

Santé environnement

Pertinence de la mise en place d'une surveillance épidémiologique dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique autour du site industriel Solvay à Tavaux, Jura

Juin 2013

Sommaire

Abréviations	2
1. Introduction	3
1.1 Contexte	3
1.2 La saisine de la Cire	6
1.3 Le travail réalisé par la Cire Bourgogne Franche-Comté	6
1.4 Objectif du présent rapport	7
2. Analyse sanitaire des études disponibles	7
2.1 Évaluation détaillée des risques (EDR)	7
2.1.1 Cadre de l'étude	7
2.1.2 Résultats de l'Évaluation détaillée des risques	8
2.1.3 Intérêts et limites du travail	10
2.1.4 Conclusion	11
2.2 Étude des usages de l'eau de la nappe par les habitants situés dans le périmètre de l'arrêté de restriction d'usage	12
2.2.1 Cadre de l'étude	12
2.2.2 Résultats	12
2.2.3 Intérêts et limites du travail	15
2.2.4 Conclusion	15
2.3 Évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)	16
2.3.1 Cadre de l'étude	16
2.3.2 Évaluation quantitative des risques sanitaires	16
2.3.3 Intérêts et limites du travail	18
2.3.4 Conclusion	19
2.4 Études de la mortalité et de l'incidence des cancers dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique	20
2.4.1 Cadre des études	20
2.4.2 Résultats	20
2.4.3 Intérêts et limites du travail	20
2.4.4 Conclusion	22
3. Pertinence de la mise en place d'une surveillance sanitaire	23
3.1 Synthèse des risques sanitaires liés à la consommation d'eau de la nappe	23
3.2 Pertinence d'une surveillance sanitaire particulière	24
3.2.1 Surveillance collective	24
3.2.2 Surveillance individuelle	24
4. Conclusion	25

Pertinence de la mise en place d'une surveillance épidémiologique dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique autour du site industriel Solvay à Tavaux, Jura

Juin 2013

Ont participé à ce rapport

Cellule de l'Institut de veille sanitaire en Région (Cire) Bourgogne Franche-Comté

François Clinard
Sophie Paget-Bailly
Claude Tillier

Agence régionale de santé (ARS) de Franche-Comté

François Houeder
Bernard Piot
Sylvia Carbonel

ARS de Bourgogne

Isabelle Girard

Observatoire régional de la santé (ORS) de Franche-Comté

Sophie Gagey
Agnès Hochard
Cynthia Morgny
Elodie Roy

Rédaction

François Clinard

Relecteurs internes

Sabrina Tessier
Claude Tillier

Relecteur externe

Frédéric Dor, Département santé environnement, InVS

Abréviations

ARS	Agence régionale de santé
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CépiDC	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
Cnil	Commission nationale de l'informatique et des libertés
Ddass	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DT	Direction territoriale (de l'ARS) ; ex-Ddass
EDR	Évaluation détaillée des risques
EQRS	Évaluation quantitative des risques sanitaires
ERI	Excès de risque individuel
ESR	Évaluation simplifiée des risques
INCa	Institut national du cancer
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
ORS	Observatoire régional de la santé
PVC	Polychlorure de vinyle
PVDC	Polychlorure de vinylidène
UE	Union Européenne
US-EPA	United States – Environmental Protection Agency
VTR	Valeur toxicologique de référence

1 Introduction

1.1 Contexte

L'usine Solvay, créée en 1930 et implantée à Tavaux dans le département du Jura à proximité de la limite départementale avec la Côte-d'Or, est une plate-forme chimique qui s'étend sur près de 200 hectares sur les communes de Tavaux, Damparis et Abergement-la-Ronce. L'industrie développée à l'origine était axée sur la fabrication de carbonate de soude et produits dérivés et de la production de chlore. Le site s'est développé en diversifiant les fabrications et en s'adaptant aux nouvelles demandes avec la fabrication des différents types de plastiques et de productions de produits chimiques (polychlorure de vinyle (PVC) et polychlorure de vinylidène (PVDC)).

De 1964 à 1986, 50 000 tonnes de déchets organo-chlorés (hexachlorobutadiène, hexachloroéthane, perchloroéthylène, pentachlorobenzène, tétrachlorure de carbone, trichloroéthylène, hexachlorobenzène essentiellement) ont été stockées dans une alvéole en argile qui se révélera insuffisamment étanche.

Au début des années 1970, la société Solvay a découvert une pollution des eaux souterraines par des chlorures et a commandé plusieurs études au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Ces travaux ont permis de caractériser l'aquifère et de définir un dispositif de retenue de la pollution par la mise en place de puits de fixation créant un barrage hydraulique par pompage (le pompage empêchant l'écoulement naturel).

En 1986, des composés organo-chlorés ont été découverts dans l'un de ces puits de fixation. Ces composés ont migré d'une alvéole de stockage (aujourd'hui vide) vers la nappe phréatique créant une « bulle » de produits de forte densité et un panache de pollution qui a suivi le sens d'écoulement de la nappe (figure 1). La nappe alluvionnaire est alimentée essentiellement par le Doubs et s'écoule naturellement vers la Saône avec une vitesse de 100 à 400 mètres par an. Sous des alluvions modernes peu perméables, d'une épaisseur de 2 à 4 mètres, se trouvent des alluvions anciennes perméables, voire très perméables, d'une épaisseur d'environ 10 mètres où se trouve la nappe souvent captive sous les alluvions anciennes. En période très humide, elle est par endroits en limite de l'artésianisme. Une campagne d'étude confiée au centre d'informatique géologique de l'École des Mines de Paris a permis de mieux caractériser cette nouvelle pollution et de suivre son évolution : une centaine de piézomètres a été implantée dans la plaine alluviale entre l'usine et la Saône. Les analyses régulières de la composition des prélèvements piézométriques sont synthétisées par l'exploitant chaque année depuis 1987 sous la forme de cartes d'iso-concentrations, définissant les tendances et les mouvements du panache de pollution.

Dans le domaine sanitaire, une évaluation simplifiée des risques (ESR) a été réalisée selon la méthode nationale de gestion des sites pollués, en application d'un arrêté préfectoral du 2 février 1999. Cette étude concluait à la nécessité de réaliser un diagnostic approfondi et une évaluation détaillée des risques (EDR).

Déroulant la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires, cette EDR remise par l'exploitant à l'État en janvier 2003 (avec un complément en mars 2003) a permis d'établir l'existence de risques sanitaires dépassant les repères habituels pour certains scénarios d'utilisation de l'eau de la nappe. Elle a conclu à l'existence d'un risque sanitaire à long terme pour les personnes en cas d'ingestion répétée et prolongée d'eau de nappe ou de baignade régulière sur une longue période en piscine alimentée par de l'eau de nappe polluée.

Une restriction d'usage de l'eau de puits prélevée dans la nappe phréatique a alors été prise conjointement par les préfets du Jura et de Côte-d'Or en juillet 2003 sur une zone d'une quarantaine de kilomètres carrés, délimitée par un réseau de puits de surveillance et par la limite de l'aquifère (figure 1). La zone comprend :

- pour le département du Jura, la totalité du territoire de la commune d'Abergement-la-Ronce et pour partie le territoire des communes d'Aumur, Champvans, Damparis et Saint-Aubin ;
- pour le département de Côte-d'Or, pour partie le territoire des communes de Laperrière-sur-Saône, Losne (hameau de Maison-Dieu), Saint-Symphorien-sur-Saône et Samerey.

La restriction d'usage porte sur l'utilisation de l'eau de la nappe phréatique pour la consommation humaine sur les zones pré-citées et sur l'utilisation de cette même eau pour les usages impliquant un contact cutané, hygiénique ou récréatif sur le territoire de la commune d'Abergement-la-Ronce.

