

Epidémie de gastro-entérites

liée à la pollution du réseau de distribution
d'eau potable de la commune de
Divonne-les-Bains, Ain (01)

Août-septembre 2003



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ, DE LA
FAMILLE ET DES PERSONNES
HANDICAPÉES

DRASS RHONE ALPES

Novembre 2003



**INSTITUT DE
VEILLE SANITAIRE**

Cellule InterRégionale d'Epidémiologie Rhône-Alpes-Auvergne

Institutions ayant contribué à l'investigation

Centre National de Référence pour les Shigelles, Institut Pasteur, Paris.

Centre National de Référence pour les virus entériques, laboratoire de virologie du Centre Hospitalier Universitaire de Dijon.

Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie (CIRE) Rhône-Alpes Auvergne, Lyon.

Départements des Maladies Infectieuses et Santé-Environnement de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), Saint Maurice.

Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) de l'Ain, Bourg en Bresse.

Laboratoire de parasitologie du Centre Hospitalier Universitaire de Dijon.

Laboratoire de parasitologie de l'Institut Pasteur de Lille.

Rapport rédigé par Leila Gofti-Laroche et Marielle Schmitt, CIRE Rhône-Alpes-Auvergne

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	4
LISTE DES ABRÉVIATIONS	5
INTRODUCTION	6
PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L’INVESTIGATION	8
OBJECTIF SECONDAIRE	8
PLAN DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE DIVONNE	9
MÉTHODE	10
1. ENQUÊTE AUPRÈS DES MÉDECINS GÉNÉRALISTES DE LA COMMUNE ET DES HÔPITAUX	10
1.1. <i>Collecte des données</i>	10
1.2. <i>Analyse des données</i>	10
2. ENQUÊTE AUPRÈS DES PHARMACIES	11
3. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES SELLES.....	11
4. ENQUÊTE ENVIRONNEMENTALE	12
4.1. <i>Description du captage et présentation du traitement et de la distribution de l’eau du réseau</i>	12
4.2. <i>Recherche de l’origine de la contamination accidentelle</i>	12
4.3. <i>Analyses de l’eau</i>	13
5. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES.....	14
RÉSULTATS	15
1. ENQUÊTE AUPRÈS DES MÉDECINS GÉNÉRALISTES DE LA COMMUNE.....	15
1.1. <i>Evolution de la part de consultations pour gastro-entérites</i>	15
1.2. <i>Descriptif des cas ayant consulté</i>	16
1.3. <i>Estimation du nombre réel de malades dans la population de Divonne au cours de la période épidémique</i>	20
2. ENQUÊTE AUPRÈS DES PHARMACIES	20
3. RÉSULTATS DES COPROCULTURES	22
4. ENQUÊTE ENVIRONNEMENTALE	23
4.1. <i>Mise en évidence de l’origine de la pollution accidentelle</i>	23
4.2. <i>Analyses microbiologiques de l’eau</i>	24
5. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES.....	25
MESURES DE GESTION DE LA CRISE	27
1. RESTAURATION DE LA QUALITÉ DE L’EAU DISTRIBUÉE.....	27
1.1. <i>Interventions sur le réseau</i>	27
1.2. <i>Traitement de la ressource</i>	27
1.3. <i>Elimination de la contamination possible des installations intérieures</i>	28
2. INFORMATION DE LA POPULATION – MESURES DE RESTRICTION DE LA CONSOMMATION D’EAU	28
DISCUSSION ET CONCLUSION	30
CONFIRMATION DE L’ÉPIDÉMIE ET CIRCONSTANCE DE SURVENUE.....	30
IMPACT SANITAIRE	31
AGENT ÉTIOLOGIQUE.....	32
ENQUÊTE ENVIRONNEMENTALE	33
<i>Zone touchée par la pollution</i>	33
<i>Analyses microbiologiques de l’eau</i>	34

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES POUR L'INVESTIGATION	35
INFORMATION DE LA POPULATION,	36
RECOMMANDATIONS	37
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38
ANNEXE 1 : FICHES DE RECUEIL VIERGES.....	39
ANNEXE 2 : LISTE DES SPÉCIALITÉS MÉDICAMENTEUSES HABITUELLEMENT PRESCRITES POUR GEA FOURNIE PAR L'INVS	42
ANNEXE 3 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DU RÉSEAU D'AEP DE LA COMMUNE DE DIVONNE-LES-BAINS.....	43
ANNEXE 4 : RECUEIL DES DONNÉES DE CONSULTATIONS AUPRÈS DES MÉDECINS GÉNÉRALISTES DE DIVONNE.....	44
ANNEXE 5 : RÉSULTATS PARASITOLOGIQUES DU RÉSEAU D'AEP DE DIVONNE LES BAINS.....	46
ANNEXE 6 : QUELQUES ÉLÉMENTS DE L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES	47

Résumé

Introduction

Début septembre 2003, à la suite du signalement aux autorités sanitaires d'une augmentation de cas de gastro-entérite aiguë (GEA) dans une commune de l'Ain, et d'une anomalie sur le réseau d'alimentation en eau potable, une investigation à visée descriptive a été conduite en collaboration par la DDASS de l'Ain et la CIRE Rhône-Alpes Auvergne, afin de confirmer ou non l'existence d'une épidémie, et, le cas échéant, d'en préciser le contexte de survenue.

Méthode

La part des GEA dans les consultations et les caractéristiques des cas ont été étudiées à partir des données recueillies auprès des médecins généralistes de la commune alimentée par le réseau d'alimentation en eau potable en cause. Les données de ventes de médicaments habituellement prescrits pour gastro-entérite ont également été recueillies auprès des 2 pharmacies de la commune (ainsi qu'une pharmacie témoin). Des analyses microbiologiques de selles de patients, ainsi que des analyses d'eau dans le réseau d'adduction d'eau potable ont été réalisées. Une évaluation quantitative du risque (EQR) a également été conduite pour *Cryptosporidium* sur la base du document de référence de l'AFSSA.

Résultats

Les données recueillies auprès des médecins et des pharmacies de la commune ont mis en évidence une augmentation de la part des consultations pour GEA et des ventes de médicaments pour leur traitement entre le 25 août et le 13 septembre 2003. 387 consultations pour GEA ont été recensées entre le 18 août et le 20 septembre 2003, dont 350 entre le 25 août et le 13 septembre (soit un taux de consultations pour GEA, respectivement sur chaque période, de 17 et 20 %). Le descriptif des cas (clinique, date de début des signes, lieu de résidence) est compatible avec la cause supposée de l'épidémie (pollution microbiologique du réseau d'eau). L'impact de l'épisode épidémique a été estimé proche de 800 excès de cas de GEA (dans une population estimée à 10000 personnes maximum). 76 coprocultures ont été réalisées, avec des niveaux de recherche des pathogènes disparates, permettant de retrouver entre autres pathogènes, *Shigella*, *Giardia* et *Cryptosporidium*. Les analyses d'eau en distribution et en ressource ont montré une contamination fréquente par *Cryptosporidium*, ainsi que par *Giardia*. L'application de la démarche d'EQR a produit des estimations cohérentes avec les données recueillies au cours de l'investigation de l'épidémie et rend plausible le rôle de *Cryptosporidium*.

Conclusion

Cette investigation a permis de confirmer l'existence d'une épidémie de GEA dans la population de Divonne-les-Bains, fin août-début septembre 2003, concomitante d'une contamination microbiologique de l'eau de distribution publique. Compte tenu de l'hétérogénéité des résultats des coprocultures, ce travail ne peut que suggérer une épidémie de GEA à germes multiples, ce qui est compatible avec l'origine de la pollution du réseau de distribution publique par retour d'eau de la station d'épuration.

Liste des abréviations

AEP	Alimentation en Eau Potable
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
CCPG	Communauté de Communes du Pays de Gex
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIRE	Cellule InterRégionale d'Epidémiologie
CNAMTS	Caisse Nationale d'Assurance Maladie
CNR	Centre national de Référence
CSHPF	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DGS	Direction Générale de la Santé
EQR	Evaluation quantitative du risque (sanitaire)
GE	Générale des Eaux
GEA	Gastro-Entérite Aiguë
IES	Ingénieur d'études sanitaires
InVS	Institut de Veille Sanitaire
LABM	Laboratoire d'Analyses de Biologie Médicale
LSEH	Laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon
MISP	Médecin Inspecteur de Santé Publique
PCR	Polymerase Chain Reaction
RP	Recensement de la population
RT-PCR	Reverse Transcriptase- Polymerase Chain Reaction
STEP	Station d'Épuration
UMT	Unité mobile de traitement (de l'eau)
US-EPA	United States - Environmental Protection Agency
VTEC	Escherichia coli producteur de vérotoxines
VIH	Virus de l'immuno-déficience humaine

Introduction

Le lundi 25 août 2003, la Générale des Eaux (GE) exploitant le réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Divonne-les-Bains (Ain) (6 158 habitants, RP 1999) a été appelée par un abonné signalant de l'eau trouble au robinet. A l'occasion de purges effectuées sur le réseau suite à ce signalement, il a été signalé 5 cas de gastro-entérite dans le même secteur le mercredi 27 août à des agents de la GE. Cela a conduit le jour même la GE :

- à informer la Communauté de Communes du Pays de Gex (CCPG), maître d'ouvrage du réseau de distribution de Divonne-Les-Bains,
- à réaliser un prélèvement pour analyses bactériologiques,
- à poursuivre les purges et à renforcer la chloration.

Le vendredi 29 août, malgré les résultats des analyses bactériologiques sur l'échantillon prélevé le 27 août mettant en évidence une importante contamination fécale (présence de coliformes thermotolérants en quantité indénombrables et 100 entérocoques dans 100 mL) et considérant :

- que ce prélèvement avait été effectué avant les opérations de purges et de chloration renforcée,
- que les tests Colilert et les analyses de chlore en bout de réseau étaient satisfaisants,
- qu'aucun nouveau cas de gastro-entérite n'avait été signalé,

un communiqué de presse rédigé par la GE avec la CCPG et une lettre distribuée dans les boîtes aux lettres des habitants du quartier Arbère-Marais informaient d'une dégradation de la qualité de l'eau distribuée sur le secteur mise en évidence le 27 août résultant d'une faible consommation d'eau associée à des températures élevées mais d'un retour à la normale permettant aux habitants de consommer l'eau en toute sécurité.

Suite au signalement à la GE de 3 nouveaux cas de gastro-entérites chez des enfants en bas âge le samedi 30 août, et à la fermeture par précaution d'une première connexion eau potable / eau industrielle (avec disconnecteur) présente à l'intérieur de la station d'épuration (STEP) le lundi 1^{er} septembre, la CCPG transmettait ces éléments d'information à la DDASS le mardi 2 septembre et lui faisait part des résultats des analyses bactériologiques sur les 2 prélèvements du 27 et du 29 août révélant la contamination fécale sur le réseau. Bien qu'à cette date, tous les autres résultats bactériologiques présentés par l'exploitant (i.e., les prélèvements quotidiens réalisés entre le 29 août et le 1^{er} septembre) montraient l'absence d'indicateurs bactériens de contamination fécale, et que la GE ne retenait pas alors l'hypothèse d'une contamination par la STEP, la DDASS a estimé que le signal sanitaire qui lui était communiqué (confirmé par contacts téléphoniques du MISP avec les médecins de la commune) était suffisant pour proposer une restriction d'usage de l'eau aux personnes sensibles et la chloration massive de l'ensemble du réseau de Divonne dans l'attente de résultats d'investigations plus poussées (notamment la recherche de parasites).

Le mercredi 3 septembre, la Cellule InterRégionale d'Epidémiologie (CIRE) était alertée par le médecin de santé publique (MISP) de la DDASS d'une suspicion d'épidémie de gastro-entérites sur la commune de Divonne-les-Bains en lien avec la contamination de l'eau de distribution publique. L'information était relayée le jour même aux départements Santé Environnement et Maladies Infectieuses de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) afin de définir en concertation la

nature des investigations à mener. Compte tenu du contexte de crise et de l'investissement nécessaire pour le recueil des données sanitaires, la DDASS a demandé à la CIRE de participer activement à l'investigation en cours de l'épidémie à compter du 8 septembre et d'en assurer l'analyse descriptive.

Principaux objectifs de l'investigation

- Confirmer ou infirmer l'existence d'une épidémie de gastro-entérites survenue sur la commune de Divonne-les-Bains fin août-début septembre 2003 ;
- Décrire, et si possible quantifier l'épidémie le cas échéant ;
- Identifier le ou les agents pathogènes en cause ;
- Discuter la plausibilité de la contamination du réseau d'alimentation en eau potable par retour d'eau de la STEP comme cause supposée de l'épidémie.

Objectif secondaire

- Tester la plausibilité de l'hypothèse d'une contamination principale à *Cryptosporidium* à l'aide de l'outil produit par l'AFSSA en septembre 2002 sur l'évaluation quantitative du risque sanitaire lié à la présence de *Cryptosporidium* dans l'eau distribuée.

Plan du réseau de distribution de Divonne

Et délimitation de la zone « à risque », localisation des premiers cas, localisation des médecins généralistes et des pharmacies

Méthode

1. Enquête auprès des médecins généralistes de la commune et des hôpitaux

1.1. Collecte des données

A dater du 3 septembre 2003, les 7 médecins généralistes de la commune de Divonne ont été sollicités pour fournir, jour par jour, en rétrospectif depuis le lundi 18 août 2003 puis en prospectif jusqu'au samedi 20 septembre :

- le nombre total de consultations ;
- le nombre de consultations pour gastro-entérites avec pour chacune de ces consultations, des précisions sur les patients : date de consultation, initiale du nom et prénom, âge, sexe, date de début des signes, symptômes (diarrhée, nombre de selles par 24h, selles sanglantes, nausées, vomissements, douleurs abdominales, fièvre), adresse.

Les mêmes informations ont été demandées aux médecins de garde sur la commune les week-end entre le 18 août et le 20 septembre (fiches de recueil présentées en annexe 1).

Il a été demandé dans le même temps aux médecins généralistes de Divonne de prescrire des coprocultures avec recherche systématique de parasites (*Cryptosporidium*, *Giardia*), bactéries de gastro-entérites (*Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter* spp, *Yersinia*, *Escherichia coli* producteur de vérotoxines –VTEC-), virus (*Rotavirus*, *entérovirus*, *Calicivirus* et virus de l'hépatite A).

