraire non protégés, est une information à utiliser avec prudence parce que les branchements ne sont pas tous connus, à l'instar des branchements "provisoires" servant à alimenter des chantiers et finalement laissés en l'état (Divonne-les Bains [19]), et parce que les dispositifs anti-retours peuvent être défectueux (Dracy-le-Fort [18]).

La pollution de réservoirs est à évoquer en cas de pollution limitée à une partie du réseau. L'intégrité des clôtures et de la protection contre la pénétration d'animaux dans le réservoir doit être vérifiée. Les effractions relèvent d'une procédure Biotox spécifique.

3.2.2.4 Positionnement des cas sur le réseau de distribution

L'exploitant fournit le plan mis à jour du réseau de distribution, donne des indications sur son fonctionnement normal, son fonctionnement pendant la période probable de pollution et son fonctionnement actuel (possibilité d'une source de contamination encore active ou réactivable).

La correspondance géographique entre le lieu de résidence des cas et le réseau de distribution d'eau ou une partie du réseau d'eau est un bon élément d'orientation vers une origine hydrique. À Dracy-le-Fort,

la proportion de consultations pour GEA oscillait entre 40 et 60 % du total des consultations quotidiennes totales pendant les 15 jours présentant la plus forte incidence contre 0 à 15 % (5 % en moyenne) sur les communes alentour.

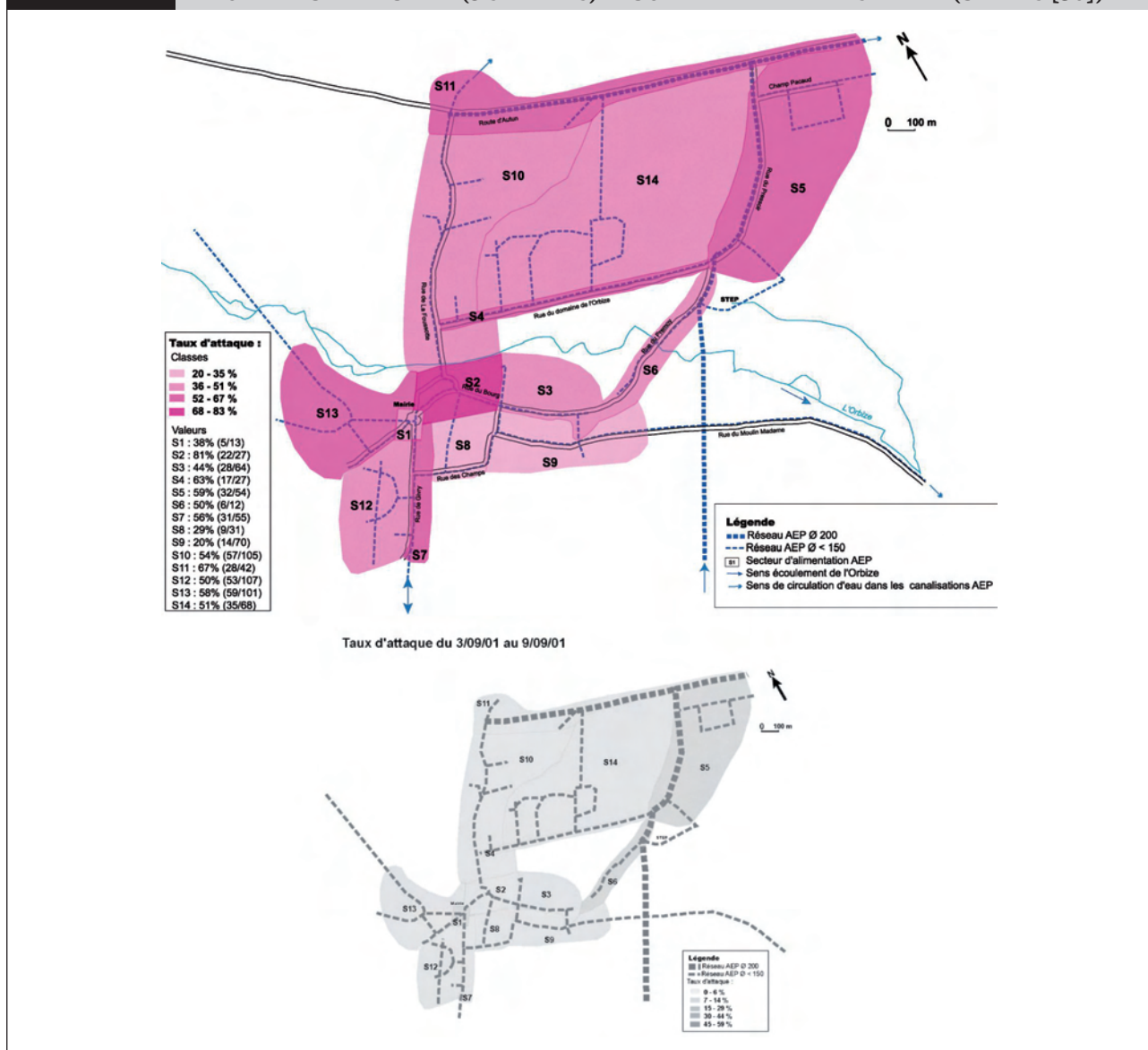
Plusieurs facteurs peuvent cependant estomper le rapport entre la figure spatio-temporelle du cluster et l'emprise du réseau d'eau :

- expositions des cas hors domicile : cas résidant hors secteur pollué exposés à l'eau du secteur contaminé lors d'un déplacement. Ainsi, dans les communes contiguës de Dracy, les consultations pour GEA ont représenté en moyenne 5 % des consultations totales durant la période épidémique contre 1 % en moyenne française à cette époque de l'année. Si les migrations quotidiennes domicile-travail sont importantes (région parisienne, grandes agglomérations), il peut être judicieux pour établir le rôle de l'exposition hydrique de ne retenir que les cas correspondant aux classes d'âge les plus sédentaires comme les retraités ou les enfants et d'éviter ainsi le "bruit" correspondant aux cas résidant hors du secteur contaminé mais exposés sur leur lieu de travail ;
- une erreur sur l'emprise du réseau d'eau (interconnexions) ou son fonctionnement (distribution-refoulement) ;
- la propagation de l'épidémie par différentes voies d'exposition. Par exemple, une épidémie virale peut rapidement produire des cas secondaires par transmission de personne à personne ;
- un TA apparent faible. Cette situation peut résulter d'un nombre de cas réellement faible en raison d'une exposition modérée, ou d'une sous-estimation du TA qui peut résulter de différentes situations :
 - emploi d'un indicateur d'activité médicale quand les syndromes sont bénins et le recours au médecin rare,
 - population considérée comme exposée très supérieure à la population réellement exposée ; par exemple, si une partie limitée de l'UD est contaminée et que l'on considère comme exposée l'ensemble de la population desservie par l'UD.

Dans le cas d'un retour d'eau, le positionnement des premiers cas sur le réseau peut donner une indication sur la position du point d'introduction de la pollution (figure 11). L'unité de distribution de Dracy incluait plusieurs communes. Seule la commune de Dracy a été touchée par un excès de cas. En l'absence d'exposition commune aux cas autres que l'eau, ce fait évoquait la possibilité d'une pollution locale du réseau par retour d'eau contaminée. Une enquête de terrain a permis par ailleurs d'identifier la station d'épuration comme source polluante, le point d'introduction correspondant et une interconnexion illicite entre le réseau d'eau usée épurée et le réseau d'eau alimentaire. L'enquête épidémiologique a permis de calculer des TA par quartier. Sur la globalité de l'épidémie, le TA était assez uniformément sur la commune avec des maxima locaux peu marqués et dispersés. L'exploitant précisait que le réseau est maillé, l'hydraulique complexe et que le sens de circulation de l'eau dans les conduites était susceptible de varier plusieurs fois par jour. L'évolution de la masse polluée dans le réseau était donc imprévisible et ne pouvait non plus être retracée *a posteriori*. Cependant, en restreignant l'analyse aux cas survenus la première semaine, le quartier connexe à l'est de la station d'épuration ressort avec un taux d'incidence 2 fois supérieur à ceux des autres quartiers. Ce quartier qui correspond probablement au premier secteur exposé jouxtait la station d'épuration finalement mise en cause.

FIGURE 11

ÉPIDÉMIE DE CRYPTOSPORIDIOSE DE DRACY-LE-FORT, SEPTEMBRE 2001 : TA PAR QUARTIER SUR LA TOTALITÉ DE L'ÉPIDÉMIE (5 SEMAINES) ET DURANT LA PREMIÈRE SEMAINE (D'APRÈS [30])



*station d'épuration.

3.2.3 Données et documents utiles

Les données d'exploitation pour la période d'exposition supposée et le mois précédent sont à obtenir et à examiner. Quand elles existent, elles sont plus pertinentes que les données du contrôle sanitaire car elles peuvent être plus consistantes, voire mesurées en continu :

- main courante des événements et des interventions dans l'usine (changement de réactif, utilisation d'un nouveau lot, pannes, interventions), sur la ressource et sur le réseau ;
- enregistrements de turbidité disponibles quel que soit le type d'eau (eaux brute, décantée, filtrée, finie) et enregistrements de chlore résiduel ;
- autres mesures d'autosurveillance.
- registre des plaintes d'usagers ;
- données de production par captage.

Les données issues des mesures en continu ne sont pas toujours conservées par l'exploitant. L'archivage de ces données, du moins leur conservation pendant une période d'au moins 2 mois, est indispensable pour une exploitation optimale dans le cadre d'investigation d'épidémies.

D'autres sources de données peuvent être utiles si une pollution de la ressource d'eau est suspectée :

- cartes 1/25 000 ;
- précipitations pendant la période d'exposition et au cours du mois précédant l'exposition (Météo France) ;
- documents hydrogéologiques : études ou cartes de vulnérabilité du bassin d'alimentation, atlas hydrogéologiques (BRGM, Universités) ;
- recensement des installations classées présentes sur le bassin d'alimentation (Drire, préfectures, DDSV) ;
- données du recensement général agricole par commune (nombre d'exploitations, activités, cheptel), plans d'épandage des lisiers et fumiers (chambres d'agriculture, Ddaf, DDSV) ;
- stations d'épuration : conditions techniques et météorologiques des by-pass (Satese) ;
- réseau d'égouts : débit de temps sec/débit maximal, points de surverse, conditions de surverse, secteurs à fuite (exploitants eaux usées, collectivités).

3.3 PRÉLÈVEMENTS D'EAU, MESURES DE TERRAIN

Les investigations de terrain menées au cours de l'enquête exploratoire visent à identifier : 1) le point d'introduction de la pollution, dans le cas d'une pollution par retour d'eau, ou 2) de tracer la masse polluée au sein du réseau, d'une part, afin de connaître la population qui a été exposée et, d'autre part, d'organiser la dépollution du réseau. Les mesures physico-chimiques de terrain sont utiles à l'atteinte du deuxième objectif. Les analyses des bactéries indicatrices de contamination fécale par les méthodes normalisées par culture ne sont pas détaillées ici, d'une part, parce que l'obtention des résultats demande 48h-72h, d'autre part, parce qu'elles sont largement connues et pratiquées.

Sachant l'importance de prélever précocement avant l'évacuation de la masse polluante, il s'agit de mettre à profit les visites de terrain ou la présence sur zone d'agents habilités au prélèvement pour réaliser des prélèvements d'eau pour recherche de pathogènes et les entreposer sans préjuger de l'opportunité de réaliser telle ou telle analyse. Le traitement de cette question peut être différé mais les échantillons non réalisés constituent une perte définitive.

Dans le même esprit, il doit être demandé à l'exploitant de prélever quotidiennement des échantillons qui seront conservés et analysés ultérieurement ou bien détruits sur demande de la Ddass. La Ddass dispose ainsi d'échantillons susceptibles de servir à la confirmation des résultats des premières analyses dès la réception de ceux-ci. Les volumes à prélever sont de 500 mL pour recherche des indicateurs et la température de conservation 5 ± 3 °C.

Les spécifications de l'enquête environnementale microbiologique, notamment des prélèvements pour recherche de pathogènes, sont données en section "Recherche de pathogènes dans l'eau".

3.3.1 Mesures microbiologiques de terrain

Les analyses microbiologiques évoquées dans le paragraphe précédent ne peuvent être mises en œuvre sur le terrain et les délais d'analyses égalent ou dépassent les 48 heures pour les méthodes de culture.

Les méthodes rapides "Colilert™" et "Entérolert™" sont utilisées pour le contrôle sanitaire dans des pays développés [31] ou en développement [32]. En France, le distributeur est libre de pratiquer ces analyses dans le cadre de l'autosurveillance mais ces méthodes ne sont pas autorisées pour le contrôle sanitaire⁷.

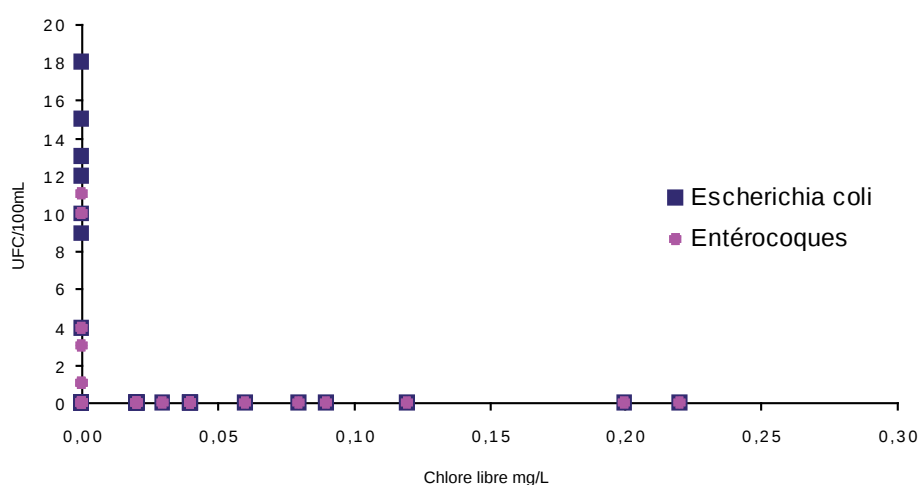
L'intérêt de ces méthodes consiste dans leur rusticité et dans la relative rapidité d'obtention des résultats (18h selon le fabricant). Ces qualités les prédisposent à des investigations où priment l'autonomie et la réactivité des acteurs.

3.3.2 Mesures physico-chimiques de terrain

Plusieurs paramètres peuvent être utilisés sur le terrain pour identifier la masse d'eau polluée. Une pollution fécale étant le plus souvent associée à une pollution organique et à une pollution particulaire, le chlore résiduel et la turbidité sont les candidats les plus évidents pour le suivi de la pollution dans le réseau. Dans le sens où la turbidité au point de mise en distribution évolue peu à l'intérieur du réseau d'eau, l'interprétation de ce paramètre ne pose pas de problème particulier pour le repérage d'une masse d'eau polluée (et turbide). L'interprétation des teneurs en chlore résiduel libre (ou en dioxyde de chlore) doit être plus prudente car le chlore libre disparaît spontanément et il est courant de rencontrer une absence de chlore libre dans les antennes du réseau les plus distales (temps de séjour long). La figure 12 montre sur l'exemple de l'épidémie de Pulligny que la masse d'eau fécalement polluée évoluant dans le réseau pouvait être distinguée de l'eau non polluée par le chlore résiduel.

FIGURE 12

NOMBRE D'UNITÉS FORMANT COLONIES EN FONCTION DES TENEURS EN CHLORE LIBRE, ÉCHANTILLONS COLLECTÉS AU COURS DE L'ÉPIDÉMIE DE PULLIGNY (SOURCE : [33])



⁷ À l'heure actuelle, même si certains Etats-membres (contrairement à la France) reconnaissent ces techniques [31], il n'y a pas de reconnaissance à l'échelon de l'Union européenne. L'Afac Afnor Certification mène actuellement une procédure de validation des méthodes alternatives d'analyses dans le domaine de la microbiologie des eaux. Cette validation tierce partie constituera un préalable obligatoire à toute demande de reconnaissance d'utilisations de ces méthodes alternatives dans le contrôle sanitaire des eaux. Le ministère chargé de la Santé tranchera ensuite après consultation des instances d'expertises (cf. article R. 1321-21 du Code de la santé publique).

Si on a affaire à une pollution introduite sur le réseau (siphonage d'eau sale...), la minéralité de l'eau introduite peut différer de celle produite par l'unité de traitement. La conductivité est alors un paramètre utile pour suivre le déplacement et la dispersion de la masse polluée (épidémie de Vesoul, 2003, données non publiées). La température est rarement intéressante car le contraste entre les températures des eaux d'origine différentes s'estompe rapidement.

3.4 CONCLUSION DE L'ENQUÊTE EXPLORATOIRE

L'objectif premier de l'enquête exploratoire est d'affirmer ou d'infirmer l'existence d'une épidémie et l'hypothèse de l'origine hydrique. Si ces hypothèses se confirment, l'objectif prioritaire et urgent devient d'identifier la cause de la pollution afin de supprimer la source si elle est encore active et de prendre les mesures pour éviter les récurrences.

Cet objectif peut déjà avoir été atteint au cours de l'enquête environnementale.

Le passage en alerte et la prise de mesures conservatoires (restriction de consommation d'eau) peut précéder la conclusion de l'enquête exploratoire et la démonstration formelle de l'origine hydrique, car ils se satisfont d'une présomption forte sur le rôle de l'eau.

Cette section précise la place des mesures de restriction de consommation d'eau dans le cours des investigations, les modalités de synthèse de l'information disponible pour évaluer les hypothèses (présence d'épidémie, origine hydrique) et la conduite à tenir en fonction des conclusions.

3.4.1 Mesures de restriction de consommation d'eau

La promulgation de mesures conservatoires visant à stopper l'exposition de la population desservie (émission de restrictions d'usage ou à titre très exceptionnel coupure d'eau) est très liée à la force de l'hypothèse hydrique, mais anticipe en pratique sur la confirmation formelle de cette hypothèse. Ainsi, la Ddass de Saône-et-Loire a promulgué une interdiction de consommation et d'usage alimentaire de l'eau distribuée à Dracy dès qu'elle a estimé le nombre de malades et l'absence d'hypothèses sur l'origine de l'épidémie alternatives à l'hypothèse hydrique [18]. À ce stade des investigations, le degré de vraisemblance de l'hypothèse hydrique était faible (niveau IV) selon le classement de Blackburn (tableau 24).

La mise en évidence d'une non-conformité bactériologique de l'eau distribuée, sans notion de cas de maladie, peut aussi conduire le préfet à promulguer des mesures de restriction de l'usage alimentaire de l'eau distribuée, s'il estime "que la distribution de l'eau constitue un risque pour la santé des personnes". En pratique, la tolérance varie suivant les départements.

Concernant les 10 épidémies survenues en France depuis 1998, la décision de restreindre la consommation d'eau a été décidée 5 fois

sur la base d'analyses non conformes et 4 fois sur le signalement de cas groupés de maladie (3 déclarations de Tiac et un signalement d'absentéisme scolaire massif).

3.4.2 Infirmer ou affirmer l'existence d'une épidémie et l'hypothèse de l'origine hydrique

L'enquête épidémiologique exploratoire fournit deux arguments qui, pris ensemble, évoquent l'origine hydrique de l'épidémie :

- 1) Un nombre de cas élevé [34]. Le nombre de cas était supérieur à 1 000 pour 6 des 10 épidémies de GEA attribuables à l'eau investiguées par l'InVS entre 1998 et 2006 et s'élevait à 200 cas pour la plus petite (pour 2 épidémies, le nombre total de cas n'était pas estimable). En revanche, les foyers de plus de 100 cas n'ont représenté que 1,5 % des 5 592 Tiac déclarées de 1996 à 2005. Il est clair cependant qu'un biais de sélection en faveur des épidémies de grande taille existe au niveau de la détection des épidémies d'origine hydrique.
- 2) L'apparition brutale des cas. Cet argument ne vaut que pour les pathologies à courte incubation, en pratique les GEA. De plus, cette dynamique n'est pas spécifique de la voie hydrique.

L'enquête épidémiologique seule n'a cependant qu'une valeur d'orientation et n'est pas suffisante pour conclure à l'origine hydrique de l'épidémie. Pour avancer dans ce sens, il s'agit d'entreprendre, soit une étude analytique permettant de tester le lien statistique entre la survenue de cas et un panel d'expositions potentielles (par exemple un protocole cas-témoin), soit de prendre en considération les arguments environnementaux. Cette dernière démarche est de loin la plus rapide et donc la plus efficace au plan de la santé publique, c'est-à-dire la seule à envisager à ce stade.

La confrontation des éléments issus des enquêtes environnementale et sanitaire est essentielle pour conforter ou infirmer l'existence d'une épidémie et l'hypothèse d'une origine hydrique et identifier rapidement la source de la contamination du réseau. La correspondance entre la localisation géographique de l'excès de cas et celle du réseau de distribution de l'eau constitue l'argument le plus solide. La connaissance détaillée de la dynamique spatio-temporelle d'apparition des premiers cas peut en outre fournir des indications sur le point d'introduction de la pollution.

3.4.3 Passage en alerte : vers une décision multicritère

Le tableau 12 donne un schéma simplifié de l'algorithme qui prévaut pour passer en phase alerte à l'issue ou au cours de l'enquête exploratoire. Y sont distingués les critères qui ont réellement été utilisés au cours des dernières investigations et les critères supplémentaires proposés par le groupe de travail. Cet algorithme peut être enrichi par des critères attachés au système d'eau et issus d'une analyse de vulnérabilité faite par l'exploitant.

TABLEAU 12 CRITÈRES DE DÉCISION POUR LE PASSAGE EN ALERTE	
	Excès important de cas de maladie dont le lieu de résidence est compatible avec l'hypothèse hydrique et sans mise en évidence d'autres facteurs de risque communs
ou	Analyses mettant en évidence une pollution fécale du réseau dépassant un seuil défini localement
ou	Agrégat spatio-temporel de plaintes d'usagers évoquant une pollution organique de l'eau du robinet
ou	Accident d'exploitation significatif (condition multicritère basée sur les données d'exploitation de l'eau et attachée à l'installation)
ou	Combinaison de critères

De nombreuses informations sont pertinentes pour juger de l'opportunité de passer en alerte sur la base d'une évaluation de l'ensemble des arguments épidémiologiques, environnementaux et microbiologiques potentiellement disponibles à l'issue des investigations exploratoires. Cette évaluation conjugue des informations conjoncturelles, c'est-à-dire ayant trait à la période d'exposition suspectée et les informations structurelles, c'est-à-dire détachées du contexte de l'événement, par exemple la vulnérabilité générale de la ressource aux pollutions microbiologiques.

La spécification complète de la procédure d'évaluation dépasse le cadre et les ambitions de ce guide. Cette ébauche de grille est néanmoins présentée pour montrer :

- les sources d'information. La part de l'information utile disponible en Ddass se réduit aux résultats du contrôle sanitaire de l'eau d'alimentation. Les détenteurs de l'information complémentaire utile sont essentiellement extérieurs : exploitants et médecins généralistes. Cela montre l'intérêt d'établir d'emblée des contacts efficaces ;
- la nécessité de disposer d'une information environnementale détaillée et conjoncturelle, ce qui implique en pratique la nécessité d'associer l'exploitant à cette évaluation ;

- le nombre et l'imbrication des éléments d'information environnementale à conjuguer pour évaluer le risque et le potentiel d'évolution épidémique de la situation. Par exemple, les défaillances du traitement s'interprètent en fonction de la qualité de l'eau brute qui peut elle-même dépendre de la conjoncture météorologique. Le nombre et la complexité des interactions potentiellement présentes dans la constitution du risque montre que son évaluation ne peut se réduire à une moyenne pondérée mais doit au contraire passer par une modélisation explicite des interactions.

3.4.4 Investigations à diligenter en fonction des conclusions de l'enquête exploratoire

Si l'épidémie n'est pas confirmée ou s'il y a épidémie mais que l'origine hydrique n'est pas confirmée, il s'agit néanmoins de prendre éventuellement des mesures adaptées (tableau 13).

TABLEAU 13 TYPOLOGIE DES SITUATIONS À L'ISSUE DE L'ENQUÊTE EXPLORATOIRE		
Situation à l'issue de l'enquête exploratoire	Investigation possible	Soutien
Signal infirmé	Néant	
Pollution ou menace de pollution de la ressource ; absence de pollution de l'eau distribuée	Évaluation des risques	Afssa
Pollution de l'eau distribuée ; exposition avérée ou possible de la population ; absence de cas identifiés	Évaluation des risques	À voir
	Surveillance épidémiologique rétrospective et prospective	InVS
Épidémie d'origine non hydrique	Investigation épidémiologique adaptée	InVS
Épidémie d'origine hydrique	Investigations complémentaires (épidémio., environ. ; microbio.)	InVS, réseau Biotox-eaux ^a

^a cf. section "Recherche des pathogènes dans l'eau, Laboratoires"

4. Investigation d'une épidémie

L'investigation des épidémies de nature infectieuse et potentiellement d'origine hydrique comporte trois composantes complémentaires à conduire **simultanément** : (i) une investigation épidémiologique qui permet d'identifier la source et le véhicule de l'épidémie, (ii) une investigation environnementale qui permet d'identifier l'origine de la contamination à la source de l'épidémie et (iii) une investigation microbiologique : recherche de l'agent en cause chez les patients et dans la source ou le véhicule suspecté, caractérisation et comparaison des souches isolées chez l'homme et dans l'eau distribuée par des méthodes adaptées à l'agent pathogène en cause.

L'investigation environnementale doit être mise en œuvre rapidement sans attendre les résultats de l'enquête épidémiologique et, si possible, avant la mise en œuvre des mesures de contrôle. Par exemple, les prélèvements d'eau pour recherche de pathogènes et mesure des indicateurs fécaux doivent si possible être faits avant les mesures de désinfection, y compris les jours non ouvrables. Ces investigations peuvent parfois permettre d'identifier très rapidement la source de l'épidémie avant même les résultats de l'investigation épidémiologique et permettre ainsi la mise en œuvre rapide de mesures de contrôle adaptées.

4.1 CONSTITUTION D'UNE ÉQUIPE D'INVESTIGATION

Lorsque le passage en phase d'alerte est décidé (c'est-à-dire que l'épidémie ou l'exposition de la population à des eaux contaminées est confirmée), le plan de secours attaché à l'UD (s'il existe) est mis en œuvre et la cellule d'investigation/gestion est activée. En l'absence de cellule pré-existante, une équipe d'investigation multidisciplinaire *ad hoc* est constituée (tableau 14) et un coordinateur de la Ddass doit être nommé.

La cellule doit initialement être constituée d'un noyau central restreint composé de personnels de la Ddass compétents en épidémiologie et en génie sanitaire et des exploitants des installations de production/distribution suspectées, capables de répondre aux questions techniques (notamment sur le fonctionnement de l'exploitation pendant la période d'exposition) et des maires des communes touchées. Cette cellule peut être complétée si les ressources humaines locales sont insuffisantes par des ressources supplémentaires (des Cire ou de l'InVS) pour participer à l'investigation (aide pour le recueil, la saisie ou l'analyse des données...) ou faire appel à des experts pour apporter une aide ponctuelle sur un point particulier de l'investigation (par exemple : microbiologiste ou infectiologue local, CNR, épidémiologistes).

Le recours à des ressources humaines ou expertises supplémentaires doit être déterminé par la cellule en fonction des hypothèses à explorer et de la nature des investigations à mettre en œuvre, des données à recueillir et des moyens, en effectif et en expertise, de l'équipe. Des représentants de la DDSV sont nécessaires si une origine alimentaire est suspectée, ou s'il est nécessaire de collecter des informations auprès des éleveurs ou des vétérinaires libéraux : état sanitaire de troupeaux susceptibles de contaminer la ressource en eau, troupeaux malades comme conséquence de la contamination ou encore refus de boire l'eau distribuée. L'équipe pourra ainsi être complétée par des représentants des structures environnementales (Direction départementale de l'agriculture et de la forêt (Ddaf), Drire, hydrogéologue agréé ou non, Bureau de recherche géologique et minière (BRGM), universitaires) et des exploitants de l'assainissement, Service d'aide aux exploitants de stations d'épuration (Satese).

TABLEAU 14

CONSTITUTION DE LA CELLULE DE CRISE EN FONCTION DU STADE D'AVANCEMENT DES INVESTIGATIONS

Stade d'avancement investigation	Ressource internes (Ddass, InVS)	Ressources externes indispensables	Ressources externes selon circonstances	Remarques
Analyse du signal initial validé	Ddass (IGS, IES, TS Misp ou infirmière)			
Enquête exploratoire	Ddass (IGS, IES ou TS et Misp ou infirmier(ère))	L'exploitant (technicien et responsable) Médecins libéraux Pharmaciens d'officine		Intervention possible Cire, Collectivité territoriale, Préfecture
Investigation	Ddass (IGS, IES ou TS et Misp ou infirmier(ère)) Cire	L'exploitant (technicien et décideur) Collectivité territoriale Médecins libéraux Pharmaciens d'officine Laboratoires	Expertise pollution : Exploitant eaux usées Satese Ddaf SDIS (pompiers) Drire Industriel	Recherche et maîtrise de la source polluante
			Expertise hydrogéologique : Hydrogéologue. agréé Universitaire BRGM	Prévision pollution de la ressource
			Expertise alimentaire et vétérinaire : DDSV	Investigation d'hypothèses alternatives (alimentaire). Contamination de la ressource par du bétail/épandages
			Expertise microbiologique : Laboratoire eau agréé CNR Afssa	
			Expertise médicale : Infectiologue...	

4.2 INVESTIGATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE

L'investigation épidémiologique comprend une enquête descriptive systématique suivie éventuellement par une enquête analytique en fonction des circonstances. Elle est composée de différentes étapes :

1) Enquête descriptive :

- confirmation du diagnostic ;
- élaboration d'une définition de cas ;
- recensement des cas ;
- recueil des données sur les cas ;
- description des cas en Temps Lieu Personne ;
- formulation des hypothèses :
 - origine hydrique,
 - étiologie,
 - période de contamination,
 - zone concernée.

2) [Rédaction du rapport intermédiaire]

3) [Enquête analytique] :

- Choix du protocole : enquête cohorte rétrospective vs. Enquête cas-témoins.

4) Rédaction du rapport final

5) Communication

4.2.1 Description de l'épidémie

La description de l'épidémie en termes de temps, de lieu et de personnes est une étape essentielle et incontournable de l'investigation.

Le temps correspond à la date de survenue de la maladie, le lieu à celui de l'exposition (le plus souvent la résidence des personnes malades mais peut être d'autres lieux fréquentés comme le lieu de travail) ; les données sur les personnes sont des données démographiques (âge, sexe) sur les antécédents et le terrain (maladie chronique, traitement au long cours), sur les caractéristiques de la maladie (symptômes, durée, résultats d'analyses microbiologiques, recours aux soins...) et éventuellement sur les expositions (profession, consommation alimentaire...).

Ces données complétées par les résultats des enquêtes environnementales et microbiologiques sont souvent suffisantes pour confirmer qu'il s'agit d'une épidémie d'origine hydrique, de générer des hypothèses sur l'origine de la contamination, d'orienter sur le (ou les) agent(s) pathogène(s) en cause.

Cette étude descriptive comprend six étapes successives décrites dans les sous-sections suivantes.

4.2.1.1 Confirmation du diagnostic

Cette étape est traitée dans le chapitre 4.3 "investigation microbiologique chez l'homme".

4.2.1.2 Élaborer une définition des cas

La définition de cas repose sur des critères cliniques (par exemple, température > 38°5 C et présence de diarrhée avec plus de 3 selles liquides par jour) ou biologiques (par exemple, présence de *Campylobacter* dans les selles), des notions de temps (par exemple, date de début des symptômes à partir du 5 mai), de lieux (par exemple, résidant dans la ville X) et éventuellement de caractéristiques personnelles. La définition de cas doit être choisie avec beaucoup de soins car elle conditionne l'ensemble de l'investigation.

Si la définition de cas est trop étroite en terme de zone géographique et de période ou de critères clinico-biologiques (définition trop spécifique), des "vrais" cas seront exclus de l'analyse et des informations essentielles peuvent être perdues (par exemple, date de début de l'épidémie et étendue géographique non identifiées). À l'inverse, si la définition de cas est trop large en terme de zone géographique et de période ou de critères clinico-biologiques (définition trop sensible), des "faux" cas seront inclus et beaucoup de temps peut être perdu à investiguer ces "faux" cas. De plus, la prise en compte des expositions de ces "faux" cas dans les analyses de l'exposition est susceptible de compromettre la mise en évidence d'une association entre la maladie et l'exposition contaminante.

En pratique :

- il est le plus souvent nécessaire d'adapter la définition de cas aux spécificités de l'investigation ;
- il est judicieux de définir les cas en plusieurs niveaux plus ou moins sensibles : cas certains dont le diagnostic est confirmé microbiologiquement ou sérologiquement ; cas probables rassemblant à un faisceau d'arguments cliniques ou biologiques de présomption ; cas possibles ;
- la définition de cas peut évoluer et être adaptée au fur et à mesure du déroulement de l'investigation en fonction des nouvelles informations recueillies (confirmation de l'agent...). Il peut être judicieux de prendre une définition clinico-biologique large au départ, de décrire précisément les symptômes des répondants pour pouvoir reformuler des définitions de cas plus spécifiques en cours d'enquête.

