

Les risques infectieux d'origine hydrique en Auvergne



- P. 2** La contamination hydrique, origine de l'investigation épidémiologique
- P. 3** La consommation d'eau du robinet pour la boisson
- P. 5** La distribution et qualité de l'eau du robinet
- P. 9** Témoignage d'un exploitant
- P. 11** Enquête épidémiologique des suspicions de TIAC d'origine hydrique
- P. 14** Retour sur les investigations menées en Auvergne
- P. 22** Investigation microbiologique des eaux susceptibles d'être à l'origine d'une épidémie hydrique
- P. 27** La détection d'épidémies de gastro-entérite aiguë d'origine hydrique à partir des données de l'Assurance Maladie
- P. 32** Conclusion - Discussion

Editorial

L'eau est un élément essentiel à la vie, vivant et donc fragile. Dans le monde, en 2004, plus d'un milliard de personnes n'avait pas accès à une source d'eau sûre et 2,6 milliards de personnes ne disposaient pas de moyens d'assainissement satisfaisants. La charge attribuable au manque d'eau, de moyens d'assainissement et d'hygiène équivaut à 1,9 million de décès, principalement des enfants des pays à bas revenus (estimation 2004) [1]. Bien des progrès ont été réalisés depuis le XIX^{ème} siècle dans les pays industrialisés, quand Louis Pasteur nous éclairait sur le risque sanitaire lié à la consommation d'eau en disant « nous buvons 90% de nos maladies ». L'épidémiologie moderne aurait même été fondée par John Snow, à l'occasion d'une épidémie de choléra d'origine hydrique à Londres.

En France en 2012, la production et la distribution de l'eau du robinet reposent sur l'exploitation de près de 33 500 captages, 16 300 stations de production d'eau potable et 25 300 réseaux de distribution. Près de 60% de ces réseaux alimentent moins de 500 habitants, soit 3% de la population [2].

Comme illustrées par les données présentées dans ce bulletin de veille sanitaire (BVS), 70% de la population boivent de l'eau du robinet, avec des habitudes de consommation qui varient selon l'âge et la région.

L'eau du robinet est certainement l'aliment le mieux surveillé. Il respecte des règles très strictes et fait l'objet de contrôles sévères. Sa qualité microbiologique et chimique, déjà globalement satisfaisante au vu des bilans réalisés par le ministère de la santé, continue de s'améliorer suite aux efforts continus de tous les acteurs/partenaires impliqués, tant administratifs (préfectures, Direction générale de la Santé (DGS), Agences régionales de Santé (ARS)), que techniques (exploitants) et politiques (maires,...).

Le risque microbiologique lié à l'eau n'a toutefois pas complètement disparu en France. Des disparités géographiques existent car ce risque concerne principalement les petites unités de distribution en zones rurales ou de montagne, comme il en existe beaucoup en Auvergne. Les micro-organismes pathogènes peuvent être d'origines multiples : germes ubiquistes présents naturellement dans l'environnement, germes issus des rejets humains ou animaux... Leur présence au robinet d'un consommateur peut provoquer des gastro-entérites aiguës, voire plus rarement d'autres pathologies.

La détection des épidémies d'origine hydrique repose principalement sur des résultats provenant du contrôle sanitaire de l'eau, plus rarement des professionnels de santé alertant l'ARS d'un nombre anormal de malades. Des approches combinées (environnementale, épidémiologique et microbiologique) sont nécessaires pour investiguer ces épidémies. Leur nombre est aujourd'hui sous-évalué. L'utilisation des données de l'Assurance maladie (AM) ouvre une perspective très prometteuse pour élargir le domaine de surveillance des pathologies infectieuses d'origine fécale liées à l'eau.

Les différents articles de ce BVS vont permettre au lecteur d'avoir une vision globale et très complète de la problématique du risque infectieux d'origine hydrique en Auvergne.

**Catherine Galey, Département Santé Environnement, InVS
& Gilles Bidet, ARS d'Auvergne-Rhône-Alpes**

1. Organization WH. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization ; 2009.

2. Ministère en charge de la santé. La qualité de l'eau du robinet en France. Données 2012 [En ligne]. Paris : 2014.

Texte inspiré du rapport « On the Mode of Communication of Cholera » (John Snow, 1855)

La plus terrible épidémie de choléra connue en Angleterre, est celle qui a eu lieu dans le quartier de Broad Street (Golden Square, Londres) en 1854. Cette épidémie a débuté dans la nuit du 31 août, avec l'apparition de plusieurs cas de choléra.

Au vu des premiers éléments rapportés, le Docteur John Snow soupçonnait une contamination de type hydrique sur une pompe distribuant l'eau du quartier sans pouvoir mettre en évidence l'impureté de la source.

Une enquête préliminaire a cependant montré qu'il n'y avait sans doute aucune autre circonstance ou agent commun possible circonscrits à la localité pouvant expliquer cette augmentation soudaine de cas. Par conséquent, Le Docteur Snow décida de mettre en place une investigation sur le terrain.

Pour conforter son hypothèse, il interrogea le registre officiel des décès, en travaillant sur ceux liés au choléra et enregistrés au cours de la dernière semaine d'août 1854, dans les sous-districts de Golden Square, Berwick Street et Sainte-Anne (Soho). Au total, 89 décès ont été enregistrés au cours de la semaine, dans les trois sous-districts. Parmi eux, seulement 6 ont eu lieu dans les quatre premiers jours de la semaine, 4 le jeudi 31 août et le reste (79) le vendredi 1^{er} septembre et samedi 2 septembre.

Le début de l'épidémie a donc été daté au 31 août, date à partir de laquelle un nombre anormalement élevé de cas a été recensé.

Une cartographie des lieux d'habitation des personnes décédées a permis de mettre en évidence une forte concentration autour de la pompe de Broad Street, avec une faible dispersion. Tous les cas vivant à proximité et dont les familles ont pu être questionnées consommaient l'eau de la pompe. L'interrogation des familles des personnes décédées demeurant à proximité d'un autre point de distribution d'eau a permis de relier ces décès à l'utilisation de la pompe de Broad Street. Les résultats de cette investigation ont donc mis en évidence cette seule source de contamination commune possible et la pompe fut retirée le 8 septembre.

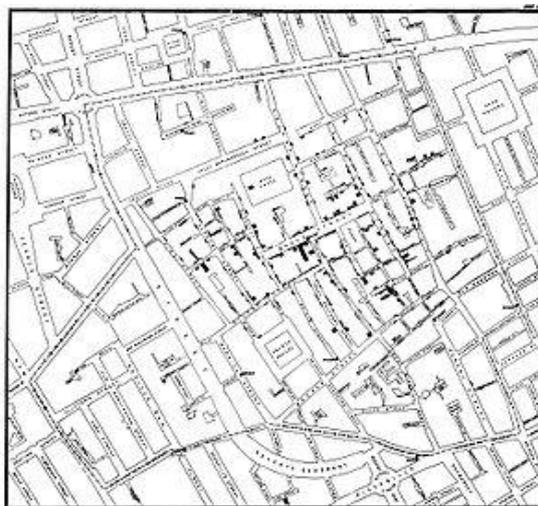
L'investigation fut poursuivie par la suite. Outre les décès mentionnés s'étant produit sur les trois derniers jours de la dernière semaine d'août, un certain nombre de personnes sont décédées dans le Middlesex et autres hôpitaux, ou bien dans la zone autour de la pompe mais dont le décès est survenue la semaine suivante. Le bilan final dressé fait état de 616 décès dont 197 sur les seules journées du 1 et 2 septembre 1854. Ce bilan est à nuancer du fait des conditions de vie et de la possibilité, comme dans toute investigation menée, de pouvoir avoir accès à des informations exhaustives.

Cette épidémie est la première investigation épidémiologique documentée. La méthodologie utilisée à l'époque s'inscrit dans les principes fondamentaux de l'épidémiologie de terrain et le docteur Snow est considéré comme l'un des fondateurs de l'épidémiologie moderne.

Figure 1

Éléments relatifs à l'épidémie de choléra de Broad Street, 1854.

TABLE I.			
Date.	No. of Fatal Attacks.		Deaths.
August	19	...	1
"	20	...	0
"	21	...	2
"	22	...	0
"	23	...	0
"	24	...	2
"	25	...	0
"	26	...	0
"	27	...	1
"	28	...	0
"	29	...	1
"	30	...	2
"	31	...	3
September	1	...	70
"	2	...	127
"	3	...	76
"	4	...	71
"	5	...	45
"	6	...	37
"	7	...	32
"	8	...	30
"	9	...	24
"	10	...	18



Extrait de la table de recensement des cas de choléra.

Cartographie des cas recensés.

Mémorial John Snow, Broadwick Street, Soho.

N. Vincent¹

1. Cellule de l'InVS en région Auvergne-Rhône-Alpes.

1. Les études sur la consommation d'eau du robinet

Entre 1998 et 1999, l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) ont mis en place l'étude individuelle nationale sur les consommations alimentaires, 1ère édition (Inca 1), sur un échantillon de 3 000 individus représentatifs de la population française afin de constituer une source d'information détaillée sur les consommations alimentaires en France.

Un des volets de cette étude s'intéresse à la consommation hydrique et les facteurs déterminant de la consommation d'eau pour la boisson [1].

L'enquête a été actualisée entre 2006 et 2007 (Inca 2) [2] avec un échantillon d'environ 4 000 individus et l'Anses lance sur 2014-2015, sa troisième étude individuelle nationale des consommations alimentaires (Inca 3) [3].

Les données présentées dans ces études distinguent, d'une part la consommation d'eau du robinet « non chauffée » à prendre en considération dans le cas d'une évaluation de l'exposition aux micro-organismes pathogènes (article **La distribution et qualité de l'eau du robinet**), et, d'autre part, la consommation d'eau « totale » (eau chauffée pour le café et le thé...) adaptée à l'estimation de l'exposition aux toxiques.

Cet article s'intéresse aux résultats de ces études sur la consommation d'eau non chauffée en lien avec le risque infectieux d'origine hydrique.

L'étude **Inca 1** [1] montre que les volumes d'eau du robinet consommés sont inférieurs aux données de la littérature. En outre, 30% de la population ne boit pas d'eau du robinet non chauffée. Pour les consommateurs d'eau non chauffée (70% de la population), le volume moyen ingéré est de 0,4L par jour. La consommation varie cependant considérablement en fonction de plusieurs facteurs dont l'âge, la région et la catégorie socioprofessionnelle (CSP) (détails ci-après).

À l'instar de la précédente étude, l'étude **Inca 2** [2] montrent sensiblement les mêmes résultats :

- les volumes d'eau du robinet non chauffée consommés sont inférieurs aux données de la littérature avec 0,4L en moyenne par jour (identique à l'étude Inca 1),
- le taux de consommateurs d'eau du robinet non chauffée est d'environ 73 % (70% sur l'étude Inca 1),
- l'âge, la situation géographique et la CSP du chef de famille sont des facteurs influents de la consommation en eau du robinet (chauffée et non chauffée)

Pour ces 2 études, il est à noter que quels que soient les facteurs influents sur la consommation, les valeurs de référence recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour la consommation d'eau de boisson des adultes (2L par jour) et des enfants (1L par jour) ne sont pas atteintes. Elles restent suffisamment conservatrices pour l'évaluation des risques sanitaires liés à l'eau de distribution.

2. Les facteurs influençant la consommation d'eau non chauffée

2.1. L'âge

L'âge constitue un facteur important qui modifie significativement la consommation d'eau pour la boisson.

Si les classes d'âges étudiées diffèrent entre les 2 premières études Inca 1 (1-14 ans, 15-39 ans, 40-64 ans, ≥ 65 ans) et Inca 2 (1-17 ans, 18-40 ans, 41-79 ans), la conclusion reste similaire : « le taux de consommation d'eau du robinet non chauffée pour la boisson diminue avec l'âge ».

Pour l'étude **Inca 1**, le taux de consommation d'eau non chauffée est de 82% chez les enfants moins de 14 ans, 75% chez le 15-39 ans, 64% chez les 40-64 ans et 49% chez les 65 ans et plus.

Pour **Inca 2**, ce taux est égal à 79% chez les moins de 17 ans, 73% chez les 18-40 ans et 66% chez les 41-79 ans.

Ces résultats ne préjugent pas du volume de consommation d'eau pour la boisson. Qu'il s'agisse d'eau du robinet chauffée, non chauffée ou embouteillée, c'est entre 18 et 75 ans que l'on consomme le plus d'eau, nettement plus que les enfants ou les personnes âgées.

Selon l'étude Inca 1, la moyenne journalière d'eau du robinet « totale » consommée est de 0,3L chez les moins de 14 ans, 0,6L chez les 15-39 ans, 0,6L chez les 40-64 ans et 0,5L chez les plus de 65 ans.

2.2. La catégorie socioprofessionnelle

Selon l'étude **Inca 1**, la CSP influe sur la consommation d'eau du robinet non chauffée, en particulier chez les plus de 40 ans. Les artisans/commerçants et les personnes retraitées seraient les moins consommateurs avec respectivement 49% et 51% de consommation d'eau du robinet non chauffée.

2.3. La situation géographique

Si le caractère rural versus urbain de l'habitat n'agit pas sur la consommation de l'eau du robinet comme boisson, la situation géographique est en revanche influente.

Selon l'étude **Inca 1**, les régions montagneuses, comprenant Rhône-Alpes et Auvergne, se distinguent par le plus haut niveau de consommation d'eau du robinet non chauffée pour la boisson avec près de 85% des habitants qui déclare boire de l'eau du robinet (70% au niveau national). *A contrario*, avec respectivement 50% et 59% de consommateurs d'eau du robinet non chauffée, le Nord et l'Ouest (Bretagne) se singularisent du reste du territoire.

Pour l'étude **Inca 2**, les regroupements géographiques étudiés ont été modifiés. Les régions du Centre de la France (Auvergne, Limousin, Centre et Bourgogne) affichent un taux de

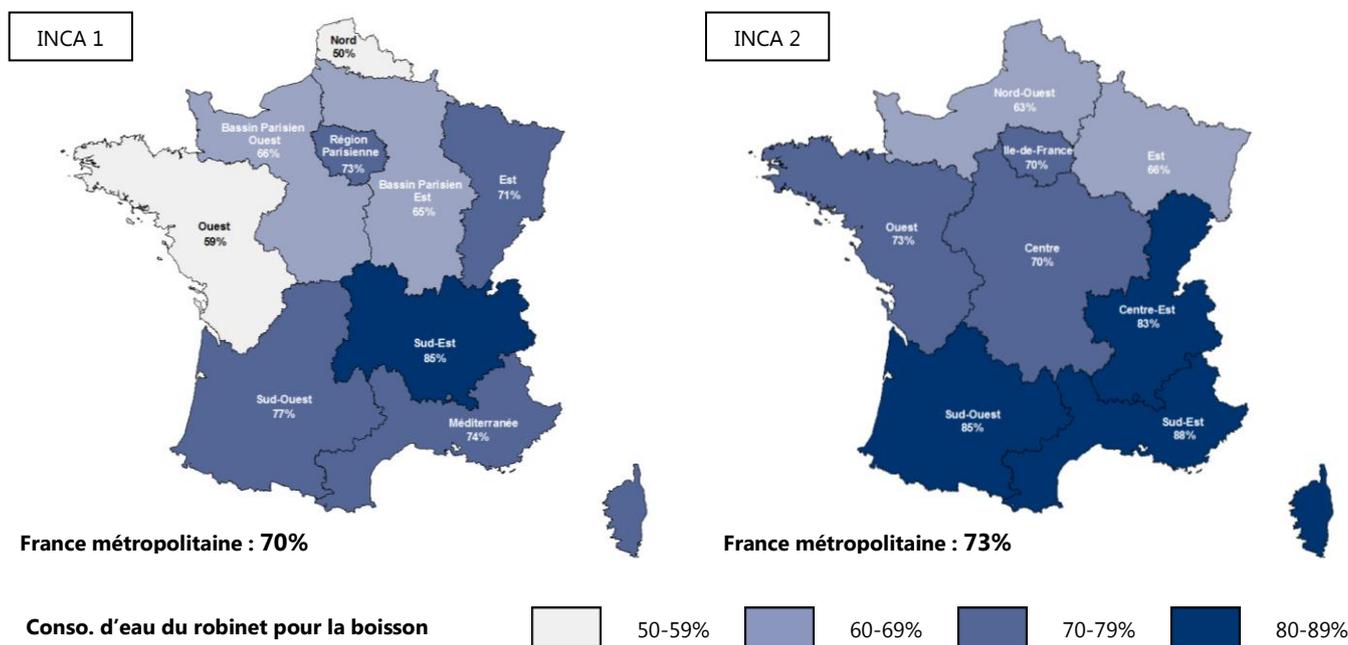
L'étude **Inca 2** marque une différence d'approche en considérant la CSP du chef de famille et celle non du consommateur. Les consommateurs pour lesquels le chef de famille est retraité présentent le taux le plus bas de consommation d'eau non chauffée (63%).

consommateurs d'eau non chauffée égal à 70%, en dessous du taux national déterminé à 73%. Dans cette zone géographique comme au niveau national, ce taux diffère selon l'âge allant de 77% chez les enfants de moins de 18 ans à 65% chez les adultes, ces chiffres restant tous les deux en dessous des chiffres nationaux (resp. 80% et 70%). Les régions du Sud ressortent significativement de l'analyse avec des taux tous âges confondus allant de 83% à 88%.

Au vu de ces résultats et sans la possibilité de disposer de données à l'échelon régional, il est difficile de déterminer si les Auvergnats sont ou non de grands consommateurs de l'eau du robinet non chauffée pour la boisson. Cependant, les chiffres montrent qu'ils se situent à *minima* dans la moyenne nationale.

Figure 1

Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France ; découpages régionaux des enquêtes Inca 1 et Inca 2 [1,2].



Références

1. P. Beaudeau, A. Zeghnoun, M. Ledrans, J.L. Volatier. [Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine : résultats tirés de l'enquête alimentaire INCA 1](#), *Environnement, risques et santé*, 2003, 2(3):147-158.

2. T. Cartier, C. Dubuisson, P. Panetier, J.L. Volatier, [Consommation hydrique en France métropolitaine : résultats issus de l'étude alimentaire INCA2](#), *Environnement, risques et santé*, 2012, 11(6):479-491.

3. Site Internet : <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99ances-lance-sa-troisi%C3%A8me-%C3%A9tude-individuelle-nationale-des-consommations-alimentaires-inca>

A. Mathieu-Hermet¹, A. Blineau¹, S. Magne², G. Bidet³

1. Pôle Santé Environnement, Direction de la Santé Publique, ARS d'Auvergne-Rhône-Alpes ; 2. Délégation départementale du Cantal, ARS d'Auvergne-Rhône-Alpes; 3. Délégation départementale du Puy-de-Dôme, ARS d'Auvergne-Rhône-Alpes.