Le recueil d'information a été effectué initialement par le MISP de la DDASS, mais face à l'insuffisance de remontée des données des médecins généralistes de Divonne, ces derniers ont été relancés à plusieurs reprises par la CIRE entre le 8 et le 19 septembre.

Les hôpitaux de Saint-Julien-en-Genevois et de Nyon ont également été contactés par téléphone pour savoir si des patients de Divonne avaient été hospitalisés pour gastro-entérites.

1.2. Analyse des données

Les données recueillies auprès des médecins ont été saisies sous Excel et exploitées sous Excel et Epi info 6.04.

L'évolution du pourcentage de consultations pour gastro-entérites chez les médecins de Divonne a été étudiée afin de confirmer le phénomène épidémique. Le nombre total de cas de gastro-entérites à Divonne sur la période épidémique a été estimé à partir du nombre de consultations pour gastro-entérites signalées par les médecins, des taux de réponse obtenus auprès de ceux-ci, et d'hypothèses sur la fréquence de consultation pour GEA sur la commune de résidence.

Un descriptif des cas de gastro-entérites ayant consulté a été réalisé en se basant sur la **définition de cas suivante** : toute personne ayant consulté un médecin de Divonne-les-Bains pour des symptômes de gastro-entérites et dont la date de début des signes (ou la date de consultation en l'absence de date de début des signes) se situait entre le 20 août 2003 (lendemain de la date supposée de début de la période possible de contamination accidentelle) et le 13 septembre 2003 (10 jours après les recommandations de non-consommation de l'eau du robinet sur le quartier Arbère-Marais).

Un cas certain devait avoir présenté au moins un des symptômes suivants : diarrhée (au moins 3 selles liquides par jour sur une durée minimum de 24 heures), vomissements.

Un cas possible devait avoir présenté au moins un des symptômes suivants : diarrhée (1 ou 2 selles liquides par jour sur une durée minimum de 24 heures), nausées, douleurs abdominales.

Les personnes ayant consulté un médecin de Divonne pour des symptômes de gastro-entérites mais qui n'habitaient pas la commune n'ont pas été exclues de la définition de cas. En effet, il a été considéré que s'ils consultaient à Divonne, ils pouvaient également fréquenter la commune pour d'autres activités (professionnelles ou de loisirs) et éventuellement y consommer de l'eau.

2. Enquête auprès des pharmacies

Les 2 pharmacies de Divonne, ainsi qu'une pharmacie témoin du pays de Gex tirée au sort, ont été sollicitées pour fournir les ventes quotidiennes des principaux médicaments prescrits pour GEA (liste fournie par l'InVS établie à partir des données de la CNAMTS) pour la période du 10 août au 10 septembre 2003. Les spécialités retenues (différentes formes galéniques et divers conditionnements) étaient le Spasfon®, le Smecta®, l'Ultralevure®, l'Immodium®, l'Ercefuryl® et le Bactrim®. Une fiche de recueil leur a été adressée (fiche en annexe 1 et liste des spécialités éligibles en annexe 2). La conduite de cette enquête en parallèle de celle initiée auprès des médecins a été décidée au début des investigations pour compenser le délai dans la remontées des données des médecins afin de pouvoir disposer rapidement d'une l'allure de la courbe épidémique.

3. Analyses microbiologiques des selles

Il a été demandé aux Laboratoires d'Analyses de Biologie Médicale (LABM) du pays de Gex (et frontaliers en Suisse) de transmettre à la DDASS les résultats d'analyses microbiologiques des selles de patients résidant à Divonne-les-Bains (fiche de recueil en annexe 1). Les analyses pratiquées au niveau des LABM de ville ou au niveau des hôpitaux portaient sur la recherche des agents des gastro-entérites : bactéries, protozoaires (*Cryptosporidium* et *Giardia*), et virus (*Rotavirus*, *entérovirus*, *adénovirus*, *calicivirus*, *astrovirus*), ainsi que sur le virus de l'hépatite A. Afin que les analyses virologiques et parasitologiques soient réalisées dans les meilleures conditions, il a été demandé aux différents laboratoires d'assurer le transfert des prélèvements (ou des souches) aux laboratoires plus spécialisés (Laboratoire Mérieux, CNR virus entériques, laboratoires de parasitologie de Dijon, CNR Shigelles)¹.

¹ La recherche des *Cryptosporidium*s par le laboratoire Mérieux a été réalisée par la méthode de coloration de Ziehl. La recherche des *Cryptosporidium*s par le laboratoire de parasitologie du CHU de Dijon a été réalisée par la coloration de Ziehl, mais aussi par 2 techniques de PCR. Au CNR virus entériques, la recherche des *astrovirus*, *Adénovirus* types 40 et 41, et *Rotavirus*, a été réalisée par techniques immuno-enzymatiques ; la recherche des *entérovirus*, virus de l'hépatite A et des *calicivirus* humains a été réalisée par amplification génique par RT-PCR.

L'Institut Pasteur de Lille auquel il a été demandé l'analyse de 2 échantillons d'eau a également proposé de compléter les analyses de selles².

4. Enquête environnementale

4.1. Description du captage et présentation du traitement et de la distribution de l'eau du réseau

La commune de Divonne est alimentée en eau potable par 3 groupes de sources gravitaires dont la production, insuffisante notamment en période d'étiage, est complétée par la production du captage du Creux de la Mélie qui constitue de fait la ressource principale de la commune. Le Creux de la Mélie est un forage situé en plein centre de Divonne qui capte les eaux de l'aquifère contenu dans un horizon profond sablo-argileux. Ce dernier est protégé par une couche argileuse de 0,80 m insuffisante pour préserver le captage vis à vis des contaminations de surface. Le débit d'exploitation du captage varie de 100 à 200 m³/h.

L'eau issue du captage du Creux de la Mélie est traitée par coagulation/floculation (injection de sulfate d'alumine), décantation, filtration sur sable et chloration. Des contaminations bactériennes fréquentes ont été recensées au cours des dernières années au niveau du captage du Creux de la Mélie. Des teneurs élevées en aluminium, en solvants chlorés et des turbidités supérieures à la norme des eaux destinées à la distribution ont également été observés.

L'eau des sources gravitaires subit un simple traitement de chloration.

Durant le mois d'août 2003, deux réservoirs de la commune étaient alimentés uniquement par les sources gravitaires et assuraient la distribution de l'eau sur les hauteurs de Divonne. Deux autres réservoirs assurant la distribution du centre aggloméré de la commune étaient alimentés principalement (voire exclusivement) par l'eau du Creux de la Mélie (selon le débit des sources, ces réservoirs sont alimentés en proportion variable par celles-ci) (se reporter à l'annexe 3).

4.2. Recherche de l'origine de la contamination accidentelle

A partir du mercredi 27 août, la GE a procédé à des vérifications sur le secteur du réseau de distribution d'eau d'où provenaient les premières plaintes concernant la qualité de l'eau et le signalement des premiers cas de gastro-entérites : vérification sur une conduite récemment mis en service, vérification des taux de chlore, déplacement chez des particuliers (il s'agissait de vérifier si l'anomalie provenait du réseau ou des installations internes), vérification du disconnecteur de la station d'épuration.

^{2 2} En effet, il développe actuellement des marqueurs micro- et mini-satellites dans le but de mettre au point une méthode de typage multiloci chez *Cryptosporidium*. La combinaison de ces marqueurs offrirait le moyen d'identifier les souches de façon discriminante et en ferait donc un outil puissant pour l'épidémiologie. Ce travail est en cours et 2 marqueurs sont déjà disponibles (le 3^{ème} sera au point d'ici quelques semaines) permettant de distinguer des variants au sein des génotypes bovin et humain de *C. parvum* (chacun des 2 marqueurs présentent au moins 6 variants pour le génotype bovin). Ainsi, si l'Institut Pasteur de Lille arrive à amplifier l'ADN de *Cryptosporidium* de l'eau récupérés sur la lame, l'intérêt d'appliquer l'outil aux selles des patients serait de vérifier l'appartenance des différents isolats à un même profil génotypique.

4.3. Analyses de l'eau

Entre le 27 août (date de la première analyse révélant la pollution) et la levée des restrictions de consommation d'eau le 17 septembre, des analyses bactériologiques et parasitologiques (débutées le 03 septembre) ont été réalisées par l'exploitant et par le Laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon (LSEH) agréé par le ministère chargé de la santé, sur l'eau brute du Creux de la Mélie, en sortie de traitement ainsi qu'en distribution (sur le quartier Arbère-Marais a priori concerné par la pollution accidentelle et en dehors de ce quartier). Les principaux points de surveillance sont matérialisés sur le plan du réseau en début de rapport (page 9).

La CIRE en collaboration avec l'InVS a préconisé dès le 3 septembre de demander à la GE de prélever et garder au frais des échantillons de 10 L d'eau en vue d'éventuelles analyses virologiques ultérieures.

Suite à la mise en évidence le 5 septembre de la présence en quantité importante de *Cryptosporidium* dans le 1^{er} prélèvement en date du 3 septembre, le programme de suivi des parasites a été progressivement renforcé et étendu le 9 septembre sur décision du préfet. Ainsi, 10 prélèvements quotidiens ont été réalisés par la DDASS (analyse LSEH) entre le 10 et le 17 septembre (en plus de ceux réalisés par l'exploitant) :

- 1 au niveau du puits du Creux de la Mélie (eau brute) ;
- 1 en sortie de station, après traitement ;
- 8 en distribution (4 sur la zone Marais-Arbère et 4 hors de cette zone).

Le suivi quotidien de la teneur en parasites s'est poursuivi sur 5 points de surveillance jusqu'au 23 septembre, c'est-à-dire au delà de la levée de la restriction d'usage de l'eau en raison de la pollution de la ressource mise en évidence par cette crise, et des difficultés à mettre en œuvre un traitement parfaitement adapté.

La recherche des protozoaires (*Giardia* et *Cryptosporidium*) qui n'est pas réalisée en routine dans le cadre des contrôles sanitaires réglementaires, mais préconisée au cours de l'investigation des épisodes épidémiques si le tableau clinique des cas est cohérent, a été réalisée selon la norme AFNOR T90-455. Elle implique la concentration de 100 L d'eau sur une cartouche de filtration de porosité 1 µm, et la détection par une technique d'immunofluorescence (élution de la cartouche, réduction du volume par centrifugation, purification de l'éluat, lavage, tri par cytométrie, identification par marquage par des anti-corps anti-*Giardia* et anti-*Cryptosporidium*, et enfin dénombrement à l'aide d'un microscope à épifluorescence).

Certains échantillons d'eau potable ont fait l'objet d'analyses microbiologiques plus poussées afin de tenter la spéciation et le génotypage des *Cryptosporidium* éventuellement présents dans l'eau de distribution. Le point de départ de cette recherche est le fait que la mairie de Divonne ait demandé à la DDASS des conseils pour faire analyser un échantillon d'eau prélevé par un particulier à son robinet dans le quartier Arbère-Marais le 23 août 2003 c'est-à-dire à une date supposée postérieure à l'incident à l'origine de la contamination du réseau mais antérieure à l'identification du problème et donc aux interventions techniques sur le réseau. La pertinence de cette analyse a été discutée entre la CIRE, l'InVS et les laboratoires spécialisés en virologie et parasitologie de l'eau. Il a été proposé de tenter la seule recherche pertinente compte tenu des caractéristiques de l'échantillon, à savoir, la recherche des protozoaires avec essai de spéciation et de génotypage des *Cryptosporidium* éventuellement présents. La recherche, même par PCR, de bactéries était non pertinente (non connaissance des conditions de conservation de l'échantillon et

techniques trop peu sensibles par rapport au volume de l'échantillon). Cependant, l'échantillon a été prématurément adressé au LSEH avec une demande d'analyse bactériologique classique et de Shigelles. A la suite de cette réflexion, il a été décidé d'exploiter un échantillon de 10 litres d'eau du 6 septembre conservé par la GE, ainsi que de tenter le génotypage des *Cryptosporidium* fixés sur la lame de l'échantillon du 3 septembre. Ces essais sont en cours au laboratoire de parasitologie de l'Institut Pasteur de Lille. Ainsi, l'échantillon de 10 L a été concentré par une filtration-élution suivie d'une technique d' IMS-PCR, et le protocole existant a été adapté afin d'appliquer la méthode PCR à des lames d'immunofluorescence. Avant la mise en œuvre des essais sur la lame de l'échantillon, des tests ont été réalisés sur les lames du laboratoire montées par un mélange Mowiol-Dabco-Glycérol et où les *Cryptosporidies* étaient fixées au méthanol, ces tests étaient positifs en détection PCR.

5. Evaluation quantitative des risques

Les données produites par le groupe de travail de l'AFSSA dans son document méthodologique de référence de septembre 2002 : « Evaluation quantitative du risque sanitaire lié à la présence de *Cryptosporidium* dans l'eau distribuée » ont été utilisées et, plus particulièrement, celles relatives à l'« objectif 1 » intitulé « Quels sont les risques dans la population desservie par une eau distribuée pour laquelle on a obtenu un résultat d'analyse particulier ? Quel est le nombre de maladies attendues si le problème persiste quelques jours ? ».

Pour la population potentiellement exposée, et pour la période supposée de la contamination accidentelle, l'impact sanitaire d'une contamination du réseau d'eau potable pour différentes concentrations de *Cryptosporidium* a été estimé. Ces estimations ont été comparées aux données issues de l'investigation : le nombre de gastro-entérites en lien avec l'épisode estimé à partir du nombre de cas de GEA signalés par les médecins, et les résultats d'analyses parasitologiques de l'eau du réseau.

Résultats

1. Enquête auprès des médecins généralistes de la commune

1.1. Evolution de la part de consultations pour gastro-entérites

Grâce aux multiples relances, 4 médecins généralistes sur 7 ont fourni une information quasiment exhaustive sur leur activité pendant les 34 jours de la surveillance, à savoir du 18 août au 20 septembre (jours de fermeture du cabinet, nombre de consultations pour gastro-entérites et nombre total de consultations les jours d'ouverture). Les 3 autres médecins ont répondu de façon beaucoup plus parcellaire (annexe 4).