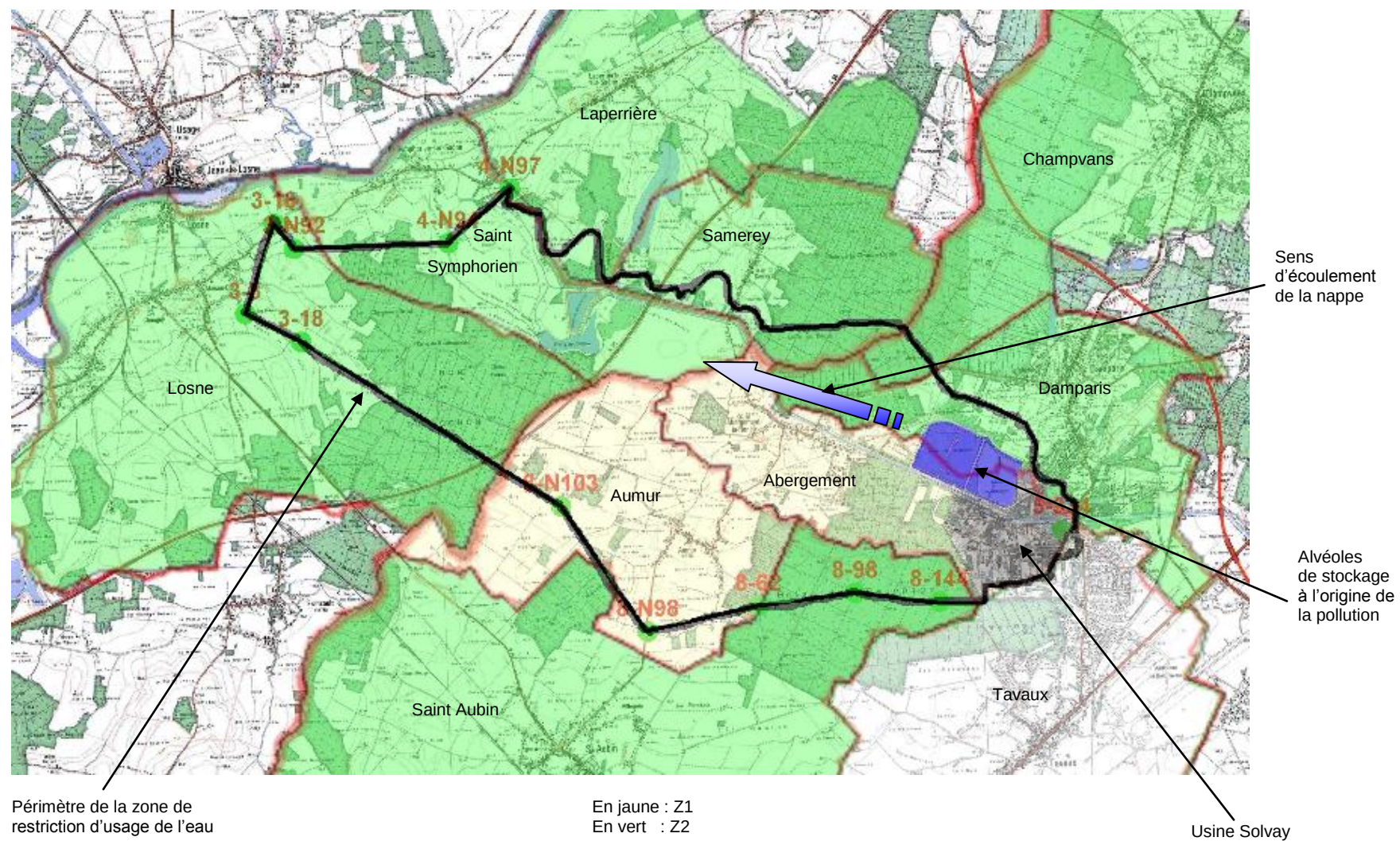
Sur les communes de Champvans, Saint-Aubin, et Laperrière-sur-Saône, le périmètre de restriction concerne des zones actuellement inhabitées. Sur le territoire de Damparis, en amont immédiat de la pollution, le périmètre jouxte une cité ouvrière initialement construite par le groupe Solvay où l'on trouve des petits jardins privatifs. La commune de Samerey, est en bordure extérieure du périmètre de restriction d'usage pour des raisons hydrogéologiques. Actuellement, les zones habitées de cette commune ne sont pas touchées par la pollution.

En définitive, les communes directement impactées par la pollution de la nappe sont les communes d'Abergement-la-Ronce, de Saint-Symphorien-sur-Saône, Aumur et du hameau de Maison Dieu (commune de Losne). Ces 4 communes rurales, d'effectifs en légère croissance depuis les années 1980, hébergent près de 900 foyers, soit de l'ordre de 2 000 personnes¹. Les habitations sont essentiellement individuelles et possèdent en général un jardin privatif et un potager, parfois un puits et/ou une piscine privée. L'alimentation en eau potable est assurée par des captages en amont et à distance de la nappe polluée.

¹ Un décompte précis reste difficile, les données statistiques de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) n'individualisant pas le hameau de Maison-Dieu du reste de la commune de Losne.

I Figure 1 I

Carte de la zone d'étude : zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe et communes limitrophes.



1.2 La saisine de la Cire

La Cire a été missionnée par la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) du Jura (aujourd'hui délégation territoriale de l'Agence régionale de santé (ARS) de Franche-Comté) sur les points suivants :

« - *recueil des données sociodémographiques permettant de qualifier les durées d'exposition de la population résidente ;*

- *exploitations annuelles de mortalité toutes causes et par tumeur, à obtenir par achat d'extraction de la base de données Inserm-CépiDC² sur les communes ciblées ;*

- *exploitation des registres de cancers digestifs et des hémopathies malignes (registres existant uniquement pour le territoire de la Côte-d'Or).*

Les données recueillies (...) devront permettre d'orienter la décision de mettre en place ou non une surveillance épidémiologique de la population concernée. »

1.3 Le travail réalisé par la Cire Bourgogne Franche-Comté

Trois études ont été réalisées par la Cire pour répondre aux demandes de la Ddass :

- une enquête téléphonique a été réalisée en collaboration avec l'Observatoire régional de la santé (ORS) de Franche-Comté afin de connaître plus précisément l'utilisation de l'eau de la nappe par les habitants de la zone touchée par la pollution ;
- dans le cadre d'un travail universitaire (Master en évaluation et gestion des risques environnementaux et professionnels), une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée. Elle a permis de compléter l'évaluation détaillée des risques fournie par la société Solvay qui ne s'intéressait qu'au risque présent au moment de l'étude. Cette nouvelle évaluation a défini des scénarios d'exposition tenant compte des variations de concentrations en polluants depuis 1987 et a pris en compte un plus grand nombre de polluants traceurs ;
- une étude épidémiologique écologique descriptive a permis d'analyser des données de mortalité et d'incidence de cancer sur la zone touchée par la pollution (zone définie par le périmètre de restriction d'usage de l'eau des puits) :
 - les données de mortalités étaient issues des certificats de décès du CépiDC (Inserm). Le nombre de décès par cancer recensé sur les communes de la zone a été comparé au nombre de cancers calculé qu'on serait en droit d'attendre si les taux de mortalité par cancer sur la zone étudiée était les mêmes que ceux des départements de Côte-d'Or et du Jura.
 - les données d'incidence (nombre de nouveaux cas) de cancer provenaient du Registre bourguignon des cancers digestifs et du Registre des hémopathies malignes de Côte-d'Or. Ces données ne concernaient que sur la partie de la zone située en Côte-d'Or, seule couverte par les Registres. La méthodologie employée était identique à celle de l'étude de mortalité.

² Inserm CépiDC : Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale

1.4 Objectif du présent rapport

Ce rapport a pour but de synthétiser les connaissances acquises sur cette pollution dans le domaine des risques sanitaires au cours des expertises successives afin d'évaluer la pertinence d'une surveillance sanitaire dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique.

2 Analyse sanitaire des études disponibles

2.1 Évaluation détaillée des risques (EDR)

La société Solvay a missionné Gester en groupement avec Antea pour réaliser une évaluation détaillée des risques³ relative à la pollution historique générée par ce site en application de l'arrêté préfectoral n°100 du 27 janvier 2002.

2.1.1 Cadre de l'étude

L'étude a retenu le risque vis-à-vis des eaux souterraines en liaison éventuelle avec les eaux superficielles, les risques « sol » et « air » ayant été écartés au vu des conclusions de l'étude simplifiée des risques (étude des sols, étape A – rapport Solvay – 31 juillet 1999). Les résultats ont été rendus en janvier 2003 avec un complément en mars 2003 révisant les premières estimations de risque.

Ce travail était centré sur la pollution de la nappe phréatique par des composés organochlorés localisés en aval hydraulique des puits de pompage utilisés pour fixer la pollution au niveau des bassins de décantation de l'usine. La zone d'étude a été limitée aux « *territoires susceptibles d'être impactés* ». Quatre communes ont été retenues : Aumur, Abergement-La-Ronce, hameau de Maison-Dieu (commune de Losne) et Saint-Symphorien-sur-Saône, la pollution ne concernant que des zones inhabitées sur les autres communes.

Rappelons que l'évaluation de risque vise, à partir des données d'exposition de la population et des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans des bases de données internationales, à estimer les risques sanitaires de la population exposée à une pollution chimique.

Deux types d'effets toxiques sont considérés *via* cette méthode : les effets toxiques à seuil de dose et les effets toxiques sans seuil de dose. Les effets à seuil ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxification ou de compensation de l'organisme. La gravité de ces effets est proportionnelle à la dose reçue. Les effets sans seuil correspondent, pour l'essentiel, à des effets cancérigènes génotoxiques pour lesquels, dans une population donnée, la fréquence – mais non la gravité – est proportionnelle à la dose reçue. Ces effets réputés sans seuil pourraient apparaître quelle que soit la dose reçue par l'organisme.

³ Gester. Évaluation détaillée des risques – Solvay, Tavaux. 15 janvier 2003

2.1.2 Résultats de l'Évaluation détaillée des risques

L'étude du potentiel dangereux a été effectuée à partir des analyses réalisées par Solvay en 2000 et 2001 au droit du piézomètre 527-4-N77, ouvrage situé au centre du village d'Abergement-la-Ronce et présentant ces années-là le plus grand nombre de composés et les plus fortes concentrations sur la zone d'étude. En plus des éléments minéraux que sont le baryum, le mercure et l'arsenic, 15 composés organiques chlorés ont été retenus pour l'évaluation des risques sanitaires.