1. La distribution de l'eau

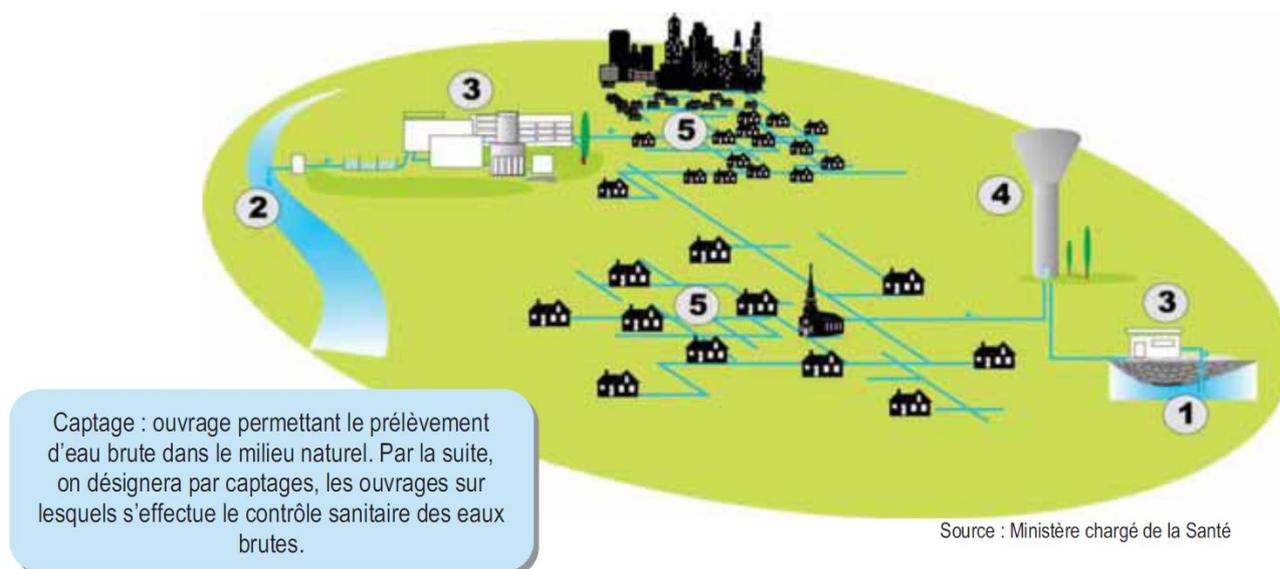
1.1. Schéma de distribution

L'eau du robinet est produite à partir de l'eau prélevée par un captage dans une nappe souterraine (puits, forage, source) ou dans une ressource superficielle (rivières, lacs, barrages, ruisseaux). Selon la qualité de l'eau prélevée, différentes étapes de

traitement peuvent être nécessaires pour rendre l'eau potable et maintenir sa qualité dans les installations de stockage (bâches, réservoirs, châteaux d'eau) et dans les réseaux de distribution (Figure 1).

Figure 1

Exemple d'organisation d'une alimentation en eau potable (Source : Ministère de la Santé).



- ❶ Captage d'eau dans une nappe souterraine
- ❷ Captage d'eau dans une ressource superficielle
- ❸ Station de traitement de l'eau
- ❹ Installation de stockage
- ❺ Unité de distribution : réseau d'adduction exploité par la même personne morale, appartenant à la même entité administrative, syndicat ou commune, et où la qualité de l'eau est homogène

1.2. Les captages en Auvergne

Actuellement, 2 727 captages sont utilisés en Auvergne pour l'alimentation en eau potable. L'organisation de l'alimentation en eau potable est caractérisée par un nombre important d'ouvrages ayant une capacité de production faible : près de 75% des captages ont un débit moyen journalier inférieur à 100 m³/jour.

La répartition géographique des captages en service sur le territoire auvergnat fait apparaître une forte disparité entre d'une part, les départements du Cantal, de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, et d'autre part, le département de l'Allier.

Cette situation est liée à la topographie (captages plus nombreux en zone de montagne), à l'hydrogéologie ainsi qu'aux politiques d'interconnexions mises en place sur chaque territoire. Ainsi, dans l'Allier, un captage alimente en moyenne 1 340 habitants contre 190 dans le Cantal.

Enfin, la rivière Allier est un élément majeur de l'alimentation en eau potable de la région : 30% de la population est alimentée par des captages puisant l'eau de la rivière ou de sa nappe d'accompagnement.

1.3. Les traitements de l'eau

Le traitement de l'eau vise un double objectif :

- Éliminer de l'eau brute les agents biologiques et chimiques susceptibles de constituer un risque pour la santé ;
- Maintenir la qualité de l'eau au cours de son transport du captage jusqu'au robinet du consommateur.

En Auvergne, 93% de la population consomme une eau ayant subi un traitement plus ou moins poussé (désinfection, filtra-

1.4. Les unités de distribution

En Auvergne, la majorité des unités de distribution (UDI) dessert des secteurs faiblement peuplés : 84 % des UDI alimentent moins de 500 habitants.

Dans le département de l'Allier où l'alimentation en eau potable est fortement structurée par des syndicats intercommunaux exploitant majoritairement des champs captant en nappe alluviale de l'Allier, du Cher et de la Sioule, le nombre

2. Surveillance de la qualité de l'eau

2.1. Les risques sanitaires liés à l'eau

Aujourd'hui, l'eau du robinet respecte des règles très strictes et fait l'objet de contrôles sévères. Les connaissances sur les risques sanitaires liés à la qualité microbiologique de l'eau n'ont cessé de s'améliorer et les politiques sanitaires pour les réduire de se mettre en place.

Les risques sanitaires liés à la qualité microbiologique de l'eau constituent les principaux risques à court terme et sont liés à l'éventuelle présence de micro-organismes pathogènes. Ceux-ci peuvent être d'origines multiples : germes ubiquistes présents naturellement dans l'environnement, germes issus des rejets humains ou animaux...

La liste des agents pathogènes (bactéries, virus, protozoaires (parasites)) pouvant être présents dans l'eau est longue et évolutive, et les risques d'infection sont le fait d'une exposition par ingestion, inhalation ou voie cutanée (**Figure 2**). L'apparition de la maladie dépend ensuite de la dose infectante et de la virulence (capacité à induire des troubles cliniques chez les personnes infectées) propre à chaque micro-organisme (plus importante pour les bactéries (plusieurs dizaines à plusieurs milliers d'unités) que pour les virus (quelques unités)). Certaines populations sont plus vulnérables (personnes immuno-déficientes, personnes âgées, enfants, femmes enceintes).

2.2. Mise en œuvre du contrôle sanitaire et gestion des non-conformités

Le contrôle sanitaire de la qualité de l'eau s'appuie d'une part sur le programme de contrôle officiel mis en œuvre par les ARS et basé sur la recherche de divers paramètres indicateurs de contamination, de dénaturation de l'eau ou indicateurs d'efficacité de traitement et d'autre part sur les analyses et

observations complémentaires faites par le gestionnaire en terme d'auto-surveillance. En effet, le programme de contrôle sanitaire est fonction de la taille de la population desservie. Pour les petits réseaux (<500 habitants), le nombre annuel d'analyses est faible (entre 3 et 6), aussi une bonne protection

tion pour l'élimination de l'arsenic, neutralisation de l'agressivité...). Ce pourcentage varie de 80,9% dans le Cantal à 99,9% dans le département de l'Allier.

Si l'eau distribuée par les réseaux les plus importants subit systématiquement un traitement de désinfection, c'est loin d'être le cas pour les plus petits réseaux. En effet, seul un tiers des unités de distribution alimentant moins de 500 habitants délivrent de l'eau traitée.

d'UDI est moindre, et par conséquent leur taille moyenne est plus importante. A l'inverse, dans les zones de montagne du Cantal, de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, les unités de distribution sont majoritairement de très petite taille.

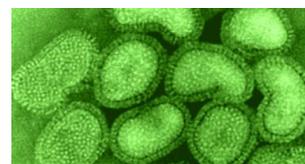
L'exploitation des réseaux de distribution de l'eau par les collectivités en régie directe constitue le mode de gestion majoritaire (79% des UDI et 69% de la population).

L'eau est par nature un milieu favorable à la vie et donc propice au développement microbien. Pour limiter la prolifération des micro-organismes, il est nécessaire de choisir une ressource de bonne qualité, de la protéger et de faire en sorte que sa qualité ne soit pas altérée dans le temps et au cours de son trajet jusqu'au robinet du consommateur.

Figure 2

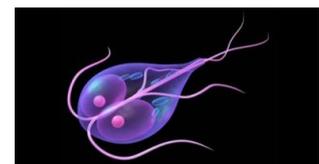
Exemples d'agents pathogènes présents dans l'eau.

Bactéries



Virus

Protozoaires



de la ressource est essentielle et une auto-surveillance complémentaire est utile (ne serait-ce que pour s'assurer de la maîtrise du traitement).

Pour contrôler les risques sanitaires, il est techniquement et économiquement impossible de suivre l'ensemble des micro-organismes pathogènes avec les moyens et les exigences propres à ce produit bon marché et de consommation quotidienne. Le contrôle de la qualité s'appuie par conséquent sur des paramètres indicateurs dont la surveillance est plus facile et plus rapide :

- **Indicateurs de contamination**, principalement de contamination fécale, que sont les *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. Les virus (principale cause identifiée lors des épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique) susceptibles d'être présents dans l'eau proviennent en effet essentiellement des excréments ;
- **Indicateurs d'efficacité de traitement de clarification** (par extension indicateurs d'intrusion d'eau de surface sur une ressource souterraine) : spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices et turbidité ;
- **Indicateurs d'efficacité de traitement et de l'état de propreté des installations** (stagnation d'eau, entretien déficient, présence de nutriments, résiduel de chloration, etc...) : coliformes totaux, bactéries aérobies revivifiables.

En matière de gestion des non-conformités, il existe des valeurs limites fixant l'adéquation de la qualité de l'eau avec l'usage de consommation humaine, tenant compte de la fragilité spécifique des populations vulnérables que constituent les personnes dont le système immunitaire est fragile ou affaibli (enfants, femmes enceintes, personnes âgées, personnes immuno-déficientes).

Ainsi en Auvergne, la présence des micro-organismes indicateurs de contamination fécale liée à un épisode de pollution accidentelle ou à une pollution de fond donne lieu à une alerte du gestionnaire du réseau de distribution. Des mesures correctives doivent alors être prises par le gestionnaire. Elles peuvent aller d'une désinfection supplémentaire à un arrêté

3. Résultats du contrôle sanitaire en Auvergne

En 2014, 6 723 prélèvements d'eau ont été réalisés au robinet du consommateur pour vérifier la qualité microbiologique de l'eau. Sur l'ensemble du territoire auvergnat, 13 444 analyses d'*Escherichia coli* et d'entérocoques ont ainsi été réalisées sur l'eau du robinet [1].

L'eau distribuée est considérée comme de bonne qualité lorsqu'au moins 95% des prélèvements réalisés respectent les limites de qualité pour les paramètres microbiologiques. En Auvergne, 91,8% de la population a été alimentée par une eau de bonne qualité bactériologique tout au long de l'année 2014. Les réseaux les moins fiables, desservant une eau de très mauvaise qualité bactériologique (moins de 70% de prélèvements conformes sur les 5 dernières années) se situent dans

municipal de restriction d'usage et sont obligatoirement accompagnées d'une information des usagers. Les modalités et les rôles respectifs des gestionnaires et des autorités sont définis par les *articles R 1321-26 à R 1321-36 du Code de la Santé Publique*. [Pour en savoir plus](#).

La gestion des situations est fondée également sur une évaluation du risque sanitaire réalisée par les services santé-environnement de l'Agence régionale de santé pour le compte du préfet. Aujourd'hui le moyen de lutter contre le risque microbiologique dans l'eau se base sur une stratégie à barrières multiples incluant un contrôle sanitaire adapté, la protection de la ressource (**Figure 3**), un bon entretien des installations, la protection des réseaux contre les retours d'eau et un traitement adéquat (clarification, filtration, désinfection (sachant que la désinfection ne sera efficace que sur une eau préalablement nettoyée des matières en suspension)).

Figure 3

Périmètres de protection autour des captages

La réglementation demande que les captages publics d'eau destinée à la consommation humaine fassent l'objet, à l'initiative de la collectivité, d'une déclaration d'utilité publique instituant, par arrêté préfectoral, des périmètres de protection. La protection consiste à mettre en place :

- **un périmètre de protection immédiate** autour du point de prélèvement dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété par la collectivité,
- **un périmètre de protection rapprochée** à l'intérieur duquel sont interdites ou réglementées toutes activités ou installations portant atteinte directement ou non à la qualité des eaux,
- Si la situation le nécessite, un périmètre de protection éloignée, à l'intérieur duquel les activités et installations peuvent être réglementées.

des zones de montagne et sont essentiellement de petits réseaux desservant moins 50 de habitants (**Figure 4**). Au total, 148 communes ont au moins un réseau non fiable public ou privé desservant en partie ou en totalité la population communale. Au total, ce sont 200 unités de distribution qui sont considérées comme non fiables sur la période 2010-2014. Plus de trois quart des UDI non fiables (78,5%) ne disposent pas d'un traitement de désinfection. Deux tiers des non-conformités en distribution sont dues à des contaminations très faibles (moins de 4 germes fécaux pour 100 ml d'eau) (**Figure 5**). Cependant, dans 6,2% des cas, les non-conformités sont dues à de fortes contaminations avec un risque accru pour la santé des consommateurs (50 germes fécaux et plus / 100 ml).

Figure 4

Cartographie du pourcentage de population communale ayant été alimentée par de l'eau de très mauvaise qualité (moins de 70 % de conformité) sur la période 2010-2014 (Source : Sise-eaux).

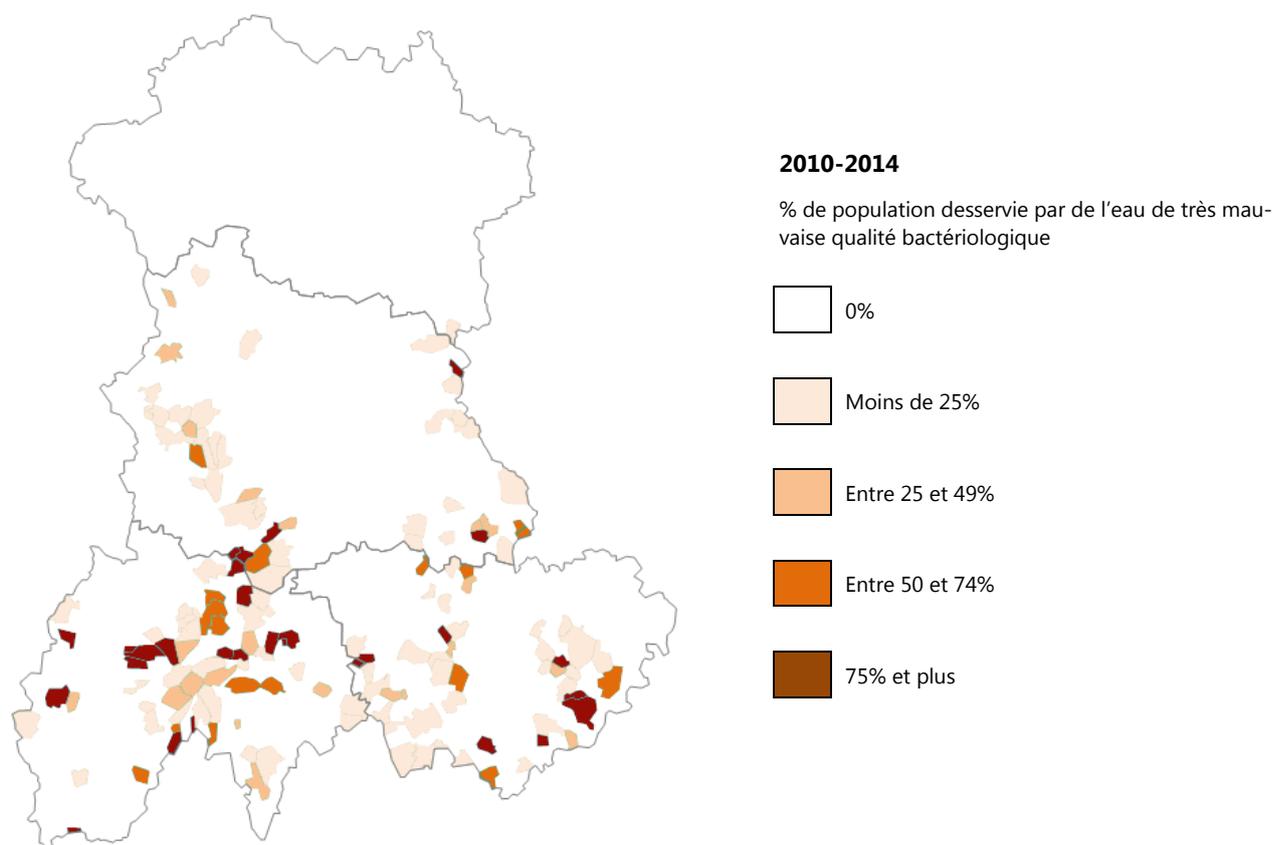
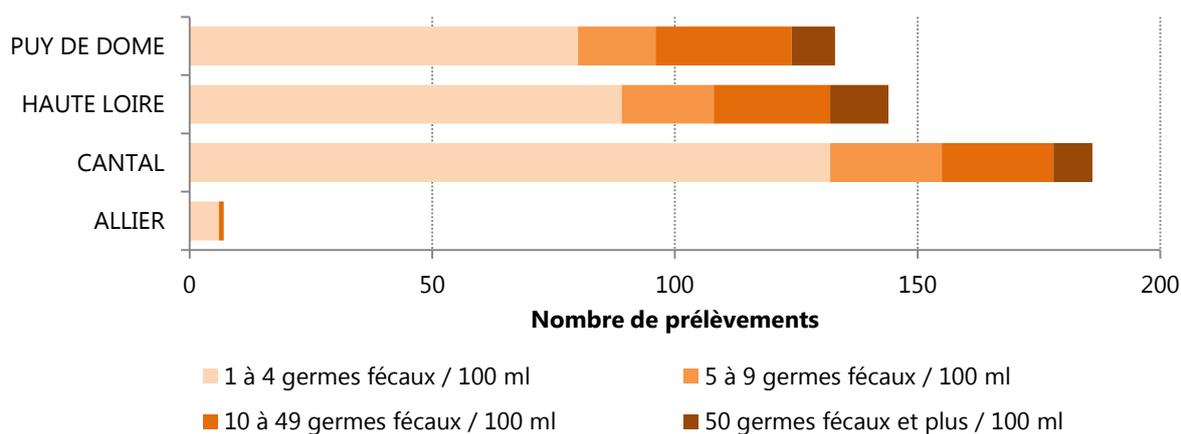


Figure 5

Niveau de contamination des prélèvements non-conformes par département en 2014 (Source : Sise-eaux).



Références

1. A. Mathieu-Hermet. [La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine en Auvergne. Bilan 2014](#)

Alain Bruneau¹, Christine Louis¹

1. Communauté d'agglomération du bassin d'Aurillac.

La [Communauté d'Agglomération du Bassin d'Aurillac](#) (CABA) gère en régie directe les services de l'Eau et de l'Assainissement. Son territoire de 490 km² entre le Grand Site national du Puy Mary et la Châtaigneraie cantalienne compte 25 Communes. Pour desservir ses 21 500 abonnés au service de l'Eau, elle produit chaque année un volume global de 4 300 000 m³.

→ De quels types de ressources dispose la CABA pour l'alimentation en eau potable de ses habitants ?

AB : Le territoire de la Communauté d'Agglomération est approvisionné en eau potable par différentes ressources souterraines et une prise d'eau superficielle. Les deux principales ressources sont les puits, forages et galeries implantés sur la nappe alluviale de la Jordanne à Velzic, et les puits situés en nappe de la Cère sur la commune d'Arpajon-sur-Cère. Ces deux systèmes fournissent plus de 80% de la production totale en eau et couvrent les besoins du grand réseau d'Aurillac qui s'étend aujourd'hui sur 9 communes. Quinze communes du sud-est et du nord de l'Agglomération disposent chacune de plusieurs points de captage d'eau souterraine.

Une prise d'eau sur la rivière l'Authre alimente la commune de Lacapelle-Viescamp, en bordure du lac de Saint-Etienne-

→ Quels moyens sont mis en place pour protéger ces ressources durablement ?