La transmission des fiches récapitulant le nombre quotidien de GEA par rapport au nombre total de consultations médicales ne s'est pas faite sur la même période pour les 7 médecins :

- médecin 1 et 2 : récapitulatif pour la période du 18 août au 20 septembre 2003
- médecin 3 : récapitulatif pour le 27 août et entre le 4 et le 10 septembre 2003 ;
- médecin 4 : récapitulatif limité au 8, 9 et 10 septembre 2003 ;
- médecin 5 : récapitulatif pour la période du 4 septembre au 15 septembre 2003 ;
- médecin 6 : récapitulatif pour la période du 1^{er} septembre au 19 septembre 2003 ;
- médecin 7 : récapitulatif pour la période du 21 août 2003 au 18 septembre 2003 ;

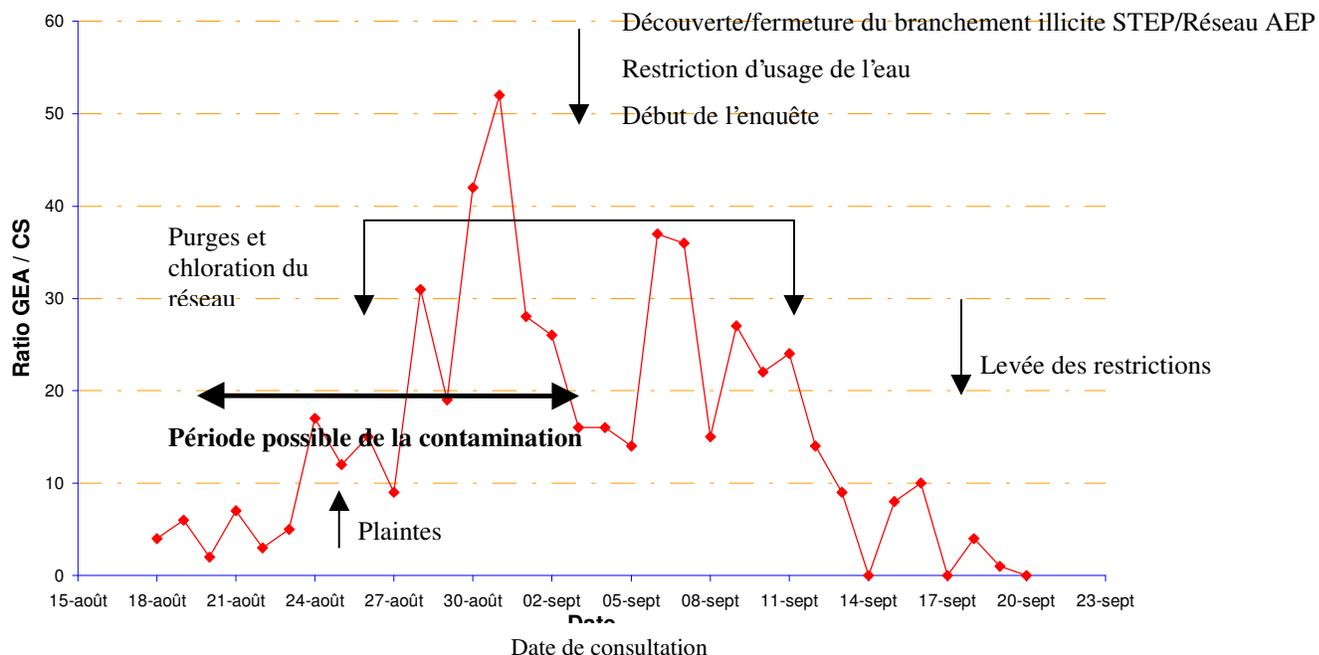
En plus de ces médecins, les 3 médecins de garde pour la commune de Divonne les dimanche 24, 31 août et 14 septembre ont transmis une fiche récapitulative du nombre de cas vus ces jour-là.

Un taux de réponse par médecin a été calculé correspondant au nombre de jours pour lesquels l'information a été transmise sur le nombre total de jour pour lesquels elle était attendue (34 jours pour chacun des 7 médecins de Divonne, jours de garde pour les autres). Ce taux de réponse s'élevait à 80 % ou plus pour les 4 médecins ayant largement répondu et les médecins de garde, et variait entre 9 et 60 % pour les 3 autres médecins. Globalement, le taux de réponse a été de 70 %, il s'est élevé à 79 % pour la période du 25 août au 13 septembre.

Au total, 387 consultations pour gastro-entérites (GEA) ont été recensées pour un total de 2288 consultations sur la période du 18 août au 20 septembre (soit 17 % de consultations pour GEA). Deux hospitalisations (courtes) d'enfants de Divonne ont été recensées.

L'étude des consultations des médecins généralistes a permis de distinguer une période entre le 25 août et le 13 septembre pendant laquelle la part de consultation pour gastro-entérites était particulièrement élevée avec 350 consultations pour GEA sur 1721 (soit 20 %). On observe sur la courbe épidémique une tendance à la diminution des cas au milieu de l'épidémie (1^{ère} semaine de septembre) mais suivie d'une nouvelle élévation au cours de la semaine suivante (figure 1). A compter du 13 septembre, le nombre de consultations pour GEA était en net recul (la part des GEA dans les consultations passe en effet à 5 % pour la période comprise entre le 13 et le 20 septembre) et, selon les médecins, les quelques nouveaux cas présentaient un tableau clinique de type viral qui contrastait avec le tableau prédominant précédent (plutôt en faveur d'une contamination parasitaire). Il a persisté cependant quelques cas "tenaces" (symptômes > 15 j).

Figure 1 : Evolution de la part des consultations pour GEA dans les consultations des médecins généralistes de Divonne, août-septembre 2003



1.2. Descriptif des cas ayant consulté

Cinq médecins généralistes sur les 7 interrogés à Divonne-les-Bains ont transmis des tableaux descriptifs des cas de gastro-entérites qu'ils ont vu en consultation. Selon la disponibilité des médecins, leur absence pour congés, et leur mode de fonctionnement, la transmission du descriptif individuel des cas ne s'est pas faite sur la même période pour ces 5 médecins :

- médecin 2 : cas vus en consultation entre le 18 août 2003 et le 16 septembre 2003 ;
- médecin 3 : cas vus en consultation le 27 août 2003 et entre le 4 et le 10 septembre 2003 ;
- médecin 5 : cas vus en consultation du 4 septembre au 15 septembre 2003 ;
- médecin 6 : cas vus en consultation du 1^{er} septembre au 12 septembre 2003 ;
- médecin 7 : cas vus en consultation du 25 août 2003 au 12 septembre 2003 ;

En plus de ces 5 médecins, le médecin de garde pour la commune de Divonne le dimanche 31 août a transmis un tableau descriptif des cas de gastro-entérites vus ce jour-là.

Au total, il a ainsi été obtenu un descriptif de 266 cas de gastro-entérites ayant consulté entre le 18 août 2003 et le 16 septembre 2003. Les caractéristiques de 8 d'entre eux ne correspondaient pas à la définition de cas (date de début des signes avant le 20 août pour 7 d'entre eux et après le 13 septembre pour 1). Le descriptif a donc été réalisé sur 258 cas.

Sexe et âge

Cent quarante neuf cas étaient de sexe féminin (58 %) et 109 de sexe masculin (42 %).

Vingt cinq cas (10 %) étaient des jeunes enfants entre 0 et 5 ans, dont 4 enfants de moins d'un an.

Trente huit cas (15 %) étaient des enfants entre 6 et 15 ans, 169 cas (65 %) avaient entre 16 et 60 ans et 24 cas (9 %) avaient plus de 60 ans.

Dans la population résidant de façon permanente à Divonne (n'inclut ni les estivants ou curistes, ni les gens du voyage présents sur la commune lors de l'épidémie), la répartition par classe d'âge au recensement de 1999 était de 6,5 % pour les 0-5 ans, 13 % pour les 6-15 ans, 63 % pour les 16-60 ans et 17,5 % pour les plus de 60 ans.

Dates de consultation et dates des premiers signes

Les semaines de consultation (première consultation) des 258 cas sont indiquées dans le tableau 1. Sept cas ont consulté à deux reprises et un à trois reprises (rechute, échec de traitements symptomatiques).

Tableau 1 : Répartition des 258 cas selon leur semaine de consultation

Semaine de consultation	Nombre de cas	Nombre de médecins ayant transmis l'information
Du 20/8 au 24/8	4	1
Du 25/8 au 31/8	45	2 + le médecin de garde du 31/8
Du 01/9 au 07/9	102	5
Du 08/9 au 14/9	100	5
Du 15/9 au 21/9	7	1

Une date d'apparition des premiers signes était précisée pour 200 cas. Les semaines d'apparition des premiers signes sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Répartition des 200 cas selon leur semaine d'apparition des premiers signes

Semaine d'apparition des premiers signes	Nombre de cas
Du 20/8 au 24/8	16
Du 25/8 au 31/8	78
Du 01/9 au 07/9	70
Du 08/9 au 13/9	36

Parmi les 200 cas pour lesquels la date d'apparition des premiers signes était disponible, 15 (7,5 %) avaient consulté le jour même, 81 (40,5 %) entre 1 et 3 jours après, 43 (21,5 %) entre 4 et 6 jours après, 29 (14,5 %) entre 7 et 9 jours après et 32 (16 %) plus de 10 jours après. Il apparaît donc que dans 52% des cas la date de consultation intervient au moins 3 jours après la date des premiers symptômes. Parmi les 58 personnes pour lesquels la date de début des signes n'est pas précisé, 54 (93 %) ont consulté après le 24 août et 50 d'entre eux après le 28 août. Il peut donc être considéré que la date de début des signes pour la grande majorité de ces cas est égale ou postérieure au 20 août.

Les médecins interrogés ont par ailleurs naturellement signalé de nombreuses consultations tardives, intervenues notamment après des échecs de traitement par auto-médication.

Compte tenu du décalage entre date d'apparition des premiers signes et date de consultation, la période d'augmentation de la part de consultations pour gastro-entérites identifiée entre le 25 août et le 13 septembre, peut correspondre à un début réel du phénomène épidémique quelques jours avant (autour du vendredi 22 août) d'autant que le week-end du 23-24 août a pu retarder certaines consultations.

Répartition géographique

Le lieu d'habitation était inconnu pour 13 cas, 231 cas (89,5 %) habitaient Divonne-les-Bains, 14 cas des communes proches (Gex, Grilly, Saint Genis, Sauverny, Versonnex, Vesancy).

Il était impossible de savoir si 33 cas résidaient ou non dans la zone Arbère-Marais délimitée par les gestionnaires du réseau d'eau potable comme a priori concernée par la pollution accidentelle (les 13 cas pour lesquels le lieu d'habitation était inconnu et 20 habitants de Divonne pour lesquels l'adresse n'était pas précisée). Pour les 225 autres cas, 129 (57 %) résidaient dans cette zone (dont 12 sur la plate-forme des gens du voyage) et 96 (43 %) en dehors. Bien que ces données ne correspondent pas à la totalité des consultations à Divonne pour GEA du 20 août au 13 septembre, elles permettent d'estimer approximativement les taux de consultations pour GEA sur cette période dans les différentes populations :

- pour le quartier Arbère-Marais (2 500 personnes environ) : 5,2 consultations pour 100 personnes ;
- pour la plate forme des gens du voyage (100 personnes environ) : 12 consultations pour 100 personnes ;
- pour la commune de Divonne, hors quartier Arbère-Marais (7 500 personnes environ) : 1,1 consultations pour 100 personnes.

Comme indiqué dans le tableau 3, la proportion de cas résidant dans la zone Arbère-Marais était plus forte pour ceux ayant présenté des premiers signes entre le 20 et le 31 août.

Tableau 3 : Répartition des 200 cas dont la date des premiers signes est disponible selon leur semaine d'apparition des premiers signes et leur lieu de résidence

Semaine d'apparition des premiers signes	Résidence sur la zone Arbère-Marais	Résidence hors zone Arbère-Marais	Lieu de résidence imprécis	Nombre total de cas
Du 20/8 au 24/8	13 (81 %)	3 (19 %)	0 (0 %)	16
Du 25/8 au 31/8	56 (72 %)	17 (22 %)	5 (6 %)	78
Du 01/9 au 07/9	25 (36 %)	35 (50 %)	10 (14 %)	70
Du 08/9 au 13/9	12 (33 %)	21 (58 %)	3 (8 %)	36
Total	106 (53 %)	76 (38 %)	18 (9 %)	200

Caractéristiques cliniques

Sur les 258 cas, 224 étaient des cas certains (87 %) et 34 (13 %) des cas possibles.

Deux cent quarante cas sur les 258 (93 %) ont eu de la diarrhée. Il était précisé le nombre de selles par jour pour 180 d'entre eux. Celui-ci était de moins de 3 selles pour 19 cas sur 180 (11 %), de 3 à 7 selles pour 123 cas (68 %), de 8 selles et plus pour 38 cas (21 %). Cinq cas ont rapporté des diarrhées sanglantes.

Deux cent trente quatre cas (91 %) ont eu des douleurs abdominales, 211 (82 %) des nausées et 99 (38 %) des vomissements.

Quatre vingt un cas ont eu de la fièvre (31 %) entre 37,5°C et 39,8°C.

Les signes associés les plus souvent mentionnés étaient une fatigue générale, des frissons et sueurs, des céphalées, des pertes de poids.

Les médecins interrogés mentionnaient dès le début deux tableaux cliniques distincts : des gastro-entérites sévères, souvent fébriles d'une part et des signes de gastro-entérites plus bénins évoquant pour eux davantage des gastro-entérites virales.

Selon les zones de résidence, les caractéristiques cliniques des patients différaient légèrement avec plus de diarrhée et de fièvre pour les habitants de la zone Arbère-Marais (différences significatives) (tableau 4).

Tableau 4 : Proportion des cas présentant de la diarrhée, des vomissements et de la fièvre selon leur lieu d'habitation

Lieu d'habitation	diarrhée	vomissements	fièvre
Résidence sur la zone Arbère-Marais	98 %	36 %	45 %
Résidence hors zone Arbère-Marais	88 %	33 %	29 %
Lieu de résidence imprécis	90 %	64 %	41 %
Comparaison des pourcentages (Chi ²) selon le lieu de résidence (Arbère-Marais / En dehors)	p = 0,005	p = 0,5	p = 0,02

En distinguant deux périodes d'apparition des premiers signes et comme indiqué dans le tableau 5, les caractéristiques cliniques apparaissaient également évolutives avec une diminution dans le temps des pourcentages de diarrhée, vomissements et fièvre (différences significatives).