L'eau de la nappe phréatique était utilisée pour :

- l'irrigation des cultures ;
- l'abreuvement des animaux ;
- l'arrosage des potagers ;
- le remplissage des piscines ;
- l'usage domestique incluant la boisson.

Les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable étant localisés en amont ou en dehors de la zone polluée, sur les communes d'Echenau, Saint-Seine-en-Bache et Tavaux, le risque lié à la consommation de l'eau du réseau d'eau potable n'a pas été étudié.

Huit scénarios ont été envisagés dans le cadre de l'EDR :

- scénario 1 : inhalation de vapeurs issues de la nappe phréatique dans les habitations ;
- scénario 2 : ingestion d'eau de la nappe pour la consommation journalière ;
- scénario 3 : ingestion d'eau de la nappe en piscine individuelle ;
- scénario 4 : contact cutané via l'eau des piscines individuelles ;
- scénario 5 : inhalation de vapeurs issues de la nappe phréatique par un promeneur ;
- scénario 6 : ingestion de fruits et légumes contaminés par arrosage avec l'eau de la nappe phréatique ;
- scénario 7 : ingestion de production agricole animale (lait, viande) ayant bu l'eau de la nappe ;
- scénario 8 : ingestion de poissons pêchés dans la Saône.

Il ressort à l'issue de la démarche un risque sanitaire supérieur aux repères habituels (quotient de danger supérieur à 1 ou excès de risque supérieur à 10^{-5}) pour la population d'Abergement-la-Ronce qui boirait régulièrement l'eau de la nappe (1,4 L/jour, 365 j/an pendant au moins 9 ans) ou s'y baignerait chaque année au moins une fois par jour pendant 1 à 5 mois.

En cas de consommation régulière de l'eau de la nappe (scénario 2), il n'est pas possible d'exclure la survenue d'effets sanitaires pour les populations vivant sur la commune de Saint-Symphorien-sur-Saône et le hameau de Maison-Dieu sur la commune de Losne. Les concentrations retrouvées dans les piézomètres choisis sur la commune d'Aumur n'ayant pas révélé de composés organo-chlorés, aucune analyse de risque n'est rapportée dans l'EDR pour cette commune. Les risques sanitaires mis en évidence sont résumés dans le tableau 1.

I Tableau 1 I

Résumé des résultats et commentaires par scénario de l'EDR réalisée par le groupe Gester en 2003

		Abergement	St-Symphorien	Maison-Dieu	commentaire
Scénario 1	Inhalation de vapeurs issues de la nappe phréatique dans les habitations				
Scénario 2	Ingestion d'eau de la nappe pour la consommation journalière	trichloréthylène chlorure de vinyle tétrachlorure de carbone 1,2 dichloroéthane arsenic	trichloréthylène arsenic	trichloréthylène	
Scénario 3	Ingestion d'eau de la nappe en piscine	trichloréthylène chlorure de vinyle 1,2 dichloroéthane arsenic			Risque initial ré-évalué à la baisse après prise en compte volatilisation (document JMs/Cry - 092/03, mars 2003)
Scénario 4	Contact cutané via l'eau des piscines individuelles	trichloréthylène chlorure de vinyle tétrachlorure de carbone 1,2dichloroéthane arsenic			Risque initial ré-évalué à la baisse après prise en compte volatilisation (document JMs/Cry - 092/03, mars 2003)
Scénario 5	Inhalation de vapeurs issues de la nappe phréatique pour un promeneur				Non réalisé ; justification : scénario 1 est majorant par rapport au scénario 5
Scénario 6	Ingestion de fruits et légumes contaminés par arrosage avec l'eau de la nappe phréatique				Mesures inférieures à la limite de détection
Scénario 7	Ingestion de production agricole animale (lait, viande) ayant bu l'eau de la nappe				
Scénario 8	Ingestion de poissons pêchés dans la Saône				Non réalisé ; justification : eaux phréatiques très peu chargées au droit de St-Symphorien et Maison-Dieu + apport nappe correspond à 5 % du débit de la Saône

En rouge : quotient de danger (indice de risque) supérieur à 2 et/ou excès de risque individuel supérieur à 10^{-4} .

En orange : quotient de danger ou (Indice de risque) compris entre 1 et 2 et/ou excès de risque individuel compris entre 10^{-5} et 10^{-4} .

En vert : quotient de danger ou (indice de risque) inférieur à 1 et excès de risque individuel inférieur à 10^{-5} .

En blanc : les scénarios qui n'ont finalement pas été réalisés

2.1.3 Intérêts et limites du travail

Il est difficile de résumer en quelques phrases les difficultés et incertitudes inhérentes à une évaluation de risque si complexe en raison du nombre de polluants concernés, de la multiplicité des points de mesure et des prélèvements, et de l'hétérogénéité des concentrations mesurées dans le temps et dans l'espace. Néanmoins, plusieurs points méritent d'être soulignés :

- une première limite importante au travail réside dans la réduction spatio-temporelle de la pollution étudiée : dans la masse de données analytiques disponibles (secteur couvert par une centaine de piézomètres), seules les données de 4 piézomètres implantés à proximité des 3 communes ont été sélectionnées en raison de leur charge importante en composés organo-chlorés : l'approche d'évaluation des risques était ainsi majorante sans s'engager dans des calculs complexes. Parmi la quarantaine de substances mesurées dans ces puits, 18 polluants ont été sélectionnés après hiérarchisation sur trois critères : la concentration mesurée, la toxicité de la substance et la solubilité dans l'eau, ce dernier élément traduisant un potentiel de diffusion de la pollution dans la nappe. Enfin, dans une logique de gestion des risques présents en 2002-2003, seules les campagnes de mesures les plus récentes du moment ont été prises en considération (mesures réalisées en 1999, 2000 et 2001) ;
- le travail se heurte à la faiblesse des connaissances toxicologiques des produits chimiques : sur les 18 polluants traceurs, 2 VTR à seuil et 8 VTR sans seuil (effets cancérogènes) n'étaient pas disponibles, imposant d'abandonner ces substances dans les calculs. Par ailleurs, les composés organo-chlorés ayant des propriétés physico-chimiques et toxicologiques proches (le foie est un organe-cible fréquent de ce type de polluant), des interactions (synergisme, antagonisme) existent peut-être mais ne sont pas connues. À défaut de pouvoir prendre en compte avec précision ces interactions, les quotients de danger (ou indices de risques) et les excès de risque individuels ont été additionnés dans l'évaluation de risque ;
- les calculs de risques sont présentés à partir de 8 scénarios qui séparent les voies d'exposition (par exemple : ingestion d'eau de la nappe en piscine d'un côté, contact cutané *via* l'eau des piscines de l'autre) et isolent les situations à risque alors qu'une personne peut être exposée simultanément par plusieurs voies, comme elle peut cumuler plusieurs attitudes à risque. L'inhalation de ces polluants volatils lors du remplissage et de bains en piscine ou lors de l'arrosage de jardins n'a pas été prise en compte. L'impact de l'arsenic sur les productions des jardins potagers n'a pas non plus été évalué ;
- l'évaluation des risques par contact cutané se base sur le calcul d'une dose de polluant absorbé, à l'aide d'un coefficient d'absorption cutané propre à chaque substance. Selon l'US-EPA (United-States Environmental Protection Agency), ce paramètre présente de grandes incertitudes dans le calcul de la dose. En l'absence fréquente de VTR pour la voie cutanée, la dose absorbée est ensuite comparée à une VTR établie pour la voie orale (transposition de voie). Si cet usage est classique en évaluation des risques, l'incertitude associée à la valeur du risque calculée reste grande ;
- la concentration en polluants retrouvés dans le muscle et le lait de bovins après ingestion d'eau contaminée a été obtenue par modélisation. Cette modélisation ne prend pas en compte la complexité des phénomènes d'absorption et de biotransformation des composés organiques chlorés par les organismes animaux.

En revanche, les durées d'exposition (consommation de lait local pendant 365 jours par an et de viande pendant 104 jours par an) sont vraisemblablement maximisantes au vu des modes actuels de collecte et de distribution agro-alimentaires ;

- il est également vraisemblable que plusieurs scénarios d'usage de l'eau soient maximisants du fait des caractères organoleptiques prononcés de l'eau de la nappe lorsqu'elle est fortement chargée en chlorures (polluant quantitativement majoritaire mais mal corrélé aux organo-chlorés), ce qui donne un goût salé prononcé à l'eau. Par ailleurs, il a été considéré que la concentration en produits organo-chlorés restait constante dans l'eau des piscines, alors que les phénomènes de dégazage (brassage lors du remplissage) et de volatilisation ne sont certainement pas négligeables.

2.1.4 Conclusion

Au final, cette EDR donne, dans les limites habituelles d'incertitude de cette démarche, une estimation des risques sanitaires liés à l'usage, dans le début des années 2000, de l'eau polluée de la nappe phréatique. Il apparaît que boire cette eau ou s'y baigner engendrait sur le long terme un risque pour la santé de la population supérieur aux repères habituellement admis.

En conséquence de cette évaluation, un arrêté de restriction d'usage de l'eau de la nappe a été pris conjointement par les préfets des départements du Jura et de Côte-d'Or.