AB : La préservation de la ressource en eau au niveau qualité et quantité est l'un des enjeux majeurs de nos services. Elle s'articule autour de dispositifs réglementaires, en particulier la mise en place des périmètres de protection autour des captages, mais également autour de l'expertise technique des agents de terrain qui assurent l'exploitation, la surveillance et le contrôle de ces ressources au quotidien.

Pour ce qui est des périmètres de protection, ils sont en place sur les principales ressources, en particulier sur le grand réseau d'Aurillac. Les périmètres immédiats représentent plus de

→ En quoi consistent les traitements pour rendre l'eau potable ?

AB : Nous pouvons nous féliciter de jouir d'une eau brute d'excellente qualité et ne nécessitant donc, dans la grande majorité des cas, qu'une simple désinfection pour garantir sa potabilité. Un dispositif de désinfection par rayonnements ultra-violet (UV) est en place sur les principaux points de production, par exemple la station de traitement UV de Braqueville (**Figure 1** – page suivante) par laquelle transite toute l'eau issue de la plaine de Velzic alimentant le grand réseau d'Aurillac (10 000 m³/jour en pointe).

Assurer au quotidien la distribution d'une eau de qualité en tous points d'un territoire aux réalités très diverses, répondre aux réglementations et anticiper les évolutions : telle est la vocation de l'exécutif de la CABA présidé par le Sénateur Jacques Mézard, qui se traduit par une large palette de moyens pour surveiller et préserver la qualité des ressources et de l'eau, mais aussi par des investissements soutenus.

Cantalès ainsi que la commune voisine de Saint-Gérons (hors territoire CABA) par le biais d'une vente d'eau. Cette ressource est impactée par la présence ponctuelle de résidus de produits phytosanitaires, ce qui lui a valu d'être classée prioritaire par le Grenelle de l'environnement. Nous avons pris la décision de la supprimer au profit d'une interconnexion avec le grand réseau d'Aurillac.

Les travaux sont d'ores et déjà engagés avec un investissement de plus de 1,4 million d'euros TTC porté par la CABA avec le soutien du Conseil Départemental du Cantal et de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Les habitants des deux communes concernées pourront ainsi profiter, courant 2016, de l'eau issue des ressources principales.

15 hectares de terrain éparpillés sur tout le territoire et plusieurs kilomètres de clôtures qui sont régulièrement entretenus par nos agents, avec parfois des problématiques importantes d'accès en zone de montagne.

Il reste encore du travail à accomplir et, pour certains captages, la mise en place ou la redéfinition de ces périmètres reste à venir. Les dossiers de mise en conformité suivront les conclusions du schéma directeur d'alimentation en eau potable (SDAEP), en cours sur la CABA et qui doit se finaliser au premier trimestre 2016.

Des postes de chloration automatiques équipent également la majorité des unités de distribution (UDI) pour pallier les risques de contamination passagère et garantir la qualité de l'eau jusqu'au robinet de l'utilisateur. Nous avons installé 4 nouvelles chloration l'an dernier sur des UDI n'alimentant que très peu d'habitations. En effet, pour nous, chaque abonné est important. La seule station à traitement complet est la station de Jallès, à Lacapelle-Viescamp. Une fois l'interconnexion avec le grand réseau d'Aurillac réalisée, elle sera supprimée.

→ Comment est assurée la surveillance de la qualité de l'eau ?

AB : Cette surveillance est assurée par le biais du contrôle sanitaire réglementaire mais aussi par un autocontrôle poussé réalisé par le service de l'Eau.

Le contrôle sanitaire : Les analyses sont réalisées par le Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche du Cantal à partir de prélèvements effectués au niveau des captages, en sortie de station ou de réservoir ainsi que sur le réseau de distribution (chez les abonnés).

En 2014, 351 prélèvements ont ainsi été réalisés au titre du contrôle sanitaire sur le territoire intercommunal.

L'auto-surveillance : La CABA assume au quotidien sa responsabilité d'exploitant et de distributeur d'eau sur l'ensemble

de la chaîne, du captage de la source jusqu'au robinet avant compteur de l'abonné.

Des visites régulières des ouvrages de captage et des relevés de terrains sont réalisés sur les différents points de production tout au long de l'année.

Des tests d'autocontrôle sont réalisés (pH, suivi de la désinfection, température, turbidité, conductivité) à fréquence régulière. En complément, une vérification bactériologique est opérée par test Coliber 24h et 48h. Ce suivi est assuré par 3 agents qualifiés à temps plein.

En 2014, 1 271 tests d'autocontrôle ont été réalisés, dont 831 tests coliformes (présence/absence).

→ Quelles actions sont mises en œuvre en cas de détection d'une non-conformité bactériologique ?

AB : En cas de détection en autocontrôle ou lors du signalement d'une non-conformité bactériologique par l'ARS d'Auvergne (réception d'un fax ou d'un mail), des actions sont immédiatement engagées sur l'UDI concernée :

- vérification de l'état d'entretien et du bon fonctionnement des ouvrages ;
- le cas échéant, purge du réseau et nettoyage des réservoirs.

Au final, un nouveau contrôle bactériologique permettra de constater le retour à la normale et de lever la non-conformité. En outre, les agents du service de l'Eau enregistrent systématiquement depuis maintenant plus de 15 ans les résultats des analyses réglementaires et des autocontrôles, conformes ou non. Cette base de données nous permet d'avoir un recul indispensable pour analyser la vulnérabilité de certaines de nos ressources en eau et de nos réseaux de distribution.

→ Existe-il aussi un enregistrement des plaintes des usagers ? Si oui, comment sont-elles intégrées dans la démarche de gestion du risque ?

AB : Toutes les plaintes des abonnés liées à la qualité de l'eau sont également inscrites et archivées dans un registre informatique reprenant le motif, l'adresse et l'action menée afin de solutionner le problème.

Ce registre permet aux agents du service de l'Eau d'assurer la traçabilité de ces plaintes et de cibler les zones sur lesquelles le maintien de la qualité de l'eau distribuée nécessite une attention particulière. Certains secteurs font ainsi maintenant l'objet de purges régulières des réseaux d'eau potable. Ces purges peuvent être manuelles (purges préventives réalisées

par les agents 1 à 2 fois dans l'année) ou automatiques par la mise en place de purgeurs autonomes.

Dans le cadre de la modernisation constante de ses outils d'exploitation, la CABA va intégrer les données de plainte dans son Système d'Information Géographique (SIG) (**Figure 2**), ce qui constituera un outil supplémentaire de programmation d'actions visant à assurer une bonne qualité de l'eau distribuée. Cette traçabilité permettra de renforcer encore le suivi des réseaux et la mise en place de réponses adéquates en termes de travaux.

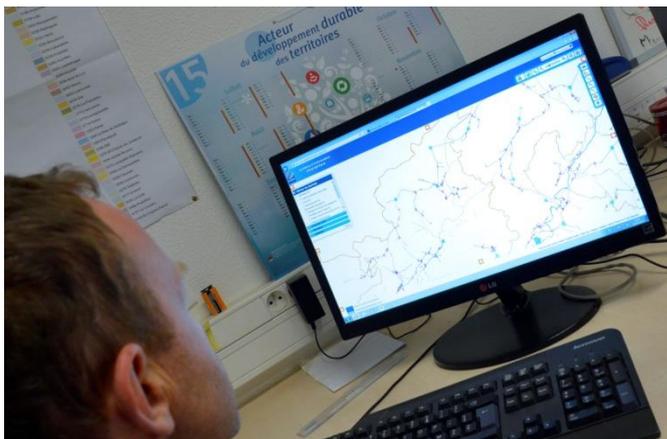
Figure 1

Station de traitement UV de Braqueville (Source : CABA).



Figure 2

Système d'information Géographique (Source : CABA).



E. Vaissière¹

1. Cellule de l'InVS en région Auvergne-Rhône-Alpes.

1. Procédure de déclenchement de l'enquête épidémiologique exploratoire

En juillet 2011, la Cire Auvergne s'est dotée d'une procédure interne pour la réalisation d'enquêtes sanitaires exploratoires en cas de suspicion de contamination de l'eau de distribution ou de survenue de cas groupés de pathologies dont l'origine hydrique est suspectée.

Cette démarche s'appuie sur les réflexions d'un groupe de travail piloté par l'InVS, composé de représentants du ministère de la santé (Direction Générale de la Santé (DGS) et services

déconcentrés), de l'Anses, des Cire et de microbiologistes, dont les résultats ont été publiés : un document ressource (2007) [1] et un guide pratique (2008) [2].

Les objectifs visés sont, d'une part, d'améliorer la détection des épidémies d'origine hydrique, et d'autre part, de mieux les documenter afin de proposer des mesures de gestion adaptées et d'estimer leur impact sanitaire en population.

1.1. Critères de déclenchement

L'enquête sanitaire exploratoire est déclenchée sur la base **d'un des trois critères suivants** :

- **Des résultats bactériologiques non-conformes en plusieurs points du réseau**

En Auvergne, et en particulier dans les départements du Cantal, de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, le nombre de non-conformités (NC) bactériologiques est élevé : **471 en 2014**, ce qui rend inenvisageable le déclenchement systématique d'une enquête exploratoire.

Des seuils ont donc été définis, à savoir une concentration en bactéries fécales (entérocoques et *Escherichia coli*) supérieure à 50 UFC/100 ml (soit 29 NC en 2014), associée à un taux de conformité des analyses supérieur à 70% sur les 5 dernières années. Ce dernier critère permet d'éliminer les réseaux pollués de manière chronique.

Dans le cadre d'un signalement issu d'une NC du contrôle sanitaire, un seuil populationnel a été défini : seules les NC détectées sur des réseaux alimentant **plus de 200 habitants** font l'objet d'investigations exploratoires. En deçà de ce seuil, la probabilité de détecter une épidémie de GEA avec les outils épidémiologiques classiques est considérée comme trop faible après application du taux d'attaque et du taux de recours aux soins.

1.2. Enquête épidémiologique exploratoire

Les objectifs de l'enquête épidémiologique exploratoire sont :

- de rechercher un éventuel excès de cas de GEA, dont le (ou les) agent(s) étiologique(s) peu(ven)t être transmis par voie hydrique ;
- d'éliminer l'origine alimentaire ou la transmission inter-humaine;
- de définir la zone et la période concernées ;

Ainsi, dans une population de 200 habitants en prenant comme hypothèses un taux d'attaque de 30% et un taux de recours aux soins de 30%, on peut s'attendre à moins d'une vingtaine de cas de GEA médicalisés. Enfin, la présence de plusieurs médecins peut entraîner une « dilution » du signal sanitaire, et rendre d'autant plus difficile la mise en évidence d'un excès.

- **Un signal environnemental**

Il s'agit de plaintes de consommateurs relatives à la qualité de l'eau ou d'incidents d'exploitation (panne de désinfection, inondation d'un captage, rupture de canalisations, etc.).

Les plaintes doivent être regroupées dans le temps, provenir de personnes desservies par la même UDI et être caractérisées d'une pollution microbiologique (couleur, odeur).

- **Une suspicion d'excès de cas de GEA**

La survenue d'un nombre élevé de cas de GEA parmi des personnes ne résidant pas dans le même foyer, n'ayant ni partagé de repas ni participé à des activités et/ou manifestations communes, doit faire suspecter une origine hydrique. L'excès s'évalue en tenant compte du bruit de fond des GEA en population : environ 1 cas pour 1000 personnes par semaine, et jusqu'à 4 cas/1000 en période d'épidémie hivernale.

- 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).

L'enquête épidémiologique exploratoire est réalisée par la Cire après la réception d'un des signaux évoqués ci-dessus

transmis par l'ARS. Cette enquête débute par le recensement des professionnels de santé (médecins généralistes et pharmaciens) de la (ou les) commune(s) desservie(s) par le réseau d'eau contaminé (**Figure 1** – p. 12).

Les médecins sont questionnés sur leur perception d'un nombre anormalement élevé de consultations pour GEA, au moment de l'enquête, c'est-à-dire dès la réception des résultats d'analyses non-conformes, en général à J+2/J+3 du prélèvement d'eau. Dans l'idéal, ils fournissent un tableau rapportant le nombre journalier de consultations pour GEA parmi le nombre total de consultations sur une période débutant une semaine avant le début supposé de l'exposition (par défaut le jour du prélèvement) et jusqu'à 7 jours après le prélèvement.

Si un excès de cas de GEA est suspecté, les coordonnées de quelques patients sont recueillies, afin de les interroger précisément sur les signes cliniques présentés, leur date d'apparition et leurs expositions les jours précédents afin de s'assurer qu'il ne s'agit pas d'une toxi-infection alimentaire collective (Tiac) d'origine alimentaire. La localisation des domiciles des cas permet de vérifier s'ils sont desservis par la même unité de distribution d'eau. Enfin, si cela n'a pas été fait, l'enquêteur préconise au médecin la réalisation d'analyses de selles, en fonction des hypothèses étiologiques retenues.

De la même façon qu'il est demandé aux médecins de donner leur ressenti par rapport à un nombre anormalement élevé de cas de GEA, les pharmaciens sont questionnés sur une éventuelle fréquentation accrue de leur officine, se traduisant par une augmentation des ventes d'antidiarrhéiques.

Les ventes de médicaments constituent une source de données plus sensible, étant donné qu'il y a une seule pharmacie pour plusieurs médecins (et environ 1 pharmacie pour 2000 habitants) et qu'elle centralise les cas médicalisés venant retirer les médicaments prescrits par le médecin et les cas ayant recours à l'automédication. (De plus, les données de vente sont plus facilement accessibles car informatisées. La présence

2. Retour sur les investigations exploratoires menées en Auvergne

Depuis juillet 2011, sur les **24 enquêtes épidémiologiques** exploratoires menées à la suite d'une non-conformité bactériologique, **4 ont conclu à un excès de cas de GEA** attribuable à l'eau du réseau.

Deux épisodes de pollution ont fait l'objet d'études de cohorte approfondies : Pleaux, dans le Cantal, en avril 2012 [4] et Saint-Julien-Chapteuil, en Haute-Loire, en juillet 2014 [5]. Deux autres sont actuellement en cours d'investigation à Pierrefort (15) et à Bellevue-Montagne (43).

Avant la mise en place de la procédure interne à la Cire, une importante épidémie de GEA liée à une contamination de l'eau du réseau avait également été décrite à Pérignat-les-Sarliève (63) en juin 2010 [3]. En 2015, une investigation a été déclenchée à la suite du signalement d'un médecin généra-

l'ARS) - écoles, maisons de retraites, centres de loisirs, etc... - peut également fournir des indications intéressantes sur un impact éventuel en population. On cherchera alors à objectiver dans ces structures un nombre anormalement élevé de cas de GEA, en se basant par exemple sur l'absentéisme parmi les enfants scolarisés.

Si un excès de cas est suspecté, quelques professionnels de santé sont choisis sur un secteur témoin (supposé non exposé, c'est-à-dire desservi par un autre réseau de distribution d'eau), présentant des caractéristiques semblables au secteur cible (même nombre d'habitants, même densité de population) et assez proche géographiquement. Des situations contrastées dans les deux secteurs étudiés permettent de conforter la suspicion d'un excès de cas de GEA.

1.3. Enquête analytique

Dans le cas où l'enquête sanitaire exploratoire conclut à un excès de cas de GEA d'origine hydrique probable, une étude épidémiologique analytique peut être mise en place pour tester le lien entre la survenue des cas et la consommation d'eau du robinet (enquête de population).

Contrairement à l'enquête exploratoire dont le but est de rapidement confirmer la possibilité d'une épidémie hydrique et d'en identifier la cause pour soustraire la population exposée au risque, les études analytiques (de cohorte par exemple) s'envisagent sur des durées plus longues, d'au moins un mois. Elles permettent de tester statistiquement et de quantifier l'association entre la consommation d'eau et la survenue de la maladie, une estimation plus précise du nombre de cas rattachés à l'épidémie, une meilleure connaissance de la dynamique de l'épidémie ou encore d'apprécier le bénéfice des mesures de gestion mises en place (interdiction de consommation de l'eau, distribution d'eau embouteillée). L'étude de cohorte peut avoir comme objectif secondaire de décrire les pratiques de recours aux soins.

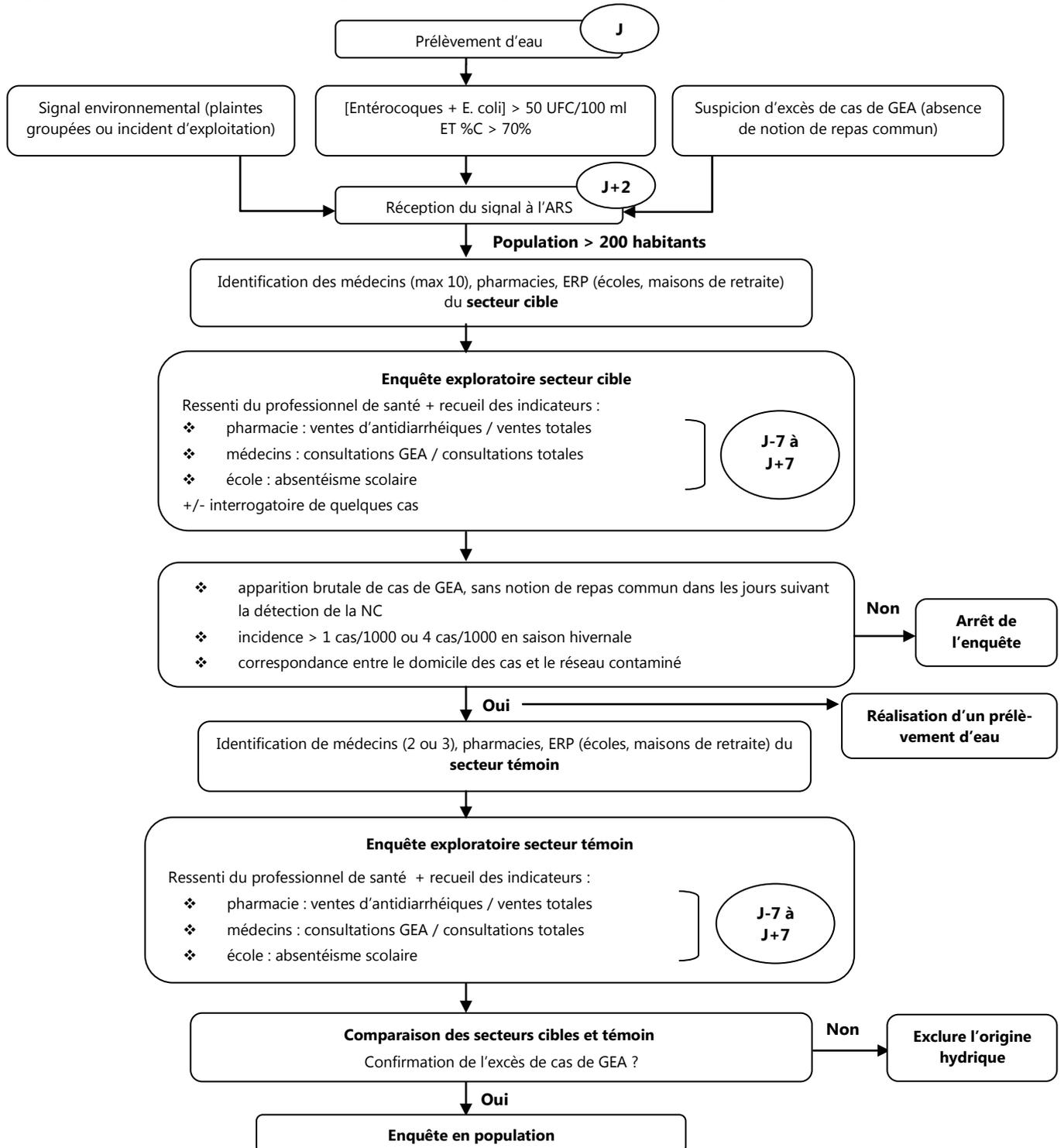
liste rapportant des cas d'hépatite E, en l'absence de prélèvement d'eau non-conforme ou de signal environnemental (plaintes d'usagers à l'ARS) [6].

Pourtant nombreuses, les plaintes d'usagers ne sont que très peu relayées par les gestionnaires ou les mairies auprès de l'ARS. Aucune enquête épidémiologique exploratoire n'a été menée sur ce seul motif bien que des plaintes relatives au goût ou à la couleur de l'eau aient précédé certaines des épidémies.

Les épidémies investiguées sont présentées dans l'article [Retour sur les investigations menées en Auvergne](#) (p. 14).

Figure 1

Logigramme décisionnel pour l'investigation épidémiologique (Source : Cire Auvergne).



Références

1. P. Beaudou, H. de Valk, V. Vaillant, D. Mouly. *Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2007. 105p.
2. P. Beaudou, V. Vaillant, H. de Valk, D. Mouly. *Guide d'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2008. 22p.
3. M. Daures, H. Bellali, G. Bidet, D. Mouly. *Rapport d'investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pérignat-lès-Sarliève, Puy-de-Dôme, juin-juillet 2010*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2011. 43p.
4. D. Mouly, E. Vaissière, N. Vincent. *Épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pleaux, Cantal, avril 2012*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 41p.
5. E. Vaissière, N. Vincent, S. Avy. *Epidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Saint-Julien-Chapteuil, Haute-Loire, Juillet 2014*. Rapport interne.
6. G. Spaccaperri. *Cas groupés d'infections par le virus de l'hépatite E dans une commune du Cantal. Mars - Avril 2015*. Rapport interne.

E. Vaissière¹

1. Cellule de l'InVS en région Auvergne-Rhône-Alpes.

Cet article propose une analyse comparative des **quatre épidémies d'origine hydrique** décrites en Auvergne entre juin 2010 et mars 2015 (Figure 1) :

- **Pérignat-les-Sarliève** - Puy-de-Dôme (juin 2010) [1],
- **Pleaux** - Cantal (avril 2012) [2],
- **Saint-Julien-Chapteuil** - Haute-Loire (juillet 2014) [3],
- **Brezons** - Cantal (mars 2015) [4].

Ces épidémies présentent **des caractéristiques assez éloignées** si l'on compare leur ampleur (entre 7 et 208 cas) ou encore les agents microbiologiques suspectés (Norovirus, *Campylobacter*, virus de l'hépatite E). Pourtant, **elles ont toutes été investiguées selon la même démarche** qui consiste à analyser et recouper les informations issues des enquêtes épidémiologiques, environnementales et microbiologiques.

Ces enquêtes font appel à des compétences à la fois très spécifiques et complémentaires, et nécessitent l'intervention de différents professionnels (technicien/ingénieur sanitaire, exploitant du réseau d'eau, épidémiologiste, microbiologiste, etc.). Ce retour d'expérience est également l'occasion de tirer les enseignements de ces épisodes, tant au niveau des signes précurseurs de l'épidémie, que des circonstances environnementales dans lesquelles elles se sont produites (inondation de captage, défaillance du traitement de désinfection, etc.).

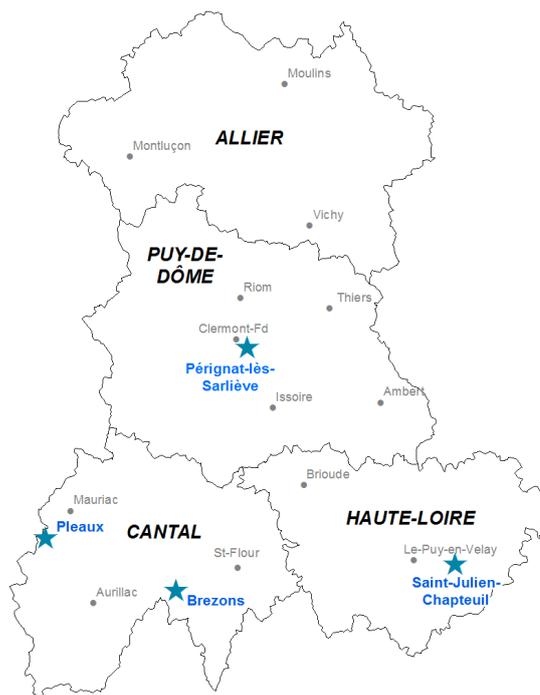
1. Matériels et méthodes

1.1. Enquête épidémiologique

L'enquête sanitaire exploratoire ayant démontré un excès de cas, les objectifs sont de confirmer l'origine hydrique par une étude analytique, permettant également d'affiner le bilan de l'épidémie (nombre total de cas, taux d'attaque...) et de mieux décrire sa dynamique. Pour cela, des enquêtes de cohorte rétrospectives ont été mises en place pour les 3 épidémies de GEA : **Pérignat-les-Sarliève**, **Pleaux** et **Saint-Julien-Chapteuil**. Le principe de ce schéma d'étude repose sur la comparaison des proportions de malades dans deux ou plusieurs groupes de personnes définis en fonction de leur exposition, autrement dit de leur consommation d'eau du robinet. A l'issue des analyses, un indicateur est obtenu : le risque relatif. Si ce dernier est supérieur à 1 et présente une significativité sur le plan statistique (erreur tolérée de conclure à tort à la présence d'association de 5%), on considère alors qu'il est en faveur d'une association entre l'exposition au facteur de risque (consommation d'eau du robinet) et la maladie. Plusieurs paramètres sont discutés en amont de l'étude : la population d'étude, la période et la définition de cas. La population

Figure 1

Localisation géographique des épidémies hydriques documentées en Auvergne entre juin 2010 et mars 2015.



d'étude correspond aux personnes résidant ou ayant séjourné dans la zone desservie par le réseau d'eau suspecté. Aucun échantillonnage n'a été réalisé dans les 3 enquêtes de cohorte décrites. L'ensemble de la population impactée a été interrogée. La période d'étude s'étend de la date supposée de contamination du réseau à la date de mise en œuvre des mesures de contrôle. La définition d'un cas de GEA retenue est celle proposée par l'OMS.

Un questionnaire spécifique à l'investigation de TIAC hydriques a été élaboré. Il comprend une fiche « foyer » et plusieurs fiches « sujets » à remplir pour chaque membre du foyer :

- **La fiche « foyer »** permet de renseigner le type d'habitation (principale ou secondaire), la présence au domicile pendant la période supposée de contamination de l'eau, le mode d'alimentation en eau et le niveau d'information relatif aux mesures de restriction d'usage de l'eau mises en place.

- La fiche « sujet » comprend des informations sur la description des symptômes digestifs, leur date d'apparition, les pratiques de recours aux soins ou d'automédication, l'impact de la maladie sur les activités quotidiennes (absentéisme scolaire, arrêt de travail par ex), ainsi que des renseignements permettant d'évaluer l'exposition à l'eau du robinet : consommation directe (nombre de verres/j), consommations cachées (lavage des fruits et légumes, consommation de glaçons, brossage de dents, etc).

L'obtention des adresses des abonnés par le biais du gestionnaire du réseau (mairie ou syndicat) a rendu possible l'envoi des questionnaires par courrier à Pleaux et Saint-Julien-Chapteuil. Les réponses ont été analysées à l'aide d'un programme spécifique développé dans STATA (version 12).

1.2. Enquête environnementale

L'enquête environnementale vise plusieurs objectifs :

- à court terme : localiser et supprimer l'exposition de la population par la mise en place rapide de mesures de contrôle et de protection ;
- à moyen et long terme : comprendre les dysfonctionnements ayant conduit à la dégradation de la qualité de l'eau afin d'éviter des récurrences.

La détection de non-conformités bactériologiques majeures (NC > 50 UFC/100 ml) implique systématiquement une enquête de l'ARS pour déterminer son origine, demander la prise d'un arrêté municipal de restriction d'usage ou d'interdiction de consommation de l'eau et la mise en œuvre de mesures correctives par l'exploitant du réseau. Une enquête environnementale plus poussée est menée, avec visite sur le terrain,

Dans la situation particulière de l'épidémie d'hépatite E identifiée à Brezons (Cantal) en février 2015, le choix s'est porté sur l'administration d'un questionnaire exploratoire spécifique de l'hépatite E puisqu'à réception du signalement, aucun élément n'indiquait une contamination éventuelle du réseau d'eau. Ce questionnaire permet de balayer l'ensemble des expositions à risque connues vis-à-vis de cette maladie : voyage en zone endémique, consommations de produits alimentaires à risque (charcuteries à base de foie cru), contacts avec la faune sauvage, etc. Des hypothèses sur l'origine de la contamination ont ensuite été formulées sur la base du recoupement des informations contenues dans les questionnaires. Il n'a pas été entrepris d'étude analytique (cas-témoins ou cohorte).

échanges avec l'exploitant et réalisation d'un prélèvement le plus représentatif possible de la qualité de l'eau au moment de la pollution.

Le guide d'investigation de l'InVS [5] propose une liste des points à vérifier avec l'exploitant du réseau (Tableau 1), relatifs à la ressource, au traitement et à la distribution de l'eau, ainsi qu'aux événements récents ayant pu impacter négativement la qualité de l'eau. D'autres données peuvent être utiles pour compléter l'analyse du contexte : précipitations au moment de l'incident et au cours du mois précédent, études de vulnérabilité du bassin d'alimentation, recensement des installations classées, des exploitations agricoles, épandages récents, fonctionnement de la station d'épuration et réseaux d'assainissement, etc.

Tableau 1

Principales informations à recueillir lors de l'enquête environnementale (liste non exhaustive) [5].

Ressource	Type de ressource (superficielle/souterraine), vulnérabilité, instauration de périmètres de protection, sensibilité aux précipitations, sources de pollution éventuelles dans le bassin d'alimentation...
Traitement	Description des étapes du traitement : clarification et filtration, désinfection. Relevés des résultats d'auto-surveillance : mesures de turbidité et de chlore. Incidents éventuels : panne de la désinfection, colmatage des filtres, etc.
Distribution	Structure et fonctionnement du réseau, présence de réservoirs, de postes de rechloration, de connexions avec d'autres UDI ou des réseaux internes (particuliers avec des sources privées, STEP, usines, etc), antécédents de retour d'eau, rupture de canalisation, travaux sur le réseau...
Evènements à renseigner	Plaintes récentes de consommateurs

L'enquête environnementale est très souvent mise à profit pour procéder à des prélèvements d'échantillons d'eau dédiés à la recherche d'agents pathogènes. Des échantillons d'eau ont ainsi été recueillis à Pérignat-les-Sarliève, Pleaux et Brezon. Ces échantillons doivent être aussi représentatifs que possible de l'exposition au moment de la pollution, et prélevés en quantité suffisante (au moins 10L) pour optimiser les chances d'isoler les agents pathogènes présents dans l'eau. Les échantillons sont conservés à 5°C (±3°C) en attendant

d'être analysés. Pour obtenir des échantillons représentatifs de l'exposition des cas, plusieurs points sont à privilégier : extrémités de réseaux, logements occupés au moment de la pollution et inoccupés depuis (réservoirs de WC, etc...). Un flaconnage propre mais non conventionnel ni stérilisé (ex : bouteilles d'eau en plastique ou en verre ouvertes sur le lieu du prélèvement et vidées de leur contenu d'origine) et des volumes collectés réduits sont dans la plupart des cas préférables à l'ajournement des prélèvements [5].

1.3. Enquête microbiologique

Les analyses microbiologiques réalisées dans le cadre d'épidémies hydriques ont pour objectif de rechercher prioritairement et d'identifier le ou les agent(s) pathogène(s) en cause dans les prélèvements biologiques de patients malades et dans la mesure du possible dans des échantillons d'eau prélevés au plus près de la date de début de la pollution.

Pour les 3 épidémies de GEA (**Pérignat-les-Sarliève, Pleaux, Saint-Julien-Chapteuil**), les analyses microbiologiques dans les selles comprenaient la recherche de *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Yersinia enterocolitica* et *Campylobacter spp* (coproculture standard réalisée par les laboratoires d'analyses médicales). Lorsque les résultats étaient négatifs, des échantillons étaient envoyés au Centre national de référence (CNR) des virus entériques au CHU de Dijon pour recherche de norovirus, sapovirus, adenovirus 40 et 41, astrovirus et rotavirus.

A **Brezons**, les cas d'hépatite E ont été confirmés biologiquement par la réalisation de sérologies (IgG et IgM positives) et/ou l'identification de génome viral dans les prélèvements (sérum).

Les recherches microbiologiques dans l'eau sont définies en cohérence avec les agents retrouvés ou suspectés chez les cas. Une liste des agents pathogènes et des indicateurs microbiologiques à rechercher dans l'eau est proposée dans le guide d'investigation des TIAC hydriques. La réalisation de ces analyses fait appel à un circuit spécifique, en fonction des capacités d'analyses de chaque laboratoire, privilégiant en première intention le laboratoire habituel en charge du contrôle sanitaire (CS), puis le laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense (en dehors des heures ouvrées ou pour des analyses non prises en charge par le laboratoire du CS), et enfin le laboratoire d'hydrologie de l'Anses basé à Nancy [7] (**Figure 2**).

Les analyses de l'eau constituent une étape importante dans l'investigation de TIAC car elles permettent de vérifier que le pathogène retrouvé chez les patients est également présent dans l'eau. Si les conditions sont réunies (concentration suffisante du pathogène dans l'eau), il est même possible d'envisager une comparaison des souches environnementales et cliniques grâce à des techniques de biologie moléculaire.

Figure 2

Coordonnées des laboratoires pour les investigations microbiologiques dans le cadre d'une épidémie.

Chez l'homme	Dans l'eau
Prescription et réalisation de coprocultures (analyses de selles) : entre 5 et 10 minimum [5]	Réalisation d'un ou plusieurs échantillon(s) d'eau d'au moins 10L
	Conservation au frais (entre 2 et 8°C) en attendant les résultats des coprocultures
Laboratoires à contacter pour les analyses :	
Laboratoire d'analyses biologiques et médicales : recherches standards (<i>Salmonella spp</i> , <i>Shigella spp</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> et <i>Campylobacter spp</i>) => des analyses positives nécessitent un envoi au CNR compétent pour caractérisation des souches (voir liste des CNR)	Les agents pathogènes recherchés dans l'eau correspondent aux agents pathogènes identifiés chez les sujets malades
	1/ Laboratoire en charge du contrôle sanitaire des EDCH pour le département
Si analyses négatives : recherche des virus entériques (Norovirus, Sapovirus, Adenovirus 40 et 41, Astrovirus et Rotavirus) CNR des virus entériques : CHU DE DIJON LABORATOIRE DE VIROLOGIE 2 RUE ANGELIQUE DUCOUDRAY BP 37013 21070 DIJON CEDEX Nom du responsable : Pr Pierre POTHIER Tél. : 03 80 29 34 29 - Fax : 03 80 29 32 80 Email : Pierre.Pothier@u-bourgogne.fr	2/ Laboratoire Biotox-eaux de la zone de défense Sud-Est (pour l'Auvergne) : HOPITAL DE LA CROIX ROUSSE (Lyon) 5 PLACE D'ARSONVAL 69003 LYON M. TIGAUD (04 72 07 18 37) ou M. ANDRE (04 72 00 37 60)
Autres recherches possibles dans les selles (à évaluer en fonction de la clinique) <i>Escherichia coli</i> producteur de shigatoxine (STEC) : CNR des E. coli, Shigelles et Salmonelles Parasites : <i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>C. hominis</i> , <i>Giardia intestinalis</i> Laboratoire de parasitologie du CHU de Clermont-Ferrand (faisant partie du Réseau « Cryptosporidies-ANOFEL ») Tél : 04.73.75.01.95	3/ Laboratoire d'hydrologie de l'Anses Adresse : 40 RUE LIONNOIS 54000 NANCY Tél : 03 83 38 87 20 Directeur : Jean-François MUNOZ



Comparaison des souches environnementales et cliniques



2. Résultats

2.1. Répartition spatio-temporelle des épidémies

Trois des 4 départements de la région (Cantal, Haute-Loire et Puy-de-Dôme) ont été concernés par une ou plusieurs épidémies hydriques depuis 2010. A la date de rédaction de cet article (septembre 2015), deux épidémies d'origine hydrique sont actuellement en cours d'investigation dans le Cantal et la Haute-Loire. Aucune épidémie n'a été signalée à l'ARS dans l'Allier jusqu'à présent.

Toutes les épidémies de GEA hydriques (**Pérignat-les-Sarliève, Pleaux et Saint-Julien-Chapteuil**) se sont produites en dehors de l'épidémie hivernale de GEA, rendant plus aisée la mise en évidence d'un évènement sanitaire inhabituel. A Pleaux, le bruit de fond des GEA était encore relativement élevé au moment de l'épidémie, début avril 2012. Quel que soit le mois de survenue de l'épidémie, les conditions météorolo-

2.2. Détection, signalement

Le point d'entrée des 3 épidémies de GEA d'origine hydrique sur 4 est environnemental, avec la détection par le contrôle sanitaire de non-conformités bactériologiques très importantes. Le dénombrement des *E. coli* était impossible à **Pleaux et Saint-Julien-Chapteuil** (>100 UFC/100 ml). A **Pérignat-les-Sarliève**, le laboratoire a trouvé une concentration en *E. coli* égale à 1 800 UFC/100 ml. Les concentrations en entérocoques étaient un peu moins élevées : respectivement 26 et 28 UFC/100 ml à Pérignat et Saint-Julien-Chapteuil et supérieure à 100 UFC/100 ml à Pleaux. Le seuil de 50 UFC/100 ml (somme entérocoques et *E. coli*) à partir duquel sont déclenchées les enquêtes exploratoires était, dans tous les cas, très largement dépassé.

Ces non-conformités bactériologiques ont parfois été suivies de signalements spontanés de professionnels de santé à l'ARS. A **Pleaux**, 4 jours après la réception des résultats d'analyses d'eau, un urgentiste du CH de Mauriac signale l'hospitalisation pour une durée de 24 heures d'une personne atteinte de GEA et domiciliée dans le secteur impacté. L'enquête sanitaire exploratoire permet de recueillir le témoignage d'un médecin ayant réalisé environ 50 consultations pour GEA entre le 9 et le 17 avril (le 8 avril étant le début de la pollution).

2.3. Mesures mises en œuvre suite au signalement

Aucune mesure de restriction d'usage de l'eau n'a été prise au niveau du hameau de **Brezons**.

En revanche, des arrêtés municipaux d'interdiction de consommer l'eau ont été pris à **Pérignat-les-Sarliève, Pleaux et Saint-Julien-Chapteuil** consécutivement aux prélèvements d'eau non-conformes. A chaque fois, une distribution d'eau embouteillée a été organisée jusqu'à la levée des mesures de restriction. Le délai entre la date supposée de la pollution et la mise en place de ces mesures est estimé à 6 jours à Pleaux et à 8 jours à Pérignat-les-Sarliève.

giques étaient marquées par une pluviométrie importante (périodes de fortes précipitations : Pleaux, Saint-Julien-Chapteuil ou phénomènes orageux plus ponctuels : Pérignat-les-Sarliève) (**Tableau 2** – p. 18).

Contrairement aux GEA, l'incidence des cas d'hépatite E est beaucoup plus faible (**Brezons**). Dans les pays industrialisés, l'hépatite E est à l'origine de cas sporadiques importés ou autochtones, essentiellement liés à la consommation de produits contaminés (produits à base de foie de porc cru ou peu cuit). Une recrudescence des cas peut être observée à la fin de l'été, correspondant à des personnes ayant consommé ce type de produits durant leurs vacances. La survenue concomitante de plusieurs cas, au mois de mars, dans le même hameau constituait donc un signal sanitaire fort.

A **Pérignat-les-Sarliève** et **Saint-Julien-Chapteuil** ce sont respectivement le médecin généraliste et le pharmacien de la commune qui alertent l'ARS sur une recrudescence inhabituelle des cas de GEA, dès le lendemain de la connaissance par l'ARS d'un problème de qualité de l'eau (à J+1 de la réception des résultats d'analyses). A Pérignat-les-Sarliève, l'enquête exploratoire permet d'identifier une cinquantaine de cas auprès du médecin (n = 33) et de la pharmacie (n = 20). A Saint-Julien-Chapteuil, le pharmacien signale que trois familles (soit 8 personnes au total) en villégiature sur la commune au moment de la pollution du réseau, se sont présentées avec des symptômes de GEA.

A **Brezons**, le point d'entrée était sanitaire, avec le signalement par un médecin généraliste de 7 cas d'hépatite E diagnostiqués parmi les habitants d'un même hameau. Ce n'est qu'après les interrogatoires des cas que les investigations s'orientent vers la piste hydrique. En effet, à l'exception de l'eau du robinet, aucune autre consommation n'était commune à ces personnes. De plus, plusieurs d'entre elles signalaient une casse de la conduite principale desservant le hameau quelques semaines avant le début de l'épidémie. Cet incident était associé à des plaintes liées à la couleur de l'eau.

Un volet était consacré à l'évaluation du niveau d'information des habitants soumis à l'interdiction de consommer l'eau dans les études de Saint-Julien-Chapteuil et Pleaux. On constate que lors de ces 2 épidémies, l'information a été communiquée à, respectivement, 77% et 75% de la population concernée. Toutefois, le bouche-à-oreilles est le moyen le plus fréquemment cité (45% et 53%), devant les moyens d'information « officiels » utilisés par l'exploitant du réseau et/ou la mairie. L'affichage en mairie est le moyen le moins efficace : seulement 3% et 9% des personnes interrogées ont été informées par ce biais.

2.4. Circonstances de survenue

Les conditions météorologiques ont joué un rôle déterminant dans la survenue des épidémies de GEA, en dégradant la qualité de la ressource en eau et en mettant en défaut les systèmes de traitement existants (Pérignat-les-Sarliève et Pleaux).

A **Pérignat-les-Sarliève**, les fortes précipitations des jours précédant l'épidémie (17/06/10), associées à l'obstruction du trop plein d'évacuation du répartiteur collectant l'eau des captages qui alimentent le réseau, ont entraîné l'inondation et donc l'arrêt du système de chloration. Ce système mécanique, appelé flip-flop, délivre le chlore en fonction du débit. La recharge en chlore était effectuée toutes les 3 semaines par un agent de la commune. Des plaintes d'usagers décrivant une « eau colorée » ont été enregistrées à la mairie (17/06-18/06). Les captages alimentant la commune sont situés en zone basaltique complexe et disposent de périmètres de protection. Toutefois, plusieurs sources potentielles de rejets polluants ont été identifiées dans le bassin d'alimentation des captages : systèmes d'assainissements non collectifs, troupeau de moutons en pâture, élevage de volailles, etc.

A **Pleaux**, la ressource d'eau est superficielle : l'eau est pompée dans un cours d'eau puis envoyée à la station de traitement.

L'enregistrement de la turbidité de l'eau traitée en sortie de station montre un pic (> 5 NTU) le 7/04, attestant d'un mauvais fonctionnement de la clarification et/ou de la filtration sur sable. Les eaux très chargées de la Maronne en raison de fortes précipitations ont vraisemblablement dépassé la capacité de traitement de la station, vétuste et peu automatisée. Ainsi, la seule alarme existante, reliée au turbidimètre de l'eau traitée en sortie de station n'a pas fonctionné, retardant l'intervention des agents de maintenance. Des postes de rechloration étaient présents à certains points du réseau, limitant l'exposition à la pollution microbologique. La zone de pompage ne bénéficiait pas de périmètre de protection. Les ressources superficielles sont particulièrement sensibles aux rejets polluants. Le bassin versant de la Maronne compte une trentaine de stations d'épuration, de capacités plus ou moins importantes, la plus proche se situant à 750 m en amont de la prise d'eau. De fortes précipitations peuvent être à l'origine de débordements et donc de rejets directs d'eaux usées dans le milieu naturel, notamment lorsque les réseaux de collecte ne sont pas séparés (eaux pluviales / eaux usées domestiques). La présence de norovirus (virus entérique dont le réservoir est l'homme) dans le prélèvement d'eau va dans le sens de cette hypothèse.

Tableau 2

Principales caractéristiques des épidémies hydriques documentées en Auvergne.

Lieu (dpt)	Nb d'hab	Date	Conditions météorologiques	Cause de la contamination du réseau	Origine de la contamination	Concentrations des indicateurs de contamination fécale (UFC/100ml)		Nb de cas identifiés : enquête exploratoire / cohorte	Signalement(s) spontané(s) par des PS
						E. coli	STF		
Pérignat (63)	2 682	Juin 2010	Orages	Inondation du système de désinfection	Animaux dans le bassin d'alimentation du captage	1 800	26	≈20 / 120	Médecin généraliste
Pleaux (15)	1 786	Avril 2012	Pluies intenses	Dysfonctionnement de la clarification et/ou de la filtration sur sable	Rejets de STEP ?	>100	>100	≈50 / 204	Praticien hospitalier
Saint-Julien-Chapteuil (43)	1 864	Juillet 2014	Orages	Dégradation de la qualité de la ressource en eau, distribuée sans désinfection	Non identifiée (probablement animaux d'élevage)	>100	28	3 familles (8 personnes) / 65	Pharmacie
Brezons (15)	197	Mars 2015	-	Casse de la conduite principale : retour d'eau d'une source privée	Sangliers porteurs du VHE	-	-	7	Médecin généraliste

C'est dans le contexte très pluvieux du début de l'été 2014, que l'épidémie de **Saint-Julien-Chapteuil** s'est déclarée. L'alimentation en eau de ce réseau est assurée par 3 captages peu profonds, situés dans des formations d'éboulis rocheux dont le pouvoir filtrant est très limité. Les eaux sont acheminées vers un centralisateur. La distribution est ensuite assurée, sans traitement de désinfection. Ces ressources présentent une vulnérabilité importante en cas d'épisodes pluvieux. Selon l'ARS, des pics de turbidité sont régulièrement observés, associés ou non à des organismes témoins de contamination fécale en fonction de l'occupation des terrains environnant la ressource (bétail, faune sauvage) et de la pluviométrie.

La dégradation de la qualité de l'eau peut être consécutive à des épisodes pluvieux, mais également à des interventions sur le réseau, comme c'est le cas à **Brezons**. L'hypothèse retenue

pour expliquer la contamination est que la rupture de la canalisation principale desservant le hameau a créé une dépression à l'origine d'un retour d'eau d'une source privée dans le réseau. En effet, la visite sur place a permis de repérer chez un habitant du hameau l'utilisation d'une source privée à son domicile sans qu'il n'y ait de dispositif de disconnection avec le réseau d'eau public. La casse de la canalisation peut entraîner également des infiltrations directes d'eau contaminée.

Des travaux sur le réseau sont également suspectés d'être à l'origine d'une importante épidémie de GEA dans le Puy-de-Dôme en décembre 2009. Cette épidémie, qui n'a pas fait l'objet d'une enquête épidémiologique, a été détectée à partir des données de l'Assurance Maladie (Article **La détection d'épidémies de gastro-entérite aiguë d'origine hydrique**, p. 27).

2.4. Description des épidémies

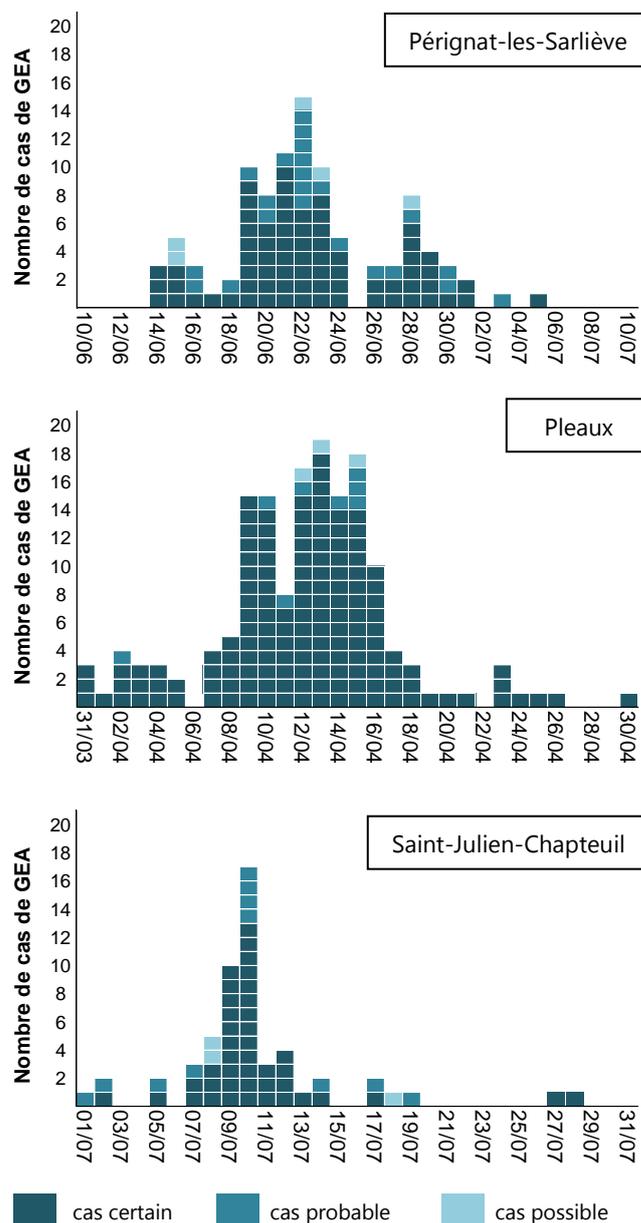
Les enquêtes de cohorte mises en place ont nécessité l'envoi de questionnaires auprès de 977 foyers à **Pleaux** et dans les communes avoisinantes, 550 foyers à **Pérignat-les-Sarliève**, et 185 foyers à **Saint-Julien-Chapteuil**. Les taux de réponse se situent autour de 40% (33% à Pérignat-les-Sarliève, 40% à Pleaux et 45% à Saint-Julien-Chapteuil). Les courbes épidémiques obtenues après analyse des questionnaires confirment toutes la survenue de phénomènes épidémiques avec l'augmentation brutale des cas incidents de GEA sur une période de temps limitée, plus ou moins longue (**Figure 3**).

Ainsi, à Pleaux, l'épidémie a duré environ 8 jours, alors qu'elle a été beaucoup plus brève à Saint-Julien-Chapteuil (2 jours). L'ampleur de ces épidémies est également variable : les enquêtes de cohorte ont permis de recenser plus de 200 cas à Pleaux, 120 à Pérignat-les-Sarliève et 65 à Saint-Julien-Chapteuil. Parmi ces cas, environ 30% sont allés en consultation chez leur médecin traitant. Six hospitalisations ont été rapportées (taux d'hospitalisation = 1,5%). Les taux d'attaque globaux, calculés en incluant toutes les personnes ayant rapporté des signes digestifs, sont compris entre 28% (Pérignat-les-Sarliève) et 34% (Saint-Julien-Chapteuil).

En extrapolant ces résultats à l'ensemble de la population exposée à la pollution du réseau, on estime par exemple que le bilan global de l'épidémie à Pleaux est d'environ 500 cas. Il s'agit à ce jour de l'épidémie d'origine hydrique la plus importante jamais investiguée en Auvergne. Concernant les sous-populations plus à risque, deux études (Pleaux et Pérignat-les-Sarliève) ont mis en évidence des taux d'attaque significativement supérieurs chez les enfants de moins de 15 ans. Les signes digestifs les plus fréquemment cités étaient la diarrhée (>90%), les vomissements (entre 17% et 57%), parfois accompagnés de fièvre (9% à 48%). L'impact de ces épidémies de GEA sur les activités quotidiennes a été évalué à 265 jours d'interruption des activités à Pleaux, 100 jours à Pérignat-les-Sarliève et 40 jours à Saint-Julien-Chapteuil.

Figure 3

Courbes épidémiques des épidémies de GEA hydriques.



Contrairement aux épidémies de GEA, il est difficile de calculer le taux d'attaque de l'épidémie d'hépatite E de **Brezons**. Parmi l'ensemble des personnes testées dans le hameau (n = 7), toutes ont présenté des sérologies VHE positives. Si la majorité des sujets étaient peu symptomatiques, voire asymptomatiques,

le cas initial est décédé des suites de l'hépatite E. Il présentait de nombreux facteurs de risque et comorbidités. A la différence des autres épidémies, les cas groupés d'hépatite E sont plus difficiles à dater en l'absence de date de début des signes.

2.5. Enquête microbiologique

Deux des 4 investigations ont abouti à l'identification du même agent pathogène dans les prélèvements biologiques de personnes malades et dans les prélèvements d'eau.

A **Pleaux**, Norovirus, génogroupe 2 a été retrouvé dans 4 des 5 analyses de selle réalisées, et dans un prélèvement effectué directement dans la Maronne, à distance de l'épidémie, le 25 avril 2012.

A **Brezons**, le génome du VHE a été détecté par PCR dans les sérums de 6 patients ainsi que dans l'eau de la source privée, suspectée d'avoir contaminé le réseau public. La présence de nombreux sangliers dans la commune constitue le réservoir

du virus. Les investigations microbiologiques n'ont pas été menées jusqu'à la comparaison des souches cliniques et environnementales.

A **Pérignat-les-Sarliève**, 2 coprocultures sur les 11 réalisées étaient positives à *Campylobacter jejuni*. Dans l'eau, la bactérie n'a pas pu être identifiée ni par la mise en culture, ni par la détection d'ADN par PCR. En revanche, le prélèvement était positif à *Salmonella* et *Proteus mirabilis*.

A **Saint-Julien-Chapteuil**, les 2 analyses de selles réalisées se sont révélées négatives pour toutes les recherches effectuées (bactéries et virus).

2.6. Relation entre la consommation d'eau du robinet et la survenue de cas de GEA

A l'exception de Brezons où il n'a pas été mis en place d'étude analytique, des risques relatifs (RR) permettant de quantifier le lien entre les cas de GEA et la consommation d'eau du robinet ont été calculés, en incluant tous les cas dans l'étude de Saint-Julien-Chapteuil, et seulement les cas certains dans les études de Pérignat-les-Sarliève et Pleaux. Ces résultats statistiques démontrent un risque plus important de contracter la GEA lorsque l'on consomme l'eau du robinet et une augmentation

du risque avec la quantité d'eau consommée, suggérant l'existence d'une relation dose-effet (**Tableau 3**). A **Pleaux**, la présence de postes de rechloration sur le réseau a eu un effet protecteur vis-à-vis du risque microbiologique. Le risque était plus de 2 fois supérieur dans la partie de l'UDI non rechlorée par rapport à la partie de l'UDI bénéficiant d'une chloration intermédiaire asservie au taux de chlore résiduel : RR = 2,4 ; IC95% = [1,8-3,1] ; p<0,001.

Tableau 3

Risques relatifs retrouvés dans les épidémies de GEA (analyse univariée).

Consommation d'eau du robinet	Pérignat- les-Sarliève			Pleaux			Saint-Julien-Chapteuil		
	RR	IC95%	p	RR	IC95%	p	RR	IC95%	p
Jamais	Réf.	-	-	Réf.	-	-	Réf.	-	-
1-2 verres /j	1,3	[0,4-4,2]	0,70	1,4	[0,8-2,5]	0,27	0,8	[0,2-3,8]	0,79
3-5 verres/j	2,8	[1,3-5,9]	0,01	1,6	[1,1-2,3]	0,02	1,8	[0,7-4,8]	0,19
≥6 verres/j	3,5	[1,7-7,1]	<0,001	2,0	[1,5-2,8]	<0,001	2,8	[1,1-7,0]	0,01

3. Discussion

Le nombre peu important d'épidémies documentées ne permet pas d'établir de corrélation précise, mais conformément à ce qui est attendu, les départements les plus concernés sont ceux qui présentent les taux de non-conformités bactériologiques les plus élevés (Article **La distribution et qualité de l'eau du robinet** - p. 5).

Les épidémies de GEA hydrique ont touché des réseaux de taille relativement importante (entre 1 700 et 2 800 habitants), ce qui démontre que ces événements n'affectent pas seulement les petits réseaux. Cette observation est cependant biaisée par les critères d'intervention fixant 200 habitants le critère minimal pour lancer l'enquête exploratoire. Une des caractéristiques communes à ces unités de distribution (UDI) est

leur sensibilité aux fortes précipitations, avec des conséquences directes sur la qualité de la ressource et/ou les capacités de traitement. Dans chaque cas, il s'agissait de ressources vulnérables à la pollution : prise d'eau superficielle à Pleaux, captages en zone basaltique à Pérignat-les-Sarliève et captages peu profonds à Saint-Julien-Chapteuil.

Cette vulnérabilité associée à l'absence ou la défaillance de la désinfection aboutit de manière inévitable à l'apparition de cas de GEA en population. Comme cela a été mis en évidence dans l'étude de Pleaux, les postes de rechloration peuvent jouer un rôle intéressant dans cette situation en garantissant un résiduel en chlore en bout de réseau.

Ainsi, s'ils n'ont pas permis d'éviter tous les cas, ils ont certainement contribué à diminuer l'impact de la contamination d'eau.

Une autre situation assez courante est celle rencontrée à Brezons, où la casse sur le réseau a entraîné un retour d'eau contaminée. En Auvergne, de nombreuses connexions entre le réseau public et des réseaux d'eau privés existent encore malgré l'obligation réglementaire de disposer de disconnecteurs. La détection de ces phénomènes épidémiques reste encore très aléatoire au vu de la fréquence des prélèvements effectués dans le cadre du contrôle sanitaire (8 analyses/an pour un réseau de moins de 2 000 habitants). Même si certains professionnels de santé signalent auprès de l'ARS, les remontées interviennent tardivement, en général après le pic épidémique. Il arrive souvent que les médecins ou pharmaciens n'aient pas connaissance de l'épisode de pollution rendant plus difficile, à leur niveau, l'établissement d'un lien entre les observations sanitaires et un problème de qualité de l'eau du réseau. De plus, l'expérience montre qu'environ 70% des cas ne se rendent pas chez leur médecin dans un contexte de TIAC hydrique. La sensibilisation des professionnels de santé est nécessaire mais pas suffisante. Une intégration précoce des plaintes des usagers est essentielle pour agir sur les causes de la dégradation de la qualité de l'eau et éviter la survenue

d'une épidémie. A noter que l'épidémie de Brezons aurait pu passer inaperçue sans la prescription de sérologies par le médecin, étant donné la part importante de sujets asymptomatiques (6/7).