Lorsqu'il existe des définitions clinico-biologiques "de référence", "officielles" ou usuelles, celles-ci peuvent être utilisées seules ou en complément de définitions circonstanciées. Cela permet d'assurer la comparaison des impacts de différentes épidémies. En ce qui concerne les gastro-entérites, les définitions sont nombreuses. Par exemple : "Diarrhée (émission d'au moins 3 selles liquides par jour pendant au moins un jour) ; OU 3 vomissements par jour pendant au moins un jour ; OU diarrhées associées à au moins 2 des symptômes suivants : vomissements, nausées, douleurs abdominales, fièvre ;

OU vomissements associées à au moins 2 des symptômes suivants diarrhées, nausées, douleurs abdominales, fièvre".

La définition clinique adoptée par le réseau Foodnet [35] dédié à la surveillance des pathologies entériques aux États-Unis a été préconisée lors d'une récente expertise collective états-unienne sur le risque infectieux associé à la consommation d'eau [36] : "Diarrheal illness (three or more loose stools in a 24-hour period resulting in an impairment of daily activities or diarrhea duration greater than one day) and/or vomiting, excluding those with respiratory symptoms (cough and/or sore throat)". La spécificité de cette définition est qu'elle exclut les syndromes digestifs associés à des symptômes respiratoires. La prise en compte de cette association de syndromes, qui concerne principalement les cas pédiatriques, est judicieuse dans l'étude épidémiologique des cas sporadiques mais n'a pas lieu d'être pour l'investigation d'une épidémie.

La définition standardisée proposée dans le cadre du réseau européen Enternet est : au moins 3 selles liquides **ou** 3 vomissements en 24 heures après exclusion des étiologies non infectieuses (syndrome du colon irritable, maladie de Crohn, maladie cœliaque colite ulcérée, mucoviscidose, consommation d'alcool ou de drogues, occlusion...).

Un travail pour déterminer une définition standardisée est en cours au niveau international.

4.2.1.3 Recensement des cas

Les cas sont recensés dans la zone géographique et la période de temps déterminée auprès des structures de soins (médecins de ville et hospitaliers, laboratoires) (cf. enquête exploratoire). Le recensement doit être à la fois rétrospectif (cas survenus avant le début du recueil de données) et prospectif (cas survenus après).

Afin de pouvoir contacter le patient, les coordonnées complètes de chaque cas sont à recueillir **auprès des médecins ou des biologistes**, soit au minimum : nom et prénom, n° de téléphone, adresse ; et, si possible, en fonction des informations dont dispose le professionnel de santé interrogé : les caractéristiques démographiques, des informations cliniques, résultats microbiologiques (cf. ci-dessous).

Ces informations seront recueillies à l'aide d'un questionnaire standardisé (exemple en annexe 1a). Le mode de recueil (téléphone, télécopie, courrier, messagerie) sera déterminé en fonction de la situation. Il pourra être différent pour les cas rétrospectifs et prospectifs (notification immédiate par téléphone).

4.2.1.4 Recueil des données sur les cas

Les données sont recueillies à l'aide d'un questionnaire standardisé auprès des différentes sources d'information possibles : cas eux-mêmes, médecins traitants, biologistes.

Les données à obtenir auprès des différentes sources sont :

- les caractéristiques démographiques des cas (âge, sexe) et le lieu de résidence ;
- les antécédents (maladies chroniques, traitement) ;
- les caractéristiques cliniques : date de début des signes, durée, nature des symptômes (diarrhée, selles sanglantes, nausées, vomissements, douleurs abdominales, fièvre) ;
- les caractéristiques biologiques ;

- le recours aux soins (automédication, achat de médicaments hors prescription médicale, consultation et date, hospitalisation, date et durée) ;
- l'évolution ;
- les expositions à risque (consommation alimentaire, hydrique, lieux fréquentés, par exemple lieu de travail, de scolarisation, voyages, baignade, présence de personnes malades dans l'entourage) au cours de la période d'exposition supposée (déterminée en fonction des dates de survenue des cas et de la durée d'incubation de la maladie en cause).

Ces dernières questions visent à formuler des hypothèses relatives à une exposition commune aux cas, si cette exposition n'est pas encore connue. Dans un premier temps, seuls les cas sont interrogés et la fréquence d'une exposition donnée parmi les cas ne peut donc pas être comparée à celle de la population générale. Un exemple de questionnaire est fourni en annexe 1b.

L'interrogatoire doit porter sur les cas survenus pendant l'ensemble de la période épidémique. Ceci permet de prendre en compte les évolutions potentielles, par exemple de l'agent en cause, du mode de transmission (par exemple, hydrique puis secondaire par transmission interhumaine), de l'extension de la zone géographique (si extension de la contamination du réseau d'eau au cours du temps vers les zones plus éloignées du lieu de mise en distribution par exemple). En cas de contamination de l'eau par plusieurs agents pathogènes, ce qui est fréquent lors de contamination fécale, les premiers cas qui apparaissent sont dus aux agents avec la durée d'incubation la plus courte (virus entériques par exemple) et les plus tardifs aux agents avec la durée d'incubation la plus longue comme certaines bactéries (*Campylobacter*) ou parasites (*Cryptosporidium*, *Giardia*).

Les données ainsi recueillies sont ensuite analysées en termes de temps, lieu et de caractéristiques individuelles.

Le nombre de cas à interroger pour pouvoir générer des hypothèses ne peut être fixé *a priori*. Il sera déterminé en fonction des caractéristiques de l'épisode investigué et du déroulement de l'investigation. Il sera

moins important si la pathologie est identique pour tous les cas et si le TA est élevé.

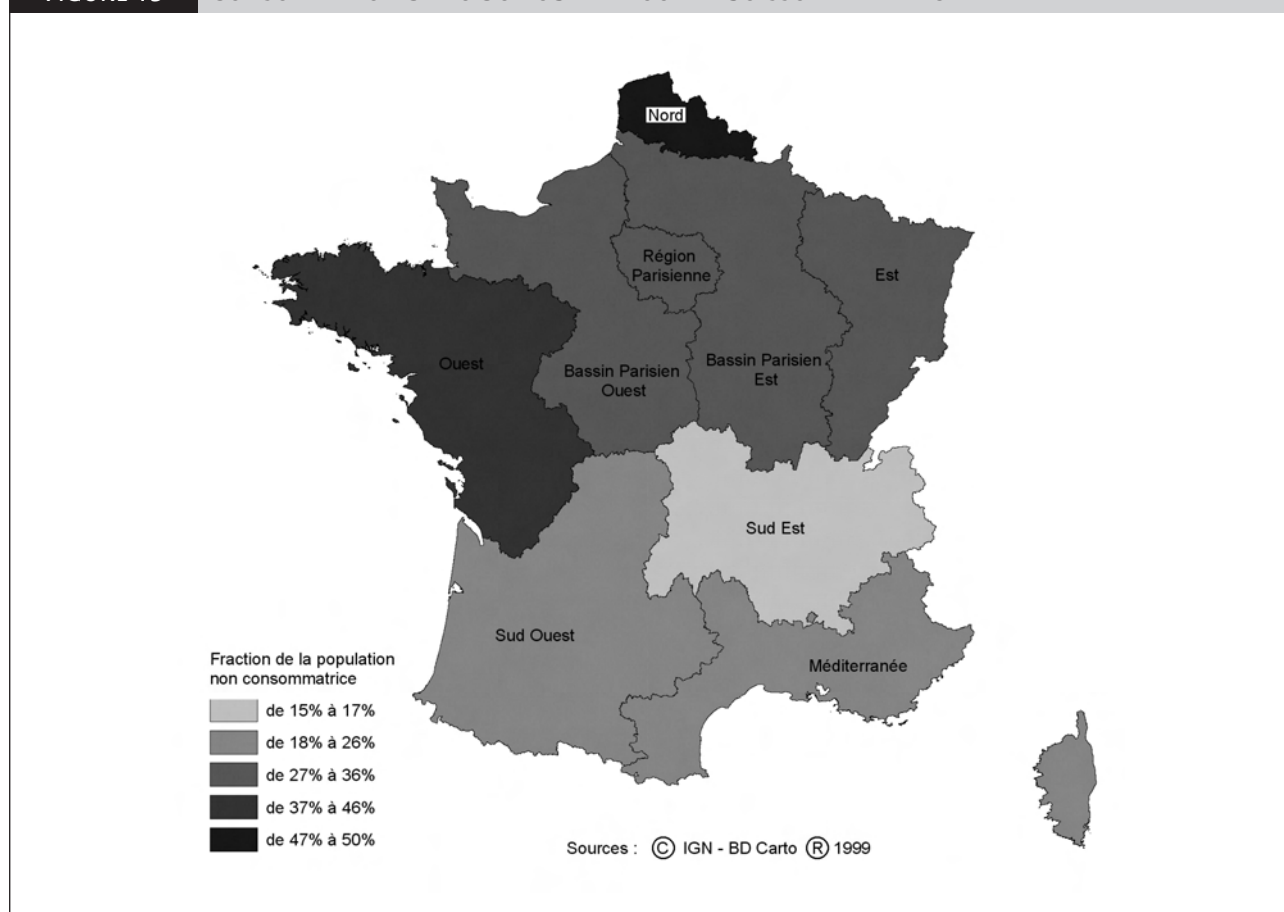
Supposons que la question critique porte sur la responsabilité de l'eau distribuée dans la survenue de l'épidémie. La meilleure façon de répondre à cette question serait de comparer les risques de maladie parmi les personnes exposées à cette eau et parmi les personnes non exposées, par des enquêtes analytiques (cohorte ou cas-témoin). Il est cependant possible d'avoir une première orientation à partir des informations recueillies sur les cas lors de l'enquête descriptive en comparant la proportion observée de buveurs d'eau du robinet dans l'échantillon à une proportion attendue estimée sur la base de données publiées déjà disponibles. Les seules données disponibles au niveau national sont celles issues de l'enquête Inca [37;38]. Il y a, en France, 33 % de personnes qui déclarent ne jamais consommer d'eau du robinet comme boisson. Les données indiquent en outre des variations régionales et des variations par âge importantes (tableau 15). Pour la comparaison entre la proportion de consommation d'eau du robinet observée dans l'échantillon de cas et celle attendue, le calcul montre qu'un échantillon de 100 malades suffit pour mettre en évidence, avec une puissance de 0,8 (on admet une probabilité de 0,20 de ne pas mettre en évidence l'excès de risque), un excès significatif de consommateurs d'eau dans l'échantillon des cas par rapport à la fréquence de référence quand l'excès réel est de 10 points (par exemple, 77 % vs. 67 %), ce qui est une différence couramment atteinte en situation d'épidémies hydriques. Ces estimations de la taille d'échantillon nécessaire peuvent être faussées si : i) la consommation d'eau de la population de la zone épidémique est différente de celle estimée à partir des données Inca disponibles (par exemple, si l'eau du robinet est habituellement moins consommée du fait d'une pollution chronique dans la zone épidémique) ou (ii) d'expositions "occultes" (eau ingérée lors du brossage des dents, du lavage des légumes...). Rappelons que l'objectif est de générer des hypothèses. Les conclusions fermes ne peuvent découler que de la comparaison de deux populations locales exposées ou non exposée, ou des enquêtes microbiologiques et environnementales.

TABLEAU 15	PROPORTION DE CONSOMMATEURS DÉCLARÉS DE L'EAU DU ROBINET EN FRANCE SUIVANT LA ZONE GÉOGRAPHIQUE		
	Proportion de buveurs d'eau du robinet en population générale		
	Région forte conso : Sud-Ouest, Rhône – Alpes Auvergne	Moyenne nat. : Normandie, RP, Centre, Est, Méditerranée	Région faible conso. : Ouest et Nord
Population générale	79 %	67 %	51 %
enfants (4-14 ans)	92 %	82 %	63 %
65 ans et plus	57 %	44 %	24 %

Source : enquête Inca, 1999 [38].

FIGURE 13

CONSOMMATION D'EAU DU ROBINET POUR LA BOISSON EN FRANCE



Source : enquête Inca, 1999 [38].

4.2.1.5 Organiser les données en temps, lieu, personne

Le temps : la courbe épidémique (le plus souvent sous forme d'histogramme) représente la distribution des cas en fonction du temps (de préférence la date de début des symptômes). L'interprétation du graphique permet d'affirmer ou de confirmer l'existence d'une épidémie, de déterminer la période d'exposition et de contamination, de développer des hypothèses sur l'agent causal et le(s) mode(s) de transmission (source commune ponctuelle, source commune persistante, transmission de personne à personne).

C'est le meilleur outil pour apprécier l'évolution de l'épidémie, la menace pour la santé publique et l'efficacité des mesures de contrôle éventuellement mises en œuvre. Il est important d'interpréter la courbe épidémique en fonction des résultats de l'enquête environnementale.

Des exemples de courbes épidémiques et d'interprétation sont donnés en annexe 6.

Le lieu : la distribution géographique des cas (le plus souvent en fonction de leur lieu de résidence) est représentée sur une carte. Cette représentation est particulièrement utile pour les épidémies d'origine hydrique. Elle permet d'étudier la répartition des cas en fonction de l'organisation du réseau de distribution et de générer des hypothèses sur l'origine de la contamination du réseau d'eau. Cette analyse est facilitée en faisant figurer la distribution des cas et du réseau sur la même carte.

Les personnes : l'examen des taux d'incidence par âge et sexe et l'analyse d'autres caractéristiques comme le terrain permettent d'identifier les populations les plus à risque. L'étude des caractéristiques cliniques permet de générer des hypothèses sur l'agent en cause et d'apprécier la gravité de la maladie (annexe 5).

4.2.1.6 Formulation des hypothèses

Au fur et à mesure de la collecte et de l'analyse des données, il est important de continuer à se poser la question sur la cause de l'épidémie. Les hypothèses sont formulées en fonction du résultat de l'ensemble des investigations épidémiologiques, environnementales, microbiologiques. Il est donc très important que les investigateurs chargés de l'enquête environnementale, ceux chargés de l'enquête épidémiologique et les laboratoires d'analyses impliqués partagent régulièrement les informations et les questions. Les hypothèses retenues, en concertation entre les membres de l'équipe d'investigation, doivent être formulées formellement dès que les résultats des différentes investigations le permettent. En effet, les investigations complémentaires épidémiologiques, environnementales et microbiologiques et les mesures de contrôle proposées seront orientées en fonction de ces hypothèses.

4.2.2 Enquêtes analytiques

Ces hypothèses générées par l'enquête descriptive sont ensuite testées à l'aide d'enquêtes analytiques de type cas-témoin (comparaison d'un groupe de cas (malades) et de témoins (non malades) en ce

qui concerne l'exposition à un facteur de risque donné (par exemple, eau de distribution) ou d'enquêtes de type cohorte (comparaison de la proportion de malades parmi les personnes exposées à un facteur de risque donné à la proportion de malades parmi les personnes non exposées). Dans les deux types d'étude, des personnes malades et non malades sont interrogées sur les expositions à risque au cours de la période étudiée, à l'aide d'un questionnaire standardisé orienté par les résultats de l'enquête descriptive. Ces investigations sont habituellement réalisées par les médecins inspecteurs de santé publique (Misp) des Ddass, parfois par les Services santé environnement, avec l'appui, si nécessaire, des épidémiologistes des Cire ou de l'InVS.

4.2.2.1 Cohorte rétrospective

➤ Principe

Il s'agit d'une comparaison de la proportion de malades parmi les personnes ayant été exposées (c'est-à-dire, pour une épidémie d'origine hydrique, ayant consommé l'eau de distribution) à la proportion de malades parmi les personnes n'ayant pas été exposées (n'ayant pas consommé l'eau de distribution) durant la période épidémique. D'autres expositions que l'eau de distribution (baignades, consommation alimentaire, contact avec un cas) peuvent être étudiées.

➤ Méthodes

Déterminer la population d'étude sur la base de l'enquête descriptive et environnementale (selon le réseau de distribution). La population sera les personnes résidant ou ayant séjourné dans la zone desservie par le réseau de distribution suspecté sur la base de l'enquête descriptive et environnementale. Il n'est pas nécessaire de définir une zone témoin (c'est-à-dire *a priori* non exposée) car il existe presque toujours dans la zone desservie par le réseau suspecté une fraction non exposée (non consommateurs de l'eau de distribution pour boisson) de la population suffisante pour comparer la fréquence d'incidence de la pathologie entre les personnes exposées et non exposées. Selon la taille de la population d'étude, on peut envisager un recrutement exhaustif ou un échantillonnage.

Déterminer la période d'étude. La période à étudier est déterminée sur la base de l'enquête descriptive et environnementale mais elle est différente de la période considérée pour l'enquête descriptive qui comprend de préférence une période avant la période de contamination suspectée afin de la dater. La période considérée pour l'enquête de cohorte devrait couvrir l'ensemble de la période pendant laquelle une contamination est suspectée, jusqu'au moment de la mise en place des mesures de contrôle efficaces. Un jugement doit donc être porté sur l'efficacité des mesures prises.

Définir un cas. Une définition de cas est formulée à partir du descriptif des malades. Il précise les symptômes, la période et le lieu de survenue. Il est le plus souvent nécessaire de définir les cas en plusieurs niveaux plus ou moins sensibles : cas certains dont le diagnostic est confirmé microbiologiquement ou sérologiquement, cas probables rassemblant

un faisceau d'arguments cliniques ou biologiques de présomption, cas possibles. Les cas correspondant aux définitions plus sensibles sont le plus souvent utilisés pour le calcul de l'incidence. Pour l'étude analytique, la définition de cas doit être spécifique afin d'éviter l'inclusion des "non cas", ce qui diminuerait la puissance de mettre en évidence une association avec l'exposition en cause.

Exemple de définition de cas pour une étude de cohorte rétrospective ou l'enquête descriptif montre des tableaux cliniques sous forme de diarrhée et vomissements :

Personne ayant résidé ou séjourné pendant au moins une durée X dans un lieu Y, durant la période Z et ayant présenté durant la période W :

- *Cas certain* : une diarrhée (≥ 3 selles liquides pendant 24 heures) ou des vomissements (≥ 3 fois par 24 heures), cf. analyse descriptive
- *Cas probable* : 1 ou 2 selles liquides pendant 24 heures, ou des vomissements (1 ou 2 fois en 24 heures)

Définir l'exposition. Toutes les expositions par voie orale à l'eau de distribution doivent être considérées : l'eau consommée directement mais également les consommations "occultes", sous forme de glaçons, d'eau ajoutée dans un aliment ou une boisson non réchauffé avant consommation de fruits et légumes lavés, lors du brossage de dents. L'annexe 4 détaille les usages d'eau contaminée pouvant exposer à des agents pathogènes.

Constitution de la cohorte rétrospective. Un échantillonnage aléatoire de la population doit être réalisé, à partir de la base de sondage pré-établie la plus adaptée à la situation (annuaire téléphonique, liste électorale, liste des abonnés au Service de l'électricité ou des eaux), ou à partir de cartes détaillées de la zone concernée en l'absence d'unités administratives adaptées au problème. La plupart de ces méthodes identifieront un foyer. Le foyer entier (échantillonnage en grappe) ou une seule personne sélectionnée aléatoirement dans ce foyer peut être inclus(e). Une méthode pragmatique pour sélectionner aléatoirement le sujet à inclure consistera à inclure la personne dans le foyer ayant fêté la plus récemment son anniversaire. Le calcul du nombre de sujets à inclure (tableau 16) prend en compte la fréquence estimée de consommation de l'eau de robinet pour la boisson en population générale (estimée entre 50 et 60 %), la puissance souhaitée (au minimum 80 %), le risque relatif qu'on souhaite mettre en évidence (en général 3, si possible 2), avec une probabilité d'erreur alpha de 5 ou 10 %. Si un échantillonnage en grappe est réalisé, ceci doit être pris en compte dans les calculs en augmentant le nombre de sujets à inclure. En absence d'information *a priori* sur l'importance de l'effet grappe, un facteur de 2 est souvent appliqué.

Inclure l'ensemble des sujets d'un foyer ou sélectionner une seule personne par foyer ?

Pour la même puissance statistique, un échantillon incluant une seule personne sélectionnée de façon aléatoire parmi les membres du foyer nécessite d'inclure un nombre plus faible de sujets uniquement si l'ensemble des membres du foyer est inclus. En effet, en incluant l'ensemble des membres des foyers, il faudra tenir compte de l'effet grappe dans l'analyse et le nombre de sujets qu'il faudra inclure est multiplié par cet effet grappe.

Toutefois, pour l'exposition à l'eau de distribution, l'effet grappe est le plus souvent faible : 1,4 pendant l'épidémie de Gourdon, 1,75 pendant l'épidémie de Dracy-le-Fort.

Par ailleurs, il est souvent plus difficile d'établir le contact avec un foyer que d'obtenir les informations pour les personnes vivant dans le foyer. Ainsi, il peut être préférable d'inclure l'ensemble des sujets des foyers, notamment si le questionnaire par sujet est relativement court et si une personne du foyer peut répondre pour d'autres membres du foyer. L'avantage d'inclure l'ensemble des membres d'un foyer est que, pour un même effort de recueil de données, on disposera de données sur un plus grand nombre de sujets, non seulement pour l'analyse de l'association entre l'eau et la maladie, mais également sur d'autres données d'intérêt, comme les données cliniques et les informations sur le recours aux soins. Pour certaines de ces données, l'effet grappe peut être plus faible encore que celui de l'exposition à l'eau de distribution.

TABEAU 16

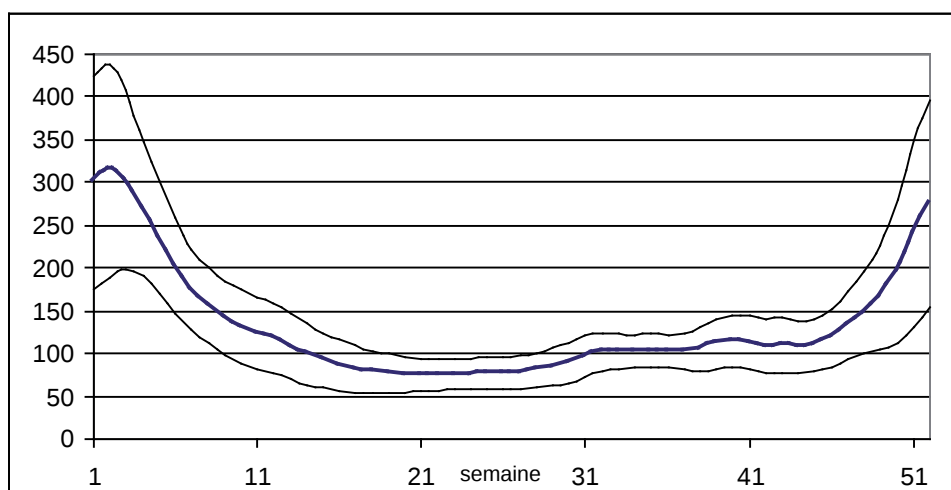
EXEMPLES DE CALCULS DU NOMBRE DE SUJETS À INCLURE DANS UNE ENQUÊTE DE COHORTE POUR METTRE EN ÉVIDENCE L'EAU COMME FACTEUR DE RISQUE, POUR UNE PUISSANCE DE 80 % ET UNE ERREUR ALPHA DE 0,05

Proportion de malades chez les non exposés (a)	Risque relatif à mettre en évidence	Rapport non exposés : exposés	Nombre de sujets à inclure si échantillonnage aléatoire simple	Nombre de sujets à inclure si échantillonnage en grappe (foyers) Estimation effet grappe = 2	Nombre de foyers à inclure si échantillonnage en grappe (foyers) Taille moyen de foyer en France 2,3 sujets (Insee)
0,02	3	1 : 1	848	1 696	737
0,05	3	1 : 1	318	632	275
0,15	3	1 : 1	84	168	73
0,15	3	1 : 2	96	192	83
0,30	2	1 : 2	109	218	95

(a) Cette proportion est estimée en appliquant un taux d'incidence moyen pour la saison en cours à la durée de la période d'étude. Selon les données du réseau sentinelle des médecins généralistes [39], le taux d'incidence annuel des GEA motivant une consultation auprès d'un généraliste est de 0,08 par personne et par an en moyenne interannuelle ; il chute à 0,04 en mai-juin et s'élève à 0,2 en janvier (figure 14). Sous l'hypothèse qu'un cas sur 3 consulte son généraliste, l'incidence annuelle de GEA clinique est donc estimée à 0,24 en moyenne. Sur une période d'étude de 4 semaines, on estimera donc que le TA chez les non exposés sera de $0,24 \times 4/52 = 0,02$ par personne et par mois en moyenne interannuelle, de $0,6 \times 4/52 = 0,05$ en janvier et de $0,12 \times 4/52 = 0,01$ au printemps.

FIGURE 14

TAUX D'INCIDENCE DES GASTRO-ENTÉRITES MÉDICALISÉES (SEMAINE.100.000)-1 : M, [M-S, M+S]. SOURCE : SENTIWEB, DONNÉES NATIONALES, 1993-2002



En réalité, pendant des épidémies d'origine hydrique, on observe généralement des TA chez les non exposés beaucoup plus élevés que les estimations ci-dessus (Gourdon 14,5 % sur une période étudiée de 4 semaines en août [26] ; Dracy-le-Fort 31 % sur une période de 5 semaines en septembre [18]). Ceci s'explique par le fait qu'une grande partie des sujets "non exposés" sont en réalité exposés sans en être conscients (consommation en dehors du domicile, sous forme de glaçon, par des salades ou fruits lavés...). Il convient donc d'une part, d'essayer de documenter au mieux l'ensemble de ces consommations et, d'autre part, de se baser sur cette réalité de "mauvais classement" des exposés et non exposés en basant les calculs de taille d'échantillon sur les TA observés lors des épidémies précédentes (cf. les deux dernières lignes du tableau 16).

Recueil des données. Les sujets peuvent être interrogés par téléphone, en face à face, ou par questionnaire postal. Le questionnaire doit recueillir des informations sur les caractéristiques sociodémographiques du sujet et du foyer, cliniques et microbiologiques (antécédents, terrains favorisants, symptômes d'un éventuelle épisode aigu), recours aux soins et sur les expositions à explorer en fonction des hypothèses générées par l'enquête descriptive : consommation de l'eau de distribution sous toutes ses formes (qualitative et quantitative), transmission interhumaine, eau de baignade, source alimentaire (exemple de questionnaire en annexe 1a).

4.2.2.2 Étude cas-témoins

► Principe

Il s'agit d'une comparaison d'un groupe de cas (malades) et de témoins (non malades) en ce qui concerne des expositions à risque diverses et à l'eau de distribution en particulier.

► Méthodes

Définir un cas. Pour ce type d'étude, la définition de cas, toujours formulée en fonction du descriptif, doit être spécifique afin d'éviter l'inclusion des "non cas", ce qui diminuerait la puissance de mettre en évidence une association avec l'exposition en cause. Ce type d'étude ne permettant pas de déterminer l'incidence, il n'est pas utile de considérer des définitions de cas sensibles et moins spécifiques.

Exemple de définition de cas pour une étude cas-témoins ou l'enquête descriptive montre des tableaux cliniques sous forme de diarrhée et vomissements :

Personne résidant ou ayant séjourné, durant la période Z, pendant une durée X, dans un lieu Y, ayant présenté, dans la période W, une diarrhée (≥ 3 selles liquides pendant 24 heures) ou des vomissements (≥ 3 fois par 24 heures)

Identification des cas. Les cas sont le plus souvent identifiés par l'intermédiaire des médecins. S'il s'agit d'une maladie pour lesquelles le recours aux soins est faible, il peut être envisagé d'identifier les cas en interrogeant directement la population concernée.

Choix et recrutement des témoins. Les témoins doivent être représentatifs de la population d'où viennent les cas et avoir la même possibilité d'exposition aux facteurs de risque que les cas. Le fait que la contamination peut ne concerner qu'une partie du réseau de distribution, les témoins doivent être desservis par la même partie du réseau et donc être géographiquement proches des cas (en termes de résidence, de lieu de travail). Les témoins peuvent être recrutés par l'intermédiaire des médecins des cas (parmi sa clientèle), par l'intermédiaire du cas, ou par échantillonnage aléatoire à partir des bases de sondages les plus appropriées (liste téléphonique...). Dans la mesure où la pathologie étudiée n'est pas rare, il n'est pas utile de prévoir le recrutement de plusieurs témoins par cas. L'appariement cas/témoin peut être judicieux si une classe d'âge est particulièrement touchée (appariement sur l'âge) ou si une forte hétérogénéité des contaminations au sein du réseau est soupçonnée (appariement sur le secteur de résidence).

Afin d'augmenter la puissance de l'étude en évitant d'inclure des cas comme témoins, des critères d'exclusion des témoins doivent être définis. Ainsi, le témoin ne devra pas avoir présenté de selles liquides ou de vomissements durant la période d'étude. Dans ce schéma cas-témoin, l'odds ratio donne une bonne estimation du risque relatif si la fréquence de la maladie n'est pas trop élevée (moins de 10 %), ce qui est rarement le cas dans les épidémies de GEA d'origine hydrique.

Alternativement, il est possible d'inclure des malades parmi les témoins. Dans ce schéma d'étude, les témoins seront sélectionnés de façon aléatoire parmi l'ensemble de la population de l'étude, y compris les cas (schéma cas-cohorte). Un sujet malade pourra donc théoriquement être inclus comme cas et comme témoin. Dans ce schéma, l'odds ratio donne une bonne estimation du risque relatif indépendamment de la fréquence de la maladie. Le groupe témoin permet aussi d'estimer le risque relatif et le TA dans la population générale. Toutefois, la puissance pour mettre en évidence une association entre la maladie et la consommation de l'eau de distribution sera plus faible.

Nombre de cas et de témoins à inclure. Le calcul du nombre de sujets à inclure présenté dans le tableau 17 prend en compte la fréquence estimée de consommation de l'eau de robinet dans la population générale sur la base des données disponibles (Inca), la puissance souhaitée (au minimum 80 %), l'Odds ratio qu'on souhaite mettre en évidence (en général 3, si possible 2), avec une probabilité d'erreur alpha de 5 %. Toutefois, la consommation d'eau "occulte" peut augmenter la proportion de consommateurs chez les non malades par rapport à l'estimation en population générale qui ne prend pas en compte cette consommation "occulte". Le nombre de cas à inclure serait alors plus élevé.

Il apparaît qu'en deçà d'un TA de l'ordre de 10 %, il est nettement plus économique de s'orienter vers un schéma cas-témoins pour mettre en évidence le rôle de l'eau (les autres résultats possibles n'étant pas pris en compte dans le calcul de puissance) et qu'au-delà de 20 %, les deux schémas cas-témoin et cohorte peuvent être envisagés comme sensiblement équivalents au plan des ressources nécessaires.

CALCUL DE PUISSANCE DE L'ÉTUDE CAS-TÉMOINS : NOMBRE DE CAS POUR METTRE EN ÉVIDENCE L'EAU COMME FACTEUR DE RISQUE - LA PUISSANCE EST FIXÉE À 0,8 ET LE RISQUE ALPHA DE 5 % - IL Y A UN TÉMOIN PAR MALADE ET L'ÉCHANTILLON N'EST PAS APPARIÉ		
TABLEAU 17		
Fréquence estimée de consommation de l'eau chez les non malades	Odds Ratio à mettre en évidence	Nombre à inclure (malades + non malades)
0,6	2	330
0,6	3	152
0,4	2	282
0,4	3	122

Déterminer la période d'exposition à explorer. Les cas sont interrogés sur leurs expositions durant la période d'incubation de l'infection confirmée ou suspectée. Les témoins sont interrogés sur la même période. Si les cas sont définis par des critères cliniques, sans confirmation microbiologique, la durée d'exposition à explorer doit être suffisamment large pour couvrir la durée d'incubation de l'ensemble des pathogènes potentiellement en cause, car la contamination d'un réseau de distribution est souvent multipathogène. Une durée de 10 jours avant le début des symptômes couvrira la durée d'incubation de la majorité des cas pour les agents à l'origine des gastro-entérites. L'ingestion de fortes doses peut raccourcir le délai d'incubation, dont la distribution reste cependant dans l'intervalle indiqué en tableau 18. Si les symptômes (dominance des vomissements) et la courbe épidémique (pic marqué et précoce) évoquent un norovirus, il est alors préférable d'adapter la période d'exposition à explorer à la durée d'incubation maximale du norovirus, c'est-à-dire à 3 jours. Cela permet de limiter les erreurs de classification sur l'exposition et de mieux estimer le risque relatif associé à l'exposition.