Pour estimer les conséquences sanitaires liées à l'utilisation de l'eau de la nappe depuis le début de la pollution (et notamment les effets retardés comme les cancers), un travail complémentaire d'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) était nécessaire pour prendre en compte les mesures de polluants réalisées avant 2000. Cette EQRS complémentaire a été réalisée dans le cadre d'un Master en évaluation et gestion des risques environnementaux et professionnels, sous la direction conjointe de la Cire Bourgogne Franche-Comté (F. Clinard) et de l'équipe de recherche EA 2276 « Santé et environnement rural en Franche-Comté » (SERF) de l'université de Franche-Comté (Pr M. Mercier).

2.2 Étude des usages de l'eau de la nappe par les habitants situés dans le périmètre de l'arrêté de restriction d'usage

Une enquête de la Ddass du Jura réalisée pendant l'été 2004 a mis en évidence l'existence d'un nombre important de puits privés dans la zone impactée par la pollution.

Il était donc nécessaire de recueillir des informations précises sur l'utilisation de ces puits, d'une part pour adapter les scénarios des évaluations de risque avec la vie réelle des habitants de ces communes (ce qui a été fait dans l'EQRS Cire-EA2276) et d'autre part pour estimer l'utilité et dimensionner une éventuelle surveillance sanitaire vers les personnes à risque.

2.2.1 Cadre de l'étude

Cette enquête descriptive transversale a été réalisée par l'ORS de Franche-Comté durant l'été 2007, en garantissant l'anonymat des répondants. Une autorisation de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) a été obtenue pour cette étude. L'objectif était de déterminer l'exposition de la population concernée par la restriction d'usage de l'eau des puits et ainsi recenser les usages de cette eau, particulièrement pour la période 1987-2003.

Les fichiers France Télécom des 5 communes de la zone d'étude (848 numéros) ont été utilisés pour identifier les logements à contacter. Puis, pour compléter cette base qui ne comprend ni les logements sur liste rouge, ni ceux sans téléphone fixe, les mairies des 5 communes de la zone d'étude ont été sollicitées. Au total, l'enquête a été réalisée par téléphone auprès de 704 logements et, par courrier auprès des 234 logements pour lesquels l'ORS ne disposait pas de coordonnées téléphoniques. L'exploitation statistique des données anonymisées a été réalisée par la Cire Bourgogne Franche-Comté.

2.2.2 Résultats

L'enquête a été réalisée en 2007 et 2008, auprès de 528 foyers (sur 877, soit un taux de participation de 60 %) résidant dans les communes d'Abergement, d'Aumur, de Saint-Symphorien-sur-Saône et du hameau de Maison-Dieu. Parmi ces ménages, 189 disposent d'un puits (36 % des répondants).

Les proportions de puits différaient significativement d'une commune à l'autre, Aumur et Maison-Dieu étant celles où les proportions de puits déclarés étaient les plus fortes (tableau 2).

I Tableau 2 I

Proportion et caractéristiques des puits en fonction des communes

	Abergement		Aumur		Maison-Dieu		St-Symphorien		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Présence d'un puits privé										
Non	139	68,8	49	55,7	83	55,0	68	78,2	339	64,2
Oui	63	31,2	39	44,3	68	45,0	19	21,8	189	35,8
Interconnexion du puits au réseau										
Non	52	94,6	39	100	52	83,9	12	85,7	155	91,2
Oui	3	5,4	0	0	10	16,1	2	14,3	15	8,8
D.M.	8		0		6		5		19	
Remplissage d'une piscine avec l'eau du puits										
Non	57	95,0	34	87,2	50	76,9	16	78,9	157	85,8
Oui	3	5,0	5	12,8	15	23,1	4	21,1	26	14,2
Oui, entre 1987 et 2003	2		4		6		1		12	6,5
Oui, en 2007	1		2		12		3		18	
D.M.	3		0		3		0		6	
Utilisation de l'eau du puits comme eau de boisson										
Non	58	93,6	35	89,7	56	86,1	18	94,7	167	90,3
Oui	4	6,4	4	10,3	9	13,9	1	5,3	18	9,7
Oui, entre 1987 et 2003	3		2		7		1		13	7,0
Oui, en 2007	1		0		5		1		7	
D.M.	1		0		3		0		4	

D.M. : données manquantes (les pourcentages sont estimés sans les données manquantes).

L'eau a été utilisée principalement pour cinq usages : l'arrosage d'un jardin potager (64 % des ménages interrogés), le lavage de véhicules (44 % des ménages), le remplissage de piscine (14 %), le raccordement aux sanitaires (11 %) et l'ingestion d'eau de boisson (10 %). Quelques ménages ont également utilisé l'eau pour l'arrosage de pelouses et de fleurs, l'abreuvement du bétail et/ou le nettoyage. L'utilisation de l'eau des puits pour ces usages était généralement ancienne. Les durées moyennes totales étaient toutes supérieures à 20 ans, à l'exception du remplissage des piscines de pratique plus récente.

Une quinzaine de ménages possédait un puits interconnecté avec le réseau public d'eau potable. Les communes de Losne (hameau de Maison-Dieu) et Saint-Symphorien-sur-Saône étaient celles où l'interconnexion au réseau était la plus fréquente, avec des proportions respectivement égales à 16 et 14 %.

Le remplissage d'une piscine était plus fréquent à Losne (hameau de Maison-Dieu) (23 %) et Saint-Symphorien-sur-Saône (21 %). Parmi les ménages remplissant leur piscine avec l'eau des puits, 12 (46 %) ont utilisé l'eau pendant la période 1987-2003. Pendant cette période, la durée moyenne d'utilisation de l'eau pour remplir une piscine était de 3,8 ans. Les piscines étaient utilisées de 1 à 6 mois par an, avec une durée d'utilisation moyenne de 3,3 mois. Près de 54 % des ménages utilisaient leur piscine 4 mois dans l'année.

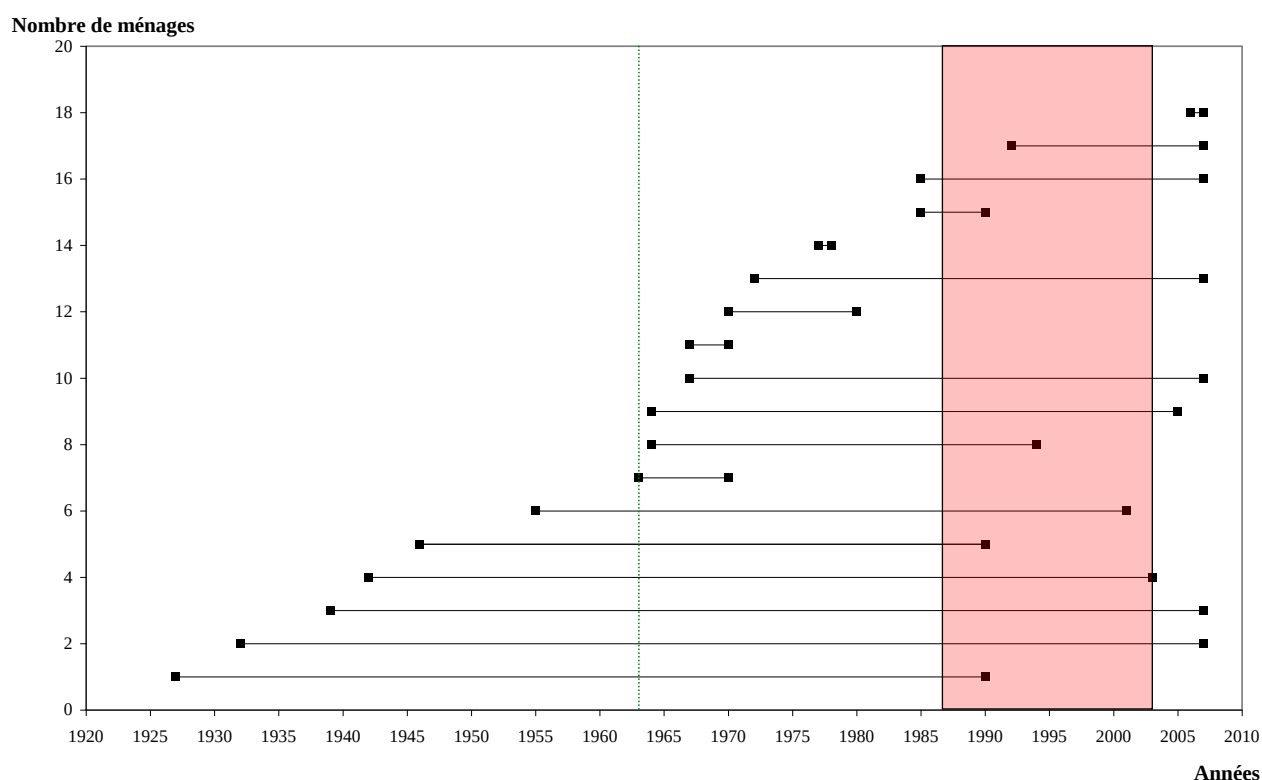
La consommation de l'eau des puits en tant qu'eau de boisson était relativement peu répandue (figure 2). Elle concernait néanmoins 10 % des ménages des 4 communes, soit aux alentours de 45 à 50 personnes (il n'est pas sûr que tous les occupants d'un foyer aient les mêmes types de consommation d'eau) : 22 % des consommateurs avaient moins de 45 ans, 27 % avaient entre 45 et 69 ans, 50 % avaient plus de 70 ans. Il y avait autant

d'hommes que de femmes. La durée moyenne de consommation de l'eau des puits était de 12,8 ans. Sept ménages déclaraient encore boire l'eau du puits en 2007.