Enfin, l'identification formelle des agents pathogènes à l'origine des épidémies hydriques demeure complexe. D'une part car les contaminants microbiologiques peuvent être multiples dans une même épidémie (Pérignat-les-Sarliève) et d'autre part en raison des difficultés pour les isoler à partir de prélèvements d'eau où ils sont moins concentrés. La description des signes cliniques à l'échelle de la cohorte, en raison des biais qu'elle peut comporter notamment autour de la notion de fièvre, ne suffit pas pour déterminer l'étiologie des GEA. A Pleaux, où la fréquence des fièvres était très élevée (48%), les analyses microbiologiques ont montré la présence de Norovirus. A l'inverse à Pérignat-les-Sarliève où la proportion de fièvre était moindre (33%), plusieurs personnes ont eu des coprocultures positives à *Campylobacter jejuni*. Les analyses bactériologiques, virologiques et parasitologiques des selles des malades ne sont pas jugées nécessaires à la prise en charge thérapeutique des patients en première intention (mais seulement en cas de symptômes graves ou persistants) et mais elles sont utiles en santé publique pour documenter au mieux l'étiologie des cas de GEA hydriques.

4. Conclusion / recommandations

Pour diminuer l'impact des épidémies :

- Considérer le plus précocement possible les plaintes d'usagers groupées, relatives à un aspect inhabituel de l'eau (goût, couleur, odeur de l'eau) ;
- Sensibiliser les gestionnaires de réseaux d'eau à l'intérêt d'assurer une traçabilité des incidents d'exploitations (tenue d'un carnet sanitaire) et les inciter à communiquer les plaintes d'usager auprès de l'ARS ;
- Garantir l'information rapide et efficace des mesures de restriction d'usage de l'eau auprès des habitants pour éviter des cas supplémentaires ;
- Sensibiliser les professionnels de santé à la déclaration des TIAC et des signaux sanitaires inhabituels (recrudescence des cas de GEA en dehors des périodes d'épidémies hivernales)

Pour diminuer le risque d'épidémie hydrique :

- Protéger les ressources par la mise en place des périmètres de protection autour des captages et la mise en œuvre des mesures qui y concourent ;
- Si vulnérabilité particulière, prendre des dispositions préventives en cas de prévision de fortes précipitations ;
- Assurer une auto-surveillance régulière des paramètres tels que la turbidité et la concentration en chlore pour corriger le plus rapidement possible toute anomalie ;
- Prévenir la contamination des réseaux d'eau potable par retour d'eau dus à l'utilisation d'eau de pluie et d'eaux de ressources privées à l'intérieur des bâtiments

Références

1. P. Beaudou, H. de Valk, V. Vaillant, D. Mouly. [Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution](#). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2007. 105p.
2. P. Beaudou, V. Vaillant, H. de Valk, D. Mouly. [Guide d'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution](#). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2008. 22p.
3. M. Daures, H. Bellali, G. Bidet, D. Mouly. [Rapport d'investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pérignat-les-Sarliève, Puy-de-Dôme, juin-juillet 2010](#). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2011. 43p.
4. D. Mouly, E. Vaissière, N. Vincent. [Épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pleaux, Cantal, avril 2012](#). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 41p.
5. E. Vaissière, N. Vincent, S. Avy. [Epidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Saint-Julien-Chapteuil, Haute-Loire, Juillet 2014](#). Rapport interne.
6. G. Spaccaferrì. [Cas groupés d'infections par le virus de l'hépatite E dans une commune du Cantal](#). Mars - Avril 2015. Rapport interne.
7. Circulaire DGS/EA4 no 2009-35 du 4 février 2009 relative à l'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution publique.

B. Gassillou¹, T. Chesnot¹

1. Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (Anses), Laboratoire d'hydrologie de Nancy.

1. Les missions du laboratoire d'hydrologie et du réseau de laboratoire Biotox

Le Laboratoire d'Hydrologie de Nancy (LHN) de l'Anses est le laboratoire de référence national pour les eaux destinées à la consommation humaine (ou entrant dans la chaîne alimentaire) et les eaux de loisirs pour le compte du bureau de l'Eau du Ministère chargé de la Santé. Dans ses missions, il assure un soutien au ministère chargé de la Santé et ses services déconcentrés (Agences Régionales de Santé - ARS) lors de problématiques sanitaires, la conduite de campagnes nationales d'occurrence sur des composés non réglementés, l'animation du réseau national des laboratoires agréés pour le contrôle sanitaire et le développement de méthodes d'analyses. Ses activités d'expertise scientifique et technique (EST) permettent des levées de doute sur des problématiques relevées sur des essais et/ou des méthodes analytiques, avec éventuellement la réalisation d'essais inter-laboratoires. Les activités de recherches menées en chimie et microbiologie sont initiées à

partir des questions soulevées par les activités de référence, et peuvent aboutir à l'élaboration de lignes directrices et la contribution à l'établissement de normes sanitaires relatives à l'eau. Le laboratoire assure enfin des missions de surveillance notamment au travers du réseau des laboratoires Biotox-eaux. Les laboratoires de ce réseau disposent de capacités techniques permettant la prise en charge d'échantillons en urgence provenant de localisations géographiques éloignées et la réalisation d'analyses rapides sur des paramètres spécifiques présentant potentiellement un risque sanitaire pour la population. C'est dans ce contexte qu'ils sont en mesure de participer à l'investigation des épidémies d'origine hydrique ou dans l'aide à l'organisation du transfert des échantillons vers d'autres laboratoires spécialisés (Centres Nationaux de Référence ou Laboratoires Nationaux de Référence) qui prendront en charge les analyses.

2. Analyses microbiologiques menées dans le cadre d'épidémies hydriques

Dans le domaine des investigations d'épidémies d'origine hydrique, les laboratoires du réseau Biotox-eaux se focalisent prioritairement sur la recherche des micro-organismes pathogènes d'origine bactérienne, virale ou parasitaire inscrits dans la liste éditée dans le guide d'investigation de l'InVS [1]. Cette liste (Tableau 1), reste entièrement d'actualité ainsi que la priorisation définie à l'origine par le groupe de travail (liste A : à prioriser en première intention ; liste B : à argumenter au regard de l'épidémiologie, des symptômes observés ou bien de recherches négatives obtenues sur des micro-organismes de la liste A).

Elle pourrait être complétée au regard des connaissances scientifiques acquises depuis la publication de cet ouvrage par la recherche des *Sapovirus* et des virus *Aichi*. Les différents micro-organismes présentés dans ce tableau sont susceptibles de provoquer chez l'homme des symptomatologies diverses telles que des gastro-entérites, des hépatites ou bien encore des manifestations cliniques en lien avec des lésions du système nerveux, de l'appareil respiratoire, des muscles, de la peau et des yeux (cas des *Entérovirus*). Il est important de signaler que tous ces pathogènes présentent des caractéristiques morphologiques et des propriétés intrinsèques très diverses, qui peuvent expliquer des différences de persistance dans l'eau, une résistance accrue à un traitement ou bien les faibles rendements de certains procédés industriels utilisés pour l'épuration des eaux.

Tableau 1

Principaux agents pathogènes à rechercher dans l'eau en cas d'investigation [1].

Catégorie	Agent	Liste*
Virus	<i>Rotavirus</i>	A
	<i>Norovirus</i>	A
	<i>Astrovirus</i>	A
	<i>Adénovirus</i>	A
	<i>Entérovirus</i>	A
	Virus de l'hépatite A	A
	Virus de l'hépatite E	B
	Bactéries	<i>Salmonella</i>
<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>
	<i>Giardia</i>	A
	<i>Cyclospora</i>	B
	Microsporidies	B
	<i>Toxoplasma</i>	B
	Toxines	de cyanobactéries

* Liste A : à prioriser en première intention,

Liste B : à argumenter au regard de l'épidémiologie, des symptômes observés ou bien de recherches négatives obtenues sur des micro-organismes de la liste A.

A titre d'exemple, les oocystes de *Cryptosporidium* (protozoaires) sont des parasites de quelques micromètres disposant d'une paroi particulièrement résistante ce qui leur permet de conserver leur infectiosité pendant plusieurs mois dans une eau de surface à température ambiante ou bien encore de résister à l'acide hypochloreux. En revanche, ils seront relative-

2.1. La présence des organismes dans l'eau

Il faut noter que des différences de comportement dans l'environnement ou vis-à-vis d'un traitement particulier peuvent également être observées au sein d'une même classe de pathogènes. Ces micro-organismes pathogènes peuvent circuler dans l'environnement aquatique souillé par le biais de fèces humaines ou animales contaminées. Les selles d'une personne infectée sont susceptibles de contenir d'importantes quantités de micro-organismes (à titre d'exemple de l'ordre de 10^{11} par gramme de selles pour les *Rotavirus*) qui seront libérés dans les eaux usées. Les quantités de fèces produites quotidiennement par personne (entre 100 et 200g) combinées à une durée d'excrétion pouvant se prolonger pendant une période de plusieurs jours vont contribuer à un apport considérable de micro-organismes dans les eaux usées. Cet apport pourra être amplifié en période épidémique par un nombre important de personnes infectées simultanément. La collecte des eaux usées et le traitement en station vont permettre d'épurer une partie des contaminants biologiques avec des rendements d'efficacité plus ou moins variables selon le micro-organisme considéré. Les eaux épurées, rejetées dans l'environnement, contiendront encore une fraction de micro-organismes pathogènes qui de fait diffuseront au grès de l'écoulement des masses d'eaux contaminées. Lors d'épisodes pluvieux, le lessivage de sols souillés par des fèces d'animaux en pâture est également une voie d'entrée de contaminants microbiologiques dans les milieux hydriques environnements. Différents animaux sont considérés comme des réservoirs de pathogènes et sont susceptibles d'excréter également de très grandes quantités de micro-organismes. C'est le cas par exemple des bovins susceptibles d'excréter dans leurs selles des oocystes de *Cryptosporidium*. Dans le milieu hydrique, ces pathogènes seront soumis à l'action délétère de facteurs physico-chimiques et microbiologiques qui pourront impacter leur survie. La température, le pH de l'eau ainsi que la concentration en sels sont reconnus comme pouvant influencer les processus d'inactivation. Bien évidemment l'impact de ces différents facteurs sera variable selon le pathogène considéré. L'adsorption des micro-organismes sur des matières en suspension qui vont se déposer dans les sédiments fluviaux, est un processus important à prendre en considération. Au sein de ce compartiment, de nombreux micro-organismes sont protégés des facteurs délétères physico-chimiques ou microbiologiques décrits ci-dessus. Une remise

2.2. L'analyse microbiologique de l'eau

Les analyses microbiologiques menées par les laboratoires sur les échantillons d'eaux collectés en cas de suspicion

ment bien éliminés par des traitements mécaniques faisant intervenir un principe de rétention par filtration. Comparativement, les virus entériques sont des entités nettement plus petites (entre 20 et 80 nm), peu retenus par les procédés classiques faisant intervenir une filtration mécanique mais plus sensibles au traitement chloré.

en suspension des sédiments lors de crues importantes, peut entraîner une augmentation très rapide de la densité en micro-organismes, densité pouvant dépasser ponctuellement les références de qualité des eaux brutes déterminées pour calibrer les systèmes de traitement des eaux à mettre en place pour la potabilisation.

L'inondation de champs captants, de puits de forage ou d'ouvrages situés à proximité de ressources hydrologiques dont le débit peut augmenter très rapidement, nécessite une attention particulière de la part des exploitants afin de minimiser l'introduction accidentelle de micro-organismes dans l'eau qui est distribuée aux consommateurs. La présence d'agents pathogènes dans une eau de consommation en quantité suffisante et dans un état de viabilité ou d'infectiosité non altéré pourra provoquer chez l'individu réceptif une infection. Ces différentes notions (quantité, viabilité ou infectiosité) sont importantes à prendre en considération afin de comprendre comment peut survenir une infection. En effet, la présence d'un micro-organisme dans une eau d'alimentation bien qu'elle soit indésirable, n'est pas synonyme automatiquement d'infection. Pour provoquer l'infection, il est nécessaire d'absorber une quantité suffisante ou dose infectante. Ces doses infectieuses varient considérablement d'un micro-organisme à l'autre mais aussi selon le statut immunitaire des personnes infectées. Ainsi, pour *Cryptosporidium hominis*, la dose infectieuse DI50% (dose infectant la moitié des personnes qui y sont exposées) a été estimée chez des volontaires sains entre 10 et 83 oocystes. Chez l'homme immunodéprimé, elle n'est pas connue. Cependant des données obtenues, au travers d'expériences menées sur des modèles animaux immunodéprimés, laissent à penser qu'elle serait nettement plus faible (de l'ordre de 1 à 5 oocystes). Pour *Campylobacter jejuni*, la dose/réponse dans l'infection serait proche de 500 cellules absorbées. Pour les *Norovirus*, la dose est non connue, cependant il semblerait qu'elle soit inférieure à 10 particules virales.

Ces notions (quantité, viabilité, infectiosité) sont indispensables à prendre en compte dans le cadre d'investigations microbiologiques opérées sur des échantillons d'eaux potentiellement incriminés dans une épidémie d'origine hydrique par rapport aux choix des méthodologies à mettre en œuvre.

d'épidémie ont pour objectif premier, d'identifier très rapidement le pathogène susceptible d'être à l'origine de l'épidémie

et d'établir « un lien de parenté » avec celui décelé dans les échantillons biologiques collectés chez les patients infectés.

La recherche préalable de la présence de germes indicateurs bactériens (bactéries *Escherichia coli*, entérocoques, des spores de bactéries sulfito-réductrices, coliformes totaux et germes revivifiables à 22 et 36°C) ou viraux (Coliphages somatiques, Bactériophage ARN-F spécifique) permet de cibler prioritairement les échantillons à analyser. Pour les détecter, les laboratoires utilisent des méthodes normalisées qui sont pour certaines déjà employées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Ces méthodes sont basées soit sur la détermination de caractéristiques phénotypiques spécifiques après culture sur milieux sélectifs soit sur des propriétés spécifiques en lien avec une lyse cellulaire (phages). Après prélèvement des eaux, les analyses doivent être débutées très rapidement au risque de voir la probabilité de les déceler se réduire fortement, surtout s'il s'agit d'une pollution ponctuelle s'étant produite plusieurs jours avant le signalement de l'épidémie.

Concernant plus spécifiquement la détection des micro-organismes pathogènes, il est préconisé d'utiliser des méthodes sensibles et spécifiques permettant de déceler de faibles concentrations. L'utilisation de méthodes robustes est également requise. En effet, l'origine de l'eau, sa composition physico-chimique, la présence de matières en suspension au moment du prélèvement ainsi que le volume à analyser peuvent impacter le rendement de la méthode et compliquer l'investigation. Quelle que soit la nature de l'échantillon à analyser, deux étapes sont systématiquement réalisées par les laboratoires. La première consiste en une étape de concentration visant à obtenir l'ensemble des micro-organismes sous un faible volume ; elle est suivie d'une étape de détection à proprement parler.

Il faut signaler qu'il n'existe pas de méthode universelle capable de concentrer tous les micro-organismes simultanément au cours de la même séquence analytique. Ceci est dû essentiellement aux caractéristiques morphologiques très différentes des pathogènes décrits auparavant. S'il est relativement aisé de retenir mécaniquement des bactéries ou des parasites dont la taille est proche ou supérieure au micromètre, par le biais de filtre dont la porosité varie entre 0,22 et 1 µm, pour les virus entériques présentant une taille nettement inférieure, il sera indispensable d'utiliser d'autres principes basés sur de l'adsorption-élution sur support chargés ou bien par ultrafiltration. Une quantité de matière en suspension trop importante dans les eaux pourra provoquer le colmatage des micro-filtres ce qui nécessitera le plus souvent de recommencer l'étape de concentration en employant un volume plus faible ou bien une autre méthode plus adaptée. La présence de molécules chimiques environnementales co-concentrées avec les micro-organismes au cours de la même séquence analytique, pourra également impacter l'efficacité des réactifs employés et au final altérer le résultat (inhibition). Ces interférences pourront conduire à obtenir des résultats de faux né-

gatifs. Les laboratoires essaient au travers de différents contrôles d'évaluer ces impacts de manière à minimiser le risque de rendre des résultats erronés. L'élimination de ces composés indésirables ou de leurs effets, nécessite des adaptations systématiques des protocoles de concentration qui sont propres à chaque méthodologie utilisée. Concernant les volumes analysés, ces derniers varient selon le pathogène à rechercher, la méthode utilisée mais aussi la composition physico-chimique des eaux. La recherche des parasites se fait classiquement sur des volumes de 10 à 100 L, alors que pour les bactéries des volumes de l'ordre du litre sont suffisants. Bien évidemment, du fait des risques de colmatage préalablement abordés, plus l'eau sera chargée en matières en suspension plus il sera difficile de filtrer de grands volumes. Ce paramètre peut-être particulièrement limitant lorsque la qualité de l'eau est dégradée..

Concernant plus spécifiquement les méthodologies de détection mises en œuvre, elles font appel le plus souvent à des principes moléculaires type (RT)-PCR notamment pour la virologie mais aussi de plus en plus pour la bactériologie. Pour certains pathogènes comme les *Norovirus*, il n'existe d'ailleurs pas d'autres méthodes disponibles permettant de les détecter dans les eaux. La (RT)-PCR cible un fragment génomique spécifique du micro-organisme à rechercher. C'est une méthodologie très sensible pouvant déceler de très faibles quantités dans les eaux. L'inconvénient majeur de cette méthode, souvent relayé au travers de la littérature, réside dans le fait qu'il n'est pas possible de déterminer si le génome décelé provient de micro-organismes morts ou encore viables, infectieux ou non. De fait, la détection de génome par (RT)-PCR ne permet pas de statuer sur un risque sanitaire en l'absence d'informations épidémiologiques. Or dans un contexte sanitaire avéré, cette information doit être interprétée en tenant compte des identifications réalisées dans les échantillons biologiques prélevés chez les patients infectés. La comparaison des séquences génomiques isolées des selles du patient infecté à celles décelées dans les échantillons d'eaux suspectées d'être à l'origine de la contamination par séquençage, permettra de confirmer l'origine hydrique de l'épidémie. L'absence de discrimination de l'état physiologique du micro-organisme ciblé ou de son caractère infectieux que procure la PCR offre une seconde opportunité. Elle permet de pouvoir effectuer des recherches de pathogènes sur des eaux ayant été stockées pendant une période prolongée. Le temps entre le prélèvement des eaux et le début des analyses de deuxième intention (recherche de pathogènes) peut s'avérer relativement important. En effet, le déclenchement des analyses de pathogènes est idéalement réalisé après l'obtention des résultats de mesures obtenus sur les échantillons biologiques des patients infectés et ceux en lien avec la mesure des indicateurs dans les échantillons d'eaux.