TABLEAU 18	
DURÉE D'INCUBATION DES AGENTS INFECTIEUX LES PLUS SOUVENT IMPLIQUÉS DANS LES ÉPIDÉMIES D'ORIGINE HYDRIQUE (SOURCE : [2])	
Agent infectieux	Durée d'incubation Min, max (le plus souvent)
Bactéries	
<i>Campylobacter</i>	1 à 10 jours (2-5 jours)
<i>E. coli</i> entérotoxigène (ETEC)	2 à 10 (3 - 4 jours)
<i>E. coli</i> producteur de shigatoxine (STEC)	2 à 10 jours (3-4 jours)
<i>Salmonella</i> non Typhi	6 à 72 heures (12-36 heures)
<i>Shigella</i>	12 heures à 4 jours (1-3 jours)
<i>Yersinia</i>	3 à 10 jours (7 jours)
Virus	
Adenovirus	3 à 10 jours
Astrovirus	1 à 4 jours
Virus de l'hépatite A	15 à 50 jours (28-30 jours)
Virus de l'hépatite E	15 à 64 jours (26 à 42 jours)
Norovirus	10 à 50 heures
Rotavirus	24 à 72 heures
Sapovirus	24 à 48 heures
Parasites	
<i>Cryptosporidium</i>	1 à 12 jours (7 jours)
<i>Giardia</i>	3 à 25 jours (7-10 jours)

Définir l'exposition. Toutes les expositions à l'eau doivent être considérées : l'eau consommée directement, sous forme de glaçons, de fruits et légumes lavés, de brossage de dents, produits de la pêche contaminés par de la glace alimentaire elle-même contaminée (annexes 1a et 4).

Recueil des données. Les mêmes méthodes doivent être utilisées pour interroger les cas et les témoins : par téléphone, en face à face, ou par questionnaire postal. Le questionnaire doit recueillir des informations sur les caractéristiques sociodémographiques du sujet et du foyer, cliniques et microbiologiques (antécédents, terrains favorisants, symptômes d'un éventuelle épisode aigu), sur le recours aux soins et sur les expositions à explorer en fonction des hypothèses générées par l'enquête descriptive : l'eau de distribution sous toutes ses formes (qualitative et quantitative), transmission interhumaine, eau de baignade, source alimentaire. Il est recommandé de recueillir des informations sur la quantité d'eau ingérée. Ceci permettra en effet d'étudier une éventuelle relation dose-effet qui, dans les situations où la proportion de non malades consommant de l'eau est élevée, sera la seule qui permettra de montrer une association entre l'eau et la maladie.

4.2.3 Méthodes alternatives basées sur l'exploitation des données de l'Assurance maladie

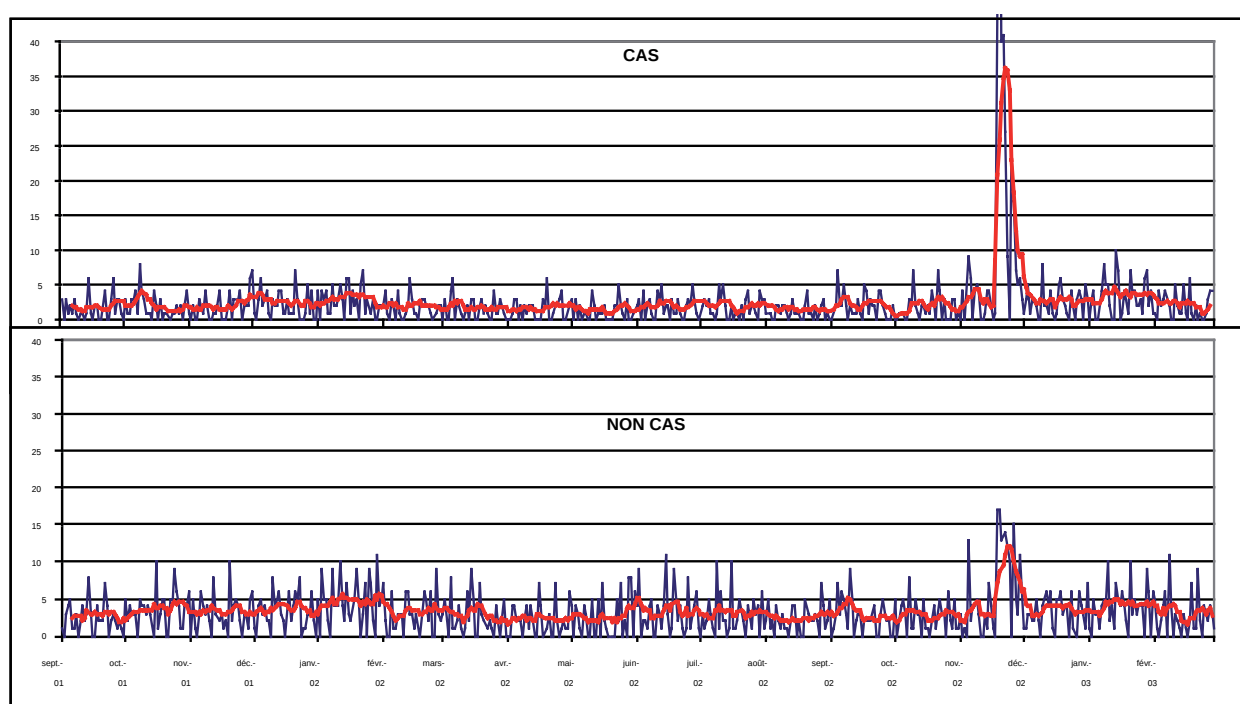
Une solution économique est possible pour estimer rétrospectivement l'impact de l'épidémie, avec le développement des bases de données médico-tarifaires telles que celles développées par l'Assurance maladie. D'autres sources d'informations sur les ventes de médicaments existent qui sont de qualité inférieure (résolution spatiotemporelle de l'incidence) et demandent un investissement important en temps de travail : officines, grossistes répartiteurs, sociétés de service spécialisées [29,40].

L'Université de Rouen et l'InVS ont développé une méthode et un logiciel permettant d'exploiter les données de l'Assurance maladie

pour estimer les cas incidents de GEA [41] à partir des données de remboursement des antidiarrhéiques prescrits. Les antidiarrhéiques ne sont en effet pas spécifiques du traitement des GEA et l'analyse globale de l'ordonnance est nécessaire pour discriminer les cas de GEA (figure 15). Moyennant l'obtention des données dans un format standardisé, le logiciel d'application peut être paramétré pour produire le nombre de consultations pour GEA par jour et par commune. On peut sur cette base estimer l'impact de l'épidémie en nombre de cas médicalisés, décrire l'évolution spatio-temporelle de l'épidémie et calculer des risques relatifs [28]. Les informations disponibles dans les bases de données de l'Assurance maladie sont spécifiées au tableau 19. Ces bases évoluent actuellement vers une couverture exhaustive de la population française.

FIGURE 15

ÉPIDÉMIE D'APPRIEU, ISÈRE, 2002. COURBE ÉPIDÉMIQUE TIRÉE DES DONNÉES DE REMBOURSEMENT DES MÉDICAMENTS DE LA CNAMTS.



En haut, nombre quotidien d'ordonnances retenues comme de cas de GEA. En bas, ordonnances exclues

Concrètement, les "ordonnances" sont extraites des bases de l'Assurance maladie sur des critères de lieu, de temps et de présence de médicaments antidiarrhéiques. La variable de lieu peut être l'adresse de l'assuré ou l'adresse de la pharmacie qui a délivré les médicaments. Dans ce dernier cas, les cas ne résidant pas dans la commune concernée (vacanciers résidant en France...) sont comptabilisés en plus des cas résidents présents et font l'objet de décomptes séparés. On peut donc distinguer l'impact parmi la population résidente et les personnes de passage. Si l'épidémie éclate dans une station balnéaire ou de ski, les données de l'Assurance maladie constituent le seul recours

pour estimer l'impact de l'épidémie parmi les touristes. En l'absence d'informations sur les populations touristiques au niveau communal, il n'est cependant pas possible d'estimer le TA (effectifs en fonction du temps et distribution des durées de séjour) [28]. La mise en œuvre d'une enquête de terrain visant à collecter les données relatives aux touristes semble toutefois envisageable pour les stations de sport d'hiver car une durée de séjour d'une semaine est la règle et l'offre d'hébergement beaucoup moins diversifiée qu'en été. *A contrario*, cet exercice est quasiment impossible en été.

TABEAU 19 **DONNÉES DISPONIBLES DANS LES BASES DE DONNÉES DE L'ASSURANCE MALADIE**

Ordonnance :	
Codes produit des médicaments effectivement remboursés	Risque de dégradation des indicateurs d'incidence lié au déremboursement des médicaments
Nombre de boîtes vendues	
Bénéficiaire :	
Âge	
Sexe	
Commune de résidence du bénéficiaire	Actuellement des erreurs subsistent, en cours de correction
Actes :	
Date de prescription	
Commune du médecin prescripteur	
Date de délivrance	
Commune de la pharmacie	

En pratique, l'arrangement suivant est proposé avec l'accord de l'Assurance maladie sur les points la concernant :

L'investigateur de la Cire contacte l'InVS (Département santé environnement) pour définir l'intérêt de faire une requête auprès de l'Assurance maladie. La procédure d'extraction des données est une procédure lourde et le nombre annuel de demandes d'extractions honorées par l'Assurance maladie est limité (1-3 par an). Toute requête doit aboutir à un **rapport écrit** de la part de l'investigateur et transmis à l'Assurance maladie.

Pour assurer un taux d'exhaustivité correct des données (>90 %), les extractions doivent être réalisées au moins 3 mois après la fin de la période d'intérêt.

L'investigateur indique **la période d'intérêt** qui doit inclure le mois précédant le début de l'épidémie et les 2 mois qui la suivent, et le secteur d'intérêt qui doit se présenter sous la forme d'une liste de codes communes (Insee) ou bien d'une liste de codes postaux, correspondant 1) au secteur épidémique, 2) au secteur témoin et éventuellement 3) à des secteurs "à caractériser". Il est souhaitable que le secteur témoin compte 10 000 habitants et qu'il soit suffisamment éloigné du secteur épidémique (10-20 km) pour qu'il y ait peu de cas de maladie "émigrés" et qu'il soit démographiquement et sociologiquement ressemblant au secteur impacté. Si les touristes présentent un intérêt particulier, viser une station au type de fréquentation proche de celle du secteur épidémique. Par secteur "à caractériser", nous entendons les secteurs possiblement exposés ou les secteurs soumis à des échanges quotidiens avec le secteur épidémique, etc.

L'InVS transmet la requête à l'Assurance maladie.

L'Assurance maladie extrait les données au format standard et les transmet à l'InVS (prévoir un délai de plusieurs mois).

L'InVS convertit les données de remboursement en cas incidents de GEA médicalisés présentés par commune et par jour (date de consultation) et transmet le fichier à la Cire.

Alternativement, la Cire peut techniquement solliciter la CPAM ou l'Urcam. Cette démarche alternative présente deux inconvénients :

- absence des données relatives aux personnes de passage ;
- format des fichiers de sortie non standard. Des variables peuvent être absentes, ce qui demande le développement de logiciels pour adapter le code, voire ce qui compromet la production des statistiques épidémiologiques. L'exploitation de ces données est à la charge du demandeur.

4.2.4 Quelles investigations dans quelles situations ?

Une investigation descriptive est nécessaire dans toutes les situations. Elle fournit la majorité des données nécessaires pour orienter les investigations environnementales. Si les résultats des enquêtes épidémiologiques descriptives et des investigations environnementales sont cohérents, ils permettent souvent de conclure sur la source de contamination et de déterminer les mesures de contrôle et de prévention appropriées. Les études analytiques ne sont pas réalisées de façon systématique car elles sont longues et coûteuses à mettre en œuvre. De plus, à cause du délai d'obtention des résultats, elles contribuent le plus souvent peu à la gestion immédiate de l'épidémie. Si les résultats de l'enquête descriptive et environnementale sont insuffisants pour conclure sur l'eau comme origine de l'épidémie et déterminer la source de contamination, des études analytiques peuvent être indiquées. Par exemple, lors d'un constat d'un excès de cas de gastro-entérites dans une population qui pourrait éventuellement correspondre à un réseau de distribution d'eau, mais en l'absence d'éléments dans l'enquête environnementale indiquant une possible contamination du réseau d'eau, plusieurs hypothèses autres qu'une contamination du réseau d'eau sont à explorer. Par exemple, il pourrait s'agir d'une transmission interhumaine importante lors de l'épidémie hivernale due au virus entériques d'une importante épidémie d'origine alimentaire liée à un point de vente qui fournit une grande partie de la population d'une commune.

TABLEAU 20

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS PROTOCOLES ÉPIDÉMIOLOGIQUES
SUSCEPTIBLES D'ÊTRE MIS EN ŒUVRE DANS LE CADRE D'ÉPIDÉMIES D'ORIGINE HYDRIQUE

	Enquête descriptive des cas ayant consulté	Enquête analytique	
		Enquête de cohorte rétrospective	Enquête cas-témoins
Confirmation de l'épidémie	+++	+++	+/-
Détermine l'évolution dans le temps : début, pic(s) et fin	+++	+++	+/-
Détermine la zone concernée	+++	+++	+
Orienté vers une ou des étiologies	+++	+	-
Orienté vers l'origine de l'épidémie et la source de contamination	+	+	+/-
Met en évidence une association entre la maladie et l'eau de distribution	-	+++	+++
Permet d'estimer l'incidence de la maladie	+++	+++	+/-
Permet d'estimer les risques relatifs	-	+++	+
Permet d'estimer la part attribuable à l'eau	-mais ++ avec la méthode AM	+	+/-
Analyse de l'association avec l'eau peut être réalisée sur différentes phases de l'épidémie	-	+/-	+
Permet d'explorer l'association avec multiples expositions	-	+	+++
Orientation vers des mesures de contrôle (conjointement à l'enquête environnementale)	+++	+(hors délai)	+/- (hors délai)
Enrichissement des connaissances sur les maladies	++ Cas plus graves	++ cas peu graves + cas plus graves	++ cas plus graves
Enrichissement des connaissances sur le recours aux soins	-	+++	-
Enrichissement des connaissances sur les facteurs de risque	-	+++	+++
Contribution à évaluation de risque	-	+/- (a)	+/- (a)
Besoin de collaboration des professionnels de santé	+++	-	+++
Besoin de collaboration des détenteurs de données (remboursement médicaments, base de sondage (BS))	Assurance Maladie	détenteur BS	Médecins, laboratoires
Besoin en ressources humaines	+	+++	++
Besoin de compétence en épidémiologie	+	++	+++

(a) selon la qualité de l'estimation de l'exposition

D'autres raisons peuvent conduire à la réalisation d'études analytiques (tableau 20). Celles-ci sont essentiellement d'ordre scientifique et contribuent à orienter les mesures de contrôle. En effet, les enquêtes analytiques ne peuvent, le plus souvent, pas être assez rapidement mises en place pour aider à la recherche de l'origine et de la cause de l'épidémie.

Les avantages et limites des différents types d'étude sont listés dans le tableau 20.

4.2.5 Expression des résultats

La comparaison des bilans sanitaires des épidémies (mesures d'incidence, de risque) est utile au progrès des connaissances mais se heurte à une grande disparité des définitions des objets utilisés.

La définition de cas de GEA peut varier (voir supra) ainsi que celle des limites territoriales et temporelles de l'épidémie. La délimitation géographique des épidémies n'est triviale que si la totalité du réseau

est contaminée, ce qui exclut les pollutions introduites au niveau du réseau de distribution et les schémas de distribution complexe (réseaux interconnectés ou en "distribution-refoulement"). Les limites temporelles de l'épidémie se définissent par comparaison du taux d'incidence pendant l'épidémie et du niveau du bruit de fond en situation non épidémique. On peut par exemple considérer arbitrairement que l'épidémie commence quand le taux d'incidence quotidien double ou triple. En l'absence de convention internationale, il existe une marge d'appréciation généralement réduite en ce qui concerne le début (augmentation abrupte du taux d'incidence), mais importante en ce qui concerne la fin de l'épidémie (effet de traîne dû aux cas tardifs ou secondaires...).

L'estimation du risque relatif dépend de la définition de cas et de la délimitation spatio-temporelle de l'épidémie mais nécessite en outre de définir le risque chez les non exposés (dénominateur). Quatre options co-existent parmi les investigations réalisées (annexe 7) : (i) risque observé chez les personnes déclarant ne pas consommer l'eau du robinet (études de cohorte), (ii) risque observé dans un secteur témoin pendant l'épidémie, (iii) risque observé avant l'épidémie sur le secteur

touché ou encore (iiii) risque attendu estimé sur la base de données telles que celles du réseau sentinelle des médecins généralistes [42]. Cette dernière définition introduit une forte incertitude sur le risque relatif compte tenu de la variabilité naturelle des taux d'incidence en situation endémique. La définition (i) ne peut produire un résultat comparable aux résultats associés aux définitions (ii) ou (iii), l'exposition n'étant pas la même (consommer l'eau du robinet vs. résider sur le secteur pollué). L'option (i) comporte en outre des biais spécifiques liés à la mémoire ou à l'existence d'expositions occultes qui entraînent une sous-estimation du risque relatif.

Dans ces conditions, il paraît souhaitable que le rapport d'étude présente des TA ou des risques relatifs explicites systématiquement et justifie dans la mesure du possible :

- la définition de cas employée ;
- les limites spatiales de la zone épidémique ;
- la période épidémique ;
- la méthode utilisée pour le calcul du risque relatif ;
- le TA chez les non exposés ;
- au cours de l'investigation d'une épidémie donnée, la période épidémique est déterminée sur l'évolution du nombre de cas en fonction de critères adaptés au contexte. Cependant, si l'on souhaite comparer des épidémies entre elles, il peut être utile d'appliquer un critère commun aux différentes épidémies étudiées. Par exemple, le **premier jour d'épidémie** pourrait être défini comme le premier jour où le taux d'incidence est plus de 2 fois plus élevé que le taux moyen durant la semaine précédente (m) ? ou bien le premier jour où le taux d'incidence est supérieur à $m + 3s$ (s étant l'écart type du TI quotidien au cours de la semaine précédente...).

4.3 INVESTIGATION MICROBIOLOGIQUE CHEZ L'HOMME

4.3.1 Principaux micro-organismes en cause dans les épidémies d'origine hydrique

Les principaux micro-organismes susceptibles d'être à l'origine d'une épidémie d'origine hydrique par consommation d'eau de distribution sont des micro-organismes à excrétion fécale chez l'homme ou l'animal :

- bactéries : *Campylobacter spp*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* pathogènes, et en particulier *E. coli* producteur de shiga-toxine (STEC), *Vibrio cholerae* ;
- parasites : protozoaires : *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanensis* ;
- virus : calicivirus humains (norovirus, sapovirus), rotavirus, astrovirus, adenovirus entériques (adenovirus 40 et 41), entérovirus, virus de l'hépatite A et E.

L'eau distribuée peut aussi véhiculer des bactéries de l'environnement susceptibles d'infecter les personnes immunodéficientes (pathogènes dit opportunistes) par ingestion comme *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.* ou par voie aérienne comme *Legionella sp.*, *Mycobacterium sp* (*non tuberculosis*). Ces derniers pathogènes n'entrent pas dans le champ de ce guide.

4.3.2 Recherche des micro-organismes : lesquels, où, comment et quand ?

Les méthodes et la facilité pour la mise en évidence de ces micro-organismes sont très différentes. Il est cependant recommandé de rechercher systématiquement les principaux micro-organismes listés dans le tableau 21. En effet : (i) l'identification des pathogènes responsables de l'épidémie contribue à identifier la source de la contamination et permet de prendre les mesures de gestion et de prévention adaptées ; (ii) les épidémies d'origine hydrique sont souvent multipathogènes ; (iii) il est plus facile de mettre en évidence ces agents pathogènes dans les selles que dans l'eau, en particulier pour les virus qui sont présents en quantité importante dans les selles et dont la recherche ne nécessite pas d'étapes de concentration contrairement à l'eau.

TABLEAU 21	PRINCIPAUX MICRO-ORGANISMES À RECHERCHER CHEZ LES PATIENTS EN CAS D'ÉPIDÉMIE DE GEA AVEC SUSPICION D'ORIGINE HYDRIQUE
<i>Campylobacter spp</i> ,	
<i>Salmonella spp</i> , <i>Shigella spp</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Escherichia coli</i> producteur de shigatoxine (STEC)	
Calicivirus (norovirus, sapovirus) Rotavirus Astrovirus Adenovirus 40 et 41 Entérovirus	
<i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Giardia intestinalis</i>	

Selon les orientations cliniques, épidémiologiques et environnementales, d'autres recherches peuvent être réalisées comme celles de *Vibrio cholerae*, des virus des hépatite A ou E, de toxoplasmose.

La majorité des bactéries peut être mise en évidence, dans la plupart des laboratoires, par isolement dans des coprocultures ou d'autres prélèvements cliniques comme les hémocultures. Certaines bactéries comme *Campylobacter*, *Yersinia* et les *E. coli* O157:H7 nécessitent cependant des milieux ou des conditions de culture particulières et leur recherche doit être demandée explicitement.

Les sérologies hépatite A et toxoplasmose sont réalisées dans de nombreux laboratoires d'analyse. La sérologie hépatite E n'est pas faite en routine mais est transmise par la plupart des laboratoires à des laboratoires "centralisateurs" généralistes ou des laboratoires de virologie.

Il existe des kits commercialisés (méthodes immunoenzymatiques) pour les recherches de rotavirus A, astrovirus, adenovirus 40 et 41 qui peuvent être utilisés en routine dans des laboratoires non spécialisés.

À ce jour, la recherche de calicivirus (norovirus, sapovirus) et des virus des hépatites A et E nécessite le recours à des méthodes de biologie moléculaire (RT-PCR) réalisées seulement dans des laboratoires spécialisés. De plus, le typage des souches de ces différents virus nécessite des méthodes très spécialisées (séquençage par exemple, etc.).

Lors de l'investigation de l'épidémie, un contact avec des laboratoires de la zone concernée susceptibles de recevoir des échantillons sera nécessaire afin de déterminer avec eux quelles analyses réaliser, déterminer les modalités de transport éventuel vers des laboratoires spécialisés et la prise en charge des analyses et du transport. Les médecins susceptibles de voir des cas en consultation doivent également être contactés et les examens souhaités doivent être discutés avec eux ainsi que les modalités de prise en charge financière et de transport (cf. infra). La Ddass peut contacter le Département de maladies infectieuses (Unité des pathologies entériques, alimentaires et zoonoses), si elle souhaite préciser avec l'InVS les analyses à envisager et les modalités pratiques de leur réalisation.

Il est préférable pour éviter la dispersion des échantillons et pour une efficacité optimale que, dans la mesure du possible, les échantillons soient centralisés dans un seul (ou un nombre limité de) laboratoire. Ce laboratoire mettra en œuvre les examens qu'il est capable de réaliser et transmettra des échantillons à des laboratoires "experts", pour les examens plus spécialisés.

Dans le cadre de la préparation aux situations d'alerte et d'épidémie, il serait utile d'identifier et de contacter les laboratoires de proximité aptes à mettre rapidement en œuvre des recherches spécialisées lors de la survenue d'épidémies. La nature des échantillons à prélever et les modalités de prélèvements et d'envoi doivent être précisées. S'il n'existe pas de laboratoires locaux ou régionaux capables de faire ces recherches, les échantillons seront adressés à des laboratoires experts.

Pour la recherche de virus entériques : la recherche de ces virus dans des prélèvements cliniques, dans le cadre d'investigation d'alertes et d'épidémies est inscrite dans les missions du CNR des virus entériques. À ce jour les échantillons peuvent lui être adressés, après prise de contact préalable avec le CNR et transmission d'information sur le contexte des analyses demandés. Une fiche sur les conditions de transport figure en annexe 3c.

Pour la recherche de parasites, l'InVS a établi une convention avec un réseau de laboratoires de parasitologie "*Cryptosporidium*-ANOFEL". Cette convention prévoit que ce réseau, par un regroupement de compétences et un maillage sur l'ensemble du territoire national, contribue à la connaissance sur l'épidémiologie et le diagnostic de la cryptosporidiose en France. Il permet notamment de pouvoir répondre, sur le plan local et sur le plan national, à une demande très spécialisée en parasitologie, notamment en cas d'investigation d'une épidémie. La compétence de tous les laboratoires du réseau couvre également les autres parasitoses, notamment la giardiose. Ainsi, en cas d'épidémie d'origine hydrique, les échantillons pour recherche de parasites peuvent être adressés au laboratoire de parasitologie du Réseau *Cryptosporidium*-ANOFEL le plus proche du lieu de l'épidémie. La liste des laboratoires du réseau est fournie en annexe 3b. Les modalités d'envoi, d'analyses et de prise en charge devront être déterminées avec les parasitologues de ce laboratoire.

➤ *Quand demander des examens microbiologiques et parasitologiques chez les cas ?*

Pour l'investigation épidémiologique, les prélèvements doivent être effectués le plus tôt possible dans le déroulement de l'épidémie. Si celle-ci est prolongée, il est utile de collecter des échantillons tout le long de l'épidémie car les micro-organismes en cause peuvent évoluer au cours du temps. Pour l'intérêt de l'investigation, il n'est pas nécessaire de réaliser des examens chez l'ensemble des malades. Il convient d'obtenir des examens pour un minimum de 10 malades. Si l'épidémie se prolonge, ce nombre doit être augmenté afin de couvrir toute la période épidémique et des examens pour jusqu'à une trentaine de malades pourraient être demandés.

Chez les malades, le prélèvement doit être le plus précoce possible au cours de l'épisode de GEA. S'il n'a pas été possible de collecter des échantillons précoces, il reste utile de prélever des échantillons post-épisodes, plus tardifs. En effet, l'excrétion de plusieurs micro-organismes à transmission hydrique peut être prolongée au-delà de l'épisode de GEA. Ainsi, l'excrétion des norovirus peut être prolongée pendant 2 à 3 semaines après la GEA.

➤ *Prise en charge financière des analyses*

Le plus souvent, la réalisation de coprocultures n'est pas nécessaire au niveau individuel pour la prise en charge des patients. En effet, les GEA guérissent le plus souvent spontanément et la connaissance du micro-organisme ne change le plus souvent pas le traitement. Par ailleurs, les prescriptions des médecins sont contrôlées par l'Assurance maladie (références opposables) et ces derniers ne sont pas enclins à prescrire des examens qui ne sont réglementairement pris en charge par la sécurité sociale et, de ce fait, pourraient être facturés au patient.

Il serait donc utile de prévoir des modalités de prise en charge du coût des analyses et du transport des échantillons. Actuellement, l'investigation microbiologique chez l'homme est conduite en l'absence de cadre réglementaire vis-à-vis de la prescription des analyses et de leur prise en charge (coûts d'analyses et de transport des échantillons). Ce vide devrait être comblé dans le futur. En attendant cette échéance, des solutions basées sur des dispositifs déjà existants (prescription par les médecins traitant, prise en charge par l'Assurance maladie ou par la Ddass ou la préfecture) doivent être recherchées par la Ddass. À défaut, la Ddass peut contacter l'InVS (Département des maladies infectieuses, Unité des pathologies entériques, alimentaires et zoonoses), si elle souhaite connaître les arrangements mis en œuvre dans des situations similaires.

4.4 RECHERCHE DES PATHOGÈNES DANS L'EAU

La recherche des pathogènes dans l'eau est importante dans le sens où la présence simultanée d'une espèce et *a fortiori* d'une souche particulière dans les selles des malades et dans l'eau est un argument fort en faveur de l'étiologie et l'origine hydrique de l'épidémie. Les objectifs de ces analyses sont, dans l'ordre d'importance décroissante :

- identifier si le pathogène est présent dans l'échantillon ;
- établir si la souche est celle retrouvée dans les analyses biologiques ;
- caractériser l'état physiologique (viabilité) et l'infectiosité des pathogènes détectés.

La quantification des concentrations des pathogènes dans l'échantillon est importante si celles-ci correspondent aux concentrations qui ont prévalu au moment de l'exposition de la population. Elle permettra alors d'améliorer la connaissance de la fonction dose-réponse nécessaire aux évaluations de risque. Les délais d'identification de l'épidémie et les délais de prélèvement rendent cependant cette situation tout à fait improbable. Il est cependant évident que si, par chance, il est possible de collecter des échantillons dans des eaux dont la qualité correspond à celle de l'exposition de la population, alors la quantification devient un objectif prioritaire.

La recherche de la sensibilité maximale n'est pas non plus un objectif implicite de l'analyse dans la mesure où les pathogènes à détecter sont ceux qui ont causé des cas cliniques à l'exclusion des autres. Là encore, l'attitude à adopter dépend des circonstances d'obtention des échantillons ; dans le cas où le prélèvement a été tardif et la pollution très diluée, il est important de viser la sensibilité maximale.

L'analyse de selles de malades pour recherche des pathogènes reste prioritaire sur les analyses d'eau parce qu'elles sont plus sensibles et faciles à réaliser du fait des fortes concentrations rencontrées dans les selles et parce que leurs conclusions sont utiles pour les recherches des virus dans l'eau. En situation épidémique et en première intention, la seule partie de l'investigation microbiologique de l'eau à traiter en urgence est la réalisation des prélèvements. Il ne faut en aucun cas conditionner la réalisation des prélèvements d'eau à la prédéfinition des conditions d'analyses (quels paramètres, quels laboratoires, qui paye... ?) ou à la réalisation d'analyses de selles. Le facteur temps est crucial pour la qualité des échantillons. Les échantillons d'eau collectés seront détruits si la piste hydrique s'avère fautive. Le choix des paramètres à analyser, des laboratoires et du financement des analyses peuvent être vus par la suite car les méthodes moléculaires

d'analyses sont peu sensibles à des délais de conservation à 4 °C de l'ordre de la semaine, à l'exception des méthodes bactériologiques par culture et de *Giardia*, pour laquelle la durée maximale de conservation prévue par la norme est 72-96 heures (norme Afnor : PR NF T90-455 de 2001).

4.4.1 Pathogènes à rechercher

Les microbiologistes et les épidémiologistes du groupe de travail préconisent la recherche de 12 pathogènes en première intention ainsi que 7 indicateurs microbiens (tableau 22). La liste des pathogènes comprend les principales étiologies retrouvées dans les épidémies (annexes 5 et 8). Une liste de 2^e intention concerne des parasites et des virus plus rarement identifiés lors d'épidémies et des bactéries opportunistes. Ces analyses sont à réaliser en cas d'échec des recherches des pathogènes de première liste et selon les indices cliniques et épidémiologiques disponibles.

Les résultats sur les pathogènes, qu'ils soient acquis sur les prélèvements d'eau ou sur les prélèvements de selles (une fois établie l'origine hydrique) intéressent les exploitants et la Ddass pour adapter les mesures de décontamination du réseau qui diffèrent selon qu'il s'agisse de virus, de parasites ou de bactéries : pour les bactéries et les virus, la décontamination peut combiner surchloration et purges tandis que pour les parasites seules les purges sont efficaces.

Les résultats sur les indicateurs bactériens, associés aux mesures de turbidité et de résiduel de désinfectant, sont précieux pour mieux comprendre la correspondance entre la présence de pathogènes, la densité des bactéries indicatrices et les conditions physico-chimiques (turbidité et chlore résiduel).

TABLEAU 22

LISTE DES PATHOGÈNES ET DES INDICATEURS MICROBIOLOGIQUES À RECHERCHER DANS L'EAU.
LA LISTE A EST LA LISTE DE PREMIÈRE INTENTION

Catégorie	Agent	Liste
Virus	rotavirus	A
	norovirus	A
	astrovirus	A
	adénovirus	A
	Entérovirus	A
	virus de l'hépatite A	A
	virus de l'hépatite E	B
Bactéries	<i>Salmonella</i>	A
	<i>Shigella</i>	A
	<i>Yersinia</i>	A
	<i>Campylobacter</i>	A
	<i>E coli</i> producteur de Shigatoxine (STEC)	A
	<i>Pseudomonas</i>	B
	<i>Aeromonas</i>	B
Protozoaires	<i>Cryptosporidium</i>	A
	<i>Giardia</i>	A
	<i>Cyclospora</i>	B
	microsporidies	B
	Toxoplasma	B
Toxines indicateurs microbiologiques du contrôle sanitaire ⁽¹⁾	de cyanobactéries	B
	<i>Escherichia coli</i>	A
	entérocoques	A
	bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	A
	coliformes totaux	A
	germes revivifiables à 22 et 37 °C	A
	coliphages somatiques	A
	bactériophages ARN F spé	A

(1) La turbidité et le résiduel de désinfectant sont à mesurer systématiquement sur le terrain.

4.4.2 Prélèvements et conservation

Il s'agit de constituer 4 échantillons par point de prélèvement :

- indicateurs de routine et phages : flacon de 500 mL avec thiosulfate.
 - virus : 2 L d'eau.
 - bactéries : 10 L à conditionner en flacon de 1 L avec thiosulfate.
 - parasites :
 - cartouche filtre *ad hoc* après filtration de 100 L ou jusqu'au colmatage du filtre,
- ou bien**
- 20 L (au minimum 10 L) d'eau dans un contenant propre (jerikan...), thiosulfate inutile. Transporter sur glace en moins de 24 heures.

Les indications de volume sont prudentes, c'est-à-dire qu'elles concernent une pollution évacuée et diluée par des vidanges forcées ou par la consommation des usagers. Si l'investigateur a l'opportunité de réaliser des prélèvements précoces, mais ne possède pas le flaconnage décrit, il est clair qu'il doit préférer réaliser les prélèvements avec un matériel de fortune propre plutôt que s'abstenir ou différer les prélèvements. L'achat de packs d'eau minérale⁸ et la constitution de 4 échantillons de 1,5 L peut s'avérer cruciale pour identifier les pathogènes si la pollution est encore concentrée. L'utilisation d'un

flaconnage propre mais non désinfecté ne pose pas de problème en phase aiguë de la pollution. A Dracy-le-Fort, il a été estimé sur la base de TA observés [18], de la courbe dose-réponse disponible [43] et des consommations d'eau du robinet pour la boisson [38] que les concentrations en oocystes infectieux de *Cryptosporidium* ont atteint 1 000/L le premier jour de l'épidémie. De même, plutôt que de différer les prélèvements, il est préférable de demander à l'exploitant de réaliser immédiatement des prélèvements si le laboratoire ne peut pas se déplacer immédiatement ou si l'exploitant envisage de surchlorer ou de vidanger des portions de réseau.

L'association des microbiologistes américains préconise de réaliser au moins une dizaine de prélèvements lors d'une tournée dédiée à l'investigation d'une épidémie. Si les prélèvements sont réalisés de façon différée, ce qui est le cas en général, il est utile d'engager une réflexion avec l'exploitant pour retrouver des points de prélèvements où l'eau est la plus ancienne :

- extrémité des antennes distales ou surdimensionnées du réseau ;
- industries en activité réduite ;
- dans les stations touristiques, logements occupés au jour de la pollution et inoccupés depuis (prélever dans le réservoir des WC) ;
- glace alimentaire (usine à glace des ports de pêche) ou glaçons produits au moment de la pollution...

⁸ Les bouteilles sont décapsulées et vidées juste avant le prélèvement.

L'expérience montre que des particuliers prélèvent et conservent spontanément de l'eau qui leur paraît suspecte. Cette ressource peut être prise en considération car, compte tenu des niveaux de contamination de l'eau distribuée, une pollution liée à une mauvaise manipulation ou à un flacon contaminé n'est guère à redouter.

L'exploitant peut être sollicité pour réaliser des prélèvements quotidiens sur des points du réseau désignés par la Ddass afin de pouvoir suivre au besoin l'évolution de la contamination. Ces échantillons sont conservés à 5±3 °C dans l'attente de la décision de la Ddass de les analyser ou non.

Chaque prise d'échantillons doit être accompagnée d'une mesure de chlore résiduel et de turbidité pratiquée sur le terrain. Si la mesure de turbidité n'a pu être faite sur le terrain, elle est faite au laboratoire. Tant que l'hypothèse de retour d'eau n'a pu être écartée, une mesure de conductivité doit être faite en laboratoire.

Les échantillons sont à conserver à 5±3 °C en attendant leur envoi. En l'absence de cas de maladie des échantillons peuvent être congelés à -20 °C et conservés un mois dans l'éventualité de l'apparition tardive de cas d'infection à durée d'incubation longue, par exemple d'hépatite A. L'opérateur doit veiller à ce que les échantillons soient conditionnés dans du flaconnage résistant à la congélation.

4.4.3 Stratégie d'analyse

Ce paragraphe ne développe pas les techniques analytiques mises en œuvre mais s'intéresse aux conditions pratiques de mise en œuvre et des implications au niveau de la Ddass.

Il a été dit plus haut que tous les pathogènes inscrits dans la liste de première intention du tableau 22 sont à rechercher systématiquement. Pour limiter le coût des analyses, il s'agit cependant :

- de limiter les recherches analytiques les plus coûteuses (cultures, typage) aux espèces dont la présence a été établie préalablement par des méthodes moins coûteuses ;
- dans l'hypothèse où de nombreux échantillons ont été collectés, de sélectionner préalablement un nombre réduit d'échantillons sur lesquels seront pratiquées les recherches de pathogènes (tableau 23. Représentation schématique de l'échantillonnage et de la stratégie d'analyse). Cette sélection revient à la Ddass sur la base de l'information fournie par le laboratoire (indicateur du contrôle sanitaire, turbidité, chlore résiduel, éventuellement conductivité). La recherche de la contamination fécale maximale doit guider ce choix. Si la contamination fécale est occultée par l'effet du chlore (inactivation des bactéries indicatrices), la Ddass prend en considération des indicateurs indirects mais insensibles au chlore comme les spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices, la turbidité voire la conductivité en cas d'intrusion d'eau étrangère dans le réseau.

Analyses de contrôle. Les analyses de contrôle pratiquées après la première vague de prélèvement dans le but de vérifier l'évacuation ou l'inactivation des pathogènes introduits dans le réseau ne font pas l'objet d'une recherche extensive de pathogènes mais de recherche *ad hoc* fonction du type de contamination et édictée par la Ddass. Par exemple, comme suite à une épidémie de cryptosporidiose, recherche de *Cryptosporidium* est entreprise pour vérifier l'efficacité des purges.

Dans l'hypothèse où des prélèvements ont été réalisés mais qu'aucun excès de cas n'ait été constaté au terme de l'enquête exploratoire, le laboratoire en charge des analyses doit contacter la Ddass avant d'entreprendre toute recherche de pathogènes.

TABLEAU 23 REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE L'ÉCHANTILLONNAGE ET DE LA STRATÉGIE D'ANALYSE				
	Indicateurs de pollution fécale ^a	Virus	Bactéries	Parasites
Volume prélevé (L)	0,5	2	10	20
Étape 1	Analyse de tous les échantillons	Stockage des échantillons	Préparation des échantillons pour préserver la cultivabilité	Stockage des échantillons
Sélection des 3 échantillons les plus contaminés pour la recherche de pathogènes				
Étape 2		Analyse PCR selon résultats analyses de selles	Screening PCR	Dénombrement
Étape 3		Typage	Mise en culture des espèces détectées à l'étape 2 ou dans les selles et typage	Typage (<i>Crypto.</i>)

^a Sauf phages à analyser sur les 3 échantillons "pathogènes".

4.4.4 Analyses

4.4.4.1 Bactéries

La recherche des bactéries pathogènes peut se faire par des méthodes de culture et par des méthodes de biologie moléculaire.

L'emploi de méthodes par culture pose le problème du délai entre le prélèvement et la mise en culture (maximum souhaité : 24h). Concernant les bactéries pathogènes figurant au tableau 22, seule la méthode de recherche de *Salmonella sp.* dans l'eau par culture fait l'objet d'une procédure d'accréditation (méthode ISO 6340). La culture est cependant un préalable nécessaire au typage, qui est réalisé par un laboratoire du réseau Biotox-eaux (cf. section "Recherche des pathogènes dans l'eau, Laboratoires") ou le CNR.

Il est possible, et souhaitable si les échantillons ont été conservés une semaine ou plus, d'opter pour les techniques moléculaires. Ces méthodes sont aussi à utiliser en amont de la méthode par culture pour screener la présence des bactéries d'intérêt et restreindre les cultures aux seules bactéries détectées.

Au terme de l'enquête réalisée en 2004 par l'InVS (données non publiées), plus d'une vingtaine de laboratoires peuvent rechercher *Salmonella* dans l'eau. Cinq déclarent pouvoir analyser les 4 agents pathogènes recherchés en première intention (*Shigella*, *Yersinia*, *Campylobacter*, STEC). Huit peuvent rechercher ceux demandés en seconde intention.

Bien qu'il existe un nombre important de laboratoires pratiquant ces analyses, il est probable que le laboratoire habituel ne puisse réaliser ces analyses dans son ensemble. Il doit donc acheminer de l'échantillon d'eau vers le laboratoire Biotox-eaux de sa zone de défense (cf. section "Recherche des pathogènes dans l'eau, Laboratoires") qui assurera le complément d'analyses.

En tout état de cause, il s'agit d'évaluer avec un expert la méthode à mettre en œuvre selon l'enjeu, le délai de conservation, les concentrations attendues... Le laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense se tient à disposition de la Ddass pour préciser les modalités à suivre.

4.4.4.2 Parasites

Le dénombrement des oocystes de *Cryptosporidium* et de kystes de *Giardia* dans l'eau a été normalisé par l'Afnor (NF T 90-455, juillet 2001).

L'analyse de ces parasites dans l'eau est précédée par une phase de concentration sur filtre, généralement menée sur le lieu de prélèvement. Il est généralement préconisé de filtrer 100 L mais, si l'eau est réputée chargée, ce volume peut être réduit. Le pompage peut notamment être arrêté en cas de colmatage du filtre. Dans des conditions épidémiques, 20 L peuvent être prélevés et la filtration peut être faite au laboratoire.

Au laboratoire, il est procédé à l'élution du matériel retenu sur le filtre. Les oocystes de *Cryptosporidium* et les kystes de *Giardia* sont ensuite capturés par des microbilles magnétiques recouvertes d'un anticorps anti-oocyste de *Cryptosporidium* ou anti-kyste de *Giardia*. Les oocystes et les kystes sont enfin révélés par immunofluorescence.

De plus en plus de laboratoires sont accrédités pour la recherche de *Cryptosporidium* et *Giardia* dans l'eau et des essais interlaboratoires existent. En 2004, une quinzaine de laboratoires déclaraient réaliser les analyses parasitologiques de *Cryptosporidium* et *Giardia* (données non publiées). En ce qui concerne *Cyclospora* et les microsporidies (en liste de seconde intention), un seul laboratoire s'était déclaré compétent mais réalisait exceptionnellement ces analyses.

Peu de laboratoires peuvent assurer le typage des souches, les tests de viabilité et d'infectivité. En ce qui concerne *Giardia*, il n'existe pas de test d'infectivité et le typage reste expérimental.

Les analyses parasitologiques sont faites par le laboratoire du contrôle sanitaire si celui-ci est compétent, c'est-à-dire accrédité, et s'il peut intervenir au moment où on le sollicite. Dans les autres cas et pour les prestations spécialisées (typage, infectivité), il s'agit de s'adresser au laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense qui réalisera ou se chargera de trouver la sous-traitance.

4.4.4.3 Virus

Si on met à part les entérovirus pour lesquels il existe des méthodes de culture cellulaire normées (Afnor T90-451), les analyses virales relèvent de méthodes moléculaires non normalisées.

D'après les résultats de l'enquête (données non publiées), 5 laboratoires ont déclaré réaliser des analyses virologiques de l'eau. Aucun ne recherche des norovirus. L'Afssa, laboratoire de Maisons-Alfort, est en mesure de réaliser les analyses sur l'ensemble des virus demandés.

Il n'y a pas de méthode d'analyse virale accréditée ni de perspectives de procédure d'accréditation à court terme. Un consensus peut être trouvé entre les laboratoires retenus pour tous les virus demandés sauf les norovirus dont les modalités d'analyse dépendent des résultats des analyses sur les selles. D'après von Bonsdorff [44], la recherche de norovirus dans les échantillons cliniques doit toujours précéder la recherche du virus dans les prélèvements environnementaux (eau) car l'identification des norovirus dans l'eau est basée sur la reconnaissance d'une séquence d'acides nucléiques identifiée sur la souche clinique.

Pour effectuer ces analyses, il s'agit de s'adresser au laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense qui réalisera ces analyses ou qui se chargera de trouver le laboratoire spécialisé.

4.4.5 Laboratoires, prise en charge des échantillons et financement

Concernant les laboratoires susceptibles d'effectuer les analyses, en pratique deux structures distinctes peuvent être sollicités :

- le laboratoire d'analyses d'eau agréé pour le contrôle sanitaire des eaux de consommation ou des eaux minérales naturelles par le ministère chargé de la Santé, compétent sur le secteur épidémique. Le recours à ce laboratoire est obligatoire pour les paramètres spécifiés dans le Code de santé publique (indicateurs utilisés en routine dans le cadre du contrôle réglementaire) et pour les pathogènes soumis à agrément (*Cryptosporidium* sp., *Giardia* sp. et *Salmonella* sp.) ;

- le laboratoire de la zone de défense agréé "Biotox-eaux" peut également intervenir, soit parce que le problème se produit en dehors des heures d'ouvertures du laboratoire agréé, soit en appui sur des certains paramètres. En effet, en ce qui concerne les analyses spécifiques, l'offre est rare, dispersée et difficilement mobilisable en urgence. Afin d'aider la Ddass à organiser la prestation analytique, l'Afssa et le réseau des laboratoires Biotox-eaux se sont accordés pour réaliser cette mission. Le laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense assurera la mise en œuvre des prestations non réalisées par le laboratoire du contrôle sanitaire, en recourant aux autres laboratoires du réseau Biotox et des laboratoires spécialisés.

Le réseau Biotox-eau

Il est un réseau de 10 laboratoires couvrant 10 zones de défense en métropole et dans les DOM-TOM (1 laboratoire/zone de défense). Il est animé par le Laboratoire d'études et de recherches en hydrologie (LERH) de l'Afssa et rend directement compte de son activité au bureau des eaux de la DGS ainsi qu'aux différentes Drass des zones de défense. La mission principale de ce réseau est d'intervenir en dehors des heures ouvrables sur le réseau d'eaux destinées à l'alimentation en cas d'interventions malveillantes ou accidentelles. Les laboratoires appliquent des protocoles adaptés à la recherche d'agents biologiques et/ou de paramètres physico-chimiques, sur le terrain et au laboratoire. Ils interviennent également pendant les heures ouvrables en appui des laboratoires du contrôle sanitaire lors de pollutions accidentelles. Une des spécificités de ce réseau est d'être mobilisable en permanence (24h/24, 7j/7) via une astreinte rémunérée par le ministère de la Santé. Une fois mobilisé dans le cadre de l'astreinte, le laboratoire effectue le déplacement sur le terrain, les prélèvements, les analyses *in situ*, les analyses au laboratoire et éventuellement le transfert pour analyse vers une autre structure spécialisée.

Les techniques analytiques employées pour la détection notamment des agents microbiologiques font appel à des techniques traditionnelles de culture (mise en évidence du caractère pathogène), des techniques moléculaires (PCR) analytiques ou quantitatives ou à des techniques immuno-enzymatiques. Outre la prise en charge de l'analyse d'échantillons environnementaux, une activité de recherche est soutenue par certains laboratoires qui participent à des études spécifiques en collaboration avec d'autres structures de recherches. La mise à jour des protocoles de détection sur des paramètres émergents impose une actualisation régulière des méthodologies à employer ainsi que leurs développements, le cas échéant, si elles n'existent pas à disposition. La formation des différents acteurs à ces techniques est indispensable ainsi que des exercices réguliers d'essais, de manière à maintenir les compétences des différents laboratoires. Dans ce cadre, des essais interlaboratoire ainsi que des exercices de simulation sont organisés régulièrement. Enfin, la diffusion d'informations, notamment celles concernant le "retour d'expérience" des laboratoires au cours des interventions, ainsi que la communication de données indispensables au bon fonctionnement du réseau se fait via l'intermédiaire de bilans d'activités annuelles en présence de la DGS et des Drass de chaque zone de défense.

Le réseau Biotox-eaux possède actuellement les structures nécessaires ainsi que les compétences pour répondre aux besoins d'une investigation microbiologique de l'eau, notamment pour la réalisation des prélèvements d'échantillons d'eau, la concentration sur le terrain et la détection de certains paramètres microbiologiques présentés dans le tableau 22. L'organisation de ce réseau évolue avec un protocole actualisé et la désignation de centres de compétences sur des techniques spécifiques.

Concernant la prise en charge des prélèvements, elle dépend du calendrier suivant :

- pendant les jours ouvrables : prélèvement par la Ddass ou par son laboratoire usuel ;
- en dehors des jours et heures ouvrables : laboratoire de la zone de défense.

Enfin, le financement des analyses est pris en charge par l'exploitant (PRPDE) en application de l'article R. 1321-17 du Code de la santé publique.

- 1) À confirmer l'exposition hydrique ;
- 2) À identifier et à qualifier (ponctuelle/diffuse/récurrente) la source de contamination ;
- 3) À identifier le point d'introduction dans le système de production/distribution ;
- 4) À prendre les mesures adaptées pour faire cesser l'exposition.

La distinction entre la phase exploratoire et la phase approfondie de l'enquête ne s'impose cependant pas comme pour les investigations épidémiologiques pour lesquelles le protocole diffère entre les deux phases. Les caractéristiques qui différencient la phase exploratoire et la phase approfondie de l'enquête environnementale sont :

4.5 ENQUÊTE ENVIRONNEMENTALE

Des trois composantes de l'investigation (épidémiologie, microbiologie, environnement), l'enquête environnementale est la priorité avec la recherche active de nouveaux cas car elle vise :

- 4.1 L'objectif. La soustraction de la population au danger est normalement acquise au terme de la phase exploratoire. Par exemple, le rôle de l'eau est probable et la population est protégée par des restrictions d'usage. Les conditions de la conta-

mination du réseau peuvent cependant ne pas être clairement identifiées. Ce sera l'objectif de la phase approfondie pour sortir de la crise (levée des restrictions d'usage...) et, à plus long terme, éviter les récides et éventuellement améliorer les règles de gestion sanitaire de la distribution.

4.2 Le rythme. L'urgence est passée. L'acquisition des informations utiles peut être plus systématique et les informations de meilleure qualité. Le facteur temps peut cependant intervenir à ce stade si la reprise de l'approvisionnement normal en eau est conditionnée par l'identification des conditions de la pollution.

4.3 La production d'un rapport.

À ce stade, les protagonistes de l'enquête environnementale deviennent cependant plus nombreux (tableau 14). Les éléments techniques de l'enquête environnementale sont donnés en sections "Signaux environnementaux" et "Investigation environnementale exploratoire".

4.6 CONCLURE

4.6.1 Fin d'alerte

Il n'existe pas, à ce jour, d'indicateur direct et spécifique permettant d'attester de façon opérationnelle (c'est-à-dire de façon sûre et économiquement vraisemblable) de l'absence de risque d'infection par de l'eau de distribution. Aussi convient-il, à la suite d'une épidémie, de déterminer les conditions du retour à la normale de façon pragmatique et au cas par cas, en particulier pour la levée de la restriction de consommation de l'eau du robinet et sa notification à la population desservie. Pour ce faire, il devra être tenu compte du fait que :

- la (ou les) cause(s) de la contamination ont été identifiées ;
- des mesures techniques appropriées ont été mises en place pour juguler cette (ou ces) source(s) de contamination ;
- une vérification analytique adéquate ne permet plus de déceler de contamination du réseau.

La mise en œuvre de ce dernier point n'est pas triviale car elle dépend de la nature du pathogène et du type de réseau.

Pour les bactéries, l'existence d'un résiduel de chlore associée à une turbidité inférieure à la limite de qualité (0,5 NFU) partout dans le réseau suffit à garantir l'absence de risque lié à la présence de bactéries d'origine fécale. Pour les virus, cette règle ne présente pas de garantie, notamment pour le norovirus qui s'avère très résistant. Keswick *et al.* (1985) [45] ont montré que des norovirus inoculés à des volontaires sains par ingestion d'une suspension chlorée restaient infectieux 30 minutes après l'injection de 3,75 mg Cl/L (5 volontaires

infectés sur 8) et qu'il fallait injecter 10 mg/L pour réduire sensiblement le pouvoir infectieux de l'inoculum (1 volontaire infecté sur 8)⁹. Enfin, la surchloration ne peut venir à bout des parasites et notamment de *Cryptosporidium* ; la recherche directe des kystes ou des oocystes est alors la seule manière de vérifier formellement la suppression du risque. Enfin, le pathogène a pu ne pas être mis en évidence, ou encore un deuxième pathogène présent n'a pas encore été mis en évidence (par exemple le virus de l'hépatite A ou E, les cas n'étant pas encore apparus à cause du temps d'incubation). En pratique, il faut s'en remettre à une règle générique : absence de turbidité et de bactérie indicatrices de contamination fécale et présence d'un résiduel de chlore en tout point du réseau ; avec comme condition supplémentaire pour une épidémie d'étiologie parasitaire, absence du parasite.

La consistance et la durée de la campagne d'échantillonnage nécessaire à la vérification de ces conditions ne peut être décidée de façon globale mais doit au contraire être décidée au cas par cas en fonction de l'étendue et du fonctionnement hydraulique du réseau. Pour mémoire, le temps de séjour maximal de l'eau dans un réseau de distribution publique peut aller de quelques heures à plusieurs semaines, selon sa taille, sa structure et son fonctionnement.

L'épidémie de cryptosporidiose de Dracy a été un cas particulièrement difficile avec un réseau maillé et un fonctionnement de type "distribution refoulement".

La décontamination de certaines parties du réseau ne peut efficacement être démontrée, comme celle des réseaux intérieurs. Des consignes de purge doivent être données aux particuliers avant levée des restrictions de consommation. Une vérification analytique n'est pas économiquement vraisemblable car elle ne peut pas procéder d'échantillonnage, un résultat obtenu sur un bâtiment n'étant représentatif que de sa propre situation.

Une surveillance renforcée, permettant la détection précoce de la survenue d'éventuels cas humains, doit être maintenue lors de la réouverture d'un système de distribution d'eau à l'origine de la survenue de cas humain. En outre, des indicateurs de l'efficacité des mesures de contrôle mises en place (chloration, mesures d'hygiène...) doivent être suivis. Il n'y a pas de durée consensuelle pour un tel suivi, mais elle est de l'ordre du mois.

Il est enfin utile de rappeler qu'aucune des 10 épidémies d'infections d'origine hydrique investiguées en France depuis 1998 n'a été suivie d'une reprise mesurable de la surincidence consécutive à la levée prématurée des restrictions ou la contamination résiduelle d'une partie du réseau concerné. À l'évidence, pour réduire le poids global que représentent les épidémies d'origine hydrique en France, l'effort prioritaire doit se concentrer sur la détection et la prise en charge précoce.

⁹ La première expérience voulait refléter des conditions normales d'exploitation américaine et la seconde un choc chloré consécutif à la pollution d'un réseau (apport de chlore et résiduel de chlore libre exprimés en mg Cl / L, d'après [45]) :

Injection	Teneur mesurée à t = 0	Teneur mesurée à t = 30 minutes
3,75	1-1,5	0
10	5-6	5-6

4.6.2 Degré de vraisemblance de l'origine hydrique

Plusieurs auteurs ont proposé une méthode d'évaluation du degré de vraisemblance de l'origine hydrique de l'épidémie en fonction des enquêtes pratiquées et de leurs conclusions [4,46]. Le tableau 24 donne la classification utilisée par le CDC aux États-Unis [4] et préconisée au terme d'un récent séminaire international d'experts [36]. On notera que

la preuve microbiologique (mise en évidence de la souche pathogène dans les selles des malades et dans l'eau) n'est pas prise en compte. Le degré de vraisemblance de l'origine hydrique des épidémies françaises est selon cette classification donnée en annexe 7. La comparaison d'incidence des épidémies d'origine hydrique entre pays reste difficile car les critères utilisés pour évaluer le degré de certitude de l'origine hydrique diffèrent sensiblement.

TABLEAU 24		DEGRÉ DE VRAISEMBLANCE DE L'ORIGINE HYDRIQUE D'UNE ÉPIDÉMIE (D'APRÈS BLACKBURN ET AL. [4])	
Classe	Information épidémiologique	Information sur l'eau	Fréquence d'occurrence US [5]
I	Adéquate ^a	Adéquate ^c	42 %
II	Adéquate	Non fournie ou inadéquate	10 %
III	Limitée ^b	Adéquate	45 %
IV	Limitée	Non fournie ou inadéquate	4 %

^a Données disponibles (exposés vs. non exposés) et risque relatif ou odds ratio ≥ 2 ou $p \leq 0,05$.

^b Données disponibles mais ne remplissant pas les critères a ou données non fournies mais enquête concluant à l'absence d'autres expositions communes hormis l'eau.

^c Données d'exploitation (par exemple panne de chloration, rupture de canalisation) ou analytiques (par exemple *E.coli* dans l'eau distribuée) adéquates.

5. Recommandations

À l'issue de l'analyse des rapports d'investigation des épidémies survenues en France et des travaux du groupe de travail rassemblé par l'InVS, plusieurs recommandations peuvent être émises. On

distingue les recommandations opérationnelles (tableau 25) et les recommandations concernant la recherche et développement (tableau 26).

5.1 RECOMMANDATIONS À CARACTÈRE OPÉRATIONNEL

TABLEAU 25 RECOMMANDATIONS À CARACTÈRE OPÉRATIONNEL			
Thème/étape	Destinataire	Recommandation	Bénéfice de santé publique escompté
Préparation	Exploitants	Conserver et archiver les données d'exploitation (enregistrement de mesures de turbidité...)	+
Préparation	Exploitants /Ddass	Définir les événements d'exploitation indiquant un risque épidémique à signaler sans délai à la Ddass	++
Signalement	Exploitants	Signaler immédiatement les pannes de désinfection > 2 heures et les ruptures de canalisation de diamètre > 200 mm	+
Signalement	Exploitants	Signaler immédiatement les plaintes groupées évoquant une pollution organique	++
Signalement	Médecins pharmaciens	Promouvoir le signalement de cas groupés GEA ou de l'augmentation anormale de ventes d'anti-diarrhéiques	+
Enquête exploratoire	Ddass	Rapprocher précocement les enquêtes environnementale et épidémiologique	++
Enquête exploratoire	Ddass, santé environnement	Provoquer la rencontre précoce de la Ddass avec l'exploitant	++
Microbiologie selles	Médecins professionnels	Prescrire des analyses de selles en situation épidémique	++
Microbiologie de l'eau	Ddass ou Exploitant	Effectuer des prélèvements d'eau dès qu'il existe une suspicion de cas groupés d'origine hydrique	+
Microbiologie de l'eau	Afssa/réseau Biotox-eaux	Prendre en charge techniquement les prélèvements et les analyses d'eau pour la recherche des pathogènes	+
Enquête descriptive	InVS	Exploiter les données de l'AM pour évaluer en différé le nombre de cas médicalisés	
Surveillance des épidémies	InVS	Contribuer à l'investigation et la production de rapports d'investigation standardisés et réaliser périodiquement une synthèse	+

5.2 AXES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

TABLEAU 26 AXES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT			
Thème/étape	Destinataire	Recommandation	Bénéfice de santé publique escompté
Surveillance	InVS, agences	Surveiller les pollutions accidentelles des eaux d'alimentation	+
Signalement	Exploitants/Ddass/Min./Agences	Spécifier les événements d'exploitation indiquant un risque épidémique et les indicateurs de ces événements	++
Signalement	InVS	Faisabilité d'une utilisation de l'absentéisme scolaire pour l'alerte	+
Signalement	Cire volontaire	Utilisation des données de vente des officines pour l'alerte	+
Microbiologie selles	InVS, DGS	Constituer une procédure administrative pour la prescription d'actes de santé publique en particulier pour l'analyse de selles à visée épidémiologique	++
Microbiologie de l'eau	Afssa/réseau Biotox-eaux	Adaptation à l'investigation d'épidémie d'une stratégie de recherche et de typage des pathogènes dans l'eau ; standardisation et diffusion des méthodes	++

Références bibliographiques

- [1] Campese C, Coulombier D, De Valk J, Empereur-Bissonnet P, Gastellu-Etchegorry M, Germonneau P *et al.* L'alerte sanitaire en France - Principes et organisation - Institut de veille sanitaire, editor. 2005. Saint-Maurice.
- [2] Chin J. Control of Communicable Diseases Manual. 17th Edition ed. American Public Health Association, 2000.
- [3] Langmuir AD. The surveillance of communicable diseases of national importance. N Engl J Med 1963;268:182-92.
- [4] Blackburn BG, Craun GF, Yoder JS, Hill V, Calderon RL, Chen N *et al.* Surveillance for waterborne-disease outbreaks associated with drinking water--United States, 2001-2002. MMWR Surveill Summ 2004; 53:23-45.
- [5] Craun MF, Craun GF, Calderon RL, Beach MJ. Waterborne outbreaks reported in the United States. J Water Health 2006; 4 Suppl 2:19-30.
- [6] Nedellec V, Jouan M, Ledrans M, Tricard D. Pollutions accidentelles des eaux d'alimentation en France. Rapport du Réseau national de santé publique et du ministère du Travail et des Affaires sociales. 1-46. 1996.
- [7] Curriero FC, Patz JA, Rose JB, Lele S. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. Am J Public Health 2001; 91:1194-9.
- [8] Tillaut H, Encrenaz N, Checlair E, Alexandre-Bird A, Gomes Do Esperito Santo E, Beaudreau P. Epidémie de gastro-entérite, Isère, novembre 2002. BEH 2004;3-4.
- [9] Beaudreau P. Impact sanitaire d'un accident sur le réseau d'adduction en eau potable du Havre, d'une panne de désinfection à Fécamp et de 4 épisodes de turbidité dans des secteurs ruraux (Seine-Maritime, 1998). Rapport de la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de Seine-Maritime et du Laboratoire d'études et d'analyses de la ville du Havre. 1-20. 1999. Le Havre, Ville du Havre.
- [10] Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE *et al.* Massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public water supply. New England Journal of Medicine 1994;331:161-7.
- [11] Mansotte F, Beaudreau P. Impact sanitaire d'une coupure d'eau accidentelle au Havre et d'une panne de désinfection à Fécamp (Seine-Maritime). BEH 1999;167-9.
- [12] Beaudreau P, Payment P, Bourderont D, Mansotte F, Boudhabay O, Laubiès B *et al.* A time series study of anti-diarrheal drug sales and tap-water quality. Int J Environ Health Res 1999; 9:293-311.
- [13] Cournot M, Hemery C, Gally A. Épidémie de gastro-entérites à germes multiples liées à la consommation de l'eau de distribution. Gourdon, Lot (46). Août-septembre 2000. Rapport de la Drass Midi-Pyrénées, Cire Sud-Ouest et InVS. 1-48. 2001. Saint-Maurice, France, InVS.
- [14] Duchemin J. Épidémie hydrique : une shigelle dans l'eau potable. BEH 1993;205-6.
- [15] Hrudey SE, Hrudey EJ, Pollard SJ. Risk management for assuring safe drinking water. Environ Int 2006; 32:948-57.
- [16] Deshayes F, Schmitt M. Pollution du réseau d'eau potable à Strasbourg et survenue concomitante de gastro-entérites, mai 2000. BEH 2001;5-7.
- [17] LeChevallier MW, Gullick RW, Karim MR, Friedman M, Funk JE. The potential for health risks from intrusion of contaminants into the distribution system from pressure transients. J Water Health 2003;1:3-14.
- [18] Di Palma M, Carbonel S, Beaudreau P, Checlair E, Gally A. Épidémie de gastro-entérites à Cryptosporidium, Dracy-le-Fort, Saône et Loire, septembre 2001. Rapport de l'InVS. 1-72. 2003. Saint-Maurice.
- [19] Cellule interrégionale d'épidémiologie Rhône-Alpes, InVS. Épidémie de gastro-entérite liée à la pollution du réseau de distribution d'eau potable de la commune de Divonne-les-Bains, Ain, août-septembre 2003. -36. 2003. Lyon.
- [20] Lamandé S, Albaladéjo H. Sectorisation des réseaux d'eau potable. T S M -l'eau 2002;31-41.