Si l'on restreint la description aux personnes identifiées comme à risque d'après l'évaluation des risques Cire-EA2276⁴ (i.e. consommation répétée d'eau de puits sur les communes d'Abergement et d'Aumur), 5 foyers déclaraient avoir bu l'eau entre 1987 et 2003. Un de ces foyers continuait de le faire. Ce bilan doit être considéré comme une estimation basse, vraisemblablement sous-estimée, puisque sur l'ensemble de la zone de restriction d'usage de l'eau, 40 % des foyers sollicités ont refusé de participer à l'enquête.

I Figure 2 I

Distribution des durées d'ingestion de l'eau des puits pour les 4 communes par année (n=18)



⁴ Voir le chapitre « 2.3 Évaluation quantitative des risques sanitaires »

2.2.3 Intérêts et limites du travail

Bien que réalisée par un organisme indépendant, garant de l'anonymat et dégagée de l'image répressive ou de contrôle attachée aux administrations, l'enquête sur les usages de l'eau de l'ORS de Franche-Comté souffre vraisemblablement d'un biais d'auto-sélection, habituel lorsque l'information collectée est déclarative. Il est possible que des personnes interrogées aient refusé de participer à l'enquête ou aient déclaré ne pas avoir de puits par prudence, faute de connaître précisément la légalité de leur installation. L'enquête rapide de la Ddass du Jura au cours de l'été 2004 estimait la proportion de puits de l'ordre de 60 % sur les communes d'Abergement-la-Ronce et d'Aumur, contre seulement 35 % déclarée dans l'enquête ORS. De plus, les enquêteurs de l'ORS ont eu le sentiment que certaines personnes interrogées n'étaient pas sincères quant aux réponses fournies vis-à-vis de l'interconnexion de leur puits au réseau et de la présence de système anti-retour. L'ORS a cherché à minimiser ce biais de sélection en précisant bien dans le courrier annonçant l'étude et en début d'entretien téléphonique, le caractère confidentiel et le traitement anonyme des données collectées. Pour autant qu'on puisse en juger, les caractéristiques sociodémographiques des personnes enquêtées étaient proches de celles de l'Insee et n'étaient pas en faveur d'un biais important de sélection des répondants.

La commune d'Aumur n'ayant pas accepté de communiquer la liste de ses administrés en complément du fichier de France-Télécom, il est possible que certains foyers n'aient pas pu être joints.

2.2.4 Conclusion

Cette enquête a permis de préciser les usages de l'eau de puits sur les communes impactées par la pollution de la nappe phréatique et a contribué à construire les scénarios majorants de l'étude Cire-EA2276. L'eau de la nappe a effectivement été utilisée comme eau de boisson par certains foyers, parfois sur des périodes très longues. Sur les 4 communes, 13 ménages au moins ont consommé l'eau de puits entre 1987 et 2003. La moitié d'entre eux continuerait à le faire. Ces résultats justifient la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires au bénéfice des habitants des communes impactées par la pollution de la nappe.

2.3 Évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)

2.3.1 Cadre de l'étude

Cette EQRS a été réalisée conjointement par la Cire Bourgogne Franche-Comté et l'équipe d'accueil EA 2276 SERF de l'université de Franche-Comté. Son objectif était de quantifier les risques sanitaires encourus par la population qui a utilisé l'eau de la nappe phréatique depuis le début de la pollution jusqu'à la mise en place de l'arrêté de restriction d'usage. La population étudiée était celle des communes d'Abergement-la-Ronce, Aumur, Saint-Symphorien-sur-Saône et du hameau de Maison-Dieu (commune de Losne). Pour Saint-Symphorien-sur-Saône et le hameau de Maison-Dieu sur la commune Losne, les zones habitées n'appartenaient pas toutes au périmètre de restriction d'usage mais étaient sous l'influence des mouvements de la nappe. À l'inverse, les communes de Champvans, Saint-Aubin, Laperrière-sur-Saône et Samerey n'ont pas été incluses car le périmètre de restriction d'usage ne concerne que des zones inhabitées.

2.3.2 Évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)

L'étude du potentiel dangereux a été effectuée à partir des analyses réalisées par la société Solvay entre 1987 (découverte de la pollution) et 2003 sur 31 piézomètres choisis par la Cire et l'EA2276 pour leur proximité géographique avec les zones habitées des 4 communes étudiées.

Une quarantaine (44) de polluants a été détectée par chromatographie dans ces piézomètres. Il s'agissait principalement d'organo-chlorés auxquels il faut ajouter la présence de chlorures, de baryum, de mercure, de benzène et plus récemment d'arsenic. Au vu du grand nombre de substances en cause, il est difficile de résumer l'ensemble des propriétés caractérisant ces toxiques. Cependant, ces polluants présentent majoritairement une toxicité chronique au niveau hépatique, rénal et/ou du système nerveux central. Les classifications internationales de l'Union Européenne, du Centre international de recherche sur le cancer (Circ) ou de l'*Environmental protection agency* (EPA) des États-Unis d'Amérique permettent d'identifier parmi ces substances trois cancérogènes certains (arsenic, benzène, chlorure de vinyle), 3 cancérogènes probables et 7 cancérogènes possibles pour l'homme. Ces cancérogènes sont associés, le plus souvent à des tumeurs hépatiques. Vingt et une substances qui n'ont jamais ou quasiment jamais (moins de 10 fois en 20 ans) été détectées en concentrations mesurables ont été exclues d'emblée de l'EQRS. Parmi les 23 substances restantes, 3 ne possédaient pas de valeurs toxicologiques de référence : 1,2-dichlorobutane, 2-chloropropène 1 et 1-chloropropène 1. Ces 3 molécules représentaient moins de 3 % (en concentration) de la totalité des composés organo-chlorés mesurés. L'EQRS a donc été réalisée en tenant compte des 20 substances restantes. Un découpage arbitraire en 2 périodes 1987-1996 et 1997-2007 a permis de prendre partiellement en compte les variations temporelles des concentrations. La durée d'exposition s'étend de 1987 à 2003.

Trois scénarios d'exposition (a, b, c) ont été envisagés, d'une part pour les enfants et d'autre part pour les adultes :

- **scénario a** : toutes les expositions possibles, à savoir : consommation d'eau de boisson, baignade dans une piscine, consommation de viande et lait produits localement et inhalation des émanations ;
- **scénario b** : baignade dans une piscine, consommation de viande et lait produits localement et inhalation des émanations ;

- **scénario c** : consommation de viande et lait produits localement et inhalation des émanations.

Au final, un risque supérieur aux repères habituellement admis est retrouvé pour le scénario « a » (exposition majeure : consommation d'eau des puits comme eau de boisson), sur la commune d'Abergement et un risque en limite d'acceptabilité pour ce même scénario sur Aumur (tableau 3).

En appliquant à tous les individus des quatre communes l'excès de risque individuel (ERI) le plus important calculé (risque de cancer hépatique dû à la consommation d'eau du puits pour une personne résidant toute sa vie à Abergement-la-Ronce), l'impact sanitaire serait égal à 0,4 cas de cancer hépatique. Dit autrement, la consommation d'eau contaminée comme eau de boisson par tous les habitants des 4 communes provoquerait sur 70 ans moins d'un cas supplémentaire de cancer hépatique par rapport au nombre de ces cancers pouvant survenir sur ces communes pour d'autres causes que la pollution.

I Tableau 3 I

Résumé synoptique des scénarios à risque de l'EQRS réalisée par la Cire et l'EA2276 (SERF) pour les adultes et les enfants

Adulte (au moins 15 ans en 1987)		Abergement	Aumur	St Symphorien	Maison-Dieu
Scénario a	Boit l'eau du puits, se baigne dans une piscine, consomme des aliments locaux, inhale des émanations	1,2-dichloroéthane 1,2-dichloropropane chlorure de vinyle trichloréthylène	1,2-dichloropropane chlorure de vinyle		
Scénario b	Se baigne dans une piscine, consomme des aliments locaux, inhale des émanations				
Scénario c	Consomme des aliments locaux, inhale des émanations				

Enfant né en 1987		Abergement	Aumur	St Symphorien	Maison-Dieu
Scénario a	Boit l'eau du puits, se baigne dans une piscine, consomme des aliments locaux, inhale des émanations	1,2-dichloroéthane 1,2-dichloropropane chlorure de vinyle trichloréthylène perchloréthylène	1,2-dichloroéthane 1,2-dichloropropane chlorure de vinyle trichloréthylène		
Scénario b	Se baigne dans une piscine, consomme des aliments locaux, inhale des émanations				
Scénario c	Consomme des aliments locaux, inhale des émanations				

En rouge : indice de risque supérieur à 2 et/ou excès de risque individuel supérieur à 10^{-4} .