Tableau 5 : Proportion des cas présentant de la diarrhée, des vomissements et de la fièvre selon la période d'apparition des premiers signes

Date d'apparition des premiers signes	diarrhée	vomissements	fièvre
Du 20/8 au 31/8	97 %	49 %	52 %
Du 01/9 au 13/9	89 %	28%	31 %
Comparaison des pourcentages (Chi ²) selon la date d'apparition des 1 ^{er} signes	p = 0,03	p = 0,003	p = 0,005

1.3. Estimation du nombre réel de malades dans la population de Divonne au cours de la période épidémique

Le recueil des cas de GEA ayant consulté un médecin participant à l'investigation ne permettant pas le recueil exhaustif des cas parmi la population potentiellement exposée à la contamination du réseau d'AEP, des hypothèses ont été formulées pour approcher au mieux le nombre réel de cas de GEA dans cette population.

Les données d'études précédentes ont permis d'estimer le taux de consultation médicale pour gastro-entérite à 50%. Ainsi, lors de l'épidémie de gastro-entérites liée à la consommation de l'eau de distribution à Gourdon (Lot) en août-septembre 2000, le taux de consultation était de 52% pour les cas certains et de 29% pour les cas probables. Pendant l'épisode de pollution du réseau d'eau à Dracy le Fort (Saône et Loire) en septembre 2001 ces taux étaient respectivement de 54 et 14%. Au cours de l'étude EMIRA (Isère et Savoie, 1998-2000), ces taux étaient respectivement de 59 et 31%. Les contacts pris avec la mairie de Divonne, l'office de tourisme, le bureau de l'emploi de la CCPG, et les médecins, pour évaluer la part des consultations hors de la commune et transfrontalières, ont conduit à estimer la proportion de Divonnais consultant à l'extérieur de la commune à 15% environ.

Soit R le nombre réel de cas de GEA et r le nombre de consultations pour GEA chez les médecins répondants pendant la période épidémique (r=350). Les 350 consultations ont été assimilées à des cas même si une faible proportion (6 % d'après le descriptif) pouvaient soit être des doublons du fait de visites multiples chez le médecin soit ne pas correspondre à la définition de cas. Soit C la proportion de cas de GEA qui consultent un médecin (C=50%). Soit H la proportion de consultations médicales hors médecin généraliste de Divonne (autre commune, en Suisse ...) (H=15%). Enfin, soit I la proportion de données attendues recueillie au cours de l'investigation (I=79%).

$$R = r * 1/C * 1/(1-H) * 1/I = 350 / 0.5 * 0.85 * 0.79 = 1042 \text{ cas de GEA.}$$

Sur la période du 25 août au 13 septembre la part des GEA dans les consultations était égal à 20.3%.

Dans un contexte non épidémique, ce taux aurait été voisin de 5% comme l'indique le taux observé chez les médecins ayant fourni l'information après le 13 septembre (et taux habituellement observé hors épidémie) soit 256 cas sur la période. Avec toutes les réserves liées aux limites des hypothèses utilisées, l'excès de cas de GEA en lien avec l'épidémie observée à Divonne a pu être estimé 786 cas (le même calcul, refait en excluant 6% des cas du fait d'éventuels doublons ou de cas non conforme à la définition, aboutit à 727 cas).

2. Enquête auprès des pharmacies

Le recueil des données pour la période du 10 août au 10 septembre a permis d'observer pour les 2 pharmacies de Divonne une augmentation des ventes des spécialités habituellement prescrites dans les cas de GEA après le 25 août, correspondant à l'augmentation des consultations pour gastro-entérites. L'augmentation des ventes était discrète pour la « pharmacie 1 », elle était plus importante pour la « pharmacie 2 », surtout autour du 1^{er} septembre. Les ventes de la pharmacie choisie pour témoin étaient relativement stables sur toute la période (figure 2). La figure 2bis présente les données des médecins généralistes et les ventes des spécialités pharmaceutiques de la pharmacie 2. Il faut noter que l'autre pharmacie de Divonne (« pharmacie 1 ») n'était pas

informatisée pour la gestion de son stock, et n'a donc été en mesure de fournir que les volumes de commandes au fournisseur.

Figure 2 : Evolution des ventes de spécialités habituellement prescrites pour GEA dans les 2 pharmacies de Divonne et une pharmacie témoin du pays de Gex

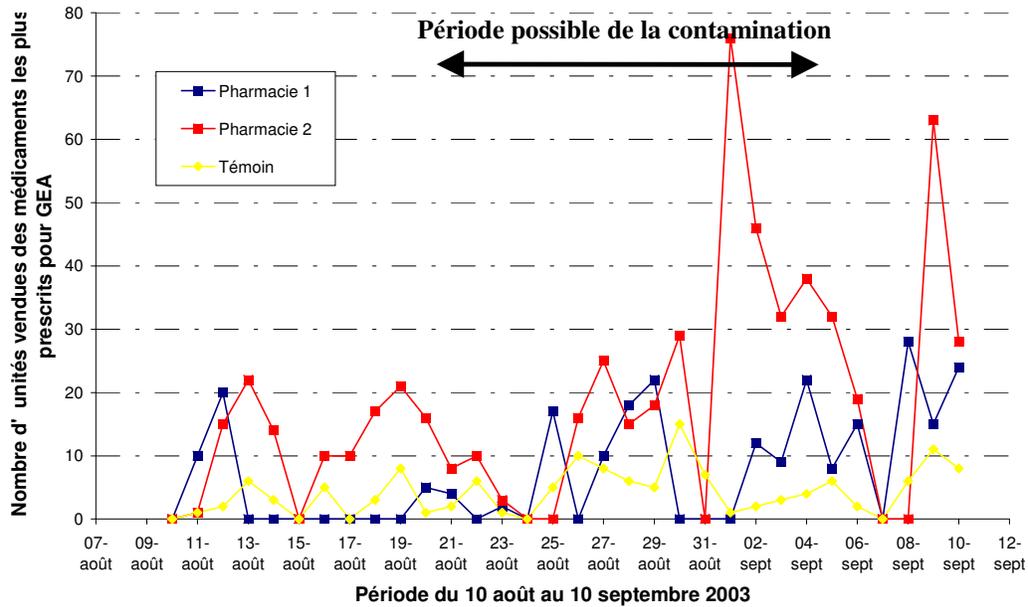
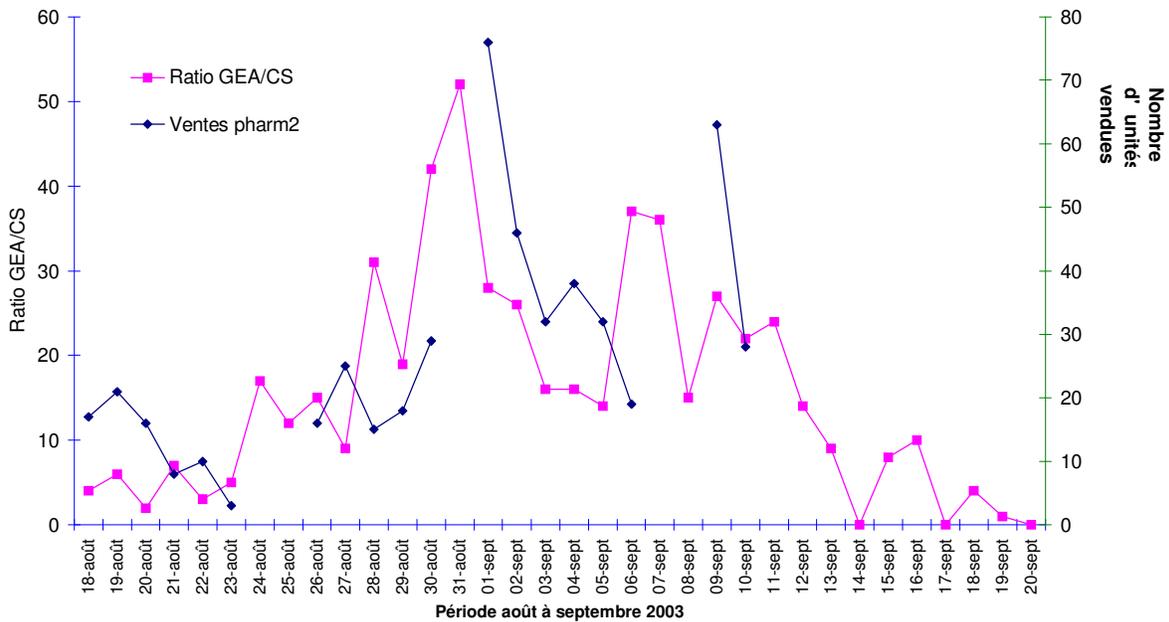


Figure 2bis : Proportion des cas de gastro-entérites dans les consultations médicales et ventes des médicaments correspondants dans la pharmacie informatisée de Divonne



3. Résultats des coprocultures

L'interrogation des LABM ayant eu à analyser 76 selles de patients de Divonne au cours de l'épisode épidémique, complétée par les résultats transmis par les CNR Shigelle et Virus entériques, ainsi que par le laboratoire de parasitologie du CHU de Dijon, a permis de dresser les tableaux 6 et 6bis. Les premiers résultats disponibles ont abouti à l'isolement d'un premier germe (*Shigella sonnei*) dans les selles de 2 patients, mais la suite des résultats a mis en évidence, outre une 3^{ème} *Shigella sonnei*, 7 *E coli* enteropathogènes, 2 *Rotavirus*, 3 *calicivirus* humains (genre Saporovirus ou Norovirus), 8 *entérovirus*, 12 *Giardia* et 6 *Cryptosporidium*, ainsi qu'un *Trichomonas intestinalis* et 3 *Blastocystis hominis*. Deux des souches de *calicivirus* détectée appartiennent au génogroupe I, génotype Norwalk et génotype Desert Shield. Les coprocultures positives en *Cryptosporidium* analysées par le laboratoire de parasitologie du CHU de Dijon ont permis de mettre en évidence pour un prélèvement du *Cryptosporidium parvum* avec un mélange de génotype I et II (en proportion 70/30 respectivement). Pour les autres prélèvements, le clonage et le séquençage sont en cours.

Tableau 6 : Résultats des coprocultures réalisées sur les cas de GEA de Divonne

LABM (ville ou hôpital)	Nombre de coprocultures reçues	Résultats bactériologiques	envoi à un laboratoire expert	Résultats virologiques	Résultats parasitologiques
Laboratoire 1	13	2 <i>Shigelles sonnei</i>	CNR Virus Entériques et CNR Shigelles	(Envoi 5/13) 2 <i>Rotavirus</i> 1 <i>entérovirus</i>	(pas d'envoi) 1 <i>Trichomonas intestinalis</i>
Laboratoire 2	49	7 <i>Escherichia coli</i> enteropathogènes	CNR Virus Entériques (qui transfert au CHU de Dijon) et Mérieux	(Envoi 19/49) 3 <i>calicivirus</i> 7 <i>entérovirus</i>	5 <i>Giardia</i> sur 49 (Envoi 35/49 à Mérieux pour recherche Crypto) : 2 <i>Cryptosporidium</i> /35 (Reçus 10 à Dijon) : 4 <i>Cryptosporidium</i> /14 soit total de 6 <i>Cryptosporidium</i>
Laboratoire 3	2	1 <i>Shigelle soneii</i> 1 <i>Klebsielle oxytoca</i>	CNR Shigelles		
Laboratoire 4	1		Non		
Laboratoire 5	5		Non		3 <i>Giardia</i> 2 <i>Blastocystis hominis</i> (concomitants avec <i>Giardia</i>) 1 <i>Cryptosporidium</i>
Laboratoire 6	4		Non		4 <i>Giardia</i>
Laboratoire 7	2		Non		2 <i>Blastocystis hominis</i>
Total	76	11/76		11*/24	22/76

*Deux selles étaient positives à la fois en *calicivirus* et en *entérovirus*

Toutes les coprocultures n'ont pas été transmises aux laboratoires spécialisés en virologie et parasitologie. Seuls les laboratoires de Divonne (1 et 2) ont transmis certaines selles au CNR des virus entériques, dont 46% (11/24) étaient positifs pour au moins 1 virus entérique. Seul le laboratoire 2 a transmis certaines selles au laboratoire Mérieux à Lyon pour la recherche spécifique de *Cryptosporidium*, dont 6% (2/35) seulement étaient positifs pour ce protozoaire. Parmi les 14 selles analysées par le laboratoire de parasitologie du CHU de Dijon, 4 selles initialement détectées négatives par le laboratoire Mérieux se sont révélées positives en *Cryptosporidium*, tandis qu'une des deux selles initialement détectées positives n'apparaissait

plus comme telle. Ces 14 selles avaient été transmises par le CNR virus entériques qui les avait choisies de façon aléatoire parmi les 19 reçues du laboratoire 2. Il convient de préciser que ces selles, prélevées un jour donné sur un même patient par le laboratoire 2, ont fait l'objet de 2 séries d'envoi. Les aliquotes reçus par le laboratoire Mérieux et par le laboratoire de Parasitologie de Dijon s'ils n'ont pas été initialement correctement homogénéisés (surtout s'il ne s'agissait pas de selles liquides) peuvent présenter des différences notables de charge parasitaire. Ces résultats illustrent la difficulté de conclure sur la part relative de *Cryptosporidium* dans les selles des patients .

Tableau 6bis : Résultats de coprocultures par agent pathogène

Agent	Nombre de selles dans lequel il a été recherché	Nombre de positif (%)
Bactéries	76	11 (15)
Dont Shigelles		3 (4)
<i>Rotavirus</i>	24	2 (8)
<i>Calicivirus</i>	24	2 (8)
<i>Entérovirus</i>	24	8 (33)
<i>Cryptosporidium</i>	40 (dont 24 négatifs incertains)	7 (18)
<i>Giardia</i>	76 (recherche uniquement par un LABM hospitalier ou de ville)	12 (16)

Les selles des patients de Divonne n'ont pas fait l'objet d'investigations supplémentaires pour *Giardia*, contrairement à *Cryptosporidium*. Ce choix s'explique du fait des résultats des analyses de l'eau (*Giardia* retrouvé presque une semaine après *Cryptosporidium*, avec une fréquence et des niveaux de concentrations très inférieurs), ainsi que la meilleure capacité des LABM à réaliser la recherche de *Giardia*.

4. Enquête environnementale

Les résultats décrits dans ce paragraphe constituent une synthèse des informations reçues des différents acteurs sollicités au cours de l'investigation.

4.1. Mise en évidence de l'origine de la pollution accidentelle

Différentes hypothèses relatives à l'origine de la contamination ont été initialement formulées par la CCPG : raccord de conduite sur le réseau ; retour d'eau usée traitée de la STEP ; retour d'eau de la piscine municipale ou d'une piscine privée ; aspiration passagère suite à une casse, conséquence de la canicule et du faible tirage estivale sur certaines portions du réseau.

Le lundi 1^{er} septembre, une connexion connue, avec disconnecteur, eau potable / eau industrielle à l'intérieur de la STEP a été contrôlée (en parfait état de fonctionnement) mais coupée par précaution le mardi 2 septembre. L'hypothèse d'une contamination par retour d'eaux usées de la STEP était alors exclue par l'exploitant plutôt en faveur d'une stagnation d'eau dans une extrémité du réseau (la zone artisanale). Mais le 3 septembre, la découverte de l'infiltration d'un local de la STEP par de l'eau propre (chlorée) a permis de découvrir l'existence d'un second branchement réseau d'AEP/STEP non protégé par un disconnecteur. La possibilité d'un retour

d'eau industrielle vers le réseau d'eau potable par ce branchement a été démontrée et le branchement sectionné.

En conséquence, la CCPG indiquait le 3 septembre à la DDASS que les causes de la contamination étaient identifiées et qu'il s'agissait d'un retour ponctuel d'eau du clarificateur de la station d'épuration vers le réseau d'eau potable du fait :

- du maintien d'un branchement AEP qui aurait dû être abandonné à la mise en service de la STEP et du maintien d'un jeu de vannes qui aurait du être supprimé par la même occasion ;
- de la concomitance de 3 éléments : fonctionnement du surpresseur d'eau industrielle de la station, arrêt de la presse à boues, baisse de la pression sur les réseaux AEP à proximité.

Il était précisé :

- que cet événement n'avait pu se produire qu'après le 19 août 2003, date du réglage par le constructeur du surpresseur à 8 bars ;
- que, compte tenu de la structure du réseau de distribution publique, le secteur concerné était le quartier du Marais et d'Arbère, soit 2500 personnes (ce qui correspondait à la localisation des cas de gastro-entérites connus de la GE et de la CCPG). Cette zone est délimitée sur le plan du réseau en début de rapport (page 9).

4.2. Analyses microbiologiques de l'eau

Le tableau 7 récapitule le nombre d'analyses réalisées respectivement par la GE et par la DDASS (analyses LSEH) sur les différents points du réseau AEP de Divonne entre le 27 août et le 17 septembre.

Tableau 7 : Nombre d'analyses microbiologiques réalisées entre le 27 août et le 17 septembre

	Indicateur de contamination fécale (analyses GE + DDASS)	Recherche de parasite (analyses GE + DDASS)
Puits du creux de la Mélie-eau brute	10	18
Station de traitement du Creux de la mélie-eau traitée	9	19
Réseau de distribution quartier Marais Arbère	68	57
Réseau de distribution hors quartier Marais Arbère	48	52
Total	135	146

Sur l'ensemble des analyses bactériologiques, seuls le premier prélèvement du 27 août et un prélèvement du 29 août sur le robinet de la STEP mettaient en évidence une importante contamination fécale (tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de deux analyses bactériologiques du 27 août et du 29 août 2003

Date	Lieu du prélèvement	CI2	turbidité	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Escherichia Coli (résultat colilert™)	Streptocoques fécaux
27/8	Rue de la Versoix (quartier Marais-Arbère)	?	2.1	Illisible	Illisible	1	100
29/8	STEP	0.08	1.6	Illisible	Illisible	0	100

En dehors de ces deux prélèvements, il n'a été mis en évidence des germes de contamination fécale que sur des prélèvements en eau brute (puits du Creux de la Mélie) et sur 2 prélèvements en distribution, rue Gargantua (proche de la STEP) : 2 coliformes thermotolérants le 1^{er} septembre et 8 coliformes thermotolérants le 2 septembre.

Les premiers résultats relatifs aux recherches de parasites ont été disponibles le vendredi 5 septembre au soir. Ils révélaient la présence dans l'eau de distribution sur le quartier Arbère-Marais de 337 *Cryptosporidium*/100 L pour le prélèvement du mercredi 3 septembre et de 21 *Cryptosporidium*/100 L pour le prélèvement du jeudi 4 septembre. L'ensemble des résultats des analyses parasitologiques réalisées par la suite est présenté en annexe 5. Entre le 12 et le 21 septembre, la concentration de *Cryptosporidium* s'est maintenue dans l'eau distribuée entre 0 et 1 oocyste par 100 L.

La ressource, d'origine karstique, déjà connue par sa qualité médiocre, s'est révélée contaminée par *Cryptosporidium* et *Giardia*, ce qui peut expliquer le fait que l'ensemble du réseau (i.e., même hors zone définie à risque en rapport avec la contamination accidentelle) ait été concerné par des analyses positives en *Cryptosporidium*.

Malgré la méthode PCR très sensible de détection de *Cryptosporidium* mise en œuvre par l'Institut Pasteur de Lille, aucun signal d'amplification n'a été obtenu sur le prélèvement d'eau de 10 L du 6 septembre.

5. Evaluation quantitative des risques

Les éléments bibliographique de la démarche d'EQR sont présentés en annexe 6.

Les informations fournies par les professionnels locaux (Mairie, CCPG, Office du tourisme) ont permis d'estimer la population estivale de Divonne à 10 000 personnes maximum (on se place dans une situation de « worst case »), et d'estimer à 2500 personnes la population résidant sur la zone Arbère-Marais définie comme à risque en lien avec la contamination de la STEP (dont une centaine de personnes sur la plate forme des gens du voyage). Les 2 tailles de populations ont été testées pour l'EQR.

La durée de l'exposition a été estimée à 15 jours, i.e, du 20 août (lendemain de la manipulation du surpresseur) au 3 septembre (découverte et fermeture de la connexion pirate STEP/réseau AEP).

Dans l'étape de caractérisation du risque, il s'agit d'estimer, pour la population potentiellement exposée à l'eau du réseau de distribution publique, et pour la période supposée de la

contamination accidentelle, l'impact sanitaire d'une contamination du réseau pour différentes concentrations de *Cryptosporidium*.

Le choix a été fait de ne pas distinguer une éventuelle population immunodéprimée.

Le document de référence de l'AFSSA fournit un tableau permettant, si on accepte les hypothèses (nombreuses) émises par le groupe d'experts, d'évaluer la distribution du risque de maladie lié à l'observation de données de *Cryptosporidium* dans l'eau distribuée. Le nombre N de cas supplémentaires liés à un accident de contamination ayant duré plusieurs jours est fourni par :

$$N = \text{Probabilité (maladie pour « C » Cryptosporidium observés dans 100 L)/10000} * \text{durée de l'accident en jours} * \text{taille de la population exposée}$$

Dans le contexte de Divonne, l'estimation de l'impact sanitaire (maladie) d'une contamination du réseau par différentes concentrations de *Cryptosporidium* est présentée dans le tableau 9.

L'investigation épidémiologique conduite à Divonne a permis d'estimer que l'épidémie de GEA avait pu occasionner quelques centaines de cas en excès dont la moitié environ résidant sur la zone Arbère-Marais. *Cryptosporidium* n'étant sans doute pas le seul agent étiologique, il convient de revoir cette approximation à la baisse (inférieure ou très inférieure à 800 au total, soit inférieure ou très inférieure à 400 pour chacune des zones). Ce niveau d'impact sanitaire pourrait correspondre, selon la démarche d'EQR, à des niveaux de contamination de l'eau distribuée par *Cryptosporidium* entre 100 et 1000 oocystes pour 100 L sur le quartier Arbère-Marais et entre 20 et 50 sur le reste de la commune. Ceci est compatible avec les analyses parasitologiques réalisées en début d'investigation.

Tableau 9 : Application de la démarche d'EQR : Estimation du nombre de personnes malades suite à 15 jours de contamination par différents niveaux de *Cryptosporidium*

Concentration moyenne de <i>Cryptosporidium</i> / 100 L	Risque quotidien de Cryptosporidiose ($\times 10^{-4}$)	Nombre de personnes atteintes pour une population de 2500	Nombre de personnes atteintes pour une population de 10000
0	0.02	1	3
1	0.08	3	12
2	0.15	6	23
10	0.63	24	95
20	1.26	47	189
50	3.08	116	462
100	6.16	231	924
1000	60.76	2279	9114

Mesures de gestion de la crise

Les résultats décrits dans ce paragraphe constituent une synthèse des informations reçues des différents acteurs sollicités au cours de l'investigation.

1. Restauration de la qualité de l'eau distribuée

1.1. Interventions sur le réseau

Le document de la Générale des Eaux décrivant la chronologie de la crise transmis à la DDASS le 30 septembre indique :

- que les premières purges sur le réseau ont été effectuées dans le quartier Arbère-Marais le mardi 26 août puis le mercredi 27 et le jeudi 28 août, les purges ont été maintenues en place jusqu'au 2 septembre sur 3 points du réseau à un débit de l'ordre de 80m³/h ;
- qu'une augmentation de la chloration sur ce secteur (0,95 mg/l) a été entreprise dès le mercredi 27 août et que le chlore résiduel en bout de réseau a été contrôlé les jours suivant (28, 29 et 30 août).

Suite à la mise en évidence de l'origine de la pollution accidentelle, des purges massives par tronçon ont été réalisées dans la nuit du 2 au 3 septembre ainsi qu'une désinfection massive de l'intégralité du réseau : 1,60 mg/l au départ de l'usine de traitement de la Mélie avec maintien des vidanges fermées pour assurer un temps de contact suffisant complété par une surchloration au niveau des réservoirs. Dans la matinée du 3 septembre, une purge du réseau au niveau du secteur concerné par la pollution accidentelle était réalisée pour obtenir par tronçon une vitesse de circulation supérieure à 1 mètre par seconde. La campagne de purge s'est poursuivie le 4 et le 5 septembre sur l'ensemble du réseau puis de nouveau le lundi 8, mardi 9 et jeudi 11 septembre.

1.2. Traitement de la ressource

Suite à la première analyse de parasites du 3 septembre sur de l'eau de purge ayant révélé une forte contamination en *Cryptosporidium*, les nombreuses analyses de parasites réalisées à dater du 5 septembre sur l'eau distribuée, l'eau brute du puits du Creux de la Mélie et l'eau en sortie de station de traitement ont montré la présence de *Cryptosporidium* (et *Giardia* entre le 9 et le 15 septembre) au niveau de la ressource pouvant expliquer que des protozoaires aient également été trouvés en distribution sur des secteurs du réseau a priori non touché par la pollution accidentelle.

En conséquence, la DDASS a demandé le samedi 6 septembre à l'exploitant de mettre en service le plus rapidement possible, en complément du traitement existant de l'eau du puits du Creux de la Mélie par filtration sur sable et chloration, des unités mobiles de traitement (UMT) efficaces pour l'abattement des parasites. La GE n'a pas pu mobiliser des UMT adaptées avec un débit de 200 m³/h. Suite à un diagnostic de la station de traitement par la Direction Technique Parisienne de la GE le mardi 9 septembre, il a été proposé d'optimiser la filière de traitement pour faire face au problème de contamination chronique de l'eau brute par des parasites par :

- le déplacement du point d'injection du coagulant (initialement avant la décantation, placé ensuite entre la décantation et la filtration) ;

- l'ajout d'un système de répartition à l'entrée de chaque filtre pour obtenir une bonne équi-répartition du débit sur les 2 filtres ;
- l'ajout d'un suivi de turbidité en continu sur l'eau brute et l'eau traitée (turbidimètre à enregistrement continu), la turbidité de l'eau traitée devant être maintenue entre 0.2 et 0.3 NFU et ne devant pas dépasser la référence de qualité (décret 2001-1220) de 0.5 NFU ;
- le montage d'une unité de désinfection aux ultraviolets (UV) à lampe moyenne pression 400 m³/j (pilote UVaster) mise en service autour du 16 septembre.

Le procédé UVaster de traitement par rayonnement ultraviolet moyenne pression est en cours d'instruction par le ministère chargé de la santé en vue de son agrément (soumission au CSHPF). La Direction Générale de la Santé (DGS) a fait savoir par courrier du 12 septembre 2003 que ce procédé pouvait être considéré comme une solution de traitement à court terme. Des essais sur site industriel du procédé ont en effet montré qu'à puissance de 400 J/m², un abattement de 4 log en *Cryptosporidium* pouvait être attendu. L'optimisation de la filière de traitement s'est poursuivie les jours suivant le 16 septembre. Cette solution technique reste provisoire, à moyen terme, il est question d'abandonner la ressource du Creux de la Mélie et de réaliser le raccordement à un réseau suisse.

1.3. Elimination de la contamination possible des installations intérieures

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) a été consulté par la DGS le 10 septembre pour connaître les risques de contaminations des installations intérieures (adoucisseurs d'eau et ballons d'eau chaude) par *Cryptosporidium* suite à l'épisode de pollution du réseau de Divonne-les-Bains. Dans une note du 12 septembre au Directeur Général de la Santé, l'AFSSA préconise pour les installations domestiques :

- une régénération des résines échangeuses d'ions et des filtres des adoucisseurs à régénération (en vue d'un rejet à l'égout des éventuels oocystes retenus sur ces supports) et un changement des cartouches des filtres à cartouche ;
- une vidange des ballons d'eau chaude pour élimination des oocystes éventuellement restés en suspension dans l'eau dans la mesure où la maîtrise de la température des ballons peut être variable.