- [21] Zmirou D, Ferley JP, Collin JF, Charrel M, Berlin J. A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. *Am J Public Health* 1987;77:582-4.
- [22] Haas CN, Rose JB, Gerba CP. Quantitative microbial risk assessment. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [23] Anon. Mise en œuvre de la méthode HACCP dans l'activité de production-distribution d'eau destinée à la consommation humaine. Guide sectoriel. Maîtrise du risque sanitaire. 2002. Syndicat professionnel des distributeurs d'eau (SPDE).
- [24] Davison A, Howard G, Stevens M, Callan P, Fewtrell L, Deere D *et al.* Water safety plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer. Geneva: World Health Organization, 2005.
- [25] Ministère de la Santé et des Solidarités. Les systèmes d'alimentation en eau potable. Évaluer leur vulnérabilité. Ministère de la Santé et des Solidarités, editor. 1-103. 2007. Paris.
- [26] Institut de veille sanitaire, ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Épidémie de gastro-entérites à germes multiples liées à la consommation de l'eau de distribution, Gourdon, Lot (46). 1-48. 2000.
- [27] Galloway A, Vaillant V, Bouvet P, Grimont P, Desenclos JC. How many foodborne outbreaks of *Salmonella* infection occurred in France in 1995? Application of the capture-recapture method to three surveillance systems. *Am J Epidemiol* 2000; 152:171-7.
- [28] Beaudou P, Bounoure F. Évaluation épidémiologique d'indicateurs d'incidence des gastro-entérites fondés sur les données de l'Assurance Maladie. [Epidemiological valuation of indices of gastro-enteritis based upon French Health Insurance data]. *Environnement, Risques & Santé* 2006; 5:373-82.
- [29] Beaudou P, Mouly D, Lauzeille D. Détection précoce automatisée des épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique à partir des données de vente ou de remboursement des médicaments. Étude de faisabilité : Choix des données sanitaires et des départements pilotes [Early detection of waterborne gastroenteritis outbreaks based on drug sale or refunding data. Feasibility study: choice of the data and pilot counties] Rapport. InVS, editor. 2006. Saint-Maurice.
- [30] Di Palma M, Carbonel S, Beaudou P, Checlair E, Galloway A. Épidémie de gastro-entérites à *Cryptosporidium*, Dracy-le-Fort, Saône et Loire, septembre 2001. Rapport de la Drass de Bourgogne, de la Cire Dijon et de l'InVS. 1-72. 2003. Saint-Maurice.
- [31] Eckner KF. Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the colilert and enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, *Escherichia coli*, and enterococci used in drinking and bathing water quality monitoring in southern Sweden. *Appl Environ Microbiol* 1998;64:3079-83.
- [32] Macy JT, Dunne EF, Ngoran-Benie YH, Kamelan-Tano Y, Kouadio L, Djai KA *et al.* Comparison of two methods for evaluating the quality of stored drinking water in Abidjan, Côte d'Ivoire, and review of other comparisons in the literature. *J Water Health* 2005;3:221-8.
- [33] Diulus D, Mantey K. Investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës sur la zone de Pulligny (Meurthe-et-Moselle). Rapport de la Drass Lorraine, la Ddass de Meurthe-et-Moselle, la Cire Est et l'InVS. 1-35. 2006. Saint-Maurice, France, InVS.
- [34] Poullis DA, Attwell RW, Powell SC. The characterization of waterborne-disease outbreaks. *Rev Environ Health* 2005;20:141-9.
- [35] Herikstad H, Yang S, Van Gilder TJ, Vugia D, Hadler J, Blake P *et al.* A population-based estimate of the burden of diarrhoeal illness in the United States: FoodNet, 1996-7. *Epidemiol Infect* 2002;129:9-17.
- [36] Roy SL, Scallan E, Beach MJ. The rate of acute gastrointestinal illness in developed countries. *J Water Health* 2006; 4 Suppl 2:31-69.
- [37] Volatier JL. Enquête INCA individuelle et nationale sur les consommations alimentaires. Paris: Éditions Tec & Doc, 2000.
- [38] Beaudou P, Zeghnoun A, Ledrans M, Volatier JL. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine : résultats tirés de l'enquête INCA1. *Environnement, Risques & Santé* 2003; 2:147-58.
- [39] Flahault A, Garcia A, Dorléans Y, Lepont F, Massari V, Hanslik T *et al.* Surveillance épidémiologique du réseau sentinelle. Janvier-décembre 2003. Inserm, editor. 1-99. 2004. Paris.
- [40] Beaudou P, Bonmati C, Boudhabay O, Bourderont D, Delmas V, Gayon F *et al.* De l'usage de la consommation médicamenteuse pour la surveillance des effets sanitaires de la pollution atmosphérique au Havre. *Pollution atmosphérique* 1994;3:133-42.

- [41] Beaudreau P, Bounoure F, Genet M. Procédure d'estimation de l'incidence des gastro-entérites aiguës à partir des bases de données de l'Assurance maladie. [A method for assessing acute gastro-enteritis incidence from French Health Insurance databases]. Rev Med Ass Maladie 2006.
- [42] Boussard E, Flahault A, Vibert JF, Valleron AJ. Sentiweb: French communicable disease surveillance on the World Wide Web. BMJ 1996; 313:1381-2.
- [43] Teunis PF, Nagelkerke NJ, Haas CN. Dose response models for infectious gastroenteritis. Risk Anal 1999;19:1251-60.
- [44] von Bonsdorff CH, Maunula L. Microbiology and the investigation of waterborne outbreaks: typing of Norwalk-like virus. In: Hunter PR, Waite M, Ronchi E, editors. Drinking water and infectious disease establishing the links. London: CRC Press, 2003:79-85.
- [45] Keswick BH, Satterwhite TK, Johnson PC, DuPont HL, Secor SL, Bitsura JA *et al.* Inactivation of Norwalk virus in drinking water by chlorine. Appl Environ Microbiol 1985;50:261-64.
- [46] Tillett HE, de Louvois J, Wall PG. Surveillance of outbreaks of waterborne infectious disease: categorizing levels of evidence. Epidemiol Infect 1998; 120:37-42.

1. Exemples de questionnaires
 - a. Enquête exploratoire auprès des médecins
 - b. Enquête de cohorte
 - c. Enquête environnementale : interview de l'exploitant
2. Utilisation des ventes de médicaments
 - a. Liste de médicaments utiles, statut (conseil/vignetté/remboursé) et ventes en France
 - b. Conversion de ventes de médicaments en nombre de cas cliniques
3. Analyses de selles
 - a. Annuaire des CNR
 - b. Annuaire des laboratoires hospitalier du réseau Crypto-ANOFEL
 - c. Conditions de transport des échantillons de selle
4. Recommandations de conditions d'utilisation d'une eau contaminée par des cryptosporidies en usage domestique ou familial (source : Afssa)
5. Tableau d'orientation étiologique des gastro-entérites et autres infections à transmission hydrique
6. Exemples de courbes épidémiques et aide à l'interprétation
7. Bilan des épidémies investiguées en France, 1998-2006
8. Agents pathogènes mis en évidence lors d'épidémies d'origine hydrique rapportées aux États-Unis, au Canada et en Angleterre et Pays de Galles.
9. Statistiques sur les pollutions fécales de l'eau d'alimentation par département, 2003-2004
 - a. Nombre d'unités de distribution par classe de taille
 - b. Nombre de pollutions fécales par niveau de concentration et par taille d'UD

SITES INTERNET D'INTÉRÊT			
Producteur	Nom	Adresse	Intérêt
Monash University, Australia	Health Stream	http://www.waterquality.crc.org.au/hs/hscurrent.htm	Revue trimestrielle de veille événementielle et bibliographique « eau et santé » avec résumés long et critique des ppx articles
OMS		http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html	Guidelines for Drinking-water Quality, third edition (version F en préparation)
		http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html	Water Safety Plan (version anglaise)
InVS		http://www.invs.sante.fr/publications/default.htm	Rapports dont les rapports d'investigation d'épidémie
Inserm, U707	Réseau Sentinelle	http://rhone.b3e.jussieu.fr/senti/	Incidence hebdomadaire des diarrhées médicalisées en France et par région

Annexe 1a. Exemple de fiches de recueil auprès des médecins et des laboratoires

(fiches utilisées pour l'investigation à Divonne, août 2002)

Si l'ensemble des données listées dans les tableaux ci-dessous n'est pas facilement disponible, il faut privilégier le recueil des informations sur le nombre de cas et le nombre de consultations (1er tableau) et les 1ères informations du 2ème tableau (coordonnées des patients et adresse précise, date de la maladie). Les informations cliniques et les résultats d'éventuelles analyses pourront être recueillis secondairement en interrogeant le patient.

Il pourra être demandé au médecin de décrire globalement les principaux tableaux cliniques.

FICHE DE RECUEIL DES DONNÉES DE CONSULTATIONS MÉDICALES TOTALES ET POUR GASTRO-ENTÉRITE AIGÜES (GEA) (DONNÉES AGRÉGÉES)

TABLEAU DU NOMBRE QUOTIDIEN DE CONSULTATION		18/8	19/8	20/8	21/8	22/8	23/8	24/8	25/8	26/8	27/8	28/8	29/8	30/8	31/8	1/9	2/9	3/9	4/9	5/9
Dr	Gastro-entérite																			
	Total consultations																			
		6/9	7/9	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9	16/9	17/9	18/9	19/9	20/9				
Dr	Gastro-entérite																			
	Total consultations																			

FICHE DE RECUEIL DES DONNÉES DE CONSULTATIONS MÉDICALES POUR GEA (DONNÉES INDIVIDUELLES)

Nom du médecin traitant :

Date :

Numéro patient	
Nom	
Prénom	
Âge	
Sexe	
Adresse (ville, quartier, rue)	
Date début signes	
Diarrhée	
Diarrhée sanglante	
Vomissement	
Douleurs abdominales	
Fièvre	
Examen de selles (O/N) résultats	
Autres symptômes	
(préciser)	

FICHES DE RECUEIL DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE SELLES AUPRÈS DES LABORATOIRES

Nom du biologiste :

Date :

Nom	
Prénom	
Adresse précise	
Sexe	
Âge	
Prescripteur	
Type prélèvement	
Date prélèvement	
Résultats	

Annexe 1b. Exemple de questionnaire foyer pour une enquête de cohorte

(adapté du questionnaire utilisé lors de l'investigation de l'épidémie survenue à Dracy-le-Fort en septembre 2001)

FICHE FOYER FAMILLE

Nom de l'enquêteur :

N° Foyer : [][][][][]

N° de téléphone [][][][][][] [][][][]

Habitez-vous (la personne habite t'elle) la majorité de l'année à cette adresse ? ☐ 1- OUI ☐ 2- NON

(si **non**, critère d'exclusion, vérifier si c'est le cas pour toutes les personnes du foyer)

Combien de personnes vivent dans le foyer : [][]

Combien de personnes résidentes au foyer étaient-elles présentes au moins un jour durant le mois de septembre?

Nombre de personnes : [][]

(Si 0, critère d'exclusion, arrêter le questionnaire pour tout le foyer et remercier)

Nom de rue, N° , étage :

(vérifier si la commune est bien **Dracy-le-Fort**, vérifier l'adresse pré-saisie))

SUIVI DE L'ENQUÊTE – MISE À JOUR

date du 1^{er} appel [][][][][][][][]

Résultat :

☐ Refus

☐ Dossier clos

☐ Dossier incomplet

☐ Pas de réponse

☐ Rappeler à la date du [][][][] à [][] h [][]

☐ N° de téléphone à rappeler si différent [][][][][][][][][]

☐ Foyer exclu (n° non attribué, entreprise)

date du 2^e appel [][][][][][][][]

Résultat :

☐ Refus

☐ Dossier clos

☐ Dossier incomplet

☐ Pas de réponse

☐ Rappeler à la date du [][][][] à [][] h [][]

☐ N° de téléphone à rappeler si différent

☐ Foyer exclu (n° non attribué, entreprise)

date du 3^e appel

Résultat :

☐ Refus

☐ Dossier clos

☐ Dossier incomplet

☐ Pas de réponse

☐ Rappeler à la date du à h

☐ N° de téléphone à rappeler si différent

☐ Foyer exclu (n° non attribué, entreprise)

Exemple de questionnaire "sujet" pour une enquête de cohorte

(adapté du questionnaire utilisé lors de l'investigation de l'épidémie survenue à Dracy-le-Fort en septembre 2001)

FICHE SUJET

Date de l'entretien :

Caractéristiques du foyer

N° du foyer N° personne

Données démographiques

Nom : Prénom :

Age : (ans)

Age : (en mois si enfant < 1 an)

Sexe : M ☐ F ☐

1. Depuis combien de temps résidez-vous (la personne réside t-elle) à Dracy le Fort ? années mois

Le but de cette question est d'explorer une éventuelle immunité de la personne interrogée vis-à-vis de l'agent pathogène en cause dans l'épidémie investiguée. En effet, il a été rapporté dans certaines épidémies d'origine hydrique que les taux d'attaque étaient beaucoup plus élevés parmi les non résidents de la commune desservie par l'UD contaminée que parmi les non résidents (touristes, personnes résidants dans des communes voisines mais travaillant dans cette commune, etc.). Ceci s'expliquait par le fait que l'UD contaminée lors de cette épidémie avait déjà été contaminée auparavant par le même agent et ces contaminations antérieures avaient induit une immunité d'une partie de la population résidente précédemment exposée. Ces personnes ne développaient donc pas la maladie même si elles avaient consommé de l'eau contaminée.

2. Vous êtes-vous absenté (la personne s'est-elle absentée >1 jour) pendant le mois de septembre ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 - Non

Si oui, à quelle période étiez-vous absent (préciser les dates) du au

Le but de cette question est de s'assurer que la personne interrogée a bien été exposée à l'eau suspectée pendant la période supposée de contamination explorée.

Information sur l'exposition a l'eau :

3. Votre habitation est-elle alimentée en eau par :

Le réseau de la ville ☐

un puits privé ☐

les deux ☐

4. Avant le 20 septembre [cette date correspond à date de prise des mesures de contrôle]

- Avez-vous (la personne a-t-elle) bu de l'eau du robinet ?

nb de verres/jour (1/2 litre = 3 verres, 1 litre = 7 verres, 1.5 litre = 10 verres)

(pour 1 verre = 15cl)

☐ 1 – Jamais

☐ 2 – Parfois : Nombre de verres /jr

☐ 3 – Exclusivement : Nombre de verres /jr

- Avez-vous (la personne a-t-elle) bu de l'eau en bouteille ?

☐ 1 – Jamais

☐ 2 – Parfois

☐ 3 – Exclusivement

- Avez-vous (la personne a-t-elle) :

- consommé des crudités lavées avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé du thé ou du café préparés avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des boissons allongées d'eau du robinet (dilution d'un jus de fruit par exemple) ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des glaçons préparés avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des aliments dans lesquels de l'eau du robinet a été incorporée, consommés sans cuisson après l'addition d'eau (exemple, soupe trop chaude refroidie par l'addition d'eau froide) ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- utilisé l'eau du robinet pour le lavage de la vaisselle à la main ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- lavé vos dents avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

5. Après le 20 septembre [cette date correspond à date de prise des mesures de contrôle],

-Avez-vous (la personne a-t-elle) bu de l'eau du robinet ?

☐ 1 – Jamais

☐ 2 – Parfois : Nombre de verres

☐ 3 – Exclusivement Nombre de verres

Si parfois ou exclusivement, l'eau a-t-elle été bouillie ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- avez-vous (la personne a-t-elle) bu de l'eau en bouteille

☐ 1 – Jamais

☐ 2 – Parfois

☐ 3 – Exclusivement

- Avez-vous (la personne a-t-elle) :

- consommé des crudités lavées avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé du thé ou du café préparés avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des boissons allongées d'eau du robinet (dilution d'un jus de fruit par exemple) ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des glaçons préparés avec l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- consommé des aliments dans lesquels de l'eau du robinet a été incorporée, consommés sans cuisson après l'addition d'eau (exemple, soupe trop chaude refroidie par l'addition d'eau froide) ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- utilisé l'eau du robinet pour le lavage de la vaisselle à la main ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

- lavé vos dents avec de l'eau du robinet ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non ☐ 3 Ne sait pas

6. Avez-vous (la personne a-t-elle) été informé sur les mesures de restriction d'usage de l'eau ?

☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si "OUI", avez-vous été (la personne a-t-elle) été informé par :

La radio ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

La télévision ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

La presse ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Une lettre ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

L'affichage en mairie ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Autres : ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Préciser :

Informations sur l'état de santé

7. Pendant le mois de septembre avez-vous (la personne a-t-elle) eu ?

De la diarrhée ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si oui, nombre de selles liquides maximum par jour : / jour

Si oui, y avait-il du sang dans les selles : ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Vomissements ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Douleurs abdominales ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Nausées ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Fièvre (>38°) ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Maux de tête ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Perte d'appétit ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Perte de poids ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

D'autres symptômes ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si oui lesquels :

Si la réponse est "non" à tous ces symptômes passer à la question 16

8. A quelle date sont apparus les premiers symptômes ? :

9. Des symptômes persistent-ils aujourd'hui ? : ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si Oui, préciser lesquels :

Diarrhée ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Vomissements ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Douleurs abdominales ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Nausées ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Fièvre (>38°) ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Maux de tête ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Perte d'appétit ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Perte de poids ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

D'autres symptômes ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si oui lesquels :

Si vous êtes guéri, combien de jours avez-vous été malade ? : jours

10. Avez-vous (la personne a-t-elle) consulté un médecin pour ces symptômes ? Oui ☐ Non ☐

Si oui préciser la ou les dates (si plusieurs consultations) et les coordonnées du ou des médecins :

- Consultation 1

date 1 médecin 1 :

- Consultation 2

date 2 médecin 2 :

- Consultation 3

Date 3 médecin 3 :

11. Avez-vous (la personne a-t-elle) pris des médicaments pour cet épisode ?

☐ 1 – Oui ☐ 2 – Non

Si oui (plusieurs réponses possibles) :

11a Ces médicaments étaient-ils des médicaments prescrits par votre médecin?

☐ 1 – Oui ☐ 2 – Non

Si oui, précisez quels médicaments :

.....
.....
.....
.....

11b Ces médicaments étaient-ils des médicaments achetés à la pharmacie sans prescription médicale?

☐ 1 – Oui ☐ 2 – Non

Si oui, précisez quels médicaments :

.....
.....
.....
.....

11c Ces médicaments étaient-ils des médicaments que vous aviez déjà dans l'armoire à pharmacie familiale ?

☐ 1 – Oui ☐ 2 – Non

Si oui, précisez quels médicaments :

.....
.....
.....
.....

12. Avez-vous (la personne a-t-elle) eu un examen des selles ?

☐ 1 - Oui..... ☐ 2 – Non

Si oui

- coordonnées du laboratoire (nom et commune):

- Quel était le résultat des examens réalisés sur les selles ?

☐ Positif Nom du microbe :

☐ Négatif

☐ Ne sait pas

13. Avez-vous (la personne a-t-elle) interrompu vos (ses) activités quotidiennes (loisirs, écoles, travail) en raison de ces symptômes ?

☐ 1 – Oui Combien de jours : ☐ 2 – Non

14. Avez-vous été (la personne a-t-elle été) alité(e) en raison de ces symptômes ?

☐ 1 – Oui Combien de jours : ☐ 2 – Non

15. Avez-vous (la personne a-t-elle) été hospitalisé pour ces symptômes ? ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

Si OUI, date : Nom de l'hôpital

Service

Combien de temps avez-vous (la personne a-t-elle) été hospitalisé : jours

16. Avez-vous (la personne a-t-elle) une maladie chronique pour laquelle vous êtes (elle est) suivi(e) régulièrement ?

☐ 1 – Oui, précisez ☐ 2 – Non

17. Prenez vous ?:

- des anti-acides ou des anti-ulcéreux ? ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

si oui, lequel

- des corticoïdes (cortisone) en traitement prolongé (supérieur à 1 mois) ? ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

si oui, préciser la voie d'administration : par voie orale ou par inhalation

- un autre traitement prolongé : ☐ 1 - Oui ☐ 2 – Non

si oui, lequel :

A la fin du questionnaire penser à questionner les autres sujets du foyer

A la fin du dernier questionnaire rempli, remercier la personne pour sa collaboration et indiquer que les résultats feront l'objet d'une communication publique à la fin du mois d'octobre

Annexe 1c. Investigations environnementales exploratoires : grille d'entretien avec l'exploitant

Événements à renseigner, informations à recueillir	Autres sources d'information Commentaires
Question ouverte : événements d'exploitation AEP susceptibles d'être en rapport avec l'épidémie, ou de causer une contamination fécale de l'eau distribuée ?	
Sécurité des installations, vigilance de l'exploitant : - périodicité des visites des installations - alarmes - astreintes	
Plaintes récentes (pendant la PSE) de consommateurs ? - nombre de plaintes, aggrégat spatio-temporel - nature des plaintes (évoquent une pollution organique ?) - jours d'émission - adresse des plaignants (notamment des premiers plaignants si aggrégat)	Mairie Retour d'eau usée ?
Interprétation conjointe de tout résultat non conforme ou suspect (changements de niveau du paramètre) enregistrés dans les analyses réglementaires des 3 derniers mois (microbio, turbidité, chlore résiduel, autres ; dans eaux brute, traitée, distribuée)	
• Plan actualisé des installations (captage/traitement/distribution)	
• Main courante d'exploitation (captages/traitement/réseau, réservoirs et ensemble des ouvrages)	
• Registre des plaintes	Obligation depuis Vigipirate
La ressource	A explorer si l'hypothèse d'une pollution de la ressource n'est pas écartée
Ressources habituelles et ressources utilisées pendant la PSE ? Si changement : date et nature des changements.	
Pour chacune des ressources actives pendant la PSE : - secteur de l'UD alimenté par la ressource pendant la PSE (si l'UD est alimentée en plusieurs points) - vulnérabilité de la ressource : qualité microbiologique habituelle, turbidité, sensibilité aux précipitations - protection de la ressource : date DUP, sources de pollution connues, date de dernière visite du captage	
Connaissance d'un déversement accidentel sur le bassin d'alimentation du captage ?	Pompiers, gendarmerie
Conjoncture météorologique : précipitations aux cours des jours, de la semaine et du mois précédant la PSE	MétéoFrance Si inondations, quid des autres installations situées en zone inondable ?
Conjoncture agricole : période d'épandage des lisiers et fumiers	Agriculteurs, Ddaf, Chambre d'Agriculture, visite de terrain
• Enregistrement de turbidité eau brute, autres mesures analytiques d'intérêt (conductivité ; pH si eau de surface...) • Production par captage et par unité de traitement durant la PSE	
Le traitement	A explorer si l'hypothèse d'une pollution de la ressource n'est pas écartée
Filière habituelle et filière utilisée pendant la PSE ? Si changement : date et nature des changements.	
Evaluation conjointe de la qualité de l'eau brute (microbio, turbidité, autre), de sa variabilité et de l'aptitude du traitement à assurer sa correction en tout temps	Données du contrôle réglementaire
Désinfection : - nature du désinfectant utilisé en post désinfection - pannes pendant la PSE et le dernier mois : dates et heures de début et de fin, ou si inconnues, date de début supposée, à défaut de début possible (= date du dernier contrôle) - demande en chlore inhabituellement élevée durant la PSE ? - changement récent (< 3 mois) de désinfectant ?	

Événements à renseigner, informations à recueillir	Autres sources d'information Commentaires
Clarification : - traitement mis en œuvre pendant la PSE : absence/filtration rapide sur sable/idem avec coagulation sur filtre/coagulation-floculation-décantation/membrane/autre - variation du pH de l'eau brute (ressource de surface) - changement récent (<3 mois) de réactif	Evoque un problème de clarification
• Enregistrements de la teneur en désinfectants (sortie usine)	
• Enregistrement de turbidité eau traitée ou étape intermédiaire (ex. sortie décanteur), autres mesures (COT, pH, conductivité)	
La distribution	
Interconnexion avec d'autres UD pendant la PSE ?	
Structure et fonctionnement du réseau : réseau hiérarchisé vs. maillé ? Distribution vs. distribution-refoulement ?	d'incertitude sur évolution de la pollution dans le réseau
Temps de séjour en différents points du réseau (1er robinet, secteurs épidémiques, extrémités)	
Présence d'un réservoir entre l'usine et le 1er robinet ?	Temps de séjour, « tamponnage » d'un défaut temporaire de chloration
Inspection et nettoyage des réservoirs (date de dernière intervention pour chaque réservoir)	
Protection contre les retours d'eau, notamment installations à risque (réseaux internes de stations d'épuration, d'industries...)	Exploitant eau usée, industriel, visite de terrain
Pratiques de soutirage intensif aux bornes et poteaux d'incendie : pompiers (incendies, tests), resquilleurs. En général et durant la PSE.	Risque de dépression et de retour d'eau ?
Rupture de canalisation (diamètre, débit de fuite, sol saturé en eau ?, proximité d'égouts, état des collecteurs...) ; En général et durant la PSE. Interventions sur réseau et travaux ? En général et durant la PSE.	Exploitant eau usée
• Enregistrements de la teneur en désinfectants (entrée ou sortie des réservoirs, réseau)	

Légende : • document consultable ; PSE : Période supposée d'exposition. Si l'épidémie est constituée, le début de la PSE = date de début de l'épidémie - 7 jours. La PSE doit être adaptée à la durée d'incubation de l'agent infectieux (ex. Hep A) et décalé du temps de séjour de l'eau dans le système avant distribution au premier robinet.

Annexe 2a. Principaux médicaments prescrits pour GEA : liste des 50 spécialités remboursables les plus vendues en France (2006) et des solutés de réhydratation orale

Le tableau ci-dessous correspond aux médicaments les plus vendus pour le traitement des GEA en France et enregistrés par le Régime Général de l'Assurance Maladie. Les spécialités sont classées en fonction du nombre de boîtes qui ont été remboursées en 2006 (source MEDIC'AM 2006, site Internet : <http://www.ameli.fr/>). Les spécialités dont le taux de remboursement est passé à 0% pendant l'année 2006 figurent dans cette liste et sont identifiables par leur statut de remboursement. Les données statistiques pour les spécialités non remboursées ne sont pas disponibles, par conséquent les médicaments conseils vendus pour traiter les GEA ne figurent pas dans cette liste. Des enquêtes en pharmacie ont montré que 10 à 15% des cas de GEA (hors période épidémique) vont directement chercher leur traitement à la pharmacie sans passer chez le médecin. Cette population de malades n'est donc pas identifiable par un système de détection basé sur une liste de médicaments remboursables.

La liste des médicaments associe à chaque nom de spécialité :

- son code CIP ;
- son nom de classe thérapeutique (correspondant à la classe ATC) ;
 - spam = spasmolytiques,
 - ads = adsorbants,
 - emet = antiémétiques,
 - rt = ralentisseurs du transit intestinal,
 - pm = produits microbiens,
 - sept = antiseptiques intestinaux

- son statut de prise en charge financière par l'Assurance Maladie (remb = remboursé, nr = non remboursé + date d'application). Ce champ permet d'identifier les classes de médicaments (PM) qui ne sont plus remboursés depuis 2006 ou ne le seront plus à partir de 2008 (sept) ;
- le nombre de boîtes remboursées par l'AM en 2006 ;
- son classement établi en fonction du nombre de boîtes vendues en 2006 ;
- sa priorité : ce champ permet d'identifier les principales spécialités à prendre en compte lors d'une investigation épidémiologique effectuée à partir des données de ventes en officines. Les spécialités sont codées de 0 (importance maximum) à 2 (importance moindre). Ce codage doit permettre en pratique de prioriser les spécialités à rechercher pour estimer un nombre de cas de GEA et de disposer d'une liste plus ou moins longue en fonction de la disponibilité des enquêteurs.

En complément des spécialités listées dans le tableau, les solutés de réhydratation orale (SRO), sont particulièrement adaptés à la prise en charge du nourrisson et doivent également être recherchés lors d'une investigation d'épidémie de GEA. Depuis 2003, ces SRO figurent sur la Liste des Produits et Prestations Remboursables de l'assurance maladie (code LPPR 1175983) et correspondent aux produits suivants :

Adiaril®, Alhydrate®, Fanolyte®, GES 45®, Hydrigoz®, Picolite®, Viatol®.

Code CIP	Classe	Statut	Nom de spécialité	Nb de boîtes remboursées en 2006	Classement des ventes 2006	Priorité investig
3186301	spasm	remb	SPASFON LYOC 80MG LYOPHILISAT ORAL 10	7 255 566	1	0
3098608	spasm	remb	SPASFON CPR 30	7 017 213	2	1
3192307	ads	remb	SMECTA PDR ORALE SACHET 30	3 630 021	3	0
3421676	emet	remb	MOTILYO 10MG LYOPHILISAT ORAL 30	3 535 238	4	1
3591941	spasm	remb	DEBRIDAT 200MG CPR 30	2 768 154	5	2
3234112	emet	remb	MOTILIUM 10MG CPR 40	1 910 526	6	0
3331625	emet	remb	VOGALENE LYOC 7,5MG LYOPHILISAT ORAL 16	1 727 301	7	0
3234098	emet	remb	MOTILIUM 1MG/ML SUSP BUV 1/200 ML	1 718 352	8	1
3349677	rt	remb	TIORFAN 100MG GELULE 20	1 606 679	9	0
3066933	spasm	remb	METEOXANE GELULE 60	1 553 864	10	2
3188607	rt	remb	IMODIUM 2MG GELULE 20	1 469 502	11	0
3398173	rt	remb	ARESTAL 1MG CPR 20	1 319 968	12	2
3497952	spasm	remb	PHLOROGLUCINOL BIOGARAN 80MG CPR 10	1 210 813	13	2
3410483	spasm	remb	DEBRIDAT ENF NR 4,8MG/ML ORAL 125ML 1	1 161 358	14	2
3521113	rt	remb	TIORFAN 10MG NR PDR ORALE SACHET 16/1 G	993 960	15	2
3390467	spasm	remb	DEBRIDAT 100MG CPR 30	990 272	16	2
3624882	emet	remb	BIPERIDYS 20MG CPR 20	955 478	17	2
3618031	emet	remb	DOMPERIDONE BIOGARAN 10MG CPR 40	948 053	18	2
3623517	emet	remb	DOMPERIDONE MERCK 10MG CPR 40	861 804	19	2
3521142	rt	remb	TIORFAN 30MG ENF PDR ORALE SACHET 30/3 G	723 345	20	2
3407541	rt	remb	LOPERAMIDE BIOGARAN 2MG GELULE 20	687 126	21	2
3697088	spasm	remb	PHLOROGLUCINOL MERCK 80 MG 1 BOITE DE 10, COMPRIME	658 901	22	2
3482896	rt	remb	LOPERAMIDE MERCK 2MG GELULE 20	651 058	23	2
3490387	ads	remb	CARBOSYMAG GELULE 48	604 127	24	2
3192313	ads	remb	SMECTA PDR ORALE SACHET 60	602 402	25	2
3473118	spasm	remb	TRIMEBUTINE MERCK 100MG CPR 30	593 316	26	2
3086120	emet	remb	PRIMPERAN 10MG CPR 40	590 237	27	0
3112917	spasm	remb	VISCERALGINE 50MG CPR 30	553 067	28	2
3110019	pm	nr>2006	ULTRA LEVURE 56,5MG GELULE 20	526 669	29	1
3213251	sept	nr>2008	ERCEFURYL 200MG GELULE 28	520 746	30	1
3259885	pm	nr>2006	ULTRA LEVURE 56,5MG GELULE 50	516 985	31	2
3697421	spasm	remb	PHLOROGLUCINOL SANDOZ 80 MG 1 BOITE DE 10, COMPRIM	502 817	32	2
3624899	emet	remb	BIPERIDYS 20MG CPR 40	500 018	33	2
3275588	sept	nr>2008	PANFUREX 200MG GELULE GE 28	491 309	34	2
3359569	spasm	remb	DEBRIDAT 74,4MG GRANULES SACHET 30	490 723	35	2
3623670	emet	remb	DOMPERIDONE TEVA 10MG CPR 40	466 902	36	2
3681911	emet	remb	DOMPERIDONE SANDOZ 10MG CPR 40	440 874	37	2
3512574	spasm	remb	TRIMEBUTINE BIOGARAN 100MG CPR 30	428 209	38	2
3307360	pm	nr>2006	LACTEOL FORT 340MG PDR ORALE SACHET 10	421 087	39	2
3616026	rt	remb	LOPERAMIDE TEVA 2MG GELULE 20	402 147	40	2
3286416	emet	remb	PERIDYS 10MG CPR 40	384 435	41	2
3498006	sept	nr>2008	NIFUROXAZIDE MERCK 200MG GELULE 28	374 139	42	2
3540518	sept	nr>2008	NIFUROXAZIDE BIOGARAN 200MG GELULE 28	371 222	43	2
3006055	ads	nr	CARBOLEVURE AD GELULE 20	356 257	44	2
3205441	emet	remb	VOGALENE 15MG GELULE 20	326 373	45	2
3286422	emet	remb	PERIDYS 1MG/ML SUSP BUV FL 1/200 ML	322 413	46	2
3621725	emet	remb	DOMPERIDONE EG 10MG CPR 40	319 604	47	2
3614553	spasm	remb	TRIMEBUTINE TEVA 100MG CPR 30	314 547	48	2
3535279	spasm	remb	SPASSIREX 80MG CPR GE 10	306 999	49	2
3626378	emet	remb	DOMPERIDONE RATIOPHARM 10MG CPR 40	305 376	50	2

Annexe 2b. Conversion des ventes médicamenteuses en nombre de cas de gastroentérites

L'impact d'une épidémie de gastro-entérites peut être approché par les ventes de médicaments. Les ventes de médicaments d'une officine sont des données potentiellement plus rapidement disponibles et accessibles (car déjà enregistrées) et plus faciles à collecter (car le nombre de pharmacies à contacter est généralement plus faible que le nombre de médecins) que les consultations médicales des médecins généralistes.

Il n'existe cependant pas de références sur la conversion des données de ventes des médicaments pour le traitement des gastro-entérites (GEA) en nombre de cas. Cette conversion n'est pas triviale car (i) les médicaments prescrits pour le traitement des GEA sont aussi prescrits pour d'autres pathologies (ii) le rapport entre ventes et nombre de cas varie en fonction du contexte épidémiologique (épidémie, étiologie, saison) et des habitudes de prescription des médecins, (iii) ce rapport est également susceptible d'évolution, notamment avec des évolutions des pratiques thérapeutiques (par exemple promotion de la réhydratation orale chez les enfant de moins de 5 ans en 2003) et de remboursement (arrêt du remboursement des produits antimicrobiens en 2006).

Cette annexe propose une méthodologie pour déterminer des ratios (r) de conversion du nombre de boîtes de médicaments des gastro-entérites (GEA) vendues en nombre de cas incidents de GEA utilisables en France métropolitaine. Une méthode de calcul du risque relatif (RR) défini comme le rapport des taux d'incidence en et hors secteur et période épidémiques, est aussi proposée.

1) ESTIMATION DU FACTEUR DE CONVERSION *r*

Données à colliger lors de l'investigation de l'épidémie

Afin d'estimer en situation épidémique le nombre de cas de GEA à partir des données de vente de médicaments utilisés pour le traitement

de GEA en déterminant un facteur de conversion *r*, les investigateurs de l'épidémie doivent collecter les données de ventes de médicaments adaptés dans la zone de l'épidémie.

Presque toutes les pharmacies assurent la transmission électronique des données nécessaires au remboursement des médicaments prescrits par l'Assurance maladie. Pour cela, l'ensemble des médicaments présents sur l'ordonnance sont saisis. En revanche, toutes ne gèrent pas leur stock par l'informatique et, en cas de gestion "manuelle" du stock, les données de ventes conseil ne sont pas disponibles dans le système informatique de l'officine. Enfin, certains systèmes permettent de séparer les statistiques de ventes conseil et de ventes prescrites, ce qui peut avantageusement mis à profit.

Quelle que soit la pharmacie incluse dans l'investigation il est indispensable de savoir si les données couvrent les ventes conseil ou non.

Liste de médicaments

Les médicaments utilisés pour le traitement des GEA sont les solutés de réhydratation par voie orale, les ralentisseurs du transit intestinal, les produits microbiens antidiarrhéiques, les antiseptiques intestinaux, les pansements intestinaux (ou adsorbants), les antiémétiques et antispasmodiques (liste des principaux médicaments en annexe 2a). En ce qui concerne les ventes prescrites remboursées des médicaments des GEA, un grand nombre de spécialités existent mais peu sont réellement vendues (tableau 1).

CUMUL DES MEILLEURES VENTES REMBOURSÉES DES MÉDICAMENTS DES GEA (SOURCE : ASSURANCE MALADIE, DONNÉES 2003-4)		
Part des ventes cumulées (% nombre de boîtes vendues)	Nombre minimal de spécialités	% spécialités
50 %	11	4 %
75 %	25	10 %
90 %	50	19 %
99 %	100	38 %
100 % (Total des spécialités vendues)	177	67 %
Total potentiel des spécialités (nombre d'AMM valides au 01/01/06)	262	100 %

Les spécialités prescrites par un généraliste, pris isolément, sont beaucoup moins diversifiées que le panel national. La diversité produite par un petit groupe de prescripteurs est intermédiaire. Le contexte de l'épidémie peut aussi modifier la liste des médicaments prescrits en fonction par exemple des symptômes induits par l'agent pathogène en cause. Ainsi pour les épidémies où les vomissements sont le tableau clinique prédominant (comme les épidémies d'étiologie virale), il est judicieux de collecter prioritairement les données relatives aux ventes d'anti-émétiques. En période épidémique il peut aussi y avoir des ruptures de stock sur certaines spécialités et des substitutions sont opérées par le pharmacien.

Il est judicieux d'établir la liste des spécialités à examiner avec le ou les pharmaciens impliqués dans l'épidémie investiguée et en fonction des caractéristiques épidémiologiques, cliniques et microbiologiques. Une liste type de médicaments d'intérêt est disponible pour servir de support à ce choix (annexe 2a).

Données pour la conversion des ventes de médicaments en nombre de cas

Les données servant au calcul de r proviennent de 4 thèses d'exercice de pharmacie réalisées à l'Université de Rouen entre 2000 et 2006 [1-4]. Ces étudiants ont collecté 557 ordonnances sur des périodes allant de décembre à août dans 5 pharmacies de Seine-Maritime et de l'Eure. Le recueil des données n'a pas été marqué par la survenue d'épidémies de GEA identifiées à caractère local. Le critère de sélection de l'ordonnance était la présence d'au moins un médicament servant au traitement des gastroentérites. Les ordonnances collectées se répartissent en 206 cas de gastroentérites (diagnostic du médecin rapporté par le client) et 351 non cas, c'est à dire correspondant aux autres pathologies (tableau 3).

TABEAU 2

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON D'ORDONNANCES COMPORTANT AU MOINS UN MÉDICAMENT POUR GEA (ASSOCIÉES AU DIAGNOSTIC RAPPORTÉ PAR LE CLIENT), COLLECTÉ PAR LES ÉTUDIANTS EN PHARMACIE DE L'UNIVERSITÉ DE ROUEN, 2000-2005, DANS 5 PHARMACIES DE HAUTE-NORMANDIE

	N ordonnances	N boîtes medic. GEA (sauf antispasmodiques)	Nombre boîtes antispasmodiques	TOTAL
GEA rapportée	206 (37%)	430 (49%)	151 (26%)	581 (40%)
pas de GEA rapportée	351 (63%)	446 (51%)	434 (74%)	880 (60%)
TOTAL	557 (100%)	876 (100%)	585 (100%)	1461 (100%)

Il y a en moyenne 2,8 boîtes de médicaments des GEA par ordonnance de cas de GEA contre 2,5 pour les non cas. Les ordonnances destinées au traitement des GEA représentent 37 % des ordonnances recueillies et 40 % des boîtes de médicaments utilisables dans le soin des GEA. Les anti-spasmodiques, peu spécifiques des GEA, peuvent être exclus de la liste des médicaments d'intérêt lors des investigations d'épidémies (sauf cas particulier). Les statistiques relatives à l'inclusion de cette catégorie sont présentées séparément.

Méthode de conversion (calcul de r)

La valeur prédictive positive (VPP) de la méthode basée sur les médicaments varie suivant la saison en fonction de l'incidence des GEA. Ainsi en période endémique, une majorité des médicaments utilisables pour le traitement de GEA, sert en fait au traitement d'autres pathologies ou sont délivrés à titre préventif. Le niveau de base d'incidence des GEA varie d'un facteur 4 en cours d'année (figure 1) et la proportion des médicaments utilisés pour le traitement des GEA subit d'importantes variations saisonnières. Le tableau 3 propose un coefficient k correctif de l'incidence de base des GEA qui permet de prendre en compte les variations saisonnières de l'incidence des GEA.

FIGURE 1

TAUX D'INCIDENCE DES GASTROENTÉRITES MÉDICALISÉES (SEMAINE.100.000)-1 : M, [M-S, M+S]. SOURCE : SENTIWEB, DONNÉES NATIONALES, 1993-2002

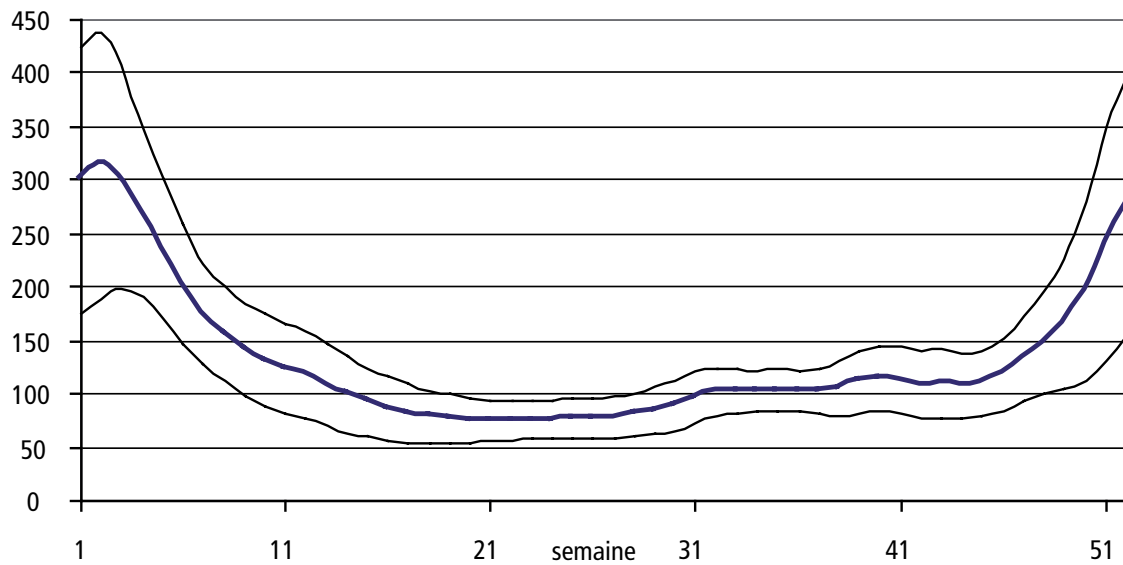


TABLEAU 3

COEFFICIENT K DE SAISONNALITÉ DE L'INCIDENCE DES GASTROENTÉRITES, 1 CORRESPOND À LA MOYENNE INTER-ANNUELLE. SOURCE : SENTIWEB, DONNÉES NATIONALES, 1993-2002

Mois	k
janvier	2,45
février	1,41
mars	0,98
avril	0,67
mai	0,58
juin	0,57
juillet	0,62
août	0,80
septembre	0,77
octobre	0,86
novembre	0,85
décembre	1,33

En moyenne inter-annuelle et hors situation épidémique à caractère local, on peut estimer sur la base du tableau 3 le ratio r_0 :

$$\hat{r}_0 = \frac{N_btes_0}{N_C_0} = \frac{N_btes_C_0 + N_btes_NC_0}{N_C_0} = \frac{1461}{206} = 7,1 \text{ btes/cas}^{-1}$$

(eq 1)

où la désinence $*_C$ correspond aux cas de GEA et $*_NC$ aux non cas.

En période épidémique, le ratio r est modifié car l'épidémie de GEA augmente la proportion des médicaments réellement utilisés pour le traitement des GEA. Les ventes de médicaments des GEA prescrits pour d'autres pathologies ne sont pas ou peu affectées par le contexte épidémique ou la saison et sont donc considérées comme constantes dans le temps pour une taille de population fixée. Il est possible d'estimer le ratio r "épidémique" (r_{epid}), c'est-à-dire sur le secteur et la période cible, en fonction du risque relatif RR et de la saison selon l'équation :

$$\hat{r}_{epid} = \frac{N_btes_{epid}}{N_C_{epid}} = \frac{N_btes_C_0 \times k \times RR + N_btes_NC_0}{N_C_0 \times k \times RR}$$

(eq 2)

$$\hat{r}_{epid} = \begin{cases} \frac{499 \times r \times RR + 446}{206 \times r \times RR}, & \text{si les antispasmodiques sont exclus} \\ \frac{732 \times k \times RR + 880}{206 \times r \times RR}, & \text{sinon} \end{cases}$$

Les variables sont spécifiées en tableau 4.

TABLEAU 4 CALCUL DE r . LES VARIABLES INDICÉES "0" SONT RENSEIGNÉES SUR LA BASE DES ENQUÊTES EN PHARMACIE		
Variable	Description	Valeur
r	Ratio "nombre de boîtes de médicaments des GEA" / "nombre de cas de GEA"	
$N_btes_C_0$	Nombre de boîtes de médicaments des GEA effectivement utilisé pour le traitement des GEA	Tableau 2
$N_btes_NC_0$	Nombre de boîtes de médicaments des GEA utilisé pour d'autres pathologies	Tableau 2
N_C_0	Nombre de cas de GEA	Tableau 2
N_NC_0	Nombre de cas d'autres pathologies	Tableau 2
k	Coefficient saisonnier	Tableau 3
RR	Rapport des taux d'incidence, épidémie / situation témoin	À renseigner

La figure 2 donne la valeur moyenne annuelle ($k=1$), la valeur moyenne de janvier ($k=2,45$), la valeur moyenne de juin ($k=0,57$) du coefficient r en fonction de risque relatif. La figure 3 montre l'effet produit pas l'exclusion des anti-spasmodiques.

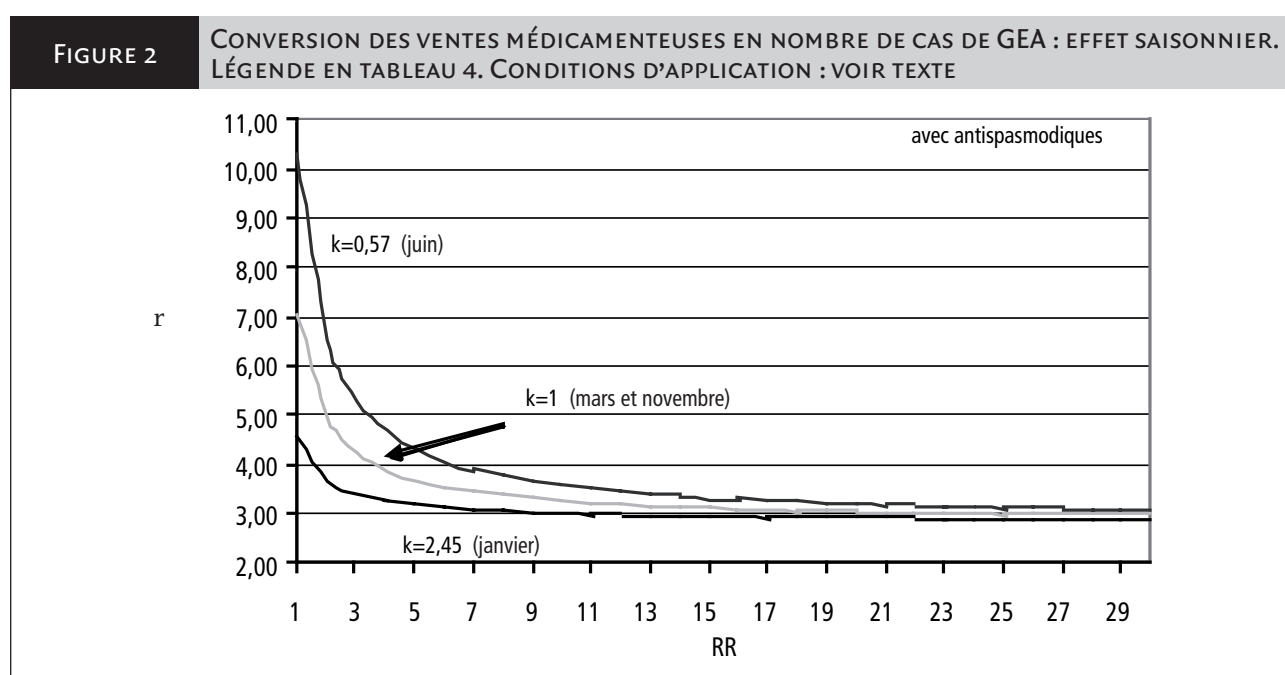
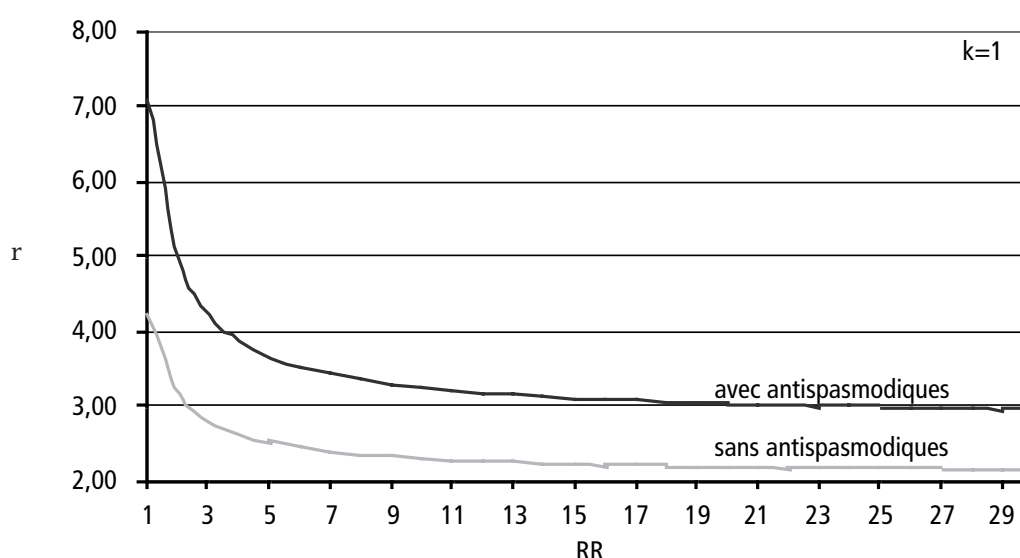


FIGURE 3

CONVERSION DES VENTES MÉDICAMENTEUSES EN NOMBRE DE CAS DE GEA : EFFET DE LA PRISE EN COMPTE DES ANTISPASMODIQUES. LÉGENDE EN TABLEAU 4 CONDITIONS D'APPLICATION: VOIR TEXTE



Le ratio r est très sensible au risque relatif RR et, quand le RR est faible, à la saison. Au-delà de $RR=15$, r varie peu et tend asymptotiquement vers 3 boîtes de médicament par cas de GEA (2 si on exclut les antispasmodiques), quelle que soit la saison. Par contre, pour $RR=1$ (valeur affectée par définition à la situation témoin), l'effet de la saison est très sensible avec des variations de $r=10$ (mai, juin, juillet) à $r=4,5$ (janvier).

Ventes conseil

Une seule des enquêtes en pharmacie déjà mentionnées s'est intéressée aux ventes conseil (tableau 5). Les ventes conseil représentent à peine 9 % des cas de GEA vus par le pharmacien et 5 % des ventes destinées au cas de GEA, une vente conseil comportant 1,8 boîtes de médicament des GEA en moyenne contre 3,3 pour une ordonnance. Sur l'ensemble des cas et de non cas, les ventes conseil représentent 8,4 % des boîtes vendues.

TABLEAU 5

RÉPARTITION DES CLIENTS ET DES BOÎTES VENDUES DE MÉDICAMENTS DES GEA SELON LA PATHOLOGIE ET LE TYPE DE VENTE. ENQUÊTE EN PHARMACIE DE BOUNOURE, 2000[1]

	Ventes prescrites		Ventes conseil	
	N clients	N btes med. GEA	N clients	N btes med. GEA
Cas de GEA	50	164	5	9 (dont 3 SC)*
Non cas	44	96	9	12 (dont 2 SC)*

* SC : spécialité spécifiquement vendue en conseil

Ces données doivent être considérées avec prudence étant donné la faiblesse des effectifs et le contexte particulier (hiver, une seule pharmacie). Des données collectées en 1998 dans 4 pharmacies de la région havraise séparant leur statistiques de vente conseil et de ventes prescrites montre que le conseil représentait en moyenne 8,6 % des boîtes de médicaments pour GEA vendues, avec des variations de 4,8 à 12,6 %, le maximum correspondant à une pharmacie installée en centre commercial (données non publiées). Les $\frac{3}{4}$ des ventes conseil pour GEA correspondaient à des médicaments vignettés susceptibles d'être prescrits par le médecin (Ultralevure™...). Les ventes conseil représentaient donc 6,5 % des ventes de médicaments vignettés. On ne peut pas distinguer ces ventes des ventes sur prescription parmi

les statistiques globales de ventes susceptibles d'être présentées par les pharmaciens en gestion de stock (certains peuvent présenter des statistiques séparées).

Les données sur les ventes conseil sont insuffisantes pour que soit proposée une méthode de conversion "nombre de boîtes de médicaments vendues au titre du conseil" → "nombre de cas de GEA ayant acheté des médicaments hors prescription médicale". Si les données fournies incluent les ventes conseil, le nombre de cas de GEA médicalisés estimé par la méthode proposée est surévalué d'environ 7 % (entre 5 et 10 %).

La méthode proposée de conversion d'un nombre de boîtes de médicaments en nombre de cas médicalisés suppose que les données fournies excluent les ventes conseil. Dans le cas contraire le nombre de cas médicalisés est surévalué de 5 à 10 %

Sources de biais et d'incertitudes dans le calcul de r

► Variations de r selon l'agent pathogène en cause

L'agent en cause dans une épidémie agit sur la nature et la gravité des symptômes, et par conséquent sur la proportion des cas qui consultent et sur la nature et le nombre de médicaments prescrits. Nous ne disposons pas de données sur ces paramètres.

► Variations spatiales de r

Une étude réalisée sur 14 secteurs en France[5], totalisant 4,5 M de personnes, montre que la variabilité inter-sites du nombre de médicaments des GEA remboursés par ordonnance est faible, que les médicaments soient destinés au soin de GEA ou à d'autres pathologies : le domaine de variation est [2,5 ; 3] pour 13 des sites soit une amplitude relative de $\pm 10\%$; pour le quatorzième – banlieue de Valencienne - la valeur est 3,5.

Les épidémies de GEA d'origine hydrique sont cependant très localisées. Plus le secteur cible est petit, plus le nombre de prescripteurs est faible et plus r sera sensible à des habitudes de prescriptions particulières. Il n'a pas été noté de variabilité particulière à cette échelle lors de l'enquête en pharmacies (5 pharmacies impliquées). Il est cependant clair que r peut être considérablement biaisé par des habitudes de prescription d'un seul praticien quand la zone d'épidémie se réduit à 1.000 habitants. *A contrario*, on peut considérer que l'estimation de r est robuste quand la taille du secteur cible dépasse 10.000 habitants.

► Variations saisonnières et inter-annuelles de r

Les variations saisonnières moyennes de r sont appréhendées à travers le coefficient correctif k . Le niveau bas (avril à octobre) varie peu d'une année sur l'autre tandis que l'épidémie virale hivernale qui apparaît systématiquement en hiver, le plus souvent en janvier, possède un TA très variable suivant l'année. Pour les investigations d'épidémies locales survenant en hiver, il est recommandé de tenir compte de la conjoncture (cf. sentiweb) et au besoin de modifier la valeur de k pour le calcul de r .

► Non exhaustivité des spécialités retenues

Les calculs présentés ici ont été réalisés sur la base exhaustive des spécialités vendues. La prise en compte d'un nombre réduit de spécialités lors d'investigation d'épidémie induit une sous-estimation du nombre de médicaments vendus, et *in fine* du nombre de cas de GEA. La liste de médicaments en annexe comporte les statistiques de ventes des spécialités les plus courantes, ce qui permet de corriger ce biais.

► Recouvrement du secteur épidémique et des bassins de clientèle des pharmacies incluses

Les calculs présentés ici supposent que 100 % des cas épidémiques se sont approvisionnés dans les pharmacies cibles et qu'aucun ne l'a fait dans une autre pharmacie que les pharmacies cibles. Cette hypothèse est mise en défaut dans le cas général et doit être confrontée à l'appréciation des pharmaciens. Elle peut devenir acceptable si le secteur cible est élargi aux pharmacies limitrophes en tolérant en contrepartie des RR variables selon les pharmacies cibles. Il est préférable dans ce cas de calculer des RR par pharmacie.

► Incertitude liée à la taille de la clientèle des pharmacies

L'estimation itérative de RR suppose que les clientèles des pharmacies retenues soient de même taille (cf. infra). Cette hypothèse est fautive mais l'erreur peut être mitigée par le nombre de pharmacies incluses. Si le nombre des pharmacies est faible l'importance de chaque pharmacie peut être appréciée par le nombre de comptoirs ou d'employés.

2) ESTIMATION DU RISQUE RELATIF RR

Le calcul de r sur la zone épidémique nécessite de disposer d'une estimation de RR. Deux situations se présentent selon qu'on dispose d'une estimation de RR obtenue par ailleurs ou non.

- Si des médecins généralistes ont fourni des données de consultation pour la situation cible (zone géographique concernée par l'épidémie ou période épidémique) et pour la situation témoin (zone géographique non concernée par l'épidémie ou période non épidémique), on estime RR à partir de ces données. On préférera l'estimation par le rapport des proportions de consultations de GEA parmi les consultations totales $RR = \frac{(N_GEA/N_tot)_{epid}}{(N_GEA/N_tot)_{tem}}$ que par le rapport des consultations pour GEA $RR = \frac{(N_GEA)_{epid}}{(N_GEA)_{tem}}$, car cette dernière estimation est sensible à la taille de la clientèle (parfois très variable en secteur touristique).

- Si on ne dispose pas de ces données, il est possible d'estimer le RR à partir des données de ventes en pharmacie en situation "témoin", soit sur une zone géographique témoin au moment de l'épidémie, soit sur la zone géographique de l'épidémie avant l'épidémie (cf infra), il faudra alors envisager un calcul itératif :

0. Calcul de N_C_{tem} sur le secteur témoin (eq 2 avec $RR = 1$) ;
Calcul de $r_{epid,0}$ et $N_C_{epid,0}$ sur le secteur cible en donnant à RR une valeur initiale arbitraire RR_0 , par exemple le rapport des ventes par pharmacie entre secteur témoin et secteur cible ;

1. Calcul de $r_{epid,1}$ et de $N_C_{epid,1}$ en prenant $RR_1 = N_C_{epid,0} / N_C_{tem}$

...

i. Calcul de $r_{epid,i}$ et de $N_C_{epid,i}$ en prenant $RR_i = N_C_{epid,i-1} / N_C_{tem}$

... jusqu'à convergence du processus à l'itération k : $\overline{RR} = RR_k$

Le calcul suppose que les pharmacies cibles aient une taille de clientèle égales.

Calcul du RR à partir des données de vente des pharmacies d'une "situation témoin"

Des données de même nature que celles obtenues auprès des pharmacies de la "situation cas" sont à obtenir en situation "témoin", c'est-à-dire, soit sur un secteur témoin au moment de l'épidémie, soit sur le secteur de l'épidémie avant l'épidémie.

Le secteur témoin doit être choisi pour éviter de prendre en compte des cas liés à l'épidémie, comme par exemple un secteur pour lequel il existe d'importantes migrations quotidiennes avec le secteur épidémique. De même, s'il s'agit d'une période témoin, elle doit être décalée de quelques jours par rapport à la période épidémique. Comme il est plus facile d'identifier le début de l'épidémie que sa fin, il est préférable de prendre une période témoins avant l'épidémie.

La taille de l'échantillon témoin doit être suffisamment importante pour permettre une estimation de l'incidence "témoin" suffisamment précise. La taille de l'échantillon témoins contribue en effet largement à la précision de l'estimation du RR. La détermination de la taille de l'échantillon doit cependant également prendre en compte la faisabilité et les contraintes pesant sur l'investigation d'épidémies (la définition du secteur épidémique s'impose, les moyens dédiés à la collecte des données sont limités). En outre, lors d'une épidémie, le RR est le plus souvent élevé et une grande précision est rarement nécessaire.

Si on fixe la durée de la période témoin à une semaine et le risque α à 5 %, la taille minimale de l'échantillon, c'est-à-dire la taille de la clientèle de l'ensemble des pharmacies témoins, est donnée par :

$$N = \frac{1,96^2 (1 - I_0)}{k^2 I_0} \approx 4k^{-2} I_0^{-1}$$

où

N est la population à inclure ;

k est la précision souhaitée sur l'incidence du bruit de fond des GEA à estimer, par exemple $k=0,1$ pour une estimation à $\pm 10\%$ soit $IC_{95\%}(I_0) = [0,9 I_0 ; 1,1 I_0]$;

I_0 est le taux d'incidence hebdomadaire des GEA escompté en situation témoins ;

Par exemple, la taille de l'échantillon témoin à inclure sous l'hypothèse d'un taux d'incidence moyen des GEA médicalisées de 2.10^{-3} (personnes.semaines)⁻¹ (qui correspond à une incidence moyenne observée en hiver) et pour une précision de $\pm 20\%$ serait de 50 000 (personnes.semaines)⁻¹ soit 25 (pharmacies.semaines)⁻¹. La conversion en nombre de pharmacies repose sur un ratio d'une pharmacie pour 2.000 habitants (28.245 pharmacies en 2001 en France ; source : ministère chargé de la santé). Des données témoins faibles constituent le facteur qui limite la précision de r_{tem} et du RR.

Conclusion

Il est possible d'estimer le nombre de cas de GEA médicalisés à partir des statistiques de ventes de médicaments (dénombrement de boîtes vendues) sur la base des données acquises dans les officines. Le ratio r entre ces 2 grandeurs varie cependant (i) du fait de l'utilisation importante des médicaments des GEA dans le traitement d'autres pathologies que les GEA et (ii) du fait des grandes variations d'incidence des GEA selon la saison et l'existence d'épidémie. L'estimation sera d'autant plus précise et exacte...

- que le nombre de médicaments examinés est grand : 10 à 20 spécialités, choisies avec le pharmacien en fonction de l'étiologie et du contexte, paraissent suffisantes pour estimer l'impact ;
- que la population exposée est grande (nombre de prescripteurs > 1 ; soit une population exposée supérieure à 1.000 personnes) ;
- que le risque relatif est grand ($RR > 10$) ;
- que l'on se situe en dehors du contexte de l'épidémie virale hivernale.

Si le RR est connu à travers d'autres données, par exemple des statistiques de consultations médicales concernant un médecin sur secteur cible et un médecin en secteur témoin, on estime directement r en fonction de la saison et du RR. Si on ne dispose que des statistiques de ventes, r peut être estimé au terme d'un calcul itératif.

Références

- [1] Bounoure F. Utilisation des médicaments comme marqueur de surveillance épidémiologique des gastro-entérites aiguës. Thèse de Pharmacie. Faculté mixte de médecine et de pharmacie, Rouen, 2002.
- [2] Petit A. Utilisation des médicaments pour un suivi épidémiologique des gastro-entérites aiguës chez les enfants de moins de 5 ans. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen, 2005.
- [3] Dubois-Néel M. Utilisation des médicaments pour le suivi épidémiologique des gastroentérites aiguës: affinement de l'algorithme. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen, 2005.
- [4] Ponthieux M. La gastroentérite en période estivale : utilisation des médicaments comme marqueur de surveillance épidémiologique. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen, 2006.
- [5] Beaudreau P, Bounoure F. Evaluation épidémiologique d'indicateurs d'incidence des gastro-entérites fondés sur les données de l'Assurance Maladie. [Epidemiological valuation of indices of gastro-enteritis based upon French Health Insurance data]. Environnement, Risques & Santé 2006; 5:373-382.

Annexe 3a. Liste des Centres nationaux de référence 2006-2009

CNR Campylobacter et Helicobacter

Professeur Francis MEGRAUD
UNIVERSITE VICTOR SEGALEN BORDEAUX 2
EA 516 BACTERIOLOGIE ET EPIDEMIOLOGIE
DES INFETIONS DIGESTIVES
BP 76 - 146, RUE LEO-SAIGNAT - 33076 BORDEAUX CEDEX
Tél. : 05.56.79.59.10 - Fax : 05.56.79.60.18
Courriel : francis.megraud@chu-bordeaux.fr

CNR Entérovirus

Professeur Bruno LINA
LABORATOIRE DE VIROLOGIE
DOMAINE ROCKFELLER - 69373 LYON CEDEX 08
Tél. : 04.78.77.70.29 - Fax : 04.78.01.48.87
Courriel : lina@univ-lyon1.fr

CNR Escherichia coli et shigelles

Docteur Francine GRIMONT
Docteur François-Xavier WEILL
INSTITUT PASTEUR
UNITE BIODIVERSITE DES BACTERIES
PATHOGENES EMERGENTES
25/28, RUE DU DOCTEUR ROUX - 75724 PARIS CEDEX 15
Tél. : 01.45.68.83.40 ou 01.45.68.87.39. - Fax : 01.45.68.88.37
Courriel : colishig@pasteur.fr

CNR Escherichia coli et shigelles - Laboratoire Associé

Professeur Edouard BINGEN
HOPITAL ROBERT DEBRE
SERVICE DE MICROBIOLOGIE
48, BOULEVARD SERRURIER - 75019 PARIS
Tél. : 01.40.03.23.40 - Fax : 01.40.03.24.50
Courriel : edouard.bingen@rdb.aphp.fr

CNR Francisella tularensis

Professeur Max MAURIN
CHU DE GRENOBLE
SERVICE DE BACTERIOLOGIE ET VIROLOGIE
BP217 - 38043 GRENOBLE CEDEX
Tél. : 04 76 76 54 79 - Fax : 04 76 76 59 12
Courriel : mmaurin@chu-grenoble.fr

CNR Peste et autres yersinioes

Docteur Elisabeth CARNIEL
INSTITUT PASTEUR
UNITE DE RECHERCHE YERSINIA
LABORATOIRE DES YERSINIA
25/28, RUE DU DOCTEUR ROUX - 75724 PARIS CEDEX 15
Tél. : 01.45.68.83.26. ou 01.45.68.83.27. - Fax : 01.40.61.30.01
Courriel : cnr.yersinia@pasteur.fr

CNR Salmonelles

Professeur Patrick GRIMONT
INSTITUT PASTEUR
UNITE BIODIVERSITE DES BACTERIES
PATHOGENES EMERGENTES
25/28, RUE DU DOCTEUR ROUX - 75724 PARIS CEDEX 15
Tél. : 01.45.68.83.39 - Fax : 01.45.68.88.37
Courriel : salmonella@pasteur.fr

CNR Toxoplasmose

Docteur Isabelle VILLENA
CHU - HOPITAL MAISON BLANCHE
LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE-MYCOLOGIE
45 RUE COGNACQ-JAY - 51092 REIMS CEDEX
Tél. : 03 26 78 42 22 - Fax : 03 26 78 73 28
Courriel : ivillena@chu-reims.fr

CNR Toxoplasmose - Laboratoire Associé

Professeur Marie-Laure DARDE
CHU DUPUYTREN
LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE-MYCOLOGIE
2 AV MARTIN LUTHER KING - 87042 LIMOGES CEDEX
Tél. : 05 55 05 61 60 - Fax : 05 55 05 61 77
Courriel : darde@unilim.fr

CNR Toxoplasmose - Laboratoire Associé

Professeur Ermanno CANDOLFI
UNIVERSITE LOUIS PASTEUR
INSTITUT DE PARASITOLOGIE ET DE PATHOLOGIE TROPICALE
FACULTE DE MEDECINE
3 RUE KOEBERLE - 67000 STRASBOURG
Tél. : 03 90 24 37 00 - Fax : 03 90 24 36 93
Courriel : ermanno.candolfi@medecine.u-strasbg.fr

CNR Toxoplasmose - Laboratoire Associé

Docteur Patrick BASTIEN
CHU MONTPELLIER - HOPITAL SAINT CHARLES
LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE-MYCOLOGIE
163 RUE AUGUSTE BROUSSONNET - 34090 MONTPELLIER
Tél. : 04 99 23 26 78 - Fax : 04 99 23 26 62
Courriel : p-bastien@chu-montpellier.fr

CNR Vibrions et choléra

Docteur Jean-Michel FOURNIER
INSTITUT PASTEUR
UNITE DU CHOLERA ET DES VIBRIONS
25/28, RUE DU DOCTEUR ROUX - 75724 PARIS CEDEX 15
Tél. : 01.45.68.82.20 ou 01.45.68.82.21. - Fax : 01.45.68.82.23
Courriel : fournier@pasteur.fr

CNR Virus entériques (entérovirus exclus)

Professeur Pierre POTHIER

CHU DE DIJON

LABORATOIRE DE VIROLOGIE

1, BOULEVARD JEANNE D'ARC

BP 1542 - 21079 DIJON CEDEX

Tél. : 03.80.29.34.37 - Fax : 03.80.29.36.04

Courriel : Pierre.Pothier@u-bourgogne.fr

CNR Virus des hépatites à transmission entérique

(hépatites A et E) Laboratoire Associé

Docteur Elisabeth NICAND

HOPITAL D'INSTRUCTION DES ARMEES DU VAL DE GRÂCE

LABORATOIRE DE BIOLOGIE CLINIQUE

74, BVD DU PORT-ROYAL - 75230 PARIS CEDEX 05

Tél. : 01.40.51.46.35 (sec) - 01.40.51.46.30 (direct)

Fax : 01.40.51.42.98 - Courriel : en.biol-vdg@filnet.fr

CNR Virus des hépatites à transmission entérique

(hépatites A et E)

Professeur Elisabeth DUSSAIX

HOPITAL PAUL BROUSSE

LABORATOIRE DE VIROLOGIE

12, AVENUE PAUL VAILLANT COUTURIER - 94804 VILLEJUIF

Tél. : 01.45.59.37.21 - Fax : 01.45.59.37.24

Courriel : elisabeth.dussaix@pbr.aphp.fr

Annexe 3b. Réseau "Cryptosporidies –ANOFEL"

BILAN DES PARTICIPATIONS (1/10/2005)

Ville	Laboratoire	Correspondant (e-mail)	Groupe *			
			1A	B	C	D
AMIENS	CHU. Service de Parasitologie, Mycologie et Médecine des Voyages	G. NEVEZ, A. TOTET nevez.gilles@chu-amiens.fr ; totet.anne@chu-amiens.fr	x		x	
ANGERS	CHU Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	L de GENTILE Ludegentile@chu-angers.fr	x			
BESANCON	CHU Besançon. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	L. MILLON. laurence.millon@ufc-chu.univ-fcomte.fr	x			
BORDEAUX	CHU, Laboratoire de Parasitologie et Mycologie Médicales	B. COUPRIE, I. ACCOCEBERRY, isabelle.accoceberry@chu-bordeaux.fr, bernard.couprie@chu-bordeaux.fr	x			
CAEN	CHU. Laboratoire de Microbiologie (Pr. R. Leclercq)	C. DUHAMEL, duhamel-c@chu-caen.fr	x			
CAYENNE	Laboratoire Hospitalo-Universitaire de Parasitologie Mycologie Equipe EA 3593 :	B. CARME. b.carme@nplus.gf	x			
CLERMONT-FERRAND	CHU. Laboratoire de Parasitologie, allergologie, Mycologie + coll. Service hydrologie Pharmacie	M. CAMBON, G. MOUGEOT, mcambon@chu-clermontferrand.fr, genevieve.mougeot@u-clermont1.fr	x	xa		
DIJON	Laboratoire de Parasitologie Mycologie. Equipe de recherche : Microbiologie Médicale et Moléculaire (EA 562)	A. BONNIN, alain.bonnin@chu-dijon.fr F. DALLE	x		x	
FORT DE FRANCE	CHU, Laboratoire de Microbiologie ER133	N. DESBOIS, nicole.desbois@chu-fortdefrance.fr	x			
GRENOBLE	CHU, Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	C. PINEL, CPinel@chu-grenoble.fr	x			
LILLE	Laboratoire Écologie du Parasitisme (ECOPA) - EA 3609 – Institut Pasteur de Lille +Service Eau et Environnement (SEE) + Service de Parasitologie du CHRU de Lille (CHR)	E. DEI CAS, K. GUYOT, E. DUTOIT, eduardo.dei-cas@pasteur-lille.fr, karine.guyot@pasteur-lille.fr, edutoit@univ-lille2.fr	x	xa	x	x
LIMOGES	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie (EA 3174)	M.L. DARDE, darde@unilim.fr	x	xa		
LYON	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie (S. Picot)	F. DE MONBRISON, fdmonb@rockefeller.univ-lyon1.fr	x			
LYON	CHU. Laboratoire de Parasitologie et Pathologie Exotique (F. Peyron)	M. RABODONIRINA, meja.rabodonirina@chu-lyon.fr	x		x	
MARSEILLE	CHU, Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	C. MARY, cmary@ap-hm.fr	x		x	
MONTPELLIER	CHU, Laboratoire de Parasitologie-Mycologie et Institut Bouisson Bertrand	D. BASSET, d-basset@chu-montpellier.fr	x	xa	x	
NANTES	CHU, Laboratoire de Parasitologie-Mycologie. Institut de biologie	M. MIEGEVILLE, michel.miegeville@chu-nantes.fr	x	xa	x	
NICE	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	Y. LE FICHOUX, lefichoux.y@chu-nice.fr	x			
PARIS 5 Pharmacie	Laboratoire de Biologie animale et Parasitaire (EA 209)	N. KAPEL, nathalie.kapel@univ-paris5.fr	x			x
PARIS Cochin	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie.	H. YERA, J DUPOUY-CAMET, jean.dupouy-camet@cch.ap-hop-paris.fr, helene.yera@cch.ap-hop-paris.fr	x			
PARIS Necker	CHU. Laboratoire de Microbiologie	ME BOUGNOUX, marie-elisabeth.bougnoux@nck.ap-hop-paris.fr	x			
PARIS Pitié Salpêtrière	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie. INSERM 511	A. DATRY, M. THELLIER annick.datry@psl.ap-hop-paris.fr marc.thellier@psl.ap-hop-paris.fr	x			

Ville	Laboratoire	Correspondant (e-mail)	Groupe *			
			1A	B	C	D
PARIS Saint-Antoine	CHU. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie.	D. MAGNE denis.magne@sat.ap-hop-paris.fr G. BELKADI ghania.belkadi@sat.ap-hop-paris.fr	x			
PARIS St-Louis	CHU Laboratoire de Parasitologie-Mycologie (EA 3520)	F. DEROUIN, C. SARFATI , paracord@wanadoo.fr, claudine.sarfati@sls.ap-hop-paris.fr	x		x	
POINTE A PITRE	Service de Microbiologie CHU Pointe à Pitre	M. NICOLAS muriel.nicolas@chu-guadeloupe.fr	x			
POITIERS	CHU Laboratoire de Parasitologie et Mycologie Médicales	MH. RODIER, m.h.rodier@chu-poitiers.fr	x	x		
REIMS	Laboratoire de Parasitologie-Mycologie, EA Interactions Cellules-Hôtes-Parasites, IFR 53	D. AUBERT, I. VILLENA, ivillena@chu-reims.fr, daubert@chu-reims.fr	x	xa	x	
RENNES	CHU. Laboratoire de Parasitologie et zoologie appliquée	B. DEGEILH, brigitte.degeilh@univ-rennes1.fr	x			
ROUEN	CHU. Laboratoire de Parasitologie-expérimentale. ADEN, EA3234	L. FAVENNEC loic.favennec@chu-rouen.fr	x	xa		x
STRASBOURG	Institut de Parasitologie et Pathologie Tropicale	O. VILLARD, odile.villard@medecine.u-strasbg.fr	x		x	
TOULOUSE	CHU. Service de Parasitologie-Mycologie	MD LINAS, linas.md@chu-toulouse.fr A. BERRY berry.a@chu-toulouse.fr	x			
TOURS	CHU Laboratoire de Parasitologie-Mycologie	T.H. DUONG th.duong@med.univ-tours.fr	x			
TOTAL						
32			32	8 7a	10	3

PARTICIPANTS AU TITRE DE L'AFSSA ET L'INVS

Organisme		Correspondant (e-mail)
PARIS (Maisons-Alfort)	AFSSA. Direction de l'Evaluation du risque Nutritionnel et Sanitaire (DERNS)	M. ELIASCEWICZ, m.eliaszewicz@dg.afssa.fr
PARIS (Saint-Maurice)	Institut de Veille sanitaire	P. BEAUDEAU, p.beauveau@invs.sante.fr H de VALK, h.devalk@invs.sante.fr
ARIS (Maisons-Alfort)	Ecole Vétérinaire - AFSSA	P BOIREAU, pboireau@vet-alfort.fr

***Groupe A** : diagnostic parasitologique de la cryptosporidiose

Groupe B : identification des cryptosporidies dans l'eau, l'environnement ou les aliments (**a**: Laboratoire agréé)

Groupe C : identification spécifique et/ou subspécifique des cryptosporidies par biologie moléculaire

Groupe D : identification de la viabilité/ infectiosité des cryptosporidies dans l'eau l'environnement ou les aliments

Annexe 3c. Conditions de transport des échantillons de selle



Centre Hospitalier
Universitaire de Dijon

Laboratoire de Virologie

Centre National de Référence des Virus Entériques

2, Boulevard Maréchal de Lattre de Tassigny, 21079 Dijon
Tel : 03-80-29-34-37 - Fax : 03-80-29-36-04

PROTOCOLE D'ENVOI D'ECHANTILLONS DE SELLES POUR INVESTIGATION D'UNE EPIDEMIE DE GASTRO-ENTERITES

Recueil des échantillons

- Pour une investigation d'une épidémie de gastro-entérites, un minimum **de 5 échantillons** est à envisager.
- Un échantillon de selles par patient doit être recueilli dans un flacon type flacon à coproculture ou à urines.
- **Les prélèvements sont à conserver à +4°C ou à -20°C.**

Réalisation du colis et envoi

- L'ensemble des flacons est mis dans un sac plastique dans lequel on aura pris soin de mettre du papier absorbant. Ce sac lui-même devra être mis dans une boîte rigide (plastique, métallique...) fermée hermétiquement, le tout dans un colis en carton ou polystyrène.
- Le colis (type chronopost) est à envoyer à l'adresse suivante (ouvert tous les jours sauf le dimanche) :

Centre National de Référence des Virus Entériques
Laboratoire de virologie
CHU Bocage
2, bd de Lattre de Tassigny
21079 DIJON Cedex

- Joindre à ce colis les formulaires n°1 (demande d'investigation), n°2 et n°3 (renseignements épidémiologiques) ci-joints.



Centre Hospitalier
Universitaire de Dijon

Laboratoire de Virologie

Centre National de Référence des Virus Entériques

2, Boulevard Maréchal de Lattre de Tassigny, 21079 Dijon
Tel : 03-80-29-34-37 - Fax : 03-80-29-36-04

DEMANDE D'INVESTIGATION D'UNE EPIDEMIE DE GASTRO-ENTERITES FORMULAIRE N°1

☐ **Expéditeur du colis** (pour le rendu de résultats) :

- ☐ Nom
- ☐ Institution
- ☐ Adresse

☐ Téléphone

☐ **Médecin demandant l'investigation** (pour le rendu de résultats):

- ☐ Nom
- ☐ Institution
- ☐ Adresse

☐ Téléphone

☐ **Nombre d'échantillons envoyés :**

(Préciser l'identité et la date de naissance des patients ainsi que la date de prélèvement sur les pots)

Annexe 4. Recommandations de conditions d'utilisation d'une eau contaminée par des cryptosporidies en usage domestique ou familial (1/3)

	Usage déconseillé	Usage non recommandé	Usage possible
Usages à titre individuel :			
- boisson	X		
- toilette du corps - lavabos - douches - bains	X chez les enfants et sujets à risque X chez les enfants et sujets à risque		X
- brossage des dents	X		
- lavage des mains		X	
- nettoyage des lentilles oculaires	X		
Usages au niveau familial : (préparation des aliments, jardinage)			
- lavage	X		
- cuisson	X		
- incorporation sans cuisson aux aliments	X		
- lavage de la vaisselle à la main - lavage de la vaisselle en machine	X		X (cycle de lavage long, température >60°C)
- lavage du linge			X
- entretien de l'habitation			X
- arrosage		X uniquement pour les cultures de fruits et légumes	X
Usage pour les animaux domestiques et d'élevage			
- alimentation des animaux domestiques		X pour les jeunes animaux	

Source : Afssa, 2002. Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau : évaluation scientifique des risques associés à *Cryptosporidium* sp.

Recommandations de conditions d'utilisation d'une eau contaminée par des cryptosporidies pour des usages en collectivités (2/3)

	Usage déconseillé	Usage non recommandé	Usage possible
Usages alimentaires			
-boisson	X		
-lavage des aliments	X		
-cuisson	X		
-incorporation sans cuisson aux aliments	X		
-lavage de la vaisselle à la main	X		
-lavage de la vaisselle en machine			X (cycle de lavage long, température >60°C)
-lavage des appareils en contact avec les aliments	X		
Usages domestiques			
-nettoyage des locaux			X (sauf les crèches, écoles et chambres d'hospitalisation)
Usages de loisir			
- piscine	X selon niveau de contamination et de traitement de l'eau		
- bains bouillonnants	X		
- entretien des locaux			X
Usages en milieu hospitalier			
- dialyse		X si ultra filtration	
-autres activités de soins	X		
- préparation de médicaments	X		
- nettoyages des matériels	X		
- lavage du linge			X
- entretien des locaux		X (chambres d'hospitalisation)	X (locaux communs)

Source : Afssa, 2002. Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau : évaluation scientifique des risques associés à *Cryptosporidium* sp.

Recommandations de conditions d'utilisation d'une eau contaminée par des cryptosporidies pour des usages industriels et urbains (3/3)

	Usage déconseillé	Usage non recommandé	Usage possible
Usages industriels et urbains			
- nettoyage de locaux industriels			X
- refroidissement d'appareils en circuit ouvert sur le réseau			X
- lutte contre l'incendie			X
- évacuation des déchets : - matières fécales (chasse d'eau) - WC			X
- nettoyage des rues et lieux publics			X
- nettoyage des marchés		X en cas de forte* contamination	
- arrosage des cultures		X pour cultures maraîchères	
- usages en activités artisanales autres que la production alimentaire humaine ou animale			X
Activités artisanales et industrielles de production d'aliments frais	X		

*contamination estimée dans une première évaluation, sur le taux d'attaque

Source : Afssa, 2002. Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau : évaluation scientifique des risques associés à *Cryptosporidium* sp.

Annexe 5. Tableau d'orientation étiologique des gastro-entérites et autres infections avec une transmission hydrique

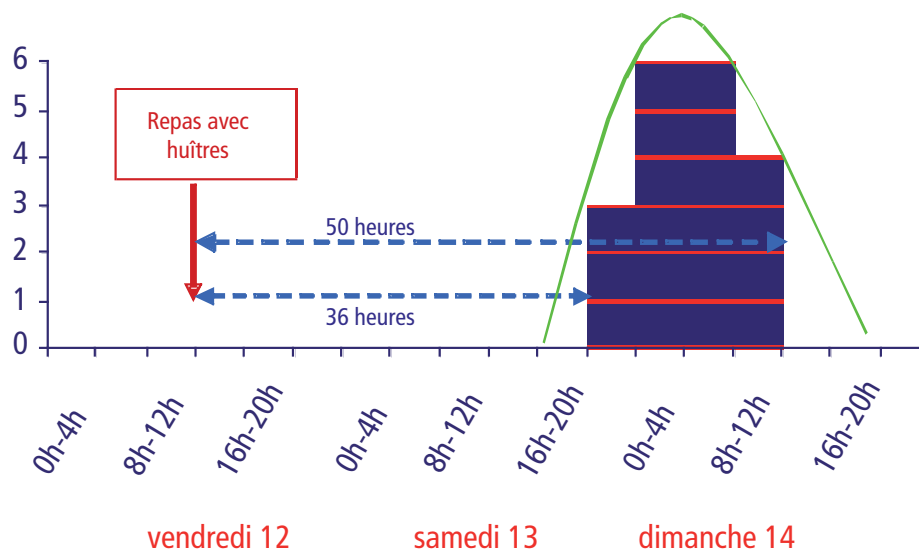
Agents microbiologiques		
Symptômes cliniques	Agent causal	Durée d'incubation Le plus souvent (extrêmes)
Nausées++, vomissements+++, douleurs abdominales, diarrhée, ± fièvre.	norovirus (ex Norwalk like virus)	16 à 72 heures
Vomissements, diarrhée, fièvre	Rotavirus	24 à 72 heures
Atteintes neurologiques (diplopie, troubles de l'accommodation, dysphagie, malaises, sécheresse de la bouche, paralysie des muscles respiratoires) pouvant être précédées de nausées / vomissements, diarrhée, constipation. Absence de fièvre.	<i>Clostridium botulinum</i> (toxine)	12 à 36 heures (2 heures à 8 jours)
Diarrhée, diarrhée sanglante, douleurs abdominales, ± fièvre et vomissements.	<i>Campylobacter</i>	2 – 5 jours (1 à 10 jours)
Diarrhée, diarrhée sanglante, douleurs abdominales, absence de fièvre chez la majorité des cas.	<i>Escherichia coli</i> producteur de Shigatoxines (STEC)	3 – 4 Jours (2 à 10 jours)
Diarrhée aqueuse profuse ; parfois fièvre modérée	<i>Escherichia coli</i> Entérotoxigène (ETEC)	24 à 72 heures (10 à 72 heures)
Nausée, anorexie, fièvre suivie par ictère, urines foncées. Infections asymptomatiques fréquentes surtout chez les enfants	Hépatite A	28 - 30 jours (15 à 50 jours)
Nausée, anorexie, fièvre suivie par ictère, urines foncées. Infections asymptomatiques fréquentes	Hépatite E	26 à 42 jours (15 à 64 jours)
Fièvre, diarrhées, douleurs abdominales, vomissements.	<i>Salmonella</i>	12 – 36 heures (6 – 72 heures)
Fièvre, diarrhée aqueuse ou glairo-sanglante.	<i>Shigella</i>	24 – 72 heures (12– 96 heures)
Diarrhée aqueuse, ± fièvre.	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	12 à 24 heures (4 à 30 heures)
Fièvre, diarrhée, céphalées (parfois tableau d'appendicite aiguë)	<i>Yersinia enterocolitica</i>	7 jours (3 à 10 jours)
Diarrhée aqueuse, crampes abdominales, chez les enfants anorexie et vomissements. Parfois fièvre, anorexie, vomissements. Infections asymptomatiques fréquentes	<i>Cryptosporidium parvum</i>	7 jours (1 à 12 jours)
Diarrhée aqueuse aiguë parfois chronique avec stéatorrhée et crampes abdominales	<i>Giardia lamblia</i>	7 à 10 jours (3 à 25 jours)

Annexe 6. Analyse de courbes épidémiques

EXEMPLES DE COURBES ÉPIDÉMIQUES SUGGÉRANT UNE SOURCE COMMUNE PONCTUELLE

Ce type de courbe peut être observé lors d'une épidémie d'origine hydrique liée à une contamination très limitée dans le temps du réseau (accident ponctuel bref)

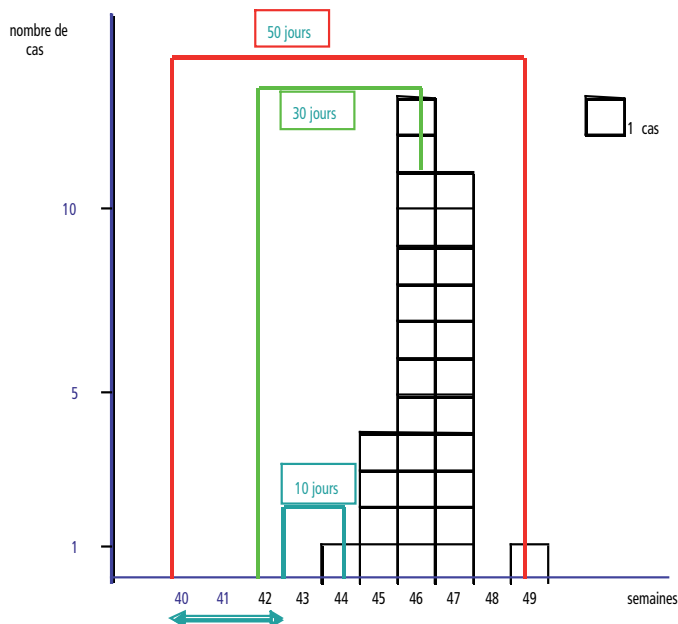
ÉPIDÉMIE DE SOURCE COMMUNE PONCTUELLE : TOXI-INFECTION ALIMENTAIRE COLLECTIVE À CALICIVIRUS DANS UNE MAISON DE RETRAITE, AMIENS 2001



Cette courbe a été observée lors d'une toxi-infection collective à calicivirus due à la consommation d'huîtres au cours d'un repas commun dans une maison de retraite. Le regroupement de tous les cas sur moins de 24 heures indiquait une source commune et ponctuelle de contamination. Le repas suspect a été déterminé par l'identification

d'un repas commun aux cas lors de l'investigation épidémiologique et conforté par l'analyse de la courbe en s'assurant que le délai entre la date du repas suspect et celles de survenue des 1ers et derniers cas étaient cohérentes avec des durées d'incubation connues pour les calicivirus.

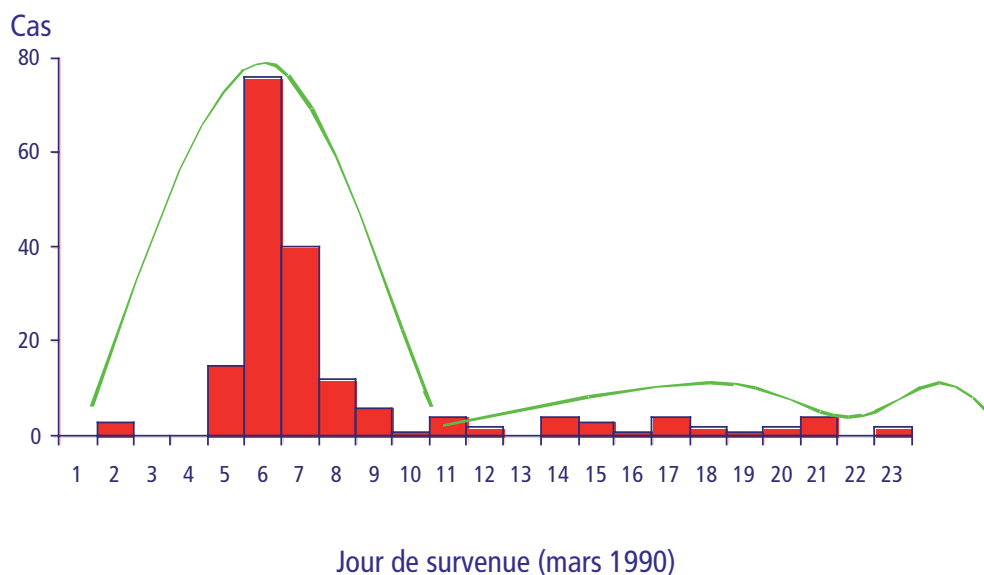
SOURCE COMMUNE PONCTUELLE: CAS COMMUNAUTAIRES D'HÉPATITE A, VILLETTE D'ANTHON (38), 2000



Cette courbe a été observée lors d'une épidémie communautaire d'hépatite A dans une commune de l'Isère due à un aliment contaminé par une personne malade excrétrice du virus. Les cas sont regroupés sur 4 semaines avec un pic très marqué sur 2 semaines ce qui est cohérent avec la durée d'incubation de l'hépatite A (2 à

6 semaines). La période d'exposition a été estimée en appliquant les durées d'incubation connues pour le virus de l'hépatite A : durée minimale appliquée aux 1ers cas, durée médiane aux cas médians, durée maximum aux derniers cas.

ÉPIDÉMIE DE SHIGELLOSE DE SOURCE COMMUNE PONCTUELLE PAR CONTAMINATION D'UN RÉSEAU D'EAU SUIVIE DE TRANSMISSION DE PERSONNE À PERSONNE, FRANCE, 1990

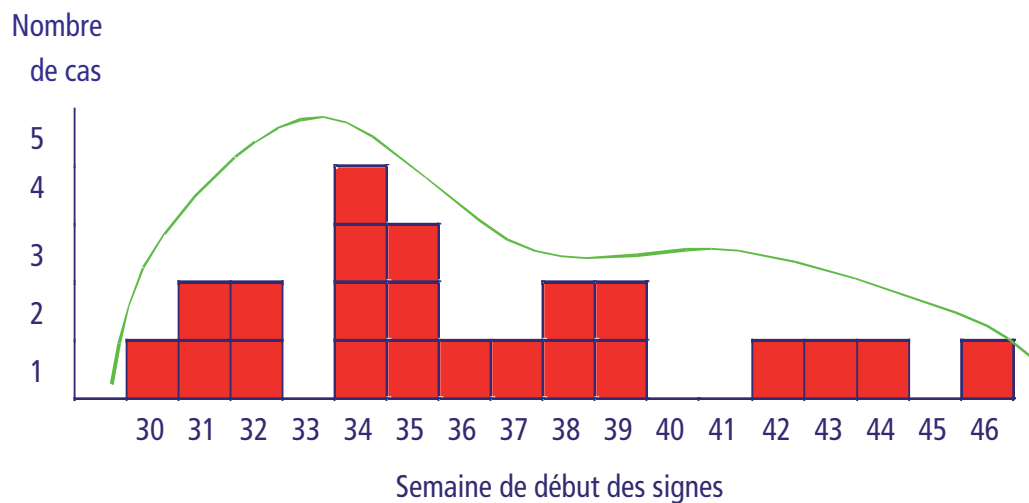


Cette courbe a été observée lors d'une épidémie de shigellose due à la contamination d'un réseau d'eau de distribution. Le regroupement des 1ers cas sur quelques jours avec un pic marqué oriente aussi vers

une source commune ponctuelle. La survenue de cas répartis sur les semaines suivantes est en faveur d'une transmission secondaire de personne à personne.

EXEMPLE DE COURBE ÉPIDÉMIQUE SUGGÉRANT UNE SOURCE COMMUNE PROLONGÉE (OU PERSISTANTE)

SOURCE COMMUNE PROLONGÉE : ÉPIDÉMIE COMMUNAUTAIRE DE LÉGIONELLOSE, RENNES 2000

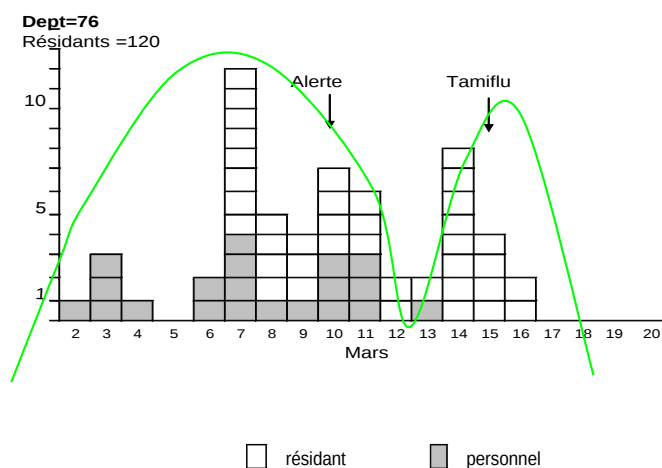


Cette courbe a été observée lors d'une épidémie communautaire de légionellose acquise par voie aéroportée à partir d'une tour aéroréfrigérante (TAR). La dispersion des cas sur plusieurs semaines était en faveur d'une source commune persistante, la légionellose ne se transmettant pas de personne à personne. La TAR a continué à

diffuser des légionelles dans l'air pendant plusieurs semaines. Ce type de courbe peut être observé lors d'une épidémie d'origine hydrique au cours de laquelle la contamination de l'eau persiste plusieurs jours ou semaines.

EXEMPLE DE COURBE ÉPIDÉMIQUE SUGGÉRANT UNE TRANSMISSION INTER-HUMAINE

Transmission de personne à personne : cas groupés de grippe dans un établissement pour personnes âgées, Seine maritime, 2006



Cette courbe a été observée lors d'une épidémie de grippe dans un établissement hébergeant des personnes âgées. La dispersion des cas sur plusieurs semaines avec des vagues de cas successives est en faveur d'une transmission interhumaine.

Annexe 7 (1/3). Épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique investiguées en France, période 1998-2006

Epidémie	Date	Ressource	Traitement	Point d'intro pollution	Circonstances / causes	Pathogène	Microbio eau (a)	Taille pop. exposée	Investigation épidémiologique
Sète (34)	Sept 1998	source karstique	désinfection (biox. Cl)	ressource	inversac + ruissellement	<i>Crypto. sp.</i>	F+ P _{NR}	25 000	cas témoin + ED
Strasbourg (67)	Mai 2000	forage en nappe alluviale	désinfection (Cl)	réseau	travaux sur le réseau ; erreur procédure remise en eau	NR	F+ P _{NR}	60 000	cas témoin + ED
Gourdon (46)	Août 2000	forage dans karst	désinfection (Cl)	ressource	Infiltration au forage d'eau de rivière polluée + dysfonction. chloration	rotavirus <i>Campylo. coli</i>	F+ P++ (rota)	4 900 + 2 200 touristes	cohorte rétrospective + ED
Dracy (71)	Sept 2001	forage en nappe alluviale	désinfection (Cl)	réseau	interconnexion entre STEP et réseau AEP + retour d'eau	<i>Crypto.</i> génotype 1	F+ P++	1 100	cohorte rétrospective + ED
Isère (38)	Nov 2002	forage en nappe alluviale	désinfection (Cl)	ressource	précipitations => débordement STEP amont captage + inondation captage	norovirus I & II	F+ P++ (rota II)	5 600	cohorte rétrospective + ED
Divonne (01)	Août 2003	sources karstiques + forage zone urbaine	clarif (forage) + désinfection (Cl)	réseau	interconnexion entre STEP et réseau AEP + retour d'eau	<i>Crypto.</i> génotypes 1&2	F+ P++	2 500	ED
Vesoul (70)	Sept 2003	forages dans karst + nappe alluviale	filtration + désinfection (biox. Cl)	réseau	interconnexion entre réseau industriel et réseau AEP + retour d'eau	<i>Crypto. sp</i> + <i>Campylo. jejuni</i>	F+ P _{NR}	2 000 à 35 000	ED
Pont de Roide (25)	Fév 2004	puits en nappe alluviale	désinfection (biox. Cl)	réseau	interconnexion entre STEP et réseau AEP + retour d'eau	norovirus	F+ P _{NR}	4 800	ED
Arc 1800 (73)	Fév 2006	3 sources de montagne	désinfection (Cl)	ressource	épandage fosse septique ou neige artificielle contaminée + défaut chloration ?	norovirus I	F+ P+	6 100 résidents + 18 000 touristes	ED
Pulligny (54)	Avr 2006	3 captages : rivière + nappe alluviale + karst	filtration / berges (rivière) + désinfection (Cl)	ressource (rivière)	changement masse filtrante + panne chloration (j-6 à j+10)	recherches négatives	F+ P _{neg}	9 500	ED

Annexe 7 (2/3) Épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique investiguées en France, période 1998-2006

Epidémie	Nb cas inclus dans l'étude	Nb cas cliniques estimé	Nb cas hospitalisés	Nb cas †	TA	RR / OR (b)	Délai entre début et pic de l'épidémie (jours)	Délai entre début de l'épidémie et alerte (jours)	Signal, émetteur (c)	Origine eau ? (d)	Référence (e)
Sète (34)	92 (enfants < 11 ans)	> 150 enfants	> 10 enfants	0	13 % (enfants)	b/nb 20 (OR)	1	1	analyse régl.	I	[1]
Strasbourg (67)	53	?	0	0	faible	p/a 2	0	0	analyse régl. + admissions aux urgences	I	[2]
Gourdon (46)	1 037	2 600	6	0	37 %	b/nb 3,2 p/a 10	10	11	cluster GEA, MG	I	[3] W
Dracy (71)	364	560	0	0	51 %	b/nb 2,0 p/a 24	5	5	cluster GEA, MG	I	[4] W
Isère (38)	98	2 000	3	0	41 %	b/nb 4,6 s+/s- 20	1	2	cluster GEA, particulier	I	[5] [6] W
Divonne (01)	387	1 040	2	0	42 %	p/a 4	7	9	plaintes usagers, exploitant	I	[7] W
Vesoul (70)	162	200	8	0	5 %	NR	2	0	analyse régl.	III	-
Pont de Roide (25)	444	1 000	3	0	20 %	obs/exp 40 (rés. sentinelle)	1	1	absent. scol., maire	III	-
Arc 1800 (73)	114	> 1000	3	0	fort (touristes)	?	2	2	Analyse exploitant	III	-
Pulligny (54)	231	1 000	0	0	10 %	s+/s- 9	9	18	analyse régl.	I	[8] W

Annexe 7 (3/3). Epidémies de gastro-entérites d'origine hydrique investiguées en France, période 1998-2006

- (a) F+ : prélèvement positifs pour les indicateurs de pollution fécale, P_{NR} : absence de recherche du ou des pathogènes responsables, P_{neg} : recherche négative, P+ : espèce retrouvée, P++ : idem et typage correspondant.
- (b) b/nb : buveur d'eau du robinet vs. abstinant déclaré ; p/a : pendant l'épidémie vs. avant l'épidémie ; s+/s- : secteur épidémique vs. secteur témoin ; obs/exp : observés vs. attendus sur la base de données extérieures.
- (c) Si 2 signaux sont mentionnés, il le sont dans l'ordre chronologique de réception par la Ddass et le signal souligné est celui qui a provoqué l'alerte.
- (d) échelle proposée par Blackburn, 2004, graduée de I (origine hydrique prouvée) à IV (origine hydrique possible).
- (e) W : rapport disponible sur le site InVS.

Légende : AEP : adduction en eau potable ; ED : enquête descriptive ; MG : médecin généraliste ; NR : non renseigné ; STEP : station d'épuration urbaine ; RR : risque relatif ; TA : taux d'attaque

RÉFÉRENCES

- [1] Guyonnet JP, Claudet J. Epidémie de gastro-entérite aiguë à *Cryptosporidium* liée à la pollution des eaux d'alimentation de la ville de Sète. TSM 2002;23-29.
- [2] Deshayes F, Schmitt M. Pollution du réseau d'eau potable à Strasbourg et survenue concomitante de gastroentérites, mai 2000. BEH 2001;5-7.
- [3] Cournot M, Hemery C, Gallay A. Epidémie de gastro-entérites à germes multiples liées à la consommation de l'eau de distribution. Gourdon, Lot (46). Août-septembre 2000. Rapport de la Drass Midi-Pyrénées, Cire Sud-Ouest et Institut de veille sanitaire. 1-48. 2001. Saint-Maurice, France, Institut de veille sanitaire.
- [4] Di Palma M, Carbonel S, Beaudeau P, Checlair E, Gallay A. Epidémie de gastro-entérites à *Cryptosporidium*, Dracy-le-Fort, Saône et Loire, Septembre 2001. Rapport de l'Institut de Veille Sanitaire. 1-72. 2003. Saint-Maurice.
- [5] Tillaut H, Encrenaz N, Checlair E, Alexandre-Bird A, Gomes Do Esperito Santo E, Beaudeau P. Epidémie de gastro-entérite, Isère, novembre 2002. BEH 2004;3-4.
- [6] Tillaut H, Encrenaz N, Checlair E, Gomez do Spirito Santo E, Beaudeau P. Epidémie de gastro-entérites en Isère, novembre 2002. Rapport de la Drass Rhône Alpes et de l'Institut de veille sanitaire. 1-48. 2002. Saint-Maurice, France, Institut de veille sanitaire.
- [7] Gofiti-Laroche L, Schmitt M. Epidémie de gastro-entérite liée à la pollution du réseau de distribution d'eau potable de la commune de Divonne-les-Bains, Ain, août-septembre 2003. Rapport de la Cire Rhône-Alpes, de la Drass Rhône-Alpes et de l'Institut de veille sanitaire. -36. 2003. Lyon, Drass Rhône Alpes.
- [8] Diulius D, Mantey K. Investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës sur la zone de Pulligny (Meurthe-et-Moselle). Rapport de la Drass Lorraine, la Ddass de Meurthe-et-Moselle, la Cire Est et l'Institut de veille sanitaire. 1-35. 2006. Saint-Maurice, France, Institut de veille sanitaire.

Annexe 8. Agents pathogènes mis en évidence lors d'épidémies d'origine hydrique rapportées aux États-Unis, au Canada et en Angleterre et Pays de Galles

Des revues sur les épidémies d'origine hydrique (pathogènes entériques) ont été publiées pour les États-Unis [1-5], le Canada [6] et l'Angleterre et le Pays de Galles (E&W) [7]. Le tableau 1 fait la synthèse des agents pathogènes mis en évidence lors de ces épidémies dans ces différents pays.

COMMENTAIRES

Cent une épidémies ont été dénombrées aux États-Unis (10 par an et 3,4 par an et par 100.000.000 d'habitants) contre 284 au Canada (10 par an et 31,2 par an et par 100.000.000 d'habitants) et 49 en E&W (4,5 par an et 8,6 par an et par 100.000.000 d'habitants).

Les systèmes de surveillance différant entre ces pays, les incidences observées dans les 3 pays ne sont pas comparables. Ces pays utilisent entre autres des critères d'inclusion différents. Le nombre important d'épidémies rapporté par le Canada peut s'expliquer notamment par l'inclusion des épidémies de la catégorie « origine hydrique possible » dont les critères d'inclusion sont peu exigeants : « Possibly waterborne : A pathogen that is sometimes waterborne has been isolated from a case linked to an outbreak. No specific hazard identified in the drinking water. Neither adequate epidemiological evidence nor microbiological proof of a drinking water source » [6]. Cette catégorie, qui représente 46 % des épidémies incluses par les Canadiens dans leur étude, n'aurait pas été retenue par les 2 autres pays.

L'interprétation et la comparaison des données entre les pays doit également prendre en compte les différences de modalités d'investigation épidémiologique et microbiologique des différents pays ainsi que la différence des périodes de temps considérées par les auteurs (période de 28 ans pour le Canada vs 10 ans pour les États-Unis et 11 ans pour l'E&W). La proportion des étiologies inconnues, beaucoup plus faible pour l'E&W (6 %) que pour le Canada (47 %) et les États-Unis (42 %), pourrait s'expliquer par une plus grande participation des laboratoires à la surveillance et à l'investigation des cas groupés d'infections entériques en E&W. Les capacités analytiques ayant beaucoup évolué au cours de la dernière décennie, l'importance des étiologies concernées par cette évolution n'est pas comparable entre le Canada et les autres pays.

Le poids de l'étiologie virale est globalement sous-estimé en raison de la plus grande difficulté de mise en évidence de ces agents. Le développement récent des méthodes de biologie moléculaire pour les norovirus (anciennement norwalk-like virus) a cependant permis de beaucoup améliorer leur recherche. Les données des USA relatives aux années 1999-2002 indiquant que 18 % des étiologies sont des norovirus, paraissent les plus fiables mais restent probablement encore sous-estimées.

L'importance des étiologies bactériennes est très variable. Cette variabilité dépend du niveau de traitement de l'eau au moment de la pollution, c'est-à-dire de la présence et du bon fonctionnement de la désinfection. Les bactéries peuvent représenter jusqu'à 60 % des étiologies rapportées. Cette situation correspond probablement à l'absence de désinfection.

Pour les parasites, *Giardia* est beaucoup mieux représenté parmi les étiologies rapportées des épidémies américaines que parmi les étiologies des épidémies rapportées en E&W. Il y est plus fréquent que *Cryptosporidium*. En E&W, cette dernière étiologie est devenue l'étiologie dominante au terme d'une décennie marquée par la mise à niveau technique des installations publiques.

Les données présentées par les 3 pays distinguent les installations publiques et les installations privées qui sont plus fréquentes qu'en France. Il n'y a pas de différences entre les étiologies rencontrées dans les 2 catégories d'installation dans les pays américains (données non présentées). La différence est en revanche très importante en Angleterre avec une nette prédominance des étiologies parasitaires pour les réseaux publics et des étiologies bactériennes pour les réseaux privés. L'absence ou la défaillance de la désinfection peut à nouveau expliquer cette différence. En effet ces pannes sont plus fréquentes dans les installations domestiques ou desservant de petites communautés, de statut généralement privé, que dans les installations plus grandes, généralement de statut public. Les auteurs estiment que les personnes desservies par des installations privées sont 35 fois plus exposées au risque d'être victime d'une épidémie d'infection d'origine hydrique.

CONCLUSION

Les méthodes d'analyse pour les principaux virus responsables d'épidémies d'origine hydrique sont apparues trop récemment pour juger de l'importance des virus parmi les étiologies des épidémies infectieuses d'origine hydrique.

L'importance des étiologies bactériennes dépend de la présence et du bon fonctionnement de la désinfection au moment de la pollution. Les bactéries peuvent représenter jusqu'à 60 % des étiologies en l'absence de désinfection.

Corrélativement à cette tendance, les parasites apparaissent comme l'étiologie dominante des épidémies une fois mise à niveau la gestion technique de l'eau.

TABLEAU 3

AGENTS PATHOGÈNES MIS EN ÉVIDENCE LORS D'ÉPIDÉMIES D'ORIGINE HYDRIQUE AUX ÉTATS-UNIS [1-5], AU CANADA [6] EN ANGLETERRE ET AU PAYS DE GALLES [7]

	USA						Canada		England & Wales					
	1993-1998		1999-2002		Total		1974-2001		1992-2002 (11 ans)					
	(6 ans)		(4 ans)		(10 ans)		(28 ans)		Public (b)		Privé		Total	
Virus de l'hépatite A	0	0%	0	0%	0	0%								
Calicivirus	1	2%	9	18%	10	10%			0	0%	0	0%	0	0%
Rotavirus	0	0%	0	0%	0	0%								
Calicivirus ou rotavirus							14	5%						
Adenovirus, astrovirus	0	0%	0	0%	0	0%			1	4%	0	0%	1	2%
Entérovirus	0	0%	0	0%	0	0%								
TOTAL VIRUS	1	2%	9	18%	10	10%	14	5%	1	4%	0	0%	1	2%
<i>Cryptosporidium</i>	7	14%	2	4%	9	9%	12	4%	21	88%	7	28%	28	57%
<i>Giardia</i>	10	20%	3	6%	13	13%	51	19%	0	0%	1	4%	1	2%
<i>Toxoplasma</i>							1	0%						
TOTAL PARASITES	17	34%	5	10%	22	22%	64	23%	21	88%	8	32%	29	59%
<i>Campylobacter</i>	3	6%	4	8%	7	7%	24	9%	1	4%	12	48%	13	27%
<i>Salmonella</i> non typhi	1	2%	2	4%	3	3%	16	6%						
<i>Shigella</i>	5	10%	0	0%	5	5%	9	3%						
<i>Yersinia</i>	0	0%	1	2%	1	1%	3	1%						
<i>E. coli</i> producteur de shigatoxine (STEC)	4	8%	6	12%	10	10%			0	0%	3	12%	3	6%
<i>Vibrio</i> non cholera	1	2%	0	0%	1	1%								
Divers bactéries (a)							10	4%						
TOTAL BACTERIES	14	28%	13	25%	27	27%	62	23%	1	4%	15	60%	16	33%
TOTAL ETIOLOGIE CONNUE	32	64%	27	53%	59	58%	140	51%	23	96%	23	92%	46	94%
Etiologie indéterminée	18	36%	24	47%	42	42%	134	49%	1	4%	2	8%	3	6%
TOTAL GENERAL	50	100%	51	100%	101	100%	274	100%	24	100%	25	100%	49	100%

(a) Ensemble des bactéries sauf *Yersinia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*

(b) Installations appartenant à des propriétaires privés, soit à usage familial, soit desservant des établissements recevant du public (campings, hôtels, hôpitaux...)

RÉFÉRENCES

- [1] Kramer MH, Herwaldt BL, Craun GF, Calderon RL, Juranek DD. Surveillance for waterborne-disease outbreaks--United States, 1993-1994. MMWR CDC Surveill Summ 1996; 45:1-33.
- [2] Levy DA, Bens MS, Craun GF, Calderon RL, Herwaldt BL. Surveillance for waterborne-disease outbreaks--United States, 1995-1996. MMWR CDC Surveill Summ 1998; 47:1-34.
- [3] Barwick RS, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon RL. Surveillance for waterborne-disease outbreaks--United States, 1997-1998. MMWR CDC Surveill Summ 2000; 49:1-21.
- [4] Lee SH, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon RL. Surveillance for waterborne-disease outbreaks--United States, 1999-2000. MMWR Surveill Summ 2002; 51:1-47.
- [5] Blackburn BG, Craun GF, Yoder JS, Hill V, Calderon RL, Chen N et al. Surveillance for waterborne-disease outbreaks associated with drinking water--United States, 2001-2002. MMWR Surveill Summ 2004; 53:23-45.
- [6] Schuster CJ, Ellis AG, Robertson WJ, Charron DF, Aramini JJ, Marshall BJ et al. Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974-2001. Can J Public Health 2005; 96:254-258.
- [7] Smith A, Reacher M, Smerdon W, Adak GK, Nichols G, Chalmers RM. Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. Epidemiol Infect 2006;1-9.

Annexe ga. Nombre d'unités de distribution par classe de taille (nombre de personnes desservies) et par département

Source : Sise-Eaux, Ddass, Drass, Ministère chargé de la santé (données 2003-2004).

DPT	[0-100[	[100-500[	[500-2000[	[2000-10000[	>10000	total
1	97	128	87	51	11	374
2	37	129	120	56	8	350
3	30	14	22	25	10	101
4	262	124	40	11	1	438
5	291	132	29	8	1	461
6	137	78	30	32	16	293
7	419	112	48	23	6	608
8	60	139	76	25	3	303
9	409	88	28	22	1	548
10	16	98	66	21	6	207
11	253	190	95	21	2	561
12	157	72	19	20	7	275
13	7	13	28	65	28	141
14	36	63	104	78	10	291
15	308	178	37	10	2	535
16	15	21	31	42	4	113
17	4	22	46	65	10	147
18	15	30	53	27	7	132
19	216	125	53	16	5	415
21	121	147	69	39	6	382
22	17	82	95	62	10	266
23	71	115	38	9	2	235
24	10	68	71	48	4	201
25	101	153	60	16	12	342
26	225	102	55	35	9	426
27	5	52	97	67	6	227
28	42	188	111	30	7	378
29	15	48	104	85	13	265
30	113	93	98	69	11	384
31	79	34	27	33	16	189
32	6	14	19	27	2	68
33	1	7	25	69	34	136
34	143	91	70	65	14	383
35	1	5	17	54	23	100
36	6	18	53	30	2	109
37	1	17	84	53	8	163
38	329	249	173	104	16	871
39	80	112	32	28	5	257
40	4	35	47	31	8	125
41	5	28	96	32	3	164
42	99	87	61	46	13	306
43	262	106	38	24	3	433
44			2	25	22	49
45	4	64	97	74	5	244
46	25	67	60	14	2	168
47	2	11	10	36	7	66
48	588	76	26	3	1	694
49	3	5	22	41	10	81
50	14	31	67	62	9	183
51	77	215	98	30	5	425
52	166	214	65	8	2	455

DPT	[0-100[	[100-500[	[500-2000[	[2000-10000[	>10000	total
53	1	20	48	38	3	110
54	70	134	88	65	5	362
55	92	146	58	17	2	315
56	1	10	38	60	14	123
57	11	61	82	53	26	233
58	99	47	33	31	2	212
59		22	50	66	49	187
60	12	73	121	72	15	293
61	36	85	101	28	3	253
62	5	105	139	109	31	389
63	335	142	55	30	15	577
64	65	56	43	22	15	201
65	182	98	27	21	4	332
66	132	54	42	45	6	279
67	30	51	81	50	15	227
68	41	88	119	38	11	297
69	28	39	29	28	26	150
70	92	195	81	19	2	389
71	41	34	37	51	11	174
72	1	15	41	62	4	123
73	388	256	108	33	3	788
74	233	286	126	40	6	691
75				1	15	16
76	7	31	102	98	24	262
77	36	92	138	82	27	375
78	16	18	42	60	33	169
79	1	19	34	26	10	90
80	20	117	98	56	5	296
81	187	51	34	21	9	302
82		6	25	23	4	58
83	36	46	94	97	15	288
84	11	13	15	16	11	66
85	3	15	15	45	13	91
86	1	8	39	51	5	104
87	77	116	60	17	5	275
88	59	188	99	51	2	399
89	48	156	91	34	3	332
90	2	12	10	10	1	35
91	12	25	24	46	27	134
92					7	7
93	1		1	3	8	13
94					8	8
95	12	20	41	33	12	118
971		3	14	34	10	61
972	1	6	12	7	12	38
973	11	21	10	3	4	49
974	10	33	49	66	15	173
02A	146	73	24	5	2	250
02B	252	111	19	9	2	393
TOTAL	8228	7487	5636	3839	985	26175

Annexe gb. Nombre annuel « d'événements de pollution fécale critiques* » par département, par classe de taille de l'unité de distribution (nombre de personnes desservies), et par niveau du seuil de définition de l'évènement critique

(Source : Sise-Eaux, Ddass, Drass, ministère chargé de la Santé, données 2003-2004)

DPT	Nb Ev>10					Nb Ev>20					Nb Ev>50					Nb Ev>100					Nb Ev>200					Ev>10
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Total
2	1,5	7,5	3,0	1,0	0,0	0,5	5,5	2,5	1,0	0,0	0,0	3,5	1,5	0,0	0,0	0,0	2,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	2,5
3	2,0	2,5	1,5	1,5	0,0	1,5	2,0	1,5	1,5	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
4	44,5	10,0	0,0	0,0	0,0	34,0	6,0	0,0	0,0	0,0	11,0	1,5	0,0	0,0	0,0	4,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
5	26,5	5,0	1,5	0,0	0,0	19,5	3,5	1,0	0,0	0,0	7,5	2,5	0,5	0,0	0,0	4,5	1,0	0,5	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	54,5
6	39,0	18,0	4,0	6,5	1,5	25,0	14,5	3,0	6,5	1,0	11,5	6,5	1,0	0,0	0,0	5,5	2,0	1,0	0,0	0,0	2,5	1,0	0,5	0,0	0,0	33,0
7	106,0	22,5	4,0	1,0	0,0	68,0	16,0	3,5	0,5	0,0	31,5	9,0	2,0	0,5	0,0	18,5	5,0	1,0	0,0	0,0	8,0	0,5	0,5	0,0	0,0	69,0
8	11,0	7,0	5,0	0,5	0,0	7,5	5,0	3,5	0,5	0,0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	133,5
9	101,0	10,0	0,5	1,0	0,0	70,5	6,5	0,5	1,0	0,0	37,5	2,5	0,0	0,0	0,0	19,0	0,5	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5
10	0,0	1,5	0,5	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	112,5
11	52,5	13,0	1,5	1,5	1,0	34,0	9,0	0,5	0,5	1,0	19,5	4,5	0,0	0,5	0,5	9,0	0,5	0,0	0,0	0,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
12	28,5	9,5	0,5	0,5	0,0	21,0	6,0	0,0	0,5	0,0	10,5	2,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,5
13	0,0	0,5	0,5	1,5	1,0	0,0	0,5	0,5	1,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0
14	1,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,5	1,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	3,5
15	83,0	41,5	10,0	3,5	0,5	52,0	26,5	6,5	2,5	0,5	21,5	10,5	4,0	2,0	0,0	9,5	6,0	2,5	1,5	0,0	4,0	1,5	1,5	0,5	0,0	6,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	138,5
17	0,5	0,0	1,0	3,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
19	4,5	4,0	1,0	2,0	0,0	3,0	1,5	1,0	0,5	0,0	1,5	0,5	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
21	17,0	14,5	2,5	1,5	0,0	12,0	9,5	1,5	0,5	0,0	6,0	2,5	0,0	0,5	0,0	4,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	11,5
22	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5
23	0,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
24	3,5	4,0	8,0	3,0	0,0	2,0	3,5	6,5	2,0	0,0	0,0	1,0	3,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
25	42,5	37,5	9,0	0,5	0,0	31,0	24,5	6,0	0,0	0,0	17,5	14,5	3,0	0,0	0,0	10,0	7,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	18,5
26	38,5	9,5	2,0	0,5	0,0	27,0	6,5	0,5	0,5	0,0	16,5	4,5	0,0	0,5	0,0	8,5	2,5	0,0	0,5	0,0	4,5	2,0	0,0	0,0	0,0	89,5
27	0,0	0,0	0,0	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,5
28	0,5	3,5	4,0	0,5	0,0	0,0	2,5	4,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0
29	0,5	2,5	1,5	0,5	0,0	0,5	2,0	0,5	0,0	0,0	0,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
30	42,0	19,5	11,5	1,0	0,5	27,5	12,5	7,0	1,0	0,0	11,5	6,0	2,5	0,5	0,0	3,5	3,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	5,0
31	10,5	1,0	0,5	0,0	0,5	5,5	1,0	0,0	0,0	0,5	2,5	1,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	74,5
32	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
33	0,0	0,0	0,5	3,5	3,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
34	44,0	21,5	5,0	0,5	0,5	29,0	15,0	2,5	0,5	0,0	11,0	7,0	1,0	0,5	0,0	4,5	2,5	0,5	0,5	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	0,0	7,0
35	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,5
36	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
37	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5

DPT	Nb Ev>10					Nb Ev>20					Nb Ev>50					Nb Ev>100					Nb Ev>200					Ev>10
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
38	20,5	17,5	5,5	2,5	0,5	12,5	11,0	4,0	1,0	0,0	5,0	5,0	0,5	1,0	0,0	2,0	1,5	0,5	0,5	0,0	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,5
39	30,5	19,5	3,5	1,0	0,0	21,0	16,5	2,5	0,5	0,0	12,0	6,0	0,5	0,0	0,0	5,0	3,0	0,5	0,0	0,0	1,5	2,0	0,5	0,0	0,0	54,5
40	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
41	0,0	0,0	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
42	4,0	3,5	1,5	1,5	0,5	2,5	2,5	0,0	1,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	11,0
43	36,0	17,0	2,5	1,0	0,0	25,0	12,0	1,0	1,0	0,0	12,0	7,0	1,0	0,5	0,0	7,5	5,5	0,5	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	56,5
44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	0,5	1,0	3,0	2,5	0,5	0,0	1,0	1,5	1,5	0,5	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
46	5,5	4,0	4,0	1,0	0,0	4,0	3,5	2,5	0,5	0,0	3,5	3,0	1,5	0,5	0,0	2,0	2,5	1,5	0,5	0,0	0,5	1,0	1,5	0,5	0,0	14,5
47	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
48	87,5	9,0	2,5	0,0	0,0	62,5	5,5	2,5	0,0	0,0	32,0	2,5	1,0	0,0	0,0	13,5	2,0	0,5	0,0	0,0	4,0	1,0	0,0	0,0	0,0	99,0
49	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
50	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
51	1,0	3,5	1,0	0,0	0,5	1,0	2,5	1,0	0,0	0,5	0,0	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	6,0
52	30,5	26,0	7,5	0,0	0,0	20,5	17,5	5,5	0,0	0,0	12,0	8,0	4,5	0,0	0,0	8,5	3,5	3,5	0,0	0,0	4,5	3,0	1,5	0,0	0,0	64,0
53	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
54	3,0	5,0	5,0	1,5	0,0	2,5	2,0	4,0	1,0	0,0	1,5	0,5	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	14,5
55	16,5	20,0	6,5	1,0	0,0	9,5	13,0	3,0	1,0	0,0	5,5	8,5	1,0	1,0	0,0	1,5	2,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	44,0
56	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
57	1,0	3,5	1,5	3,0	0,0	0,5	2,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
58	6,0	1,5	0,0	0,5	0,5	4,5	1,5	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
59	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
60	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
61	0,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
62	0,0	1,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
63	15,0	5,0	2,5	0,5	1,0	9,0	4,0	2,0	0,0	0,0	5,0	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	24,0
64	6,5	7,5	1,0	0,5	0,5	4,5	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	16,0
65	27,0	8,0	0,0	1,5	0,0	17,0	4,5	0,0	0,5	0,0	9,0	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5
66	10,5	5,0	0,5	0,5	0,0	8,5	3,5	0,5	0,0	0,0	3,5	1,5	0,0	0,0	0,0	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5
67	0,5	3,0	3,0	0,0	1,5	0,0	3,0	1,5	0,0	0,5	0,0	1,5	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,0
68	0,0	3,5	4,5	0,5	0,0	0,0	2,0	2,5	0,5	0,0	0,0	1,0	2,5	0,5	0,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	8,5
69	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
70	21,0	39,5	6,5	2,0	0,5	15,0	26,0	5,5	2,0	0,5	8,0	14,0	2,5	0,5	0,0	6,0	8,5	1,5	0,5	0,0	0,5	2,5	0,5	0,0	0,0	69,5
71	3,5	2,0	2,0	1,0	0,0	3,0	1,5	1,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	8,5
72	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
73	26,5	18,0	9,5	1,0	0,0	17,0	10,5	6,5	0,0	0,0	8,5	4,0	3,0	0,0	0,0	4,5	1,5	1,0	0,0	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	0,0	55,0

Nb Ev>10						Nb Ev>20					Nb Ev>50					Nb Ev>100					Nb Ev>200					Ev>10					
DPT	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Total
74	44,5	44,0	10,0	2,0	0,0	30,0	28,5	5,5	0,5	0,0	17,0	13,5	3,0	0,5	0,0	8,5	6,5	1,5	0,0	0,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	100,5
75	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,0
76	0,0	0,0	1,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,5
77	0,5	1,0	1,5	0,5	0,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
78	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
79	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
80	0,5	1,5	1,0	1,5	0,0	0,5	1,5	0,5	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
81	44,5	7,0	5,0	0,0	1,5	29,5	4,5	2,5	0,0	0,5	11,0	2,5	1,5	0,0	0,0	7,5	0,5	0,5	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0
82	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
83	0,5	0,5	0,0	2,0	1,0	0,5	0,5	0,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
84	1,0	1,5	0,0	0,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
85	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
86	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,5
87	1,0	3,5	2,0	0,5	0,5	0,5	1,5	1,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	7,5
88	4,0	12,5	4,5	4,0	0,0	1,5	8,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,0	2,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	25,0
89	2,5	13,0	4,0	1,0	0,0	2,0	9,0	2,5	1,0	0,0	0,5	5,0	1,0	0,5	0,0	0,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	20,5
90	0,5	0,5	1,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
91	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
94	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
95	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
971	0,0	0,5	2,0	14,0	2,5	0,0	0,5	1,0	11,5	1,5	0,0	0,0	0,0	4,5	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
972	0,0	0,5	1,5	1,5	3,5	0,0	0,5	1,5	1,5	3,0	0,0	0,5	0,0	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	7,0
973	2,5	8,0	1,0	0,0	2,5	2,5	7,0	1,0	0,0	2,0	1,5	5,0	0,5	0,0	0,5	1,5	4,5	0,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	14,0
974	5,0	17,0	14,0	30,0	8,0	4,0	9,5	9,0	18,0	5,0	1,5	1,5	4,5	8,5	2,5	0,5	0,5	1,5	4,5	1,0	0,0	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0	74,0
02A	101,5	62,5	12,5	1,0	0,5	75,5	46,0	8,0	0,5	0,0	40,5	30,5	3,5	0,0	0,0	17,5	17,0	2,0	0,0	0,0	6,5	8,0	0,5	0,0	0,0	6,5	8,0	0,5	0,0	0,0	178,0
02B	129,0	65,5	10,0	0,5	0,0	89,0	45,0	4,5	0,0	0,0	33,5	15,5	1,5	0,0	0,0	11,5	4,0	0,5	0,0	0,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	205,0
TOT	1394	741	243	135	43	951	502	156	88	25	452	245	73	37	10	222	122	41	18	8	83	48	15	6	4	2555					2555

Légende :

Classes de taille des unités de distribution

1 0-99 personnes desservies

2 100-499 personnes desservies

3 500-1999 personnes desservies

4 2000-9999 personnes desservies

5 10 000 personnes desservies et plus

* L'événement critique considéré est le dépassement d'un seuil calculé par la somme des bactéries fécales (*E. coli* + entérocoques) décomptées (UFC) sur l'ensemble des prélèvements réglementaires effectués un même jour sur l'eau traitée (prélèvements en sortie d'installation de traitement ou sur réseau).

Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution

Approche intégrée environnementale et sanitaire

Pascal Beaudeau, Henriette De Valk, Véronique Vaillant, Damien Mouly

Plus qu'un guide d'investigation, ce document se veut un document ressource dédié à la détection et à l'investigation des épidémies d'infection liée à l'ingestion d'eau de distribution. Il rassemble aussi des recommandations concernant les besoins en surveillance et en recherche dans ce domaine.

Les informations à caractère opérationnel sont rassemblées dans un document séparé édité sur le site Internet de l'InVS.

La rédaction du présent document s'est appuyée d'une part, sur le bilan critique des investigations d'épidémies réalisées en France depuis 1998, d'autre part, sur l'expertise d'un groupe de travail composé d'épidémiologistes, d'ingénieurs sanitaires et de microbiologistes.

Les différentes étapes de l'investigation (détection, enquête exploratoire et enquête approfondie) sont détaillées par discipline (épidémiologie, génie sanitaire et microbiologie). Les synergies à attendre des échanges interdisciplinaires, notamment dans la phase précoce de l'investigation, sont soulignées et les rapprochements des acteurs encouragés.

L'analyse de la situation actuelle montre que des progrès de santé publique sont possibles tant pour l'évitement de cas dans les épidémies déjà amorcées que pour la prévention des épidémies. Les principaux facteurs de progrès sont l'amélioration de l'exhaustivité et de la précocité de la détection des épidémies ou des situations à risque d'épidémie.

Actuellement, les signaux à la source des investigations d'épidémies proviennent essentiellement du contrôle réglementaire de l'eau et de la découverte par des acteurs de terrains (médecins, responsables d'institution, particuliers) de cas groupés de gastro-entérite. Les signaux issus de l'exploitation de l'eau (pollution accidentelle, panne de traitement) et les plaintes de consommateurs sont en revanche largement sous-utilisés. Des propositions sont faites pour une meilleure intégration des informations détenues par l'exploitant dans le processus de détection et de prévention des épidémies.

Les bases médico-tarifaires de l'Assurance maladie pourraient en outre être exploitées en ligne pour la détection d'une surincidence de cas à l'échelon communal. Une étude expérimentale est en cours à l'InVS afin d'établir l'utilité de cette source pour la détection des épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique.

Les auteurs sont conscients des lacunes du document, en particulier de la spécification insuffisante des signaux issus de l'exploitation de l'eau et utiles à la prédiction d'un risque épidémique, comme par exemple les signaux associés aux crues turbides, aux pannes de chloration, ou aux ruptures de canalisation. Dans la perspective d'une 2^e édition, les auteurs ouvrent le dialogue avec les partenaires locaux désireux de partager leur expérience, comme les Ddass et les exploitants de l'eau.

Detection and investigation of outbreaks of infection related to tapwater

An integrated approach

Pascal Beaudeau, Henriette De Valk, Véronique Vaillant, Damien Mouly

More than a guide on waterborne outbreaks investigation, this document aims to be a resource document dedicated to the detection and investigation of outbreaks of infection linked to contaminated drinking water intake. It also includes recommendations on the needs for surveillance and research in this field.

Information of a practical nature is gathered in a separate document published on InVS web-site.

The drafting of this document was based on the one hand on the critical review of the investigations of outbreaks carried out in France since 1998, and on the other hand on the expertise of a working group made up of epidemiologists, public health engineers and microbiologists.

The various stages of the investigation (detection, exploratory emergency investigations and peer investigations, including for instance analytical epidemiological study) are detailed by speciality (epidemiology, environmental engineering and microbiology). The relevance of interdisciplinary exchanges is highlighted, in particular at the early stage of the investigation, since bringing together epidemiological and water data may shorten the investigation time needed to point out the cause of the water contamination.

Analysis of current practices shows that significant progress is possible not only in preventing new cases of illness in an outbreak already underway but also in the prevention of further outbreaks. The main factors of progress are the improvement of both the exhaustiveness and the prompt detection of outbreaks or incidents that may lead to an outbreak.

Currently, the signals at the source of the investigations come primarily from the monitoring done by the regulatory drinking water authority and from the reporting by local stakeholders (doctors, persons in charge of certain institutions, private individuals) of gastroenteritis case clusters. On the other hand the signals resulting from the exploitation of water (accidental pollution, treatment breakdowns or deficiencies) and the complaints from consumers are largely under-used. Proposals are made for a better integration of the information held by the water companies.

Moreover, the French health insurance databases could be operated on-line to detect clustering of cases at local authority level. The French institute for public health surveillance is carrying out an experimental study to assess the validity of this data source in detecting waterborne outbreaks of gastroenteritis

The authors are conscious of the gaps within the document, in particular of the insufficient specification of the reporting of water processing relevant events, such as turbid spates, breakdowns of chloration, or pipe breakages. With the prospect of the 2nd edition, the authors open the dialog with local partners willing to share their experience, like the Ddass (the local branches of the Ministry of Health in charge of outbreak management) and the water companies.

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

<http://www.invs.sante.fr>

ISSN : en cours

ISBN : 978-2-11-097109-8

Imprimé par : Imprimerie

Centrale SA - Luxembourg

Réalisé par DIADEIS-Paris

Dépôt légal : décembre 2007