En orange : indice de risque compris entre 1 et 2 et/ou excès de risque individuel compris entre 10^{-5} et 10^{-4} .

En vert : indice de risque inférieur à 1 et excès de risque individuel inférieur à 10^{-5} .

Les molécules citées sont celles pour lesquelles l'excès de risque individuel calculé est supérieur à 10^{-5} . Lorsque l'ensemble des substances cancérigènes hépatiques présente un ERI (voie orale, respiratoire ou cutanée) supérieur à 10^{-5} , seules figurent (en italique) les noms des molécules expliquant plus de 30 % de la valeur de l'une des 3 ERI précitées.

En 2001, la présence d'arsenic a été découverte fortuitement dans certains piézomètres. Cette substance n'a pas été prise en compte dans l'EQRS en raison de l'absence de

données métrologiques pour les années antérieures. Néanmoins, l'ingestion d'eau contaminée par l'arsenic étant connue pour favoriser la survenue de différents troubles (cutanés, hématologiques, cardiovasculaires, hépatiques) et de cancers, des calculs de risque supplémentaires ont été effectués par la Cire Bourgogne Franche-Comté. En tenant compte de la présence d'arsenic sur la période 2001-2007, il apparaît des quotients de danger supérieurs à 2 pour les communes d'Abergement-la-Ronce et Aumur. Les excès de risque de cancer cutané pour un adulte sur les 4 communes sont alors respectivement $1,8.10^{-4}$, $1,7.10^{-5}$, $1,4.10^{-5}$ et $4,2.10^{-6}$ pour les communes d'Abergement, Aumur, le hameau de Maison-Dieu à Losne et Saint-Symphorien-sur-Saône.

En appliquant à la population adulte des quatre communes les ERI rappelés précédemment, l'impact sanitaire serait égal à 0,6 cas de cancer cutané. Dit autrement, la consommation d'eau contaminée comme eau de boisson par les adultes habitant les 4 communes provoquerait sur 70 ans moins d'un cas supplémentaire de cancer cutané par rapport au nombre de ces cancers pouvant survenir sur ces communes pour d'autres causes que la pollution.

2.3.3 Intérêts et limites du travail

L'évaluation des risques passés (du début supposé de la pollution jusqu'à la date de prise d'arrêté de restriction d'usage) n'avait pas été abordée dans l'EQRS réalisée par Gester. Cette évaluation avait pour but de fournir aux préfetures du Jura et de Côte-d'Or des éléments d'aide à la gestion des risques sanitaires à un moment précis (2003). Une évaluation des risques tenant compte des variations de concentrations depuis le début de la pollution était néanmoins nécessaire avant d'envisager une surveillance sanitaire dans la mesure où les risques passés pouvaient être différents de ceux estimés dans les années 2000 et avoir des conséquences importantes plusieurs années après.

L'EQRS réalisée par la Cire et l'EA 2276 présente plusieurs points forts :

- elle a été construite en utilisant une part importante des données locales. La pollution de la nappe était suivie par un réseau de mesures piézométriques depuis une vingtaine d'années : l'estimation de l'exposition des zones habitées a été réalisée à partir des données de plus de 30 points de mesures. Une enquête spécifique⁵ auprès des riverains a permis d'estimer le nombre de foyers concernés et de connaître avec précision les usages de l'eau. Elle a également permis d'estimer les expositions professionnelles des personnes interrogées aux composés chlorés, sans qu'il soit possible de les intégrer dans l'EQRS, ce qui peut sous-estimer le risque pour 13 % des adultes ;
- elle est basée sur des scénarios « adultes » et « enfants » complexes intégrant deux périodes temporelles et plusieurs voies d'exposition ;
- elle a pris en compte le maximum de polluants possibles afin d'éviter un choix toujours critiquable de polluants traceurs. Au final, en laissant temporairement de côté la problématique « arsenic », quatre substances, le 1,2-dichloroéthane, le chlorure de vinyle, le trichloréthylène et le 1,2-dichloropropane, contribuent majoritairement à l'expression des risques pour Abergement et Aumur, communes les plus impactées ;
- Les résultats obtenus sont très peu modifiés par l'analyse de sensibilité indiquant une bonne stabilité des modèles proposés. Ces résultats sont également cohérents avec ceux réalisés uniquement sur les mesures de 2000 et 2001 par Gester.

⁵ Voir le chapitre 2.2 « Étude des usages de l'eau de la nappe par les habitants situés dans le périmètre de l'arrêté de restriction d'usage ».

Mais plusieurs incertitudes demeurent :

- la limite la plus importante réside certainement dans l'absence de prise en compte de l'arsenic sur toute la période d'étude. Contrairement aux polluants organo-chlorés et aux chlorures, l'arsenic n'a ni goût, ni odeur qui pourraient en limiter l'usage. L'évaluation des risques réalisée sur la période 2001-2007 uniquement montre que l'impact de l'arsenic calculé pour la survenue de cancers cutanés est du même ordre de grandeur que l'impact sanitaire des organo-chlorés calculé pour les cancers hépatiques sur la période 1987-2003 au droit d'Abergement (commune la plus impactée par la présence d'arsenic dans l'eau de la nappe). L'impact sanitaire est donc probablement supérieur à celui des organo-chlorés ;
- comme dans toutes les EQRS, la prise en compte des mélanges de substances est difficile : la présence de certains polluants peut modifier les effets toxiques d'autres polluants (effets antagonistes, additifs ou potentialisants). Ces interactions restent aujourd'hui largement inconnues ; elles ne sont pas prises en compte dans l'EQRS. En revanche, les risques liés aux substances présentant des cibles toxiques similaires ont été additionnés. C'est le cas dans cette EQRS en particulier de la famille chimique des organo-chlorés connue pour sa toxicité hépatique ;
- en l'absence de mesures analytiques disponibles pour la viande et le lait produits localement, un modèle simple reposant sur les propriétés physico-chimiques des polluants a été utilisé. Cette modélisation, vraisemblablement conservatrice, a permis de prendre en compte cette exposition alors qu'un travail expérimental⁶ réalisé par Solvay concernant les légumes n'avait pas montré de contamination organo-chlorée dans les végétaux. Mais dans tous les cas cela ne concernait pas l'arsenic ;
- les situations d'exposition par inhalation des deux usages les plus fréquents⁷ (arrosage d'un jardin potager et lavage de véhicules) n'ont pu être modélisées, l'estimation d'une exposition aérienne en milieu ouvert étant particulièrement complexe. Il n'existe pas de données dans la littérature concernant ce sujet. Il est vraisemblable cependant que ces activités conduisent à une exposition mineure en raison de leur faible fréquence et de la dispersion rapide des polluants dans l'air extérieur.

2.3.4 Conclusion

Les évaluations de risques sanitaires réalisées par Gester et par la Cire ont des points communs (même source de données concernant la pollution, mêmes modèles mathématiques pour estimer certains transferts de polluants, scénarios d'expositions assez proches) mais diffèrent par d'autres en raison des objectifs poursuivis (risque de l'exposition contemporaine pour la première, conséquence de l'exposition passée pour la seconde).

Les résultats de ces deux travaux sont néanmoins cohérents : la pollution arsenicale et organo-chlorée de la nappe peut être dangereuse pour la santé humaine dans un contexte précis : lorsque cette eau est ou a été utilisée régulièrement comme eau de boisson sur les communes d'Abergement (unanimité des 2 études), d'Aumur (étude Cire-EA2276), de Maison-Dieu (étude Gester) et de Saint-Symphorien-sur-Saône (étude Gester).

⁶ Cité page 59 dans l'Évaluation détaillée des risques de Gester.

⁷ Voir le chapitre « Étude des usages de l'eau de la nappe par les habitants situés dans le périmètre de l'arrêté de restriction d'usage ».

2.4 Études de la mortalité et de l'incidence des cancers dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique

2.4.1 Cadre des études

La Cire a été missionnée en 2004 par la Ddass du Jura pour mettre en œuvre une enquête épidémiologique sur les points suivants :

« - *exploitations annuelles de mortalité toutes causes et par tumeur, à obtenir par achat d'extraction de la base de données Inserm - CépiDc sur les communes ciblées ;*
- *exploitation des registres de cancers digestifs et des hémopathies malignes (registres existant uniquement pour le territoire de la Côte-d'Or).* »

Cette étude avait pour but de rechercher un excès de mortalité (toutes causes) ou un excès d'incidence des cancers sur les communes concernées par la restriction d'usage par rapport à la mortalité (ou à l'incidence) de ces pathologies dans le reste des départements de Côte-d'Or et du Jura. Le principe méthodologique a consisté à comparer le nombre de décès (ou de nouveaux cas, pour l'étude de l'incidence) observé à un nombre de décès (ou de cas) calculé en appliquant à la population de la zone d'étude les taux de décès (ou de cas) observés dans les départements servant de référence.

Il est à noter qu'il n'était pas attendu d'excès mesurable au vu de l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Toutefois celle-ci ne portait que sur les risques engendrés par la nappe phréatique, alors qu'il existe d'autres expositions (professionnelle pour 13 % de la population) : air, pêche, consommation de produits locaux. Par conséquent, un excès observable ne pouvait être exclu en cumulant les différentes expositions.