Les résultats de ces analyses peuvent prendre plusieurs jours ce qui peut altérer la viabilité ou l'infectiosité des micro-organismes présents dans l'eau stockée mais leur génome

restera détectable. De fait, il sera possible après ces périodes prolongées de déceler ces derniers par le biais des méthodes moléculaires uniquement. La mise en évidence du caractère viable des bactéries et de l'infectiosité des virus entériques peut être réalisée, soit immédiatement soit dans un second temps après détection quand cela est possible. Dans ce cadre, pour la bactériologie, il est employé des milieux de culture adaptés ainsi que des conditions d'incubation spécifiques (température et durée) qui dépendent du pathogène ciblé. Pour les virus entériques, la culture sur cellules est opérée uniquement pour ceux pouvant se propager au travers de systèmes cellulaires cultivables *in vitro*. Comme nous l'avons évoqué précédemment cela n'est pas possible pour les *Norovirus*. Pour les virus de l'hépatite A, compte tenu du délai d'incubation relativement important (7 semaines), cette méthode est très peu utilisée par les laboratoires. L'utilisation de

2.3. Mise en lien avec les analyses chez l'homme

La caractérisation des souches détectées dans les échantillons en vue d'une comparaison avec les souches retrouvées dans les échantillons biologiques viendra compléter l'analyse en seconde intention. L'objectif suivi est d'établir un lien de filiation entre le pathogène retrouvé dans les eaux et celui décelé dans les échantillons biologiques collectés chez les patients infectés. Cette caractérisation peut être réalisée *via* l'utilisation de différentes technologies. Le séquençage des fragments génomiques est le plus souvent employé. La comparaison des séquences est opérée à l'aide de programmes d'alignement permettant de déterminer un degré d'homologie entre séquences détectées. De nombreuses évolutions sont disponibles dans ce domaine et permettent maintenant de pouvoir séquencer l'intégralité du génome des micro-organismes. La caractérisation peut également se faire pour certains pathogènes *via* la mise en évidence de différents marqueurs moléculaires décelés par l'utilisation de plusieurs protocoles de PCR (exemple des *E. coli* producteur de shigatoxine, ou des kystes de *Giardia*). Sur des bactéries viables, il est possible de réaliser différents tests d'identification phénotypiques, immunologiques, etc... L'arrivée de nouvelles technologies telle que la spectrométrie de masse MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionisation Time of flight) permettant d'opérer une identification des espèces bactériennes basée sur la détermination de leur profil protéomique, devrait permettre dans un avenir proche, de compléter le panel des outils analytiques utilisés par les laboratoires. Cette méthode est rapide et très précise. Cependant elle nécessite préalablement d'isoler le germe bactérien après culture sur un milieu non sélectif. Elle ne pourra donc pas être utilisée sur des micro-organismes altérés non cultivables.

Concernant les délais analytiques, ils sont variables et dépendent de l'information recherchée (détection, identification, mise en évidence de la viabilité ou de l'infectiosité ...), de la méthode utilisée et bien évidemment encore une fois du pathogène ciblé. A titre d'exemple, la recherche d'un adénovirus

méthodologies combinées couplant successivement une étape de culture puis une étape de (RT)-PCR est un axe de développement méthodologique entrepris au sein de plusieurs laboratoires. Les méthodologies combinées permettent d'offrir les avantages de la (RT)-PCR et de la culture c'est-à-dire d'obtenir un résultat spécifique relativement rapidement et d'attester de l'état de viabilité ou d'infectiosité. Ces méthodes sont cependant complexes à mettre en œuvre en routine et ne sont pas standardisées à ce jour. Pour les principaux parasites protozoaires tels que, *Cryptosporidium* et *Giardia*, la détection se fait principalement par le biais de méthodes basées sur des principes d'immuno-fluorescence qui sont actuellement normalisées et donc standardisées. Des protocoles de PCR sont également disponibles mais restent encore très peu utilisés car les méthodes normées leurs sont préférées.

entérique type 41 responsable de gastro-entérites par biologie moléculaire (PCR) après concentration sur un système d'ultrafiltration prendra environ une journée. La mise en évidence de son infectiosité par culture cellulaire sur cellules cultivées *in vitro* nécessitera environ 12 jours d'incubation à 37°C. Le délai analytique peut être réduit à 48h s'il est employé un système combiné (Integrated Culture PCR).

Enfin, il faut signaler que les conditions de biosécurité à adopter par les laboratoires pour la recherche de certains micro-organismes peuvent considérablement compliquer la mise en œuvre des analyses et augmenter drastiquement leur coût. C'est le cas pour les agents de classe 3, type virus de l'hépatite E ou bactéries *E. coli* producteur de Shigatoxine (STEC) qui doivent être manipulés dans des laboratoires confinés de classe 3. Il ressort de cette courte synthèse, que l'investigation microbiologique sur des échantillons d'eaux susceptibles d'être à l'origine d'une épidémie peut s'avérer très complexe et très couteuse surtout s'il est nécessaire d'effectuer un screening complet sur l'ensemble des pathogènes listés dans le **Tableau 1**. Pour effectuer un tel screening, les laboratoires devront faire appel à des technologies diverses que ce soit pour opérer les étapes de concentration, de détection ou d'identification. La sollicitation de différents laboratoires compétents dans ce domaine sera le plus souvent nécessaire ce qui va imposer de faire transiter très rapidement les échantillons d'une structure à une autre. Préalablement, de manière à minimiser le coût analytique et le transit de nombreux échantillons, une priorisation des analyses à effectuer doit être opérée par le personnel en charge de l'investigation en tenant compte des résultats obtenus sur les échantillons biologiques prélevés chez les personnes infectées et des résultats de mesures des indicateurs sur les eaux suspectés d'être à l'origine de la contamination. Dans l'attente de ces derniers résultats, les échantillons d'eau doivent être conservés à une température de 5+/-3°C. Il est important de rappeler qu'au stade de l'investigation terrain, la priorité est d'effectuer des prélève-

ments d'eau très rapidement au risque de voir la probabilité de détection des pathogènes ciblés diminuer très rapidement.

Le guide de l'InVS [1] décrit comment peuvent être réalisés simplement ces derniers, le nombre à effectuer ainsi que les différents lieux pouvant présenter un intérêt particulier. La mise en œuvre de ces prélèvements peut être réalisée soit par l'exploitant sur demande particulière de l'ARS, soit par les agents en charge de l'investigation, soit par un laboratoire compétent qui aura été sollicité très rapidement. Concernant plus spécifiquement la réalisation des analyses, il est nécessaire de privilégier pour la recherche des indicateurs, l'intervention du laboratoire chargé en routine du contrôle sanitaire. En effet ce dernier va pouvoir prendre rapidement en charge les échantillons à analyser et donc respecter les délais normatifs relativement courts entre le moment où l'échantillon est prélevé et la mise en analyse. Si le laboratoire

du contrôle sanitaire ne peut prendre en charge ces analyses, il sera nécessaire de se tourner vers un autre laboratoire qui puisse effectuer cette prestation en respectant cette prescription. Cette situation peut se produire notamment en dehors des jours et heures ouvrables si le laboratoire du contrôle sanitaire n'a pas d'obligation d'astreinte sur la zone concernée. Dans ce cas le laboratoire Biotox-eaux peut être sollicité. Concernant plus spécifiquement la recherche de pathogènes, elle pourra être réalisée soit par le laboratoire du contrôle sanitaire si ce dernier dispose des compétences analytiques, soit dans un laboratoire Biotox-Eaux. S'il n'est pas en mesure d'effectuer l'analyse, il pourra solliciter un autre laboratoire du réseau compétent qui prendra en charge les échantillons.

Nous avons regroupé dans le **Tableau 2** les informations en lien avec le prélèvement, les analyses et les différents acteurs pouvant être sollicités au stade de l'investigation [1].

Tableau 2

Séquence d'analyse, acteurs et dispositions particulières lors de l'investigation microbiologique [1].

Séquence analytique	Acteurs		Dispositions particulières
	Périodes ouvrées	Périodes d'astreinte (Nuits, WE, ...)	
1. Prélèvements	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitant • Laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire • Personnel de l'ARS ou de la CIRE au cours de l'investigation terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitant • Laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire s'il dispose d'une astreinte sur la zone concernée • Labo Biotox-Eaux de la zone de défense • Personnel de l'ARS ou de la CIRE au cours de l'investigation terrain 	<p>Les prélèvements doivent être impérativement réalisés avant la mise en œuvre des procédures de gestion (ex : traitement). A défaut ils seront réalisés sur des points de prélèvement les moins impactés par ces mesures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement a minima selon les recommandations du guide d'investigation InVS • 500 ml pour la Bactériologie de 1^{ère} intention = indicateurs de contamination fécale • 10 L pour la Bactériologie de seconde intention : selon demande ARS • Mini 2 L ou cartouche filtre spécifique pour les Virus • De 10 à 100 L sur cartouche filtre pour les parasites
2. Conservation	Par l'organisme préleveur ou le laboratoire		5 +/- 3°C avec conservation à l'obscurité [1]
3. Analyse de première intention	<ul style="list-style-type: none"> • Personnel de l'ARS ou de la CIRE au cours de l'investigation terrain • Laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire pour l'ensemble des paramètres qu'il maîtrise. • Laboratoire de zone Biotox et si nécessaire un autre laboratoire compétent (généralement le LHN orientera les analyses) pour les analyses complémentaires non effectuées par le laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire pour l'ensemble des paramètres qu'il maîtrise s'il dispose d'une astreinte sur la zone concernée • Laboratoire de Biotox-eaux et si nécessaire un autre laboratoire compétent (généralement le LHN orientera les analyses) pour les analyses complémentaires non effectuées par le laboratoire de routine chargé du contrôle sanitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Bactériologie de première intention : analyse systématique dès que possible • Bactériologie de seconde intention, Parasitologie, Virologie : stockage des échantillons jusqu'à l'obtention des résultats de coproculture et recherche sélective en fonction du pathogène retrouvé dans les selles
4. Analyse de confirmation et d'identification	Centre National de Référence (CNR) ou Laboratoire National de Référence (LNR)		Transfert des souches isolées ou des séquences génomiques détectées

Références

1. P. Beaudou, V. Vaillant, H. de Valk, D. Mouly. [Guide d'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution](#). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2008. 22p.

N. Vincent¹, S. Coly², D. Mouly³

1. Cellule de l'InVS en région Auvergne-Rhône-Alpes ; 2. Unité d'Epidémiologie Animale, Inra de Clermont-Ferrand - Theix ; 3. Cellule de l'InVS en région Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées.

1. Principe de surveillance de la gastro-entérite

L'épidémiologie de la gastro-entérite aiguë en France s'exprime classiquement sous forme endémique (bruit de fond de la maladie), épidémique (augmentation brutale du nombre de cas sur une période de temps restreinte) ou hyper-endémique qui se situe entre les 2 précédentes.

Les différents agents pathogènes et différents vecteurs induisent des types d'épidémies distincts : épidémie hivernale, épidémie liée à la consommation d'eau du robinet, ou encore à l'alimentation. On parle dans ce dernier cas de Tiac qui fait l'objet d'une déclaration obligatoire aux autorités sanitaires (**Tableau 1**) [1].

Il existe plusieurs systèmes de surveillance de la GEA en France, en particulier pour le risque épidémique. Selon le type d'épidémie, ces systèmes fournissent des indications sur l'origine, l'agent pathogène, l'impact sanitaire, les modes de transmission ou encore l'incidence des différentes épidémies de GEA. Leurs objectifs ne sont pas les mêmes, selon qu'ils se concentrent sur l'épidémie hivernale dans la population générale, sur les épidémies ponctuelles (cas groupés de GEA en collectivités ou Tiac) ou encore sur les agents pathogènes.

La détection des épidémies d'origine hydrique est au confluent de questions épidémiologiques et environnementales. La survenue avérée d'épidémies de GEA d'origine hydrique chaque année en France, souvent non rapportées, leur forte incidence, leur capacité de propagation et la diversité de ses causes justifient la mise en place d'un dispositif de surveillance spécifique de ce risque infectieux.

A ce jour, le contrôle sanitaire de la qualité de l'eau distribuée a permis de documenter plusieurs épidémies de GEA hydrique mais ne constitue pas un système d'alerte adapté à la détection des épidémies (ni sensible, ni très réactif) ...

La mise en place d'un système de détection des agrégats de cas de GEA liés à l'eau de distribution doit contribuer à améliorer la connaissance de ces épidémies et de leur survenue. Elle doit également apporter un support décisionnel pour formuler des préconisations concernant la gestion des unités de distribution d'eau identifiées comme étant fragiles face au risque de contamination. L'InVS travaille actuellement sur le développement de plusieurs méthodes de détection à partir des données de l'Assurance Maladie [1,2].

Tableau 1

Typologie des épidémies de GEA recensées en France.

Origine	Epidémie hivernale	Cas groupés de GEA en collectivités (Ehpad notamment)	Tiac d'origine hydrique	Tiac d'origine alimentaire
Mode de transmission	Inter-humaine	Inter-humaine	Eau du robinet	Aliments
Ordre de grandeur de la durée	12 à 16 semaines	Quelques jours à plusieurs semaines	1 semaine à 1 mois	1 jour à 1 semaine
Ordre de grandeur de l'impact sanitaire (nombre de cas)	Entre 5.10^6 et 10^7 /an	Entre 500 et 1000 épisodes/an, entre 15 000 et 30 000 malades	10^1 à 10^3 /Tiac hydrique	Environ 1500 Tiac/an, près de 10 000 malades
Type d'agent pathogène le plus couramment rencontré	Virus entériques	Virus entériques	Virus, bactéries, parasites	bactéries, virus, toxines
Ordre de grandeur de l'emprise géographique	Locale, nationale, internationale	collectivité	Locale	Locale, nationale ou internationale
Système de surveillance	Réseau sentinelles, SOS médecins, Oscour®, CNR des virus entériques	Surveillance des cas groupés de GEA en Ehpad	Signalement par les médecins ou signalements de pollutions microbiologiques	Système des maladies à déclaration obligatoire, les CNR

2. Présentation des données

2.1. Données sanitaires

Les bases de données médico-administratives (BDMA) constituent depuis plusieurs années une source de données majeure pour la surveillance épidémiologique [3]. L'InVS bénéficie de droits d'accès aux bases de données de ce type qui sont considérables en termes de volume et d'exhaustivité comme les données de l'Assurance Maladie (AM). L'utilisation de ces données nécessite l'élaboration de requêtes et traitements sophistiqués pour pouvoir tirer profit de cette masse d'information. Néanmoins, leur bon remplissage, leur disponibilité et leur faible coût d'exploitation en font des objets d'analyse d'avenir, notamment dans le cadre de la surveillance et l'observation de l'état de santé de la population.

2.2. Données d'exposition

Le découpage des unités de distribution d'eau (UDI) reste complexe dans les zones montagneuses comme la région Auvergne, du fait du positionnement des ressources en eaux et du relief rendant difficile la distribution de l'eau entre le point de captage et les habitations des communes. Dans ces zones, la distribution se fait partiellement ou totalement sur une ou plusieurs communes. L'adéquation UDI-communes en Auvergne se caractérise par une grande disparité entre zones géographiques, les situations les plus complexes intervenant en partie sur les zones à relief (Figure 1).

Les données permettant de mettre en adéquation les UDI et les communes proviennent de la base du Système d'Information en Santé-Environnement sur les Eaux d'alimentation (Sise-eaux), alimentée en continu par les ARS. Cette base de données contient l'ensemble des données de qualité d'eau en France ainsi que la structure des systèmes de distribution d'eau et la description des installations, du captage au robinet du consommateur. L'adéquation entre le découpage administratif des communes et le contour des UDI qui les alimentent peut se résumer en 4 configurations [1] :

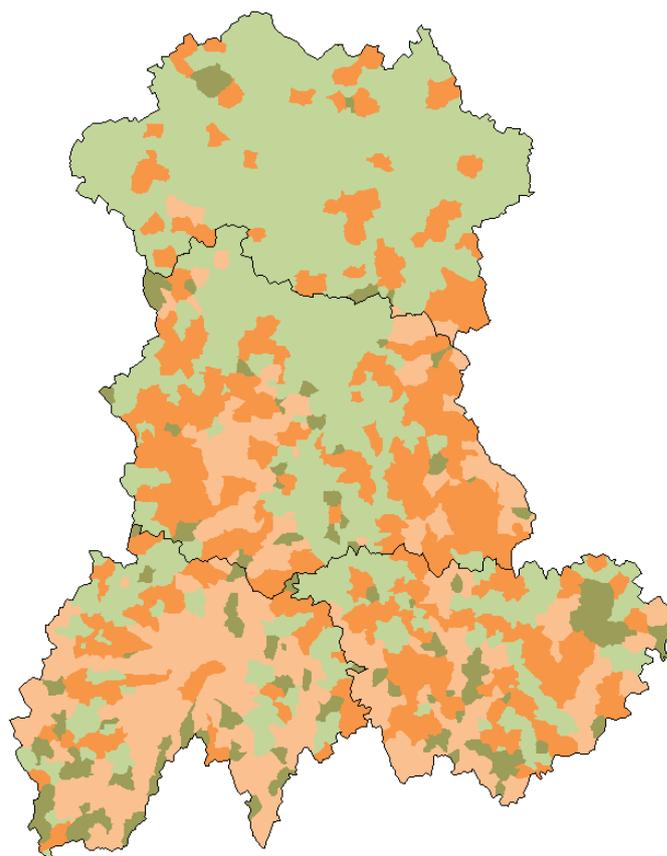
- « 1 UDI = 1 commune » : dans ce cas, l'ensemble de la population d'une commune consomme la même eau de distribution et l'exposition et comptabilisation des cas de GEAm sont parfaitement en phase ;
- « m UDI = 1 commune » : les habitants d'une même commune sont desservis par plusieurs réseaux et l'attribution du risque à l'un des réseaux se pose si la commune présente un excès de cas de GEAm ;
- « 1 UDI = n communes » : dans cette configuration, plusieurs communes sont desservies par le même réseau et tous les habitants étant soumis à la même exposition ;
- « m UDI = n communes » : ce cas, le plus complexe, cumule les problèmes des deux situations précédentes.

Les situations les plus simples (1 commune = 1 UDI / m communes = 1 UDI) représentent un tiers de la population en Auvergne (Tableau 2).

Les données de remboursement de l'AM extraites du Système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie (Sniir-AM) permettent de dénombrer le nombre de cas de gastro-entérite aiguë médicalisés (GEAm) pour les résidents français grâce à l'utilisation d'un algorithme de discrimination [4]. Cet algorithme se base notamment sur des regroupements médicamenteux prescrits dans le traitement des GEAm et permet de détecter les cas de GEAm avec une bonne spécificité (~90%). Le niveau de détail permet d'obtenir le nombre de cas par jour et par commune, ainsi que par sexe et par tranche d'âge. Les cas sont comptabilisés en fonction de la date de consultation chez le médecin, proche du début de la maladie.

Figure 1

Cartographie des adéquations UDI-communes en région Auvergne en 2013 (Source : Sise-eaux).



Configurations :

	1 UDI = 1 commune		m UDI = 1 commune
	1 UDI = n communes		m UDI = n communes

Tableau 2

Répartition démographique des différentes adéquations UDI-communes (Sources : Sise-eaux / Insee).

Population	Configurations			
	1 UDI = 1 commune	m UDI = 1 commune	1 UDI = n communes	m UDI = n communes
Habitants	151 447	293 074	524 630	374 813
Pourcentage	11%	22%	39%	28%

3. Présentation de la démarche : une approche intégrée

3.1. Objectif de la démarche

L'objectif de la démarche est de développer une approche intégrée visant à détecter les épidémies de GEA d'origine hy-

drique à partir des données de l'Assurance Maladie, en tenant compte *a priori* de l'exposition à l'eau du robinet.

3.2. Période et région d'étude

La période d'étude s'étend du 1^{er} janvier 2009 au 31 décembre 2012. L'étude est menée année par année.

La survenue de plusieurs épidémies de GEA hydrique les années passées et le nombre important de non-conformités microbiologiques référencées en région Auvergne en font un

territoire adéquat dans l'étude de cette problématique. De plus, l'hétérogénéité de la région en termes de densité de population, de relief, de taille de réseau de distribution en font une zone intéressante pour tester la détection de cas groupés.

3.3. Algorithme pour la mise en adéquation des données sanitaires et des données d'exposition

Du fait de l'absence d'adéquation entre les données d'exposition et sanitaires, un algorithme a été implémenté sous R (version 2.15) pour la construction de nouvelles zones géographiques optimisant la relation exposition-maladie. Cet algorithme permet la construction d'entités géographiques,

regroupant plusieurs communes qui présentent un caractère commun d'exposition [1].