Dés le mercredi 10 septembre, la GE a proposé aux habitants du quartier Arbère-Marais (distribution d'un courrier dans les boîtes aux lettres) d'intervenir chez eux pour purger leurs canalisations intérieures. La réalisation de purges chez les particuliers (y compris des appareils) a débuté le jour même. Le 16 septembre, 269 purges à domicile avaient été faites par des agents de la GE et 145 branchements internes avaient été purgés directement par les habitants qui l'avaient signalé à la GE.

2. Information de la population – Mesures de restriction de la consommation d'eau

Les informations suivantes ont été fournies à la population de Divonne :

- Le 29 août. Communiqué de la GE pour informer d'une anomalie récente sur le réseau, considérée résolue à cette date, l'eau a été qualifiée de potable et donc consommable.
- Le mercredi 3 septembre (au soir). La population du quartier du Marais et d'Arbère a été informée de la pollution due à un retour d'eau industrielle au niveau de la station des eaux

usées (distribution d'une lettre d'information rédigée par la mairie et la CCPG dans les boîtes aux lettres et communiqué de presse de la CCPG et de la GE). Il lui a été recommandé de ne plus utiliser l'eau du robinet pour la boisson et la cuisine. La restriction d'usage de l'eau a été décidée par la mairie en accord avec la CCPG. Une distribution de bouteilles d'eau a été organisée par la GE en 3 points du secteur et un numéro d'appel spécial a été mis en place par la mairie de Divonne (60 appels reçus le 03/09 et 12/h le 04/09). Des bouteilles ont également été distribuées sur le secteur Marais-Arbère aux gens du voyage, au collège, à la cantine municipale, au gymnase et au stade de football. En dehors de la zone délimitée, des bouteilles ont été remises (et des recommandations de non-consommation de l'eau émises) à l'école maternelle, à la maison de retraite et aux personnes âgées bénéficiant de la distribution des repas à domicile.

- Le 6 septembre. Extension à toute la commune de Divonne-les-Bains des restrictions d'usage par décision préfectorale. Elle a été annoncée en réunion publique sur la base du résultat relevant 7 cryptosporidium/100 L sur le prélèvement effectué le 5 septembre en dehors du secteur Marais-Arbère. Par conséquent, 7 points de distribution de bouteille d'eau ont été ouverts de 8 heures à 19 heures sur la commune. Communiqué de la GE sur la restriction d'usage, quelques conseils d'utilisation de l'eau et la mise à disposition d'eau embouteillée.
- Le 8 septembre. Conférence de presse en présence d'un médecin généraliste de la commune
- Le 9 septembre. Communiqué de la GE sur le maintien des restrictions d'eau
- Le 10 septembre. Communiqué de la mairie sur les recommandations d'usage et les mesures préventives. Communiqué de la GE sur la poursuite de la restriction et complément d'information sur les actions de nettoyage en cours, plus proposition d'intervention pour nettoyage des canalisations intérieures.
- Le 11 septembre. Une lettre d'information municipale « spécial eau potable : tout savoir sur la pollution » a été diffusée donnant des recommandations sur l'usage de l'eau et la conduite à tenir en cas de gastro-entérites ainsi que des précisions sur les mesures prises et les conséquences sanitaires de la pollution. Conférence de presse en présence du préfet.
- Le 12 septembre. Une réunion publique d'information a été organisée à 20h30 en présence notamment du médecin inspecteur de la DDASS pour les questions de santé.
- Le 17 septembre (soir). Considérant les multiples opérations de purges menées sur le réseau et chez les particuliers, l'amélioration du traitement de la ressource et le fait qu'à partir du 12 septembre 2003 les analyses n'ont jamais révélé plus de 1 *Cryptosporidium* ou *Giardia* pour 100 L en distribution, niveau jugé acceptable par la DGS, le maire de Divonne-les-Bains a levé les mesures de restriction de consommation d'eau du robinet à 18 heures. Il a été rappelé que la consommation d'eau du robinet était en général déconseillée aux personnes immunodéprimées (circulaire DGS-VS4 n°97-413 du 30 mai 1997). La DDASS n'a pas été consulté pour la levée des restriction, et n'a été informée que le lendemain.

Selon une information transmise par la mairie, certains résidents de Divonne, revenus de vacances au début du mois de septembre, et n'ayant pas trouvé à leur arrivée de consigne de restriction d'usage de l'eau seraient tombés assez fortement malades (diarrhée importante). Leur nombre serait resté limité puisque seuls 3 cas ont été notifiés par les médecins à la mairie, mais cela a conduit la mairie à déposer un message d'information dans les boîtes aux lettres des résidences laissées fermées.

Discussion et conclusion

Confirmation de l'épidémie et circonstance de survenue

L'investigation conduite à Divonne auprès des médecins généralistes et auprès des pharmacies a permis de confirmer le phénomène épidémique avec une augmentation des consultations et des ventes de spécialités pour le traitement des gastro-entérites entre le 25 août et le 13 septembre.

Il convient de noter que les consultations médicales pour GEA et les ventes des spécialités correspondantes sont en toute logique corrélées au sein d'une même commune.

Plus de 20% de consultations pour gastro-entérites sur le nombre total de consultations pour une période donnée représentent une proportion élevée. La proportion pour un jour donné a pu atteindre 52%. A titre de comparaison, lors de l'épisode de pollution du réseau d'eau de Dracy-le-Fort (Saône-et-Loire) en septembre 2001, la proportion s'élevait en moyenne à 13%. Lors de l'épidémie de gastro-entérites liée à la consommation de l'eau de distribution à Gourdon (Lot) en août-septembre 2000, ce taux s'élevait à 18 % en moyenne, et a pu atteindre 44 % sur un jour.

Le descriptif réalisé sur 258 cas ayant consulté un médecin de Divonne entre le 20 août et le 13 septembre a permis d'estimer que le début de l'épidémie avait pu se produire autour du vendredi 22 août et qu'elle avait touché de manière plus accentuée le quartier Arbère-Marais (zone a priori concernée par la pollution accidentelle) avec un tableau clinique relativement sévère sur ce quartier et sur la période initiale (avant le 1^{er} septembre).

La date de début de l'épidémie et la répartition géographique des cas vont dans le sens du rôle prépondérant de la contamination du réseau par retour d'eau de la STEP sur le déclenchement de l'épidémie.

Le fait que dans un deuxième temps l'ensemble de la population de Divonne semble avoir été touchée par l'épidémie avec des signes relativement moins sévères pourrait s'expliquer pour partie par l'information de la population à compter du 3 septembre qui a pu inciter des habitants de tout Divonne à consulter davantage. Les Divonnais non-résidents dans le quartier Marais-Arbère ont également pu être exposés à l'eau de cette partie du réseau à travers des activités professionnelles ou de loisirs. Enfin, la pollution chronique de la ressource a peut être un effet sanitaire dans la population qui a été en partie mesuré du fait de la médiatisation de l'épidémie (consultations médicales qui n'auraient pas eu lieu dans un autre contexte).

Il ne peut cependant pas être totalement exclu (sauf critères techniques et hydrauliques, non portés à notre connaissance jusqu'à présent) que la contamination du réseau par le retour d'eaux usées de la STEP ait pu toucher -à un niveau inférieur- toute ou majeure partie du réseau, du fait de la durée potentielle du retour d'eaux usées (15 jours), du maillage partiel du réseau, et enfin, du fait des nombreuses purges effectuées dès le 26 août alors que la disconnection du branchement incriminé n'a été réalisée que le 3 septembre.

L'influence de la diffusion des consignes de non-consommation pourrait aussi expliquer l'observation début septembre d'une nouvelle augmentation de la part de consultations pour gastro-entérites alors qu'une tendance à la baisse semblait s'amorcer. Cependant, d'autres hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces observations : présence de germes à durée

d'incubation différente, ou variabilité de cette durée d'incubation pour un même germe (c'est le cas des protozoaires), cas secondaires dus à la contagion inter-humaine, autre cause de GEA.

Enfin, la durée importante de l'épidémie (presque 3 semaines) peut résulter du fait que le retour d'eau usée n'ait été détecté que tardivement, permettant une contamination potentielle du réseau entre le 20 août et le 3 septembre, soit 15 jours durant.

Impact sanitaire

Pour l'estimation de l'impact sanitaire à partir des cas signalés par les médecins (800 cas environ), certaines hypothèses restent difficiles à valider notamment la représentativité des données recueillies, le taux de consultation des Divonnais en dehors de leur commune de résidence et le taux moyen de consultations pour GEA (établi à 50%, valeur pertinente pour les cas certains de GEA, alors qu'il est plutôt de 30% pour les cas probables, ce qui tendrait plutôt à sur-estimer les cas en excès, mais le contexte de crise sanitaire locale laisse penser que le taux de consultation médicale a été augmenté).

La possibilité de réaliser une enquête de cohorte afin de vérifier le rôle de la contamination de l'eau dans la survenue de l'épidémie et de mesurer l'impact réel de la pollution (nombre total de cas, ceux ayant consulté et ceux n'ayant pas consulté) a été discutée puisque cette demande a été formulée à plusieurs reprises. Cependant, cela aurait nécessité l'interrogation d'un nombre très important de personnes résidant à Divonne (donc un gros investissement en charge de travail) sans contribuer efficacement à la gestion de la crise puisque la cause probable de l'épidémie était identifiée et que les résultats n'auraient été disponibles que dans un délai minimum d'un mois.

Une démarche d'évaluation de risque réalisée à partir des résultats d'analyses de *Cryptosporidium* dans l'eau et sous différentes hypothèses a été préférée pour discuter de l'ordre de grandeur de l'impact sanitaire. Bien que toutes les hypothèses sous-jacentes au modèle de l'EQR aient été validées par le groupe de travail de l'AFSSA, il apparaît nécessaire de les rappeler pour prendre conscience de la variabilité et de l'incertitude qui pèse encore sur ce type de démarche. En effet, si certaines hypothèses utilisées sont plutôt réalistes :

- la modélisation du nombre réel d'oocystes présents dans l'eau par rapport au nombre d'oocystes dénombrés se base sur un rendement de l'analyse fixé à 40% ;
- il est considéré une absence d'agrégation des oocystes dans l'eau, d'où l'hypothèse que les oocystes dans un volume donné suivent une loi de Poisson ;
- la proportion d'oocystes viables (et donc potentiellement infectants) est estimée à 40% ;

d'autres sont plus sujettes à caution, et leur adoption relève parfois d'un choix sécuritaire ou d'un choix par défaut :

- le nombre d'oocystes observés dans un échantillon d'eau est considéré suivre une loi binomiale négative ;
- il est estimé qu'une seule entité infectieuse est suffisante pour entraîner l'infection ;
- les individus (volontaires masculins, jeunes) inclus dans l'étude de Dupont (expérimentation humaine) sont supposés représentatifs de la population générale ;
- la relation dose-effet établie sur la gamme 30-1000000 oocystes (expérimentation de Dupont en 1995 sur volontaires sains) est extrapolée à la gamme 0-30 oocystes ;

- la probabilité de maladie d'un individu infecté est supposée la même pour tous les individus immunocompétents ;
- les données de consommation d'eau quotidienne de la base INCA (Volatier, 2000) sont supposées représentatives de celles de la population française ;
- il est émis l'hypothèse que la probabilité de maladie d'un individu infecté est indépendante de la dose ingérée.

L'épidémie de Dracy le Fort en 2001, à travers un important taux d'attaque, contredit d'ailleurs ce dernier point. La représentativité des données de la base INCA est également discutable dans la mesure où diverses publications internationales mais aussi françaises estiment une consommation quotidienne d'eau du robinet très supérieure (plutôt proche de 1,5 L/j) (Gofti-Laroche, 2001).

Au final, les résultats de l'EQR semblent être compatibles avec l'impact estimé à partir des données médicales car cet impact correspond à des niveaux plausibles de contamination du réseau en *Cryptosporidium* sur la zone impactée par la pollution accidentelle d'une part et sur le reste de la commune d'autre part.

Agent étiologique

Plusieurs germes ont été retrouvés dans les selles de patients, des Shigelles dans les premiers prélèvements, puis des protozoaires et des virus. Cela suggère une épidémie à germes multiples liée à une contamination fécale du réseau ce qui est concordant avec la cause probable de la contamination par retour d'eau usée.

Il apparaît difficile d'identifier un agent étiologique principal, s'il existe. En effet, les résultats des coprocultures manquant de fiabilité (du fait de degrés variables de mise en œuvre analytique, et d'un éventuel problème d'échantillonnage) et ne permettent pas de conclure sur la part relative de chacun des pathogènes mis en évidence. D'autre part, deux tableaux cliniques ont été décrits par les médecins au cours de la période (le tableau évoquant une contamination parasitaire ayant selon eux rapidement pris le pas sur celui évoquant des GEA virales). Des symptômes cliniques a priori différents peuvent cependant être dus à un même agent, les protozoaires notamment peuvent présenter des expressions cliniques variées.

Contrairement à *Cryptosporidium*, *Giardia* n'a pas fait l'objet d'investigations complémentaires au cours de ce travail pour deux raisons :

- la recherche de *Giardia* dans les selles par les LABM a été supposée plus fiable que celle de *Cryptosporidium* ;
- *Cryptosporidium* a été retrouvé dans les premiers prélèvements d'eau, à un niveau très élevé le 3 septembre, puis de façon quasi-quotidienne, à des niveaux compris entre 10 et 20 oocystes/L entre le 4 et le 14 septembre alors que *Giardia* n'a été détecté qu'entre le 9 et le 15 septembre, à des niveaux faibles (1 ou 2 cystes/L), et sur un nombre limité de points de prélèvements. Ces résultats évoquent davantage une contamination de la ressource par *Giardia*, plutôt qu'un rôle de *Giardia* dans la contamination accidentelle par la STEP.

La fréquence de *Giardia* dans les résultats de coprocultures ne permet cependant pas de l'exclure de la liste des pathogènes en cause dans cette épidémie.

La démarche d'EQR a permis d'observer une cohérence entre les niveaux de contamination de l'eau par *Cryptosporidium* observés au cours de l'enquête environnementale et les niveaux attendus durant la période de contamination au regard de l'impact sanitaire observé.

Le choix d'axer la démarche d'EQR pour tester la plausibilité de *Cryptosporidium* comme agent étiologique prédominant dans le cas de l'épidémie de Divonne a été orienté par plusieurs éléments :

1. la compatibilité des symptômes prédominants (diarrhée, douleurs abdominales, nausées, vomissements, perte de poids), bien que non spécifiques, associés à leur durée prolongée, avec une infection à *Cryptosporidium*.
2. le niveau de *Cryptosporidium* particulièrement élevé retrouvé dans le premier prélèvement d'eau de distribution réalisé pour la recherche des protozoaires, et sa fréquence par la suite ;
3. la faible action du chlore sur ce parasite alors que la chloration habituelle puis renforcée de l'eau du réseau a pu limiter la contamination bactérienne générée par le retour d'eau ;
4. la mise en évidence de la contamination chronique de la ressource par *Cryptosporidium* qui laisse supposer l'existence d'une source de pollution de l'environnement de Divonne ;
5. le fait que, même si seulement 7 coprocultures sur 76 étaient positives à *Cryptosporidium*, 4 étaient positives sur les 14 selles testées par biologie moléculaire.
6. la mise en évidence parmi les *Cryptosporidiums* détectés dans une coproculture d'un mélange de génotype I et II, ce qui signe à la fois une contamination d'origine humaine et animale et est compatible avec l'origine de la contamination accidentelle (eaux usées). En effet, si la présence de génotype II a surpris dans un premier temps, après renseignements sur le terrain, il apparaît qu'au moins une ferme est raccordée au réseau d'assainissement, et que la STEP traite également des eaux de pluies.

Il apparaît finalement raisonnable de considérer que l'on est en présence d'une épidémie à germes multiples, avec un rôle très probable de *Cryptosporidium* et possible de *Giardia*.

Enquête environnementale

Zone touchée par la pollution

La délimitation de la zone concernée par la pollution accidentelle du réseau AEP par retour d'eau de la STEP et donc l'estimation de la taille de la population potentiellement exposée (2500 personnes) semblent assez grossières. La zone « à risque » a en effet été définie dans les premiers jours de la crise (le 4 septembre) par la CCPG, la GE et la mairie, de manière empirique, sur la base des connaissances disponibles sur le réseau, des particularités du moment comme les parties du réseau fermées au maillage, des plaintes faisant état d'une eau odorante et trouble et de signes de gastro-entérite, et sur des considérations « d'acceptabilité sociale » (inclusion d'un côté de la rue non soumis au risque quand l'autre l'était afin de ne pas générer l'incompréhension au sein d'une même rue). Il ne peut être totalement exclu qu'une zone plus large ait été touchée par la contamination accidentelle, notamment du fait des opérations de purges qui ont pu modifier l'hydraulique du réseau, et de la longue durée possible du retour d'eau usée (15 jours) .

Outre la pollution accidentelle, il est apparu que la ressource du Creux de la Mélie, déjà connue par sa qualité médiocre, était elle-même contaminée par *Cryptosporidium*, ce qui peut expliquer

des analyses positives en *Cryptosporidium* sur des points de prélèvements en distribution situés en dehors de la zone a priori concernée par la pollution accidentelle. Cette pollution chronique de la ressource mise en évidence au cours de l'épisode épidémique, en a compliqué la gestion. Elle a abouti à mettre en œuvre un traitement provisoire par désinfection aux UV de l'eau filtrée (dans l'attente de l'abandon définitif de la ressource).

Analyses microbiologiques de l'eau

En ce qui concerne les analyses parasitologiques, il apparaît regrettable de ne disposer que de très peu d'analyses en début de crise alors que celles-ci sont devenues très nombreuses entre le 10 et le 17 septembre. Cela rend difficile l'estimation du niveau de contamination entre le 20 août et le 3 septembre avant la suppression de la possibilité du retour d'eau de la STEP. Les épidémies précédentes ont cependant suggéré que *Cryptosporidium* était plutôt rémanent et se retrouvait dans l'eau, malgré les opérations de chloration et de purges, les jours qui suivaient la pollution. La valeur de 337 *Cryptosporidium* dans 100 litres retrouvée le 3 septembre sur de l'eau de purge ne peut être considérée représentative du niveau moyen de la contamination dans la mesure où la purge a pu entraîner une concentration des oocystes dans le prélèvement.

Compte tenu des écarts de résultats entre les deux laboratoires ayant eu à rechercher les protozoaires dans l'eau, il convient de noter que la technique d'analyse mise en œuvre par le laboratoire central de la GE diffère quelque peu de celle mise en œuvre par le LSEH. En effet, le laboratoire central de la GE a optimisé le rendement de sa technique d'analyse en optimisant certaines phases telle que la phase d'agitation (mécanique versus manuelle) et la phase du dénombrement (lecture assistée par ordinateur). Le laboratoire central de la GE est d'ailleurs accrédité pour la recherche de *Cryptosporidium*.

Le coût d'une analyse parasitologique est de l'ordre de 750 euros (tarif pratiqué par le LSEH), tarif doublé en cas d'astreinte (résultats sous 24h). Les problèmes soulevés par la prise en charge financière de ces analyses limitent certainement la rapidité de leur mise en œuvre.

La difficulté, pour les gestionnaires de la crise, a également été de connaître le niveau acceptable de *Cryptosporidium* dans l'eau, niveau en dessous duquel il pouvait être envisagé de lever les consignes de non-consommation de l'eau. En l'absence d'une définition du niveau de risque acceptable en France, la Direction Générale de la Santé (DGS) n'a pu proposer dans le cadre de cette crise qu'un seuil relativement flou (« très inférieur à 10 *Cryptosporidium* pour 100 L »). Le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles, ne définit pas de limites de qualité pour les parasites mais indique que les eaux destinées à la consommation humaine doivent « ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ». Cette formulation fait implicitement référence à la démarche d'évaluation des risques. Cependant, le groupe « protozoaires dans l'eau » de l'AFSSA a pointé la faiblesse de la réflexion sur les niveaux de risque acceptables. La limite de l'excès de risque acceptable de 10^{-4} cas de GEA en excès par personne et par an est régulièrement citée en référence mais cette valeur a été définie par l'US-EPA dans des circonstances particulières (pour *Giardia* pris comme pathogène critique, supposant que le reste des pathogènes est réputé plus facile à éliminer).

De plus, la mise en place d'un traitement UV sur l'eau brute du puits du Creux de la Mélie à Divonne pose le problème de la viabilité des pathogènes trouvés après traitement ce qui

complicque désormais toute tentative d'évaluation des risques à partir des résultats d'analyse de *Cryptosporidium* en distribution.

Bien que des prélèvements d'eau aient été réalisés à cet effet au début des investigations, les analyses virales de l'eau n'ont pas été jugées utiles : si elles avaient été positives, cela n'aurait pas été très étonnant dans une eau produite à partir d'une ressource vulnérable (on trouve des fragments de matériel génétique de virus pathogène dans les eaux embouteillées), et cela aurait posé alors le problème d'estimation de la virulence. Si elles avaient été négatives, cela aurait pu être attribué au choc chloré. La sensibilité des virus au chlore est intermédiaire entre celle des bactéries et celle des parasites. Au niveau de chloration usuel l'inactivation des virus est incomplète, mais à 1-2 mg/L on peut supposer que l'inactivation est bonne (mais elle n'est connue que pour quelques virus, hépatite A et poliovirus). Il est vrai que l'US EPA préconise 10 mg/L de chlore pour nettoyer un réseau après une épidémie virale, mais cela est irréalisable en pratique. En tout état de cause, il est apparu un manque de recul sur la PCR pour l'interprétation d'éventuels résultats.

Difficultés rencontrées pour l'investigation

L'investigation s'est révélée laborieuse du fait de nombreuses difficultés dans la transmission de l'information (délais de transmission, quantité et qualité de l'information transmise) :

- Comme c'est souvent le cas dans un contexte d'urgence pour résoudre une crise sanitaire, le partage et la circulation des informations entre les différentes parties prenantes, a été difficile, compliquant donc la compréhension du contexte de l'épidémie et la conduite de l'investigation.
- La gestion initiale du problème par l'exploitant consistant en des purges, une chloration renforcée et une analyse du chlore résiduel en bout de réseau, est limitée à la maîtrise du risque bactérien. Cela peut peut-être s'expliquer, en partie, par un défaut de formation/information de nombreux exploitants sur les « nouveaux risques microbiologiques hydriques » tels que *Cryptosporidium*.
- Les données fournies par les médecins et les laboratoires se sont souvent révélées incomplètes (nombre de consultations pour gastro-entérite sans le nombre total de consultation, nombre de coproculture positives sans le nombre de selles analysées, pas d'information précises sur les recherches effectivement réalisées sur les selles ...) et des relances actives et répétées ont été nécessaires. Les taux de réponse des médecins ont varié, faibles pour les premiers jours de la surveillance du fait de la difficulté à récupérer de l'information en rétrospectif, plus élevés ensuite puis de nouveau faibles sur la dernière semaine de surveillance résultant d'une relance moins active. Après la levée des restrictions d'usage de l'eau, le préfet avait souhaité que le recueil de données auprès des médecins soit poursuivi. Sur proposition de la DDASS, en concertation avec la CIRE, et compte tenu des difficultés à maintenir un niveau satisfaisant de réponse, il a été convenu de repasser à une simple alerte à partir des médecins généralistes qui ont été sensibilisés à l'importance de signaler rapidement la reprise éventuelle de gastro-entérites suspectes.
- Par ailleurs, l'investigation a mis en évidence le besoin d'une identification a priori des partenaires pour l'évaluation de ce type de situation notamment les laboratoires aptes à réaliser des recherches particulières dans les selles (pour inciter rapidement les LABM à transmettre les coprocultures aux laboratoires experts pour la recherche des virus entériques,

des protozoaires, ou d'autres agents qui posent des problèmes de recherche comme les VTEC) ou dans l'eau (pour orienter les analyses dans des cas particuliers comme, par exemple, un échantillon d'eau prélevé par un particulier à un moment critique de l'épisode épidémique et conservé dans des conditions inconnues).

L'épidémie de Divonne illustre donc de façon aiguë la difficulté du recueil des données et de la circulation de l'information entre les différents acteurs impliqués en situation de crise sanitaire. Or les retards occasionnés compromettent les chances de caractériser au mieux l'épidémie, en particulier de mettre en évidence l'agent étiologique. A cet effet, il semblerait pertinent de mieux formaliser la conduite à tenir et les contacts utiles pour un scénario « suspicion de GEA d'origine hydrique ». Les difficultés liées à la prise en charge financière des analyses (parfois très coûteuses et donc dissuasives comme c'est le cas pour la recherche des virus et parasites ...) constituent également un frein au bon déroulement de l'investigation.

Information de la population,

La population a eu le sentiment que les informations ont été fournies avec retard et de façon confuse surtout au début de l'épisode. L'épidémie de Divonne illustre la nécessité d'une communication précoce et claire en direction du public afin de protéger efficacement la santé publique mais également afin d'éviter que la crise sanitaire s'accompagne d'une crise de confiance en direction des acteurs techniques et politiques.

Recommandations

A la suite des épidémies de Dracy-le-Fort et de Divonne, il semble qu'un contrôle systématique des connexions réseau interne des STEP/réseau AEP en France s'avère fortement recommandé.

La faiblesse des moyens d'action disponibles pour lutter contre une pollution avérée d'un réseau de distribution par des parasites nécessite d'autant plus d'axer les efforts sur la prévention de ce type de contamination. Dans ce souci de prévention mais aussi en vue d'une meilleure gestion des incidents, la sensibilisation des exploitants de réseaux d'AEP aux risques microbiologiques non bactérien apparaît indispensable.

Afin d'optimiser les prochaines investigations d'épidémies de gastro-entérites hydriques et à la lumière des précédentes épidémies de même nature, il apparaît utile de formaliser a priori un document synthétique « suspicion de GEA hydrique » à destination des DDASS notamment, précisant : (i) les prélèvements d'eau et de coprocultures à réaliser, avec la liste des pathogènes prioritaires à rechercher et les éventuels conditions spécifiques de prélèvements, (ii) les partenaires ressources et les laboratoires de référence destinataires pour des analyses spécifiques, les modalités de prise en charge financière des investigations complémentaires, et (iii) fournissant des modèles de fiches de recueil des données médicales.

Dans le contexte frontalier d'une ville comme Divonne, les investigations apparaissent forcément plus difficiles. Les initiatives locales de rapprochement entre les acteurs sanitaires qui se mettent actuellement en place afin de faciliter la transmission des données avec la Suisse par exemple sont à soutenir et à proposer avec les autres pays voisins.

Références bibliographiques

Institut de Veille Sanitaire et CIRE Sud-Ouest. Epidémie de gastro-entérite à germes multiples liées à la consommation de l'eau de distribution, Gourdon, Lot (41). 1-48. 2000.

Institut de Veille Sanitaire et CIRE de Bourgogne. Epidémie de gastro-entérite à *Cryptosporidium*. Dracy-le-Fort, Saône et Loire (71).1-71.2001.

Gofti-Laroche L. Evaluation du risque microbiologique hydrique : validation épidémiologique des fonctions dose-réponse du risque viral et parasitaire, étude EMIRA. Thèse d'université, Grenoble. 2001.

Gofti-Laroche L. Description de la consommation d'eau de boisson dans certaines communes françaises (étude EMIRA). Rev Epidemiol Sante Publique. 49 : 411-422. 2001.

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Evaluation quantitative du risque sanitaire lié à la présence de *Cryptosporidium* sp dans l'eau distribuée. 1-57. 2002

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau. Evaluation scientifiques des risques associés à *Cryptosporidium* sp. 1-185. 2002.

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Note du 12 septembre 2003 relative à l'épisode de contamination par *Cryptosporidium* sp du réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine à Divonne les Bains. 2003.

Volatier (coord.), JL. Enquête INCA enquête individuelle et nationale sur les consommations alimentaires. Tech.&Doc. Lavoisier, Paris. 2000.

Annexe 1 : Fiches de recueil vierges

- Fiches de recueil des données de consultations médicales totales et pour GEA
- Fiche de recueil des cas de GEA
- Fiches de recueil des ventes de spécialités prescrites pour GEA
- Fiches de recueil des résultats de coprocultures auprès des LABM

-Fiches de recueil des données de consultations médicales totales et pour GEA

(modèle réduit)

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

-Fiche de recueil des cas de GEA

(modèle réduit)

Nom du médecin traitant :

DATE:

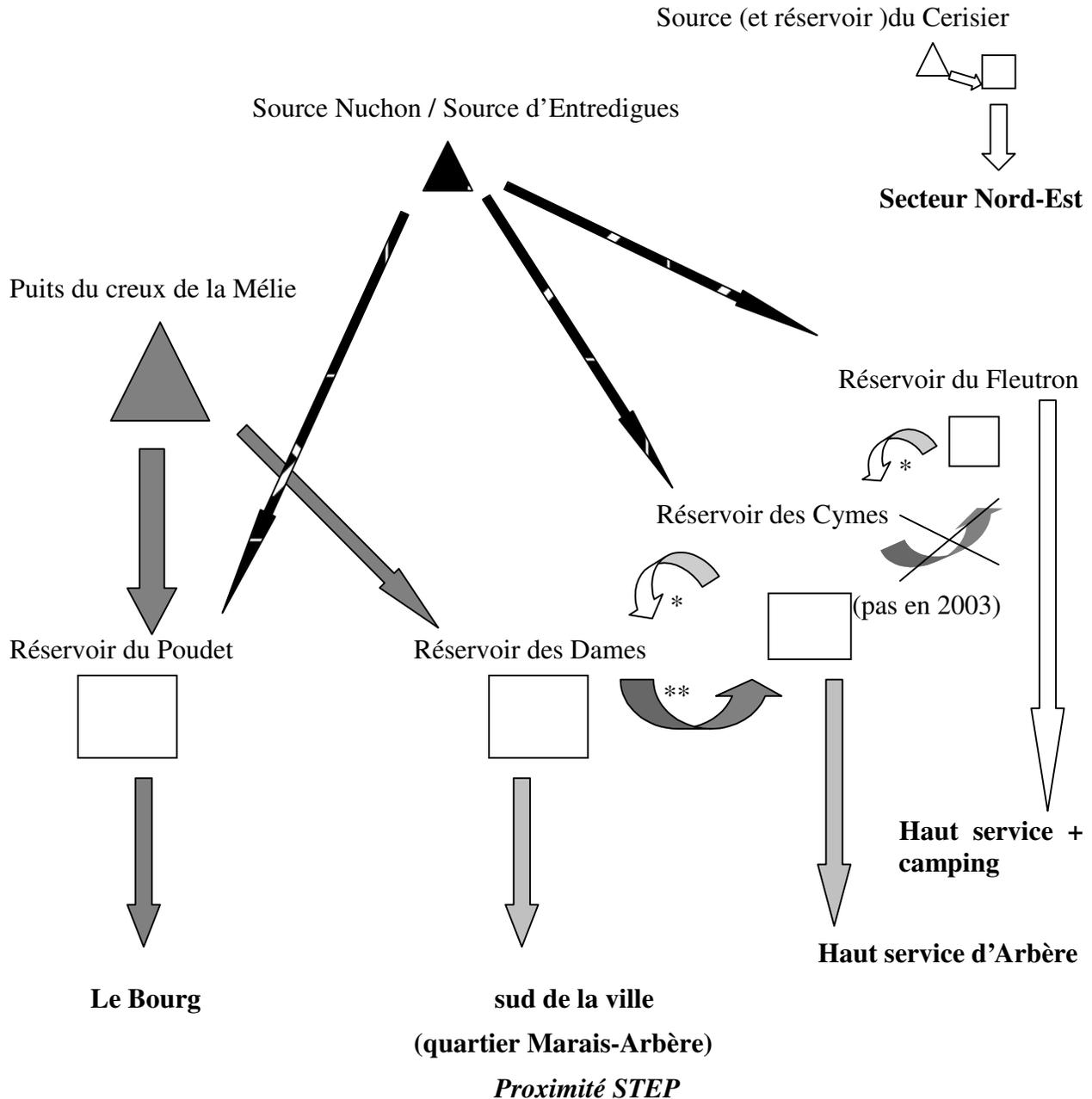
numéro	initiale nom	prénom	âge	sexe	date de début des signes	heure de début des signes	nausées	vomissements	diarrhée	Diarrhée sanglante	Nb selles/jour	douleurs abdo	fièvre (préciser combien)	autres symptômes	Adresse (ville, quartier, rue)
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Annexe 2 : Liste des spécialités médicamenteuses habituellement prescrites pour GEA fournie par l'InVS

CIP	NOM	N_boites 2000	rang	catégorie	priorité
3186301	SPASFON	7 342 068	21	spasm	0
3234112	MOTILIUM	5 537 683	30	emet	1
3098608	SPASFON	4 888 168	43	spasm	1
3192307	SMECTA	3 092 052	88	ads	0
3110019	ULTRALEVURE	2 797 302	103	micr	0
3188607	IMODIUM	2 717 440	109	diar	0
3259885	ULTRALEVURE	2 402 239	127	micr	0
3234098	MOTILIUM	1 677 904	220	emet	1
3213251	ERCEFURYL	1 644 908	223	sept	0
3398173	ARESTAL	1 459 236	266	diar	1
3331625	VOGALENE	1 418 685	274	emet	2
3286416	PERIDYS	1 057 445	412	emet	2
3086120	PRIMPERAN	944 630	479	emet	2
3307360	LACTEOL	805 335	556	micr	2
3086143	PRIMPERAN	580 198	746	emet	2
3220707	LACTEOL	505 128	825	micr	
3144900	ERCEFURYL	406 298	964	sept	2
3286422	PERIDYS	352 671	1053	emet	
3171481	VOGALENE	349 672	1059	emet	
3086137	PRIMPERAN	244 249	1333	emet	
3323614	MOTILIUM	242 961	1335	emet	

Annexe 3 : Représentation schématique du réseau d'AEP de la commune de Divonne-les-Bains

(reconstitué à partir des différentes sources de données disponibles en DDASS, DRASS, et explications orales des techniciens concernés)



* : déversement (passif) du trop plein

** : pompage actif

Annexe 4 : Recueil des données de consultations auprès des médecins généralistes de Divonne

		18/8	19/8	20/8	21/8	22/8	23/8	24/8	25/8	26/8	27/8	28/8	29/8	30/8	31/8	1/9	2/9	3/9	4/9
médecin 1	GE	0	0	0	1	0			4	5	3	8	6	7		8	5	7	2
	T	31	23	34	24	29			36	28	23	27	40	14		36	19	35	15
médecin 2	GE	3	3	1		2	1		3	4	3		9	3		14	8	4	
	T	39	29	26		30	14		27	23	46		27	10		42	41	25	
médecin 3	GE										2								3
	T										13								12
médecin 4	GE																		
	T																		
médecin 5	GE																		2
	T																		10
médecin 6	GE															9	9	4	3
	T															35	33	30	37
médecin 7	GE				1	0	0		2	1	0	3	1			4	5	1	4
	T				5	11	8		15	15	8	8	16			14	12	8	13
médecin de garde	GE							5							14				
	T							30							27				
Total GE		3	3	1	2	2	1	5	9	10	8	11	16	10	14	35	27	16	14
Total consultations		70	52	60	29	70	22	30	78	66	90	35	83	24	27	127	105	98	87
Ratio GEA/Consultations		4%	6%	2%	7%	3%	5%	17%	12%	15%	9%	31%	19%	42%	52%	28%	26%	16%	16%

5/9	6/9	7/9	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	somme	14/9	15/9	16/9	17/9	18/9	19/9	20/9	somme
4			5	4	6	5	6		86		1	1	0	2	1		88
34			31	22	32	31	38		602		37	17	35	22	31		656
4	8		12	11	11		4	1	109		4	3	0		0	0	116
25	15		37	37	34		35	15	577		35	30	48		30	17	642
2	6	10	2	7	7				39								39
11	18	28	13	12	14				121								121
			2	0	3				5								5
			42	18	35				95								95
4			3	4		5	2		20		1						21
10			10	10		10	10		60		10						70
1			1	3	3	9	1		43		0	2	0	1	0		45
19			28	31	24	32	16		285		31	29	32	25	15		345
0	1		3	7	5	3	3	2	46		5	3	0	0			54
10	8		21	15	18	20	14	18	257		30	15	7	13			302
									19	0							19
									57	10							57
15	15	10	28	36	35	22	16	3	367	0	11	9	0	3	1	0	387
109	41	28	182	145	157	93	113	33	2054	10	143	91	122	60	76	17	2288
14%	37%	36%	15%	25%	22%	24%	14%	9%	18%	0%	8%	10%	0%	5%	1%	0%	17%

Annexe 5 : Résultats parasitologiques du réseau d'AEP de Divonne les bains

ANNEXE

Contrôle de la qualité de l'eau du réseau de distribution d'eau de la commune de Divonne les Bains

Analyses de Cryptosporidium et Giardia– septembre 2003

le prélèvement	03/09/03		04/09/03		05/09/03		06/09/03		07/09/03		08/09/03		09/09/03		10/09/03		11/09/03		12/09/03		13/09/03		14/09/03		15/09/03		16/09/03		17/09/03		18/09/03		19/09/03		20/09/03		21/09/03	
	cryptosporidium/100L	giardia/100L																																				
Ju Crèux de la Mélie (rute)									10	0					8	0	3	1	20	1	0	0	15	2	2	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	
1 du Crèux de la (eau traitée)							0	0	1	0					3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n de Poisans					1	0																																
rbère (poteau lie)					6		0																															
Arbère					6	0	0	0					1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
e Voiron (pompiers)					2	0							1	0																								
e Voiron (armerie)					12	0	0	0	4	0			5	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
J Galet Gargantua	337	0	21	0	3	0	0	0				13	0																									
e du Galet (ntua)															6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
e des Epinettes															0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ue du Prieuré															2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
de la Combe d' eau (ng municipal)															0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
amin du Pain Loup															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
nuée de Genève					7	0	0	0																														
e de Genève L.M. (oz)							9	0	9	0	5	0	3	0	2	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	
Antonioz									10	0																							0	0			1	0
e							0	0																														
e des Thermes							0	0																														
à Lausanne							0	0																														
e des Alpes							0	0																														

Prélèvement et analyse Générale des Eaux
Prélèvement DDASS - analyse LSEH
Prélèvement CCGP - analyse LSEH

Annexe 6 : Quelques éléments de l'évaluation quantitative des risques

Identification du danger

Cryptosporidium est un protozoaire dont la forme de dissémination directement infectante et de résistance est l'oocyste (kyste sphérique de 5 µm environ) qui peut survivre plusieurs mois dans l'eau à des températures comprises entre 0°C et 30°C. Il comporte une grande variété d'hôtes potentiels. A ce jour 20 espèces de *Cryptosporidium* ont été décrites chez plus de 117 espèces (animaux d'élevage tels que bovins, ovins, faune sauvage, rongeurs, oiseaux, mais aussi animaux domestiques tels que chien et peut être chats ...). En effet, il n'a pas de spécificité d'hôte ni même d'organe, seulement une localisation préférentiellement intestinale (jéjunum essentiellement). Il s'agit par ailleurs d'un parasite ubiquitaire, présent sur toute la surface du globe, et retrouvé dans différentes catégories d'eaux naturelles. La principale espèce contaminante pour l'homme est *Cryptosporidium parvum* dont 10 génotypes ont été identifiés dont au moins 4 infectants pour l'homme : les génotypes I (humain) et II (bovin), mais aussi le génotype du porc et celui du chien. Chez les sujets immunocompétents, l'infection est souvent asymptomatique ou génératrice d'un épisode diarrhéique transitoire. Une faible dose est suffisante pour induire des signes cliniques chez l'humain sain. La Dose infectante pour 50% des personnes exposées est estimée par les experts entre 132 à 165 oocystes, mais peut se réduire à quelques unités pour les personnes sévèrement immunodéprimées (telles les personnes VIH positives). Ainsi, la Cryptosporidiose affecte essentiellement les individus immunodéprimés ou peu immunocompétents (jeunes enfants, personnes âgées ...) chez qui elle provoque une diarrhée chronique, comme ce fut le cas à Milwaukee (1993) ou Las Vegas (1994). A ce jour, il n'existe aucun traitement curatif de cette maladie parasitaire.

Il est recommandé de considérer tout oocyste de cryptosporidie comme potentiellement dangereux pour l'humain.

Identification de la fonction dose-réponse

C'est le modèle exponentiel qui est retenu : $P(i) = 1 - \exp(-rN)$, où $P(i)$ est la probabilité d'infection par *Cryptosporidium*, r est le paramètre du « single-hit model » calculé par la méthode du maximum de vraisemblance sur les données d'expérimentation humaine de Dupont et al, 1995, avec $r = 0.00419$, N est la dose de *Cryptosporidium* ingérée par jour, avec $N = C * V$, C étant la concentration d'oocystes dans l'eau distribuée, et V le volume quotidien d'eau ingérée par une personne.

Estimation de l'exposition

Les données caractérisant « l'émission » dans une démarche d'EQR peuvent être soit les données de concentration de *Cryptosporidium* dans l'eau distribuée, soit les données de concentrations en eau brute sous réserve d'une bonne estimation du niveau d'abattement réalisé par la filière de traitement.

Les données de consommation d'eau du robinet utilisées pour les calculs du groupe d'expert de l'AFSSA sont celles générées par l'enquête de consommation INCA (2492 individus, de plus de 3 ans, suivis 7 jours par un carnet de consommation). La consommation quotidienne moyenne d'eau du robinet est de 0.3 L (écart-type : 0.35). La part des personnes ne consommant jamais

d'eau du robinet est, toujours dans cette étude, de 30% environ, mais comme il est difficile d'estimer la part réelle des personnes non exposées sous aucune forme que ce soit (lavage des crudités, glaçons, boissons allongées d'eau, café ...) à l'eau du robinet, et que cette part reste sans doute assez faible, toute personne présente à Divonne au cours de la période à risque a été considérée comme potentiellement exposée.

Caractérisation du risque

Cette étape fait la synthèse des 3 étapes précédentes et permet le calcul, pour la population considérée potentiellement exposée à l'eau du réseau de distribution publique, et pour la période supposée de la contamination accidentelle, de l'impact sanitaire d'une contamination du réseau par *Cryptosporidium*.