2.4.2 Résultats

L'étude n'a pas mis en évidence de surmortalité, que ce soit au droit des communes les plus impactées (Abergement-la-Ronce et Aumur) ou dans la périphérie de la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe. Les données d'incidence de cancer sur les communes de Côte-d'Or de la zone d'étude surveillées par les Registres des cancers ne montraient pas non plus d'excès de risque. La mortalité (toutes causes) et l'incidence des cancers sur les communes concernées par la pollution de la nappe phréatique par l'usine Solvay étaient donc d'un niveau comparable à celui des autres communes du Jura et de Côte-d'Or.

2.4.3 Intérêts et limites du travail

Les limites majeures de ce type d'approche concernent :

- le découpage de la zone d'étude qui suit une logique administrative plutôt que d'épouser les contours de la zone polluée, en raison de la disponibilité des données de mortalité qui ne sont accessibles qu'à l'échelle communale. Ce découpage induit une dilution du risque étudié et donc une perte de puissance statistique de l'étude épidémiologique ;
- le faible nombre des personnes résidentes dans la zone d'étude, également source d'un manque de puissance statistique ;

- les faiblesses des données sanitaires disponibles :
 - a) il n'existe pas de données d'incidence de cancer sur tout le territoire français : ici, seules les communes de Côte-d'Or ont été prises en compte dans l'analyse des données d'incidence de cancer, et uniquement sur les localisations cancéreuses faisant l'objet d'un enregistrement (hémopathies malignes et cancers digestifs) ;
 - b) les données de mortalité sont moins précises que les données d'incidence (imprécisions de remplissage des certificats de décès, notamment) et nécessitent, par définition, que les personnes soient décédées pour être prises en compte dans l'analyse, alors que de nombreuses pathologies graves présentent aujourd'hui des taux de guérison ou des durées de survie importants. L'analyse des données de mortalité ne porte donc que sur les cas les plus graves et/ou les plus anciens.
- l'absence de pathologies précises et limitées en nombre sur lesquelles cibler l'étude. De ce fait, il est nécessaire de tester de multiples hypothèses ce qui favorise la possibilité de voir apparaître un ou plusieurs tests significatifs à tort. Le faible risque d'erreur α que l'on accepte de prendre à chaque test statistique pour affirmer l'existence d'une surmortalité croît très rapidement avec le nombre de tests effectués : $\alpha' = 1 - (1-\alpha)^n$ où α représente le risque d'erreur et n le nombre de tests réalisés ;
- les déménagements des personnes qui sont à l'origine de perdus de vue et qui peuvent diminuer la puissance statistique, les personnes ayant développé un cancer en dehors de la zone d'étude et n'étant donc pas comptabilisé.

Plusieurs mesures ont été prises pour palier au mieux ces problèmes :

- la zone d'étude a été découpée en 2 zones définies *a priori* afin de prendre en compte la réalité du terrain : une zone centrale où la contamination de la nappe était élevée et touche toute la surface communale et une zone périphérique où la pollution était moindre en concentration comme en pourcentage de surface communale touchée ;
- l'analyse des données a été réalisée avec plusieurs découpages temporels : une seule période (1988-2001) dans un premier temps, puis 3 périodes de durée similaire définies *a priori* à partir de l'année de découverte de la pollution (1987) avec recherche de tendances évolutives. L'analyse présente un recul d'une vingtaine d'années sur le début de l'exposition, délai suffisant pour voir apparaître des pathologies chroniques comme les cancers ;
- une analyse de sensibilité du choix des risques de décès de référence a été effectuée : les communes étudiées appartenant à deux départements différents, plusieurs choix étaient possibles pour définir les zones géographiques servant de référence pour calculer le nombre de décès attendus. Nous avons pu vérifier que des résultats très proches étaient obtenus en utilisant successivement deux zones de référence : Jura + Côte-d'Or et Jura uniquement ;
- des calculs de puissance ont été réalisés afin d'objectiver au mieux les limites de cette approche épidémiologique. La prise en compte de ces calculs est discutée dans le paragraphe suivant.

2.4.4 Conclusion

Les localisations tumorales les plus fréquentes sur les communes de la zone de restriction d'usage de l'eau de puits sont celles habituellement retrouvées en France. Aucun excès de cancer n'a été constaté. Les données d'incidence concernant les communes de Côte-d'Or de la zone ne révèlent pas non plus d'excès de risque. Il convient néanmoins de souligner que cette étude épidémiologique ne permettait de mettre en évidence qu'un excès de risque élevé (au moins un doublement du nombre de cas de cancer observés habituellement). Ce phénomène n'a pas été observé sur les communes concernées par la restriction d'usage de l'eau de la nappe. Ce résultat est cohérent avec les deux évaluations des risques (EDR Gester et étude Cire-EA2276) qui mettent en exergue des risques sanitaires dépassant les repères habituels uniquement pour des comportements individuels peu fréquents. La consommation régulière de l'eau issue d'un puits sur les communes d'Abergement et Aumur depuis 1987 ne concerne qu'un nombre limité de personnes.

3 Pertinence de la mise en place d'une surveillance sanitaire

Une surveillance épidémiologique consiste, selon les définitions classiques⁸, en une « observation attentive et continue de la distribution des maladies et des tendances de leur incidence grâce à la collecte systématique, l'agrégation et l'évaluation (ou l'analyse) des données de morbidité et de mortalité et des autres données pertinentes. Ce concept inclut la diffusion régulière des données de base et de leur interprétation à ceux qui ont contribué à la production des données et à tous ceux qui ont le besoin de savoir. Le concept, cependant, ne comprend pas la prise en charge des activités de gestion ».

Il s'agit donc ici d'analyser si le suivi, l'enregistrement et l'exploitation des données portant sur la survenue des cancers dans la région présenteraient un intérêt pour permettre de mieux saisir l'impact de la pollution que les études menées jusqu'à maintenant.

Il convient dans un premier temps de synthétiser les résultats issus des études et de succinctement analyser leur convergence et leur divergence. Puis, dans un second temps, de comprendre à partir des limites évoquées dans ces études, dans quelle mesure une surveillance épidémiologique pourrait être un plus pour gérer la situation environnementale et sanitaire préoccupante.

3.1 Synthèse des risques sanitaires liés à la consommation d'eau de la nappe

Les résultats des démarches d'évaluation quantitative des risques sanitaires mettent en évidence un excès de risque cancérigène et indiquent que les niveaux d'exposition de la population sont supérieurs aux VTR retenues en cas d'utilisation de l'eau de la nappe puisée en aval du site industriel par la population.

Cependant, ces évaluations ne permettent pas d'appréhender les impacts dus au mélange de ces substances. Elles ne peuvent également complètement répondre lorsque les connaissances restent succinctes pour certains polluants, réduisant l'appréciation toxicologique possible.

L'étude de mortalité réalisée ne permet pas de confirmer un excès de risque dans la population exposée. Il n'y a pas contradiction avec les résultats précédents car l'excès de risque estimé résulte d'hypothèses qui ne reflètent pas la variabilité de l'exposition dans la population. De plus, l'effectif de cette population n'est pas très élevé, réduisant les possibilités de convergence dans les résultats des différents types d'études. Enfin le nombre de cas attendus était faible et donc difficilement détectable par une étude épidémiologique.

En conséquence, l'interrogation de la saisine sur l'opportunité de mettre en place une surveillance épidémiologique est difficile à appréhender.

⁸ Thacker SB. Surveillance. In: MB Gregg, eds. Field Epidemiology. New York: Oxford University Press, 1996:16-32. (Thacker, 1996).
Langmuir AD. The surveillance of communicable diseases of national importance. New Engl J Med 1963;268:182-92. (Langmuir, 1963).

3.2 Pertinence d'une surveillance sanitaire particulière

Les limites des études de risque et de mortalité sont nombreuses. Elles ont été reprises dans le chapitre précédent de manière détaillée pour chacune des études analysées. Pour statuer sur la pertinence d'une surveillance épidémiologique, quelques-unes d'entre elles peuvent être mises en avant.

Tout d'abord, il est considéré classiquement que les EQRS conduisent à une sur-estimation du risque encouru, car elles ont été construites en s'appuyant sur des hypothèses « raisonnablement » majorantes, que ce soit en termes de concentrations dans l'eau, de consommation de cette eau ou de durée d'exposition. Ces modalités d'exposition excessives ont une probabilité faible d'être concomittante pour une même population.

À l'inverse, l'ignorance sur les mélanges des substances et la non prise en compte de certaines substances va dans le sens d'une sous-estimation du risque.

Il ressort de l'enquête de mortalité, que les cancers concernés ne présentent pas une incidence élevée dans la population, que les facteurs de risque sont nombreux et que la taille de la population est réduite. Cependant, le recueil ne concerne que les décès par cancer et non pas l'ensemble des cancers survenus sur la zone, ce qui conduit à une sous-estimation du risque.

Compte tenu de ces éléments, quelle conclusion peut-on formuler sur la surveillance de l'état de santé de la population ?

3.2.1 Surveillance collective

Les risques sanitaires sont limités aux seules personnes qui ont consommé régulièrement l'eau de la nappe pendant plusieurs années. Un suivi sanitaire collectif prenant la forme d'une étude épidémiologique par exemple aura, dans ce contexte, une puissance extrêmement faible en raison du trop petit nombre de personnes suivies. Cette étude serait inutile pour caractériser l'existence de risques sanitaires puisqu'ils sont déjà connus par l'EQRS et trop limitée en terme de puissance statistique pour apporter des connaissances nouvelles sur ce type d'exposition environnementale.

3.2.2 Surveillance individuelle

Lors d'une consultation médicale, les personnes à risque peuvent être facilement identifiées si on les interroge sur leurs habitudes de consommation d'eau. Leur prise en charge ne devrait pas être différente de celle des autres patients. En effet :

- mesurer le niveau d'imprégnation biologique de ces personnes n'apporterait pas d'éléments supplémentaires pour déterminer la réalité de l'exposition (connue par les habitudes de consommation d'eau), l'intensité de l'exposition (qu'on sait faible en raison des concentrations mesurées dans l'eau et alors que les biomarqueurs potentiels ne seraient le reflet que d'une exposition récente) ou définir une conduite médicale (qui n'est pas dépendante du niveau d'imprégnation) ;
- proposer des examens médicaux particuliers, à titre systématique, dans un but de dépistage aurait un intérêt négligeable puisque la probabilité de survenue des pathologies incriminées est faible. Un dépistage systématique n'apporterait qu'un bénéfice hypothétique (en l'absence de tests fiables et validés) et des contraintes non négligeables dans sa réalisation (participation, angoisse générée).

4 Conclusion

La nappe phréatique située à l'aval de l'usine Solvay de Tavaux (Jura) a été durablement polluée par la migration de produits chimiques provenant d'une alvéole de stockage de résidus de fabrication qui a fui. Cette pollution est composée de milliers de tonnes de chlorures et de produits organo-chlorés denses accompagnés d'arsenic (à des concentrations supérieures à celles mentionnées dans l'évaluation détaillée des risques faites initialement par l'industriel), de mercure et de benzène. Les captages utilisés pour la production d'eau potable ne sont pas touchés par la pollution, l'eau étant prélevée en amont et à distance. Toutefois, les composés organiques peuvent pénétrer à l'intérieur d'une canalisation d'eau, même étanche, par le phénomène de perméation lorsqu'elle est en plastique, ce qui n'a pas été vérifié dans la zone concernée. La pollution, circonscrite par un réseau piézométrique, s'étend sur 9 communes dont 4 sont habitées au droit de la pollution : Abergement-la-Ronce et Aumur (communes les plus impactées comprenant près de 1 000 habitants) ainsi que Saint-Symphorien-sur-Saône et le hameau de Maison-Dieu (commune de Losne) avec également approximativement 1 000 habitants.

Les calculs d'évaluation des risques sanitaires font état d'un niveau de risque peu élevé mais néanmoins supérieur aux repères habituellement admis en France si l'eau de la nappe est utilisée comme eau de boisson pendant plusieurs années. Les pathologies à mettre en relation avec cette pollution complexe ne peuvent être définies avec certitude mais le foie et la peau constituent certainement des organes-cibles privilégiés pour, respectivement, les produits organo-chlorés et l'arsenic présents dans l'eau. Les conséquences pour la santé des personnes qui boiraient régulièrement l'eau de la nappe extraite de puits privés pourraient se traduire par des atteintes cutanées, une perturbation du fonctionnement hépatique et un risque faiblement accru de cancers hépatique et cutané par rapport aux risques moyens de ces cancers en France.

La pollution historique persistante est encore susceptible d'évoluer dans l'espace et le temps pendant encore longtemps vu la vitesse de circulation de la nappe phréatique et justifie la poursuite de la surveillance environnementale. Elle se cumule aux autres voies de contamination d'une part environnementales (air, pêche, consommation de produits locaux) qui n'ont pas fait partie du présent travail mais qui méritent d'être documentées par des mesures, d'autre part professionnelles puisqu'une partie de la population habitant dans ce secteur rapporte être exposée aux polluants lors de son travail. La réalisation de mises à jour de l'évaluation quantitative de risques sanitaires à intervalles réguliers prenant en compte les expositions multiples permettrait d'adapter la zone de restriction d'usage de l'eau en fonction de l'évolution spatio-temporelle de la zone polluée.

Sur la base de notre analyse, une approche collective (étude épidémiologique ou dépistage de masse) serait d'un intérêt très limité pour cette population de petite taille, soumise à un faible excès de risque sanitaire. Un suivi médical individuel particulier serait également peu utile car, en l'absence de stratégies de dépistage individuel scientifiquement validées pour les pathologies incriminées, il ne différerait pas du mode de prise en charge habituel de ce type de patient. En revanche, il est nécessaire de sensibiliser à nouveau les habitants aux risques encourus et d'informer les professionnels de santé du secteur afin que cette exposition environnementale soit bien intégrée dans la prise en charge des personnes qui ont régulièrement consommé l'eau polluée et qui continuent de la consommer comme le révèle l'étude de consommation réalisée avec l'Observatoire régional de la santé de Bourgogne de Franche-Comté.

Pertinence de la mise en place d'une surveillance épidémiologique dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique autour du site industriel Solvay à Tavaux, Jura

Juin 2013

Dans les années 1980, la migration dans les sols de déchets chimiques sur le site de l'usine Solvay de Tavaux (Jura) a contaminé durablement la nappe phréatique. La pollution, surveillée par un réseau piézométrique, s'étend sur neuf communes dont quatre sont habitées au droit de la pollution.

Les calculs d'évaluation des risques sanitaires font état d'un niveau de risque peu élevé mais néanmoins supérieur aux repères habituellement admis en France si l'eau de la nappe est utilisée comme eau de boisson sur plusieurs années. Les conséquences pour la santé pourraient se traduire par des atteintes cutanées et hépatiques. Une étude de mortalité n'a pas montré pour cette population un excès de risque. Cependant, l'évaluation des risques et les études de mortalité présentent toutes deux des limites : manque de données toxicologiques pour certains produits, incertitudes sur l'effet des mélanges, étude épidémiologique basée sur la mortalité uniquement et sur une population de petite taille. En conséquence, l'interrogation de la saisine sur l'opportunité de mettre en place une surveillance épidémiologique est difficile à appréhender.

Un suivi sanitaire collectif prenant la forme d'une étude épidémiologique ne serait pas pertinent en raison du trop petit nombre de personnes à suivre. Un suivi sanitaire individuel particulier n'apporterait pas de bénéfice par rapport à la prise en charge habituelle des patients. En effet :

- mesurer le niveau d'imprégnation biologique de ces personnes n'apporterait pas d'éléments supplémentaires pour déterminer la réalité de l'exposition (connue par les habitudes de consommation d'eau), ou définir une conduite médicale (indépendante du niveau d'imprégnation) ;

- un dépistage systématique n'apporterait qu'un bénéfice hypothétique (pas de tests fiables et validés) et des contraintes non négligeables dans sa réalisation (participation, angoisse générée).

En revanche, une sensibilisation des médecins composant les filières de soins habituelles de ces personnes permettrait de s'assurer que cette exposition environnementale soit bien intégrée dans la prise en charge globale de leur santé.

Mots clés : sites pollués, sols pollués, composés organo-chlorés, arsenic, surveillance sanitaire, population riveraine

Relevance of implementing an epidemiological health surveillance in the area impacted with restriction in ground water usage, near the industrial site of Solvay Tavaux, Jura

June 2013

In the 1980s, migration in soils of chemical wastes dumped for years in a protected landfill at the Solvay Tavaux (Jura) industrial site permanently contaminated the water table. The pollution, controlled through a monitoring wells network, impacted nine municipalities of which four were located above the polluted area.

Health risk assessment indicated a low level of risk, still above the limits currently approved in France, assuming groundwater is used as drinking water over several years. Adverse health effects could result in skin and liver disorders. No excess in mortality was found. Reaching definitive conclusions was limited by lack of toxicological data regarding various chemicals, lack of knowledge regarding health effects of such chemical mixtures, and the population size regarding the mortality study. Therefore the relevance of implementing an epidemiological health surveillance is questioned.

A global epidemiological survey would not be relevant due to the small size of the concerned population. Specific health monitoring of individuals would not be beneficial compared to the usual health care management of patients for the following reasons:

- biological impregnation levels measured in individuals do not better access the levels of exposure (identified through water consumption patterns) or define a medical response (independent of the level of impregnation);*

- mass screening would not be relevant due to non-reliable and non validated tests and would raise significant limitations in its implementation (participation, anxiety).*

On the other hand, raising the awareness of health professionals in charge of this population would ensure that environmental exposure is well integrated into their overall health care management.

Citation suggérée :

Clinard F. Pertinence de la mise en place d'une surveillance épidémiologique dans la zone de restriction d'usage de l'eau de la nappe phréatique autour du site industriel Solvay à Tavaux, Jura – juin 2013. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2014. 25 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN : 1958-9719

ISBN-NET : 979-10-289-0036-6

Réalisé par Service communication – InVS

Dépôt légal : juin 2014