Appliqué sur les données de l'Auvergne, il permet de disposer de **714 entités** regroupant les 1 310 communes et les 1 706 UDI de la région.

3.4. Détection spatio-temporelle de cas groupés de GEA d'origine hydrique

De nombreuses méthodes pour la détection de cas groupés sont disponibles dans la littérature. La méthode de détection spatio-temporelle développée par Kulldorff [5] est largement utilisée comme méthode de référence pour la détection de cas groupés en surveillance épidémiologique.

Son principe repose, comme la plupart des méthodes de détection d'agrégats, sur la différence entre un nombre de cas recensés (valeur observée) dans une zone donnée sur une période donnée et le nombre de cas attendus sur ce même lieu et à la même période (valeur attendue), calculé à partir des données de cas survenus à la même période sur le reste de la région d'étude et des données de cas survenus sur cette zone durant le reste de la période d'étude. Cette méthode permet de gérer la notion de saisonnalité, permettant de discriminer en partie l'épidémie hivernale. De plus, elle dispose d'une application dédiée (Satscan) qui s'interface avec le logiciel R, permettant ainsi la simplicité de son utilisation [6].

Les signaux détectés sur des critères statistiques par l'utilisation de la méthode font ensuite l'objet d'une sélection sur des critères épidémiologiques basés sur la littérature concernant les épidémies de GEA d'origine hydrique référencées.

Au final, les signaux conservés répondent aux caractères suivants [1] :

- Une durée du signal de plus de 6 jours ;
- Un excès de cas de GEA (valeur observée – valeur attendue) supérieur à 10 ;
- Un rapport (valeur observée) / (valeur attendue) au-dessus de 3 ;
- Une p-valeur inférieure à 0,05.

Enfin, les signaux sélectionnés sont ensuite étudiés avec les autorités sanitaires locales afin de rechercher certains facteurs environnementaux qui pourraient objectiver une contamination microbologique de l'UDI ciblée les jours précédents :

- résultats du contrôle sanitaire sur les indicateurs fécaux (*Escherichia coli*, streptocoques fécaux) ;
- pluies ;
- incident d'exploitation dans l'usine de traitement ou sur le réseau, interruption de la désinfection.

4. Résultats : Présentation des signaux détectés

La démarche permet de mettre en avant **11 signaux** conformes aux critères de sélection de GEA d'origine hydrique en Auvergne sur la période d'étude (**Tableau 3**) sur 10 entités nouvellement constituées (une entité apparaît à 2 reprises). Les agrégats concernés comptabilisent entre 501 et 5 500 habitants, avec entre 21 à 67 cas de GEA médicalisées impliqués.

Les épisodes de Pérignat-lès-Sarliève (63) [7] en juin 2010 et de Pleaux (15) [8] en avril 2012 signalés aux autorités sanitaires et investigués par la Cire Auvergne apparaissent comme agrégats sur la période d'étude (agrégats 4 et 8 – **Figure 2**). Pour ces épisodes, une pollution fécale du réseau avait été mise en évidence comme source de la contamination.

L'agrégat 5, également situé sur la commune de Pleaux en août 2010 n'avait pas fait l'objet d'une déclaration ou d'une investigation. La présence de ce réseau à deux reprises dans les résultats corrobore les informations recensées lors de l'enquête en population menée lors de la contamination avérée en 2012. En effet, plusieurs riverains interrogés avait signalé avoir déjà vécu au moins un épisode antérieur de gastro-entérites, possiblement en lien avec une contamination de la ressource en eau [8].

Hormis ces signaux, l'agrégat 1 (**Figure 2**), survenu sur une commune du Puy-de-Dôme en décembre 2009, est celui présentant le nombre de cas le plus important, sur une courte durée (67 cas en 7 jours), plus encore que l'épisode de Pérignat-les-Sarliève (agrégat 4). Aucune déclaration n'avait été faite aux autorités sanitaires à cette période. Ceci illustre les

limites du dispositif de surveillance actuel des épidémies de GEA hydrique reposant sur les résultats du contrôle sanitaire de l'eau et sur le signalement par des professionnels de santé. La survenue de cet épisode deux semaines avant le début de l'épidémie hivernale, a pu influencer le manque de déclarations des professionnels de santé.

Des recherches environnementales *a posteriori* de la détection ont été conduites pour permettre de vérifier le taux de conformité de ces ressources sur les prélèvements effectués entre 2009 et 2012 et d'identifier les origines probables de ces signaux :

- Le contrôle sanitaire des indicateurs de contamination fécale dans l'eau de boisson souligne l'apparition de plusieurs non-conformités microbiologiques entre 2009 et 2012 pour 9 foyers détectés (moyenne de 5,6%).
- Les facteurs de risque environnementaux de la pollution de l'UDI ont été identifiés pour 7 foyers détectés. Ces facteurs ont été au moins l'existence de fortes pluies dans les jours avant le début du signal (agrégats 2-4, 6, 8-9), l'inondation de la ressource en eaux, la cessation de la chloration (agrégats 4 et 8) et la survenue d'une rupture accidentelle dans le circuit du réseau d'eau potable (agrégat 1).
- À l'exception de l'agrégat 7, au moins un incident d'exploitation, un événement pluvieux important dans les jours précédent le signal ou une non-conformité durant la période 2009-2012 a été signalé.

Tableau 3

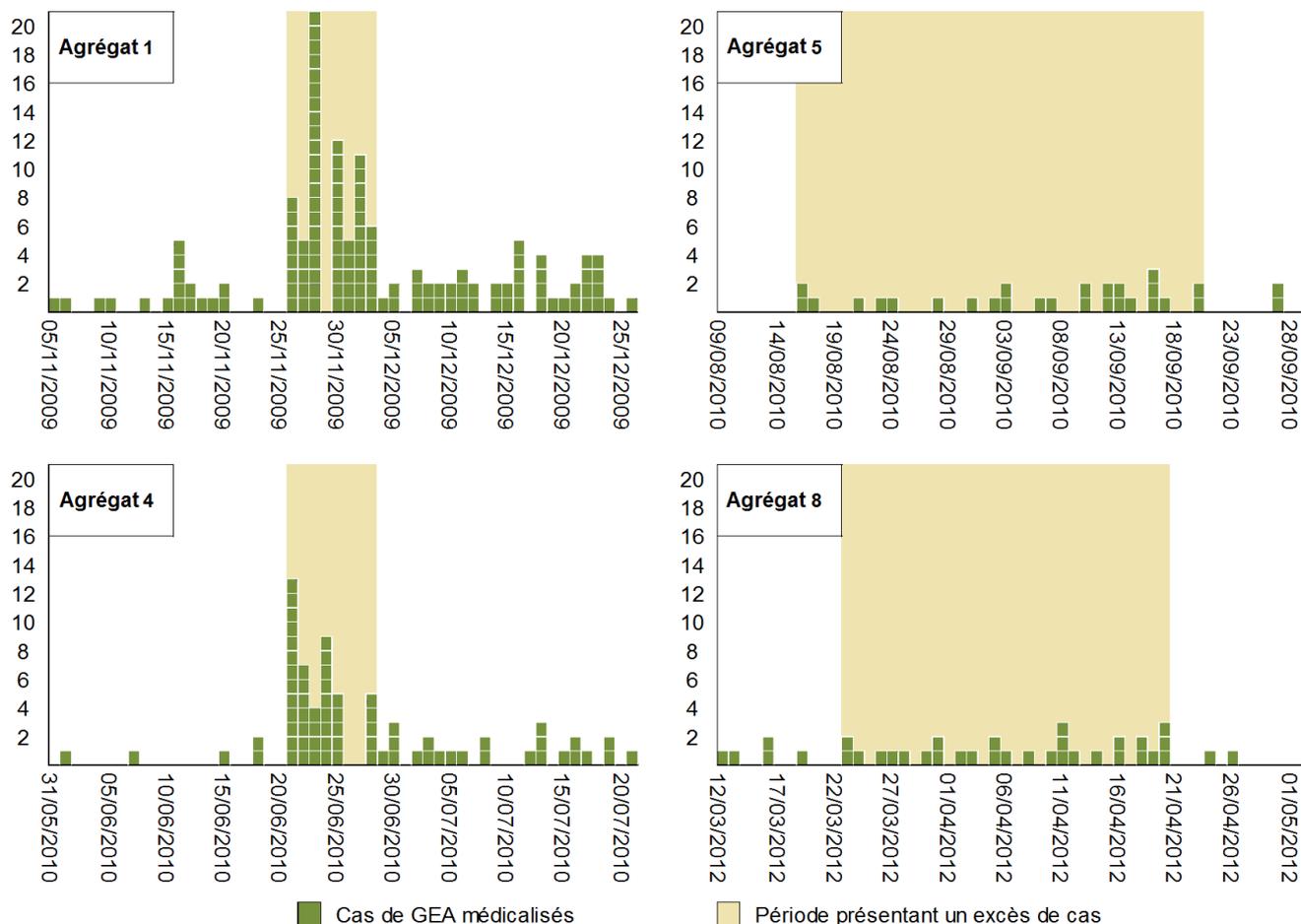
Liste des signaux détectés sur la région Auvergne (2009-2012).

N° Agrégat	Entité				Signaux détectés						
	N° Entité	Nombre de communes	Nombre d'UDI	Population desservie (habitants)	Date de début	Durée (jours)	Valeur observée (VO)	Valeur attendue (VA)	Excès de cas (VO-VA)	Obs/atte. (VO/VA)	p-valeur
1	707	1	2	4 910	26/11/2009	7	67	14	53	4,8	$<10^{-16}$
2	385	1	3	1 563	19/03/2010	19	33	10	23	3,4	$<10^{-3}$
3	155	1	1	501	31/03/2010	12	24	3	21	7,4	$<10^{-7}$
4*	638	1	3	2 650	21/06/2010	7	42	5	37	8,8	$<10^{-17}$
5**	207	1	4	1 549	16/08/2010	35	21	5	16	4,0	0,048
6	88	12	1	5 500	09/09/2010	20	72	22	50	3,3	$<10^{-12}$
7	31	8	1	4 752	15/02/2012	8	34	10	24	3,5	$<10^{-3}$
8***	207	1	4	1 549	23/03/2012	28	31	9	22	3,3	0,005
9	452	1	4	2 411	27/03/2012	15	23	6	17	3,7	0,030
10	53	6	1	1 933	03/12/2012	12	44	9	35	5,1	$<10^{-11}$
11	673	1	4	3 628	03/12/2012	14	48	13	35	3,6	$<10^{-7}$

* Episode de contamination sur la commune de Pérignat-lès-Sarliève (63), juin 2010. ** Episode « suspecté » de contamination sur la commune de Pleaux, août 2010. *** Episode de contamination sur la commune de Pleaux (15), avril 2012.

Figure 2

Focus sur certains signaux détectés.



Références

1. S. Coly, N. Vincent, E. Vaissière, M. Charras-Garrido, A. Gallay, C. Ducrot, D. Mouly. Detection of waterborne disease outbreaks: an integrated approach by using health administrative databases in France. *Journal of water and health*. En cours de soumission.
2. L. Rambaud, C. Galey, A. Guillet, M. Corso, D. Van Cauteren, P. Beaudeau. Détection automatisée d'agrégats de cas de gastro-entérites aiguës dans trois départements, France, 2009-2012, Utilisation pour la prévention des épidémies d'origine hydrique. *Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2014. 37p.*
3. Apports des bases médico-administratives pour l'épidémiologie et la surveillance : regards croisés France-Québec. *Bull Epidémiol Hebd. 19 décembre 2013. Hors-série:1-58.*
4. F. Bounoure, P. Beaudeau, D. Mouly, M. Skiba, M. Lahiani-Skiba. Syndromic surveillance of acute gastroenteritis based on drug consumption. *Epidemiol. Infect., Septembre 2011. 139(9):1388-95.*
5. M. Kulldorff, R. Heffernan, J. Hartman, R. Assunção, F. Mostashari. A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS Med., Mars 2005; 2(3):e59.*
6. M. Kulldorff. *SaTScan User Guide for version 9.0. 2010. 109p.*
7. M. Daures, H. Bellali, G. Bidet, D. Mouly. Rapport d'investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pérignat-lès-Sarliève, Puy-de-Dôme, juin-juillet 2010. *Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2011. 43p.*
8. D. Mouly, E. Vaissière, N. Vincent. Épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pleaux, Cantal, avril 2012. *Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 41p.*

A. Blinneau¹, D. Mouly²

1. Pôle Santé Environnement, Direction de la Santé Publique, ARS d'Auvergne-Rhône-Alpes ; 2. Cellule de l'InVS en région Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées.

Le bilan présenté dans ce BVS met en évidence l'existence du risque infectieux lié à l'eau du robinet en Auvergne, en particulier dans les départements du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire et du Cantal.

Bien que ce risque soit connu et caractérisé au travers la mesure d'indicateurs de contamination fécale depuis la mise en place du contrôle sanitaire de l'eau destinée à la consommation. Les données épidémiologiques récentes apportent un argument sanitaire supplémentaire en mettant en regard des données d'expositions (contaminations microbiologiques des réseaux d'eaux), l'apparition de cas de maladie à la suite de la consommation d'eau contaminée.

Ces dernières années, plusieurs enquêtes épidémiologiques en population ont permis d'estimer localement l'impact sanitaire d'une épidémie de GEA d'origine hydrique : de l'ordre de 30% de la population exposée, soit près de 500 personnes atteintes dans l'épidémie de Pleaux ayant entraîné plus de 250 jours d'arrêt de travail. Bien que la gravité de la maladie soit la plupart du temps faible, certaines personnes ont nécessité une hospitalisation (1,5% des malades dans l'épidémie de Pleaux).

Concernant la détection et l'investigation de ces signaux, les outils développés en 2011 pour faciliter la mise en place d'enquêtes exploratoires devant toute suspicion de Tiac hydrique, ont permis d'améliorer la sensibilité du système de surveillance.

Parallèlement aux investigations de terrain qui ne peuvent être mises en œuvre que si l'épidémie est détectée au moment de sa survenue, l'utilisation récente des données de l'Assurance Maladie vient compléter le bilan sanitaire en cherchant à détecter des épidémies de GEA d'origine hydrique passées inaperçues. Ces travaux exploratoires, testés sur la région Auvergne, ont permis d'identifier entre 2009 et 2012, 11 épidémies de GEA dont l'origine hydrique est très probable, dont 2 ont été connues et investiguées (Pérignat-les-Sarliève et Pleaux). Ces 11 épidémies totalisent 117 jours cumulés d'épidémies. Les différentes approches épidémiologiques développées sont toutes perfectibles et non exclusives l'une de l'autre.

L'intérêt de leur utilisation résulte dans une approche d'ensemble qui permettra d'améliorer globalement la surveillance des épidémies de GEA hydrique et la connaissance de l'impact sanitaire. Les données épidémiologiques disponibles à ce jour pour la région Auvergne traduisent un risque épidémique essentiellement concentré sur les réseaux d'eau de petite et moyenne taille (200 à 5000 personnes).

Ce bilan illustre également l'ensemble des disciplines et partenaires gravitant autour de la thématique eau et santé pour contrôler la qualité de l'eau distribuée, prévenir et anticiper les incidents de traitement ou d'exploitation pouvant conduire à la contamination de l'eau distribuée, détecter et investiguer les épisodes de pollution microbiologiques ou les éclosions de cas de GEA en lien avec la consommation de l'eau du robinet, mettre en œuvre des mesures correctives en cas de pollution de l'eau.

La maîtrise de l'ensemble de ces composantes et la communication réactive entre les acteurs/partenaires permet de réduire l'impact sanitaire du risque infectieux lié à l'eau du robinet présent en Auvergne. Cet objectif est d'autant plus difficile à atteindre que les réseaux d'eau concernés par le risque infectieux sont petits et cumulent plusieurs points de vulnérabilité possibles : captages peu protégés, dispositif de désinfection pas toujours présent et absence de système d'alarme automatisé, analyses de contrôle de qualité d'eau peu fréquentes, moyens humains et techniques insuffisants...

Les indicateurs de qualité d'eau et épidémiologiques confortent l'existence d'un risque infectieux accru pour ces petits réseaux, le plus souvent dans des zones montagneuses. L'approche pluridisciplinaire et la communication entre les acteurs telles que présentés dans ce BVS constituent un préalable indispensable pour prévenir collectivement et efficacement le risque infectieux d'origine hydrique.

Glossaire

ADN	Acide désoxyribonucléique	Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
AM	Assurance Maladie	InVS	Institut de veille sanitaire
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	LHN	Laboratoire d'hydrologie de Nancy
ARS	Agence régionale de santé	LNR	Laboratoire national de référence
BDMA	Base de données médico-administratives	NC	Non-conformité
BVS	Bulletin de veille sanitaire	PCR	<i>Polymerase chain reaction</i>
Caba	Communauté d'agglomération du bassin d'Aurillac	PS	Professionnel de santé
CH	Centre hospitalier	RR	Risque relatif
CHU	Centre hospitalier universitaire	SDAEP	Schéma directeur d'alimentation en eau potable
CSP	Catégorie socio-professionnelle	SIG	Système d'information géographique
Cire	Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région	Sise-eaux	Système d'information en santé-environnement sur les eaux
CNR	Centre national de référence	Sniir-AM	Système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie
CS	Contrôle sanitaire	STEP	Station d'épuration des eaux usées
DGS	Direction Générale de la Santé	STF	Streptocoques fécaux
EDCH	Eaux destinées à la consommation humaine	SurSaUD	Surveillance sanitaire des urgences et des décès
ERP	Etablissement recevant du public	TA	Taux d'attaque
EST	Expertise scientifique et technique	Tiac	Toxi-infection alimentaire collective
GEA	Gastro-entérite aiguë	UFC	Unité formant colonie
GEAm	Gastro-entérite aiguë médicalisée	UDI	Unité de distribution
IC95%	Intervalle de confiance à 95%	UV	Ultra-violet
IgG	Immunoglobuline de type G	VHE	Virus de l'hépatite E
IgM	Immunoglobuline de type M		
Inra	Institut national de la recherche agronomique		

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les partenaires ayant spécifiquement contribué à ce numéro



Crédits photos

Page 1 : DREAL Auvergne - © Marc Sagot - http://www.eauenauvergne.fr/eau_auvergne.html

Figure 1 – Page 2 : UCLA - <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/snowbook2.html>

Figure 2 – Page 6 : www.premierwatermn.com

Figure 1 & 2 – Page 11 : CABA

CIRE AUVERGNE-RHONE-ALPES

Tel : 04 72 34 31 15 - Fax : 04 72 34 41 55- Mail : ars-ara-cire@ars.sante.fr

Retrouvez ce numéro sur : <http://www.invs.sante.fr>

Directeur de la publication : François Bourdillon, Directeur Général de l'InVS

Equipe de la Cire : Bruno Chabanas, Jean-Loup Chappert, Sylvette Ferry, Hervé Le Perff, Claire Pascal, Philippe Pépin, Isabelle Poujol, Christine Saura, Guillaume Spaccaferri, Alexandra Thabuis, Emmanuelle Vaissière, Nicolas Vincent, Jean-Marc Yvon

Contribution & relecture : Pascal Beaudeau, Gilles Bidet, Alain Blineau, Alain Bruneau, Thierry Chesnot, Sylvain Coly, Catherine Galey, Benoît Gassillou, Christine Louis, Sébastien Magne, Armelle Mathieu-Hermet, Damien Mouly, Guillaume Spaccaferri

Coordination du numéro : Nicolas Vincent, Emmanuelle Vaissière

Diffusion : CIRE Auvergne-Rhône-Alpes - 241 rue Garibaldi - CS 93383 - 69418 Lyon Cedex 03