

Environnement et santé : quelques aspects de la problématique en Alsace et en Lorraine

Toute l'équipe de la CIRE Lorraine-Alsace vous présente ses meilleurs vœux pour 2013



|Page 2| Surveillance des gastro-entérites aiguës à partir des données de l'assurance maladie. Etude rétrospective à Soultz (68) - juillet 2009

|Page 8| Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : démarche et principaux résultats des études conduites en Lorraine et en Alsace depuis 2008

|Page 11| Publications de la CIRE Lorraine-Alsace relatives aux études en santé environnementale

| Editorial |

Christine Meffre, responsable scientifique de la CIRE Lorraine-Alsace

Outre la surveillance de l'état de santé de la population et la réponse aux alertes sanitaires, l'apport d'expertises fait partie intrinsèque des missions de la CIRE Lorraine-Alsace. Cette expertise, souvent demandée par l'ARS, concerne le domaine infectieux et le domaine de la santé environnementale. A titre d'exemple, la CIRE peut être sollicitée pour mener une analyse des risques sanitaires liés à l'environnement, devant trois types de signaux :

- Signal environnemental : lorsque des résultats de mesures réalisées dans un média (eau, sol, air) identifient des concentrations de polluant élevées ;
- Signal sanitaire : il s'agit de la déclaration d'un professionnel de santé ou d'un particulier qui suspecte un excès de pathologies autour d'une activité potentiellement polluante ;
- Signal social : il s'agit d'actions engagées par un collectif devant une activité déjà en place ou un projet d'activité ; les mobilisations s'articulent autour de la crainte de potentiels effets sanitaires. Ce type de signal peut évoluer en signal environnemental ou sanitaire.

Pour répondre à ces sollicitations, la CIRE, en lien avec le siège de l'Institut de veille sanitaire, peut mobiliser différents outils qui peuvent être entre autres : une étude épidémiologique, une évaluation d'impact sanitaire, une évaluation des risques sanitaires. L'objectif de ces études est

d'objectiver et de quantifier l'ampleur du signal et de ses conséquences en dégagant des recommandations pour limiter son extension. Ces recommandations peuvent porter sur la prévention environnementale (dépollution), la prévention sanitaire (information, éducation à la santé, dépistage ou surveillance), la prise en charge sanitaire (organisation des soins, suivi médical), voire la formation des acteurs locaux.

Pour illustrer l'implication de la CIRE en santé environnementale, ce bulletin de veille sanitaire vous présente les résultats :

- d'une étude descriptive écologique des cas de gastro-entérites à partir des données de l'assurance maladie suite à une contamination bactériologique d'un réseau d'eau potable ;
- des évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique conduites sur les principales agglomérations des régions Lorraine et Alsace.

Ces 2 sujets ne sont qu'un aperçu des études réalisées par la CIRE Lorraine-Alsace en santé environnementale. Pour en savoir plus, les références bibliographiques de différentes études sont indiquées à la fin de ce BVS.

Bonne lecture.

Estimation de l'impact sanitaire d'une contamination du réseau d'eau potable, à partir des données de l'assurance maladie. Soultz (Haut-Rhin) - Juillet 2009.

Sophie Raguet (Cire Lorraine-Alsace) ; Jean Wiederkehr (pôle santé et risques environnementaux, ARS Alsace) ; Magali Corso (Département santé-environnement, InVS) ; Catherine Galey (Département santé-environnement, InVS).

| CONTEXTE |

Le 2 juillet 2009, la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass)¹ du Haut-Rhin était informée d'un dépassement des limites de qualité bactériologiques sur le réseau d'eau potable qui alimente la commune de Soultz.

Par la suite, le 5 août, elle a été interrogée par l'association « Alsace Nature » sur l'impact sanitaire de cette contamination. Cette association demandait la mise en place d'une étude épidémiologique. A cette date, la Cire n'a pas jugé pertinent de réaliser une investigation de terrain, le délai écoulé depuis le jour de la contamination était trop important (6 semaines) pour espérer recueillir des données de bonne qualité. En effet, l'interrogatoire des professionnels de santé ou des populations dans les zones exposées et non exposées auraient été entaché d'un biais de mémorisation empêchant d'interpréter les informations ainsi recueillies.

La Cire a décidé de mettre en œuvre une méthode alternative à l'investigation épidémiologique descriptive.

| OBJECTIF |

L'objectif était de décrire l'évolution des taux d'incidence de gastro-entérites aiguës (GEA) observés avant, pendant et après la contamination de l'eau d'adduction potable dans la zone exposée et dans une zone témoin afin de valider l'hypothèse d'un impact sanitaire de la pollution détectée par le contrôle sanitaire le 2 juillet 2009.

| MATERIEL ET METHODES |

Enquête environnementale

Une enquête environnementale a été menée par les services de la Ddass en lien avec les services de la mairie suite à la réception des 1^{ères} analyses réglementaires non-conformes du 29 juin afin d'identifier l'origine des dysfonctionnements du traitement de l'eau. Des données météorologiques de la station la plus proche (Guebwiller) ont été obtenues de Météo-France.

Enquête épidémiologique

Afin de déterminer les taux d'incidence des GEA, les données des remboursements des prescriptions médicales du système national d'informations inter-régimes de l'assurance maladie (SNIIR-AM) ont été utilisées. En effet, l'InVS a développé un système de surveillance rétrospectif des épidémies de GEA qui repose sur l'exploitation des bases de données médico-tarifaires de l'assurance maladie, en utilisant les données de remboursement des médicaments prescrits pour traiter cette pathologie (2). La base comprend la localisation des bénéficiaires (commune), du médecin prescripteur de l'ordonnance ou de la pharmacie qui a délivré les médicaments. La commune de la pharmacie est utilisée lorsque l'information sur la commune du médecin est manquante.

Un cas de gastro-entérites aiguës médicalisé (GEAm) est défini selon un algorithme ciblant des médicaments appartenant aux classes thérapeutiques suivantes: adsorbants intestinaux, anti-émétiques, antispé-

ques intestinaux, ralentisseurs du transit, produits microbiens et solutés de réhydratations orales (2).

Le nombre de GEAm a été comptabilisé par jour et commune de surveillance (lieu de résidence ou de passage des cas). Les taux d'incidence (nombre de cas rapportés à la population résidente) ont été calculés et comparés pour des zones exposées à la pollution et des zones témoins.

L'enquête épidémiologique a été réalisée conjointement par le département santé-environnement de l'InVS-siège et la Cire Lorraine-Alsace.

• Période d'étude

La contamination du réseau était effective du 29 juin 2009 au 5 juillet 2009. Afin d'évaluer le bruit de fond et la vulnérabilité de l'unité de distribution alimentant Soultz, la période d'étude retenue a été la plus grande possible compte-tenu de la disponibilité des données du SNIIR-AM, soit du 1^{er} juillet 2008 au 30 juin 2011, avec un focus sur la période 1^{er} juin-31 juillet 2009.

• Populations exposées et témoins

Les populations exposées étaient les populations des communes suivantes : Soultz, Wuenheim, Rimbach-Zell ainsi que la maison de repos Sainte-Anne à Jungholtz (tableau 1). A noter que la population présente à l'hôpital de Soultz n'a pas été exposée (restriction d'usage) ; ainsi qu'une partie de la commune de Soultz, peu densément peuplée (alimentée par l'eau de Guebwiller). De plus, seule la population de la partie basse de Wuenheim a été exposée et à Jungholtz, seule la maison de repos Sainte Anne a été exposée.

| Tableau 1 | Population exposée— Soultz, 2009 (Insee 2009).

Communes exposées	Population totale commune (N)	Population exposée (N)
Soultz	7 072	7072
Wuenheim	815	Environ 300
Rimbach Zell	220	220
Jungholtz	902	80
Total	9 009	Environ 7 672

Les communes témoins (non exposées) ont été choisies pour remplir les critères suivants : que la population de ces communes ait les mêmes caractéristiques sociodémographiques que les communes exposées et n'ait pas été exposée à la contamination.

Deux zones témoins ont été retenues : la commune de Colmar (65 713 habitants) et les communes situées dans une zone de 15 kms centrée autour de Soultz. Ces 2 zones possédaient une distribution d'eau non vulnérable. Elles n'ont pas été exposées à une contamination hydrique pendant l'épisode de contamination du réseau d'eau de Soultz. La population témoin est présentée dans les tableaux 2 et 3.

¹ Les Ddass ont intégré depuis le 1^{er} avril 2010 (loi hôpital, patient, territoire) les agences régionales de santé (ARS)

| Tableau 2 | Répartition des populations témoins et exposées par catégories socioprofessionnelles, 2009 (Insee 2009).

Niveau socioprofessionnel	Population des 4 communes exposées		Population témoin (Colmar)		Population témoin (zone 15 kms)	
	N	%	N	%	N	%
Agriculteurs exploitants	44	0,6	74	0,1	390	0,4
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	175	2,4	1 247	2,3	2 595	2,7
Cadres	478	6,6	3 892	7,2	5 066	5,2
Professions intermédiaires	1 106	15,4	6 961	12,9	13 203	13,6
Employés	1 230	17,1	10 091	18,7	15 301	15,8
Ouvriers	1 278	17,7	9 917	18,3	19 695	20,3
Retraités	1 794	24,9	12 964	24	24 686	25,5
Autres sans activité professionnelle	1 102	15,3	8 917	16,5	15 982	16,5
TOTAL	7 207	100	54 064	100	96 918	100

| RESULTATS |

Enquête environnementale

• Description de l'adduction d'eau potable

Le dispositif de l'adduction d'eau potable est constitué d'amont en aval de 40 sources captées et 2 prises d'eau de surface situées sur le massif du Grand Ballon et d'un réseau de collecte d'eaux captées.

La station de traitement de l'eau brute réalise les étapes suivantes : filtration, neutralisation et chloration à l'aide d'une chloration gazeuse.

Les sources captées et les prises d'eau de surface sont situées dans un environnement forestier. La géologie du secteur est caractérisée par la présence de granites et de schistes. Ces formations géologiques sont

| Tableau 3 | Répartition des populations témoins et exposées par classes d'âge, 2009 (Insee 2009).

Classe d'âge	Population des 4 communes exposées		Population témoin (Colmar)		Population témoin (15 kms)	
	N	%	N	%	N	%
0-2 ans	315	3,5	2 428	3,7	4 135	3,5
3-14 ans	1 424	15,8	9 124	13,9	18 526	15,5
15-64 ans	5 887	65,3	43 567	66,3	77 343	64,6
64 ans et +	1 383	15,4	10 594	16,1	19 804	16,5
TOTAL	9 009	100	65 713	100	119 808	100,0

constituées de roches peu perméables car elles ne présentent qu'une perméabilité de fissures. Elles peuvent donner lieu à de petits aquifères toujours très localisés et superficiels. La part infiltrée des précipitations constitue les circulations souterraines. Le pouvoir de filtration de ces roches est peu important et les eaux qui y circulent sont vulnérables aux pollutions de surface.

Quelques sources potentielles de pollution (chimique ou bactériologique) existent dans le périmètre de protection rapprochée des captages. Ce sont principalement les installations de la station de ski du Grand Ballon, une route départementale (la route des crêtes), quelques chalets-refuges, des pâtures d'élevage extensif, ainsi que des chemins de randonnées et des chemins forestiers.

Les sources potentielles de pollution bactériologique peuvent être donc liées au ruissellement des eaux de surface en cas d'épisodes pluvieux intenses et à l'éventuelle influence du rejet des eaux usées issues des dispositifs d'assainissement autonome. Mais ceux-ci sont éloignés des captages. L'exploitant est la ville de Soultz.

• Description de l'épisode de pollution et mesures de gestion mises en oeuvre

Le 29 juin, les résultats présentaient une non-conformité bactériologique sur un seul point de prélèvement (point « hôpital ») : une concentration de coliformes de 14/100mL ; une concentration de 3 entérocoques/100 mL et de 14 *E.Coli*/100 mL (tableau 4).

| Tableau 4 | Résultats des paramètres bactériologiques. Analyses Soultz, 2009.

	Date de prélèvements	Bact. aér. revivifiables à 22°-68h /mL	Bact. aér. revivifiables à 36°-44h /mL	Bact. et spores sulfito-rédu./100ml	Bactéries coliformes /100ml-MS	Entérocoques /10 Oml-MS	Escherichia coli /100ml -MF	Chlore libre actif mg/L	Chlore total mg/L
RESERVOIR COMMUNAL	20/04/2009	<1	<1	0	0	0	0	0,15	0,2
HOPITAL SOULTZ	29/06/2009	>300	10	0	14	3	14	<0,05	<0,05
HOPITAL SOULTZ	03/07/2009	>300	171		ILLISIBLE*	>100	ILLISIBLE*	<0,05	<0,05
SERVICES TECHNIQUES SOULTZ	03/07/2009					0	ILLISIBLE*		
RESERVOIR COMMUNAL SOULTZ	03/07/2009					>100	ILLISIBLE*		
RESERVOIR COMMUNAL SOULTZ	06/07/2009				0	0	0	2,8	3,2
SERVICES TECHNIQUES SOULTZ	06/07/2009	<1	<1		0	0	0	2,3	2,3
GENDARMERIE SOULTZ	06/07/2009	<1	<1		0	0	0	4	4
HOPITAL SOULTZ	06/07/2009				0	0	0	4	4
SERVICES TECHNIQUES SOULTZ	07/07/2009				0	0	0	0,25	0,3
RESERVOIR COMMUNAL SOULTZ	07/07/2009				0	0	0	0,4	0,4
HOPITAL SOULTZ	23/07/2009	<1	<1	0	0	0	0	0,08	0,08

Les mesures de gestion ont été :

- La mise en place des mesures correctives, prévues dans le code de la santé publique, par la personne responsable de la production et de la distribution de l'eau (contrôle de la chloration, enquête, renforcement du dispositif de chloration) ;
- La restriction de la consommation d'eau potable sur l'hôpital. L'hypothèse avancée à cette date était un dysfonctionnement lié à un changement de conduite en amont de l'hôpital. L'exploitant indiquait qu'il avait mesuré du chlore résiduel sur l'ensemble du réseau ;
- La réalisation de nouvelles analyses, en différents points de prélèvement.

Les résultats des prélèvements réalisés le 3 juillet sur 3 points du réseau de distribution de la commune (point « Hôpital », point « Réservoir » et point « Services techniques Soultz ») mettaient en évidence une contamination fécale importante : pour 2 des 3 prélèvements, plus de 100 UFC d'entérocoques /100 mL et dans tous les cas des résultats illisibles pour les *E. Coli*(tableau 4).

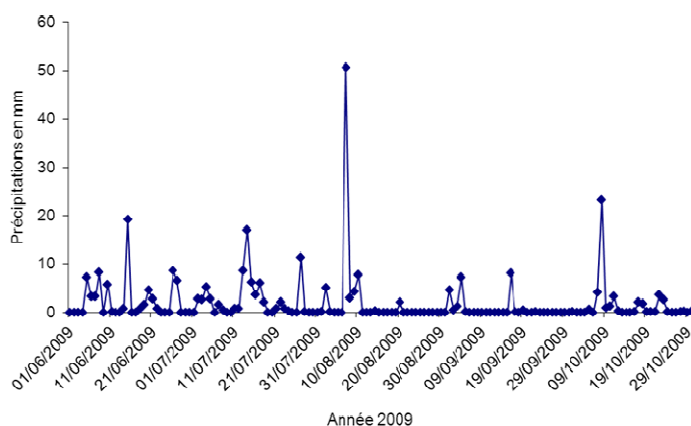
• Données de pluviométrie

Les données de pluviométrie (figure 4), n'indiquent pas de précipitations majeures le 3 juillet 2009 (autours de 5 mm). Cependant, les orages dans cette zone moyennement montagneuse peuvent être très localisés. Compte tenu des orages violents du 3 juillet sur le massif du Grand Ballon, on peut estimer la période de contamination du 29 juin au 5 juillet, avec une contamination importante en germes d'origine fécale du 3 au 5 juillet.

• Origine du dysfonctionnement et mesures de correction

Le 4 juillet, les investigations environnementales ont permis de mettre en évidence une panne, non permanente, au niveau des chloromètres des bouteilles de chlore gazeux. Cette panne a été associée à un défaut de lecture du taux de chlore libre, par l'exploitant. Des mesures de correction ont été prises (chloration) et un nouveau contrat de mainte-

| Figure 4 | Données de pluviométrie 2009. Station de Guebwiller. (source Météo-France).



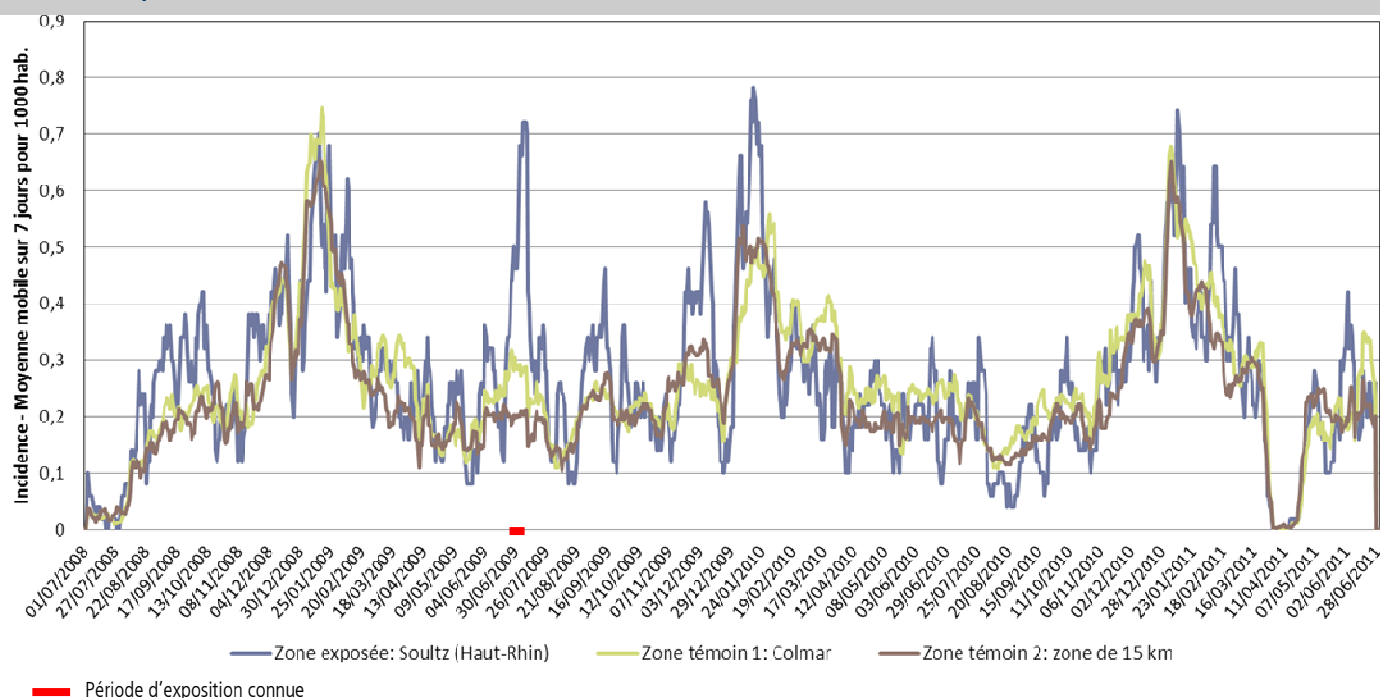
nance a été mis en œuvre. Depuis, la station de désinfection a été changée pour un nouveau système associant les UV à une injection de bioxyde de chlore. Ce traitement est plus performant, dans la mesure où les étapes de désinfection sont doublées : UV en sortie de neutralisation et bioxyde de chlore en entrée de réservoir.

Enquête épidémiologique

Une analyse de la proportion de données manquantes des codes communes de médecins ou pharmaciens du Haut-Rhin a été réalisée. Sur la période d'étude ce taux oscille entre 0 et 6%.

Entre le 1^{er} juillet 2008 et le 30 juin 2011, la moyenne mobile (sur 7 jours) des taux d'incidences journaliers de cas de GEAm varie sur les zones témoin comme sur la zone exposée entre 0,1 cas/1 000 habitants (10 cas/100 000 hab.) et 0,75 cas/1 000 habitants (75 cas/100 000 hab.) (figure 5). A noter qu'il y a eu une absence de transmission de données au niveau national début avril 2011.

| Figure 5| Taux d'Incidence - Moyenne mobile des cas de GEAm sur 7 jours pour 1 000 hab. En zone exposée (Soultz) et témoins (Colmar et zone de 15km), période du 01/07/2008 au 30/06/2011 - Résidents.



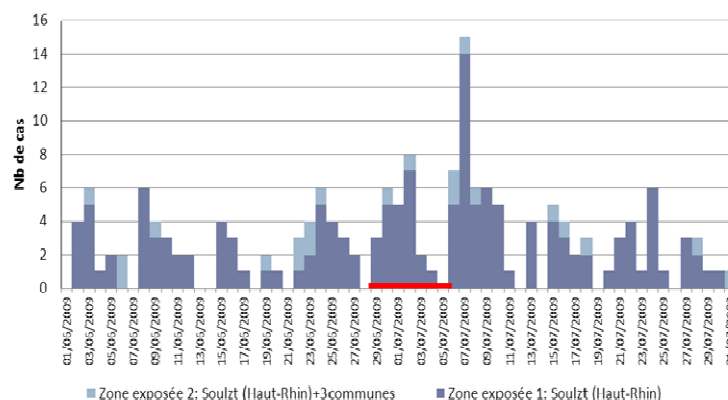
Classiquement ces taux sont plus élevés entre janvier et mars et entre novembre et décembre, ce qui correspond aux épidémies hivernales. Il est observé une bonne concordance des données entre la zone témoin 1 (Colmar) et la zone témoin 2 (zone de 15 kms autour de Soultz).

Concernant la période d'étude du 1^{er} juin au 31 juillet 2009 (figure 6), on remarque que l'incidence de la zone exposée est supérieure d'un facteur 2 à 3 à celle calculée pour la zone témoin entre le 21 juin et le 12 juillet. L'augmentation est initiée avant la période de contamination documentée, puisque le 1^{er} prélèvement du contrôle sanitaire réglementaire non conforme, avait été réalisé le 29 juin (soit 8 jours après le début de l'augmentation). Cet épisode semble se décrire en 2 temps : une 1^{ère} augmentation d'un facteur 2 est constatée entre le 21 juin et le 3 juillet et une seconde augmentation plus forte, d'un facteur 3 se produit entre le 3 et le 11 juillet. A contrario, la moyenne mobile sur la zone non exposée reste stable pendant la période d'étude, à un niveau beaucoup plus faible.

- Nombre de prescription pour GEAm

La figure 7 représente le nombre journalier de prescription estimé pour GEAm sur la commune de Soultz seule, et pour les 4 communes exposées. Il n'y a pas de consultations les dimanches, ni les jours fériés (lundi 1^{er} juin de pentecôte, mardi 14 juillet). Une augmentation est constatée à partir du 19 juin, un pic avec 15 prescriptions est observé mardi 7 juillet suivi d'une décroissance jusqu'au 15 juillet. Ce profil de courbe épidémique évoque une source commune de contamination. Ainsi, entre le 29 juin et le 11 juillet, 59 prescriptions de GEAm ont été enregistrées pour la zone exposée ne comprenant que Soultz et 65 pour la zone exposée comprenant Soultz et les 3 autres communes exposées.

[Figure 7] Nombre de prescription pour GEAm en zones exposées (Soultz seul et Soultz 3 communes exposées), période du 01/05/2009 au 31/07/2009 - Résidents .



Période d'exposition connue

[DISCUSSION]

Interprétation des résultats

La faible proportion de données manquantes n'entache pas la fiabilité des résultats.

En juillet 2009, l'eau d'adduction potable de la commune de Soultz était contaminée par des germes fécaux, entraînant l'exposition d'environ 7 000 personnes pendant au moins 48 à 72 heures à des eaux fortement contaminées. L'analyse des données de remboursements de l'assurance maladie sont en faveur d'une augmentation du taux d'incidence des GEAm médicalisées pendant la période où une contamination microbiologique du réseau d'eau à Soultz a été mise en évidence par le contrôle sanitaire. Aucune augmentation de ce type n'est constatée pour 2 zones témoins sur cette même période.

[Figure 6] Taux d'Incidence - Moyenne mobile des cas de GEAm sur 7 jours pour 1000 hab. Zones exposées (Soultz et Soultz + 3 communes) et témoin (Colmar), période du 01/06/2009 au 31/07/2009 Résidents.



Période d'exposition connue

Cette augmentation est relativement limitée par rapport à d'autres épisodes de contamination d'origine hydrique (4). Néanmoins, 65 prescriptions pour GEAm ont été enregistrées sur l'ensemble de la zone exposée.

Limites

Ces résultats doivent être interprétés avec précaution, ces données ne sont utilisées que dans un but descriptif. Cette méthode présente différentes limites qu'il convient de garder à l'esprit :

- Seules sont estimées les GEAm ayant fait l'objet d'une prescription médicale. Il est probable qu'en cas de pathologies peu graves et résolutives, la proportion de personnes ayant privilégié l'automédication soit élevée. Cette méthode sous-estime donc le nombre réels de cas de GEAm. Une étude transversale récente menée en France a montré que 33% (IC95% [27% - 40%]) des personnes atteintes d'une GEAm consultaient un médecin (5). On peut ainsi estimer à environ 200 cas, le nombre total des cas symptomatiques sur l'ensemble de la zone exposée (Soultz et les 3 communes) durant cette épidémie.
- De plus, les personnes qui ont consulté pour GEAm peuvent avoir consommé l'eau d'une autre commune que celle de leur résidence ou de l'eau embouteillée. Elles peuvent donc être considérées dans cette étude comme « exposée » ou « non exposée » à tort. Lorsque les populations étudiées sont de petites tailles, il peut ainsi y avoir une sous ou une sur-estimation du nombre de cas de GEAm lié à l'épisode de contamination hydrique.
- Enfin, l'existence de doublon ne peut être exclue. En effet, une même personne peut avoir consulté plusieurs fois et donc avoir eu plusieurs prescriptions pour les mêmes symptômes.

Conclusions

Cette étude fournit un faisceau d'arguments forts en faveur d'un impact sanitaire de la pollution hydrique survenue à Soultz en juillet 2009. Ainsi, 65 prescriptions pour GEAm ont été enregistrées sur le secteur exposé, et il est très probable que le nombre total de cas de GEAm soit bien supérieur. Néanmoins, il n'a pas été observé une augmentation très importante du taux d'incidence contrairement à d'autres épidémies d'origine hydriques qui ont été investiguées par cette méthode (4).

Cet épisode rappelle la vulnérabilité des petites unités de distribution d'eau potable. Ces structures sont définies par plusieurs critères, dont :

- La faible taille de la population desservie (moins de 5 000 habitants (6) ou moins de 10 000 habitants (7)), ce qui induit des contrôles moins fréquents (8). C'est le cas ici, car le précédent contrôle réglementaire datait du 20 avril 2009. Il n'est donc pas possible de déterminer le début de la contamination avec précision. Il est possible qu'une faible contamination ait eu lieu avant le 1^{er} prélèvement non-conforme du 29 juin, comme cela pourrait être suggéré par les données du SNIIR-AM du 17 au 22 juin.
- Un système de gestion en régie directe (la commune est le propriétaire et l'exploitant) avec par conséquent des moyens souvent plus limités par rapport aux « grosses » unités de distribution (9). Dans le cas de la commune de Soultz, la vulnérabilité est renforcée par le nombre important de captages de surface et les pressions supplémentaires induites par l'activité touristique. Depuis cet épisode, la commune a investi dans les méthodes de traitement de l'eau, pour supprimer les défaillances.

Recommandations

Pour la gestion

Les petites UDI sont vulnérables. En plus des moyens investis pour permettre une amélioration du traitement de l'eau il convient de rappeler les recommandations des « Plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau » publiés par l'OMS (10).

Notamment le fait d'adapter le programme d'auto-surveillance en fonction du contexte. Dans ce cas particulier, les orages étant l'une des causes de la vulnérabilité, il serait pertinent **que le gestionnaire soit particulièrement attentif au bon fonctionnement du traitement avant les prévisions d'orages, qu'il réalise des contrôles en autosurveillance après de forts épisodes pluvieux, et qu'en cas de doutes, il prévienne rapidement l'ARS.**

Pour l'investigation épidémiologique de ce type d'épisode.

Les données du SNIIR-AM ne sont utilisables qu'à postériori. Elles permettent d'apporter des arguments forts quant à une origine hydrique d'une augmentation d'incidence localisée dans le temps et l'espace de cas de GEAm, et de quantifier les cas de GEAm ayant consultés un médecin.

Elles ne peuvent être exploitées pour une description **dans l'urgence d'un éventuel impact sanitaire d'une pollution hydrique. Pour ce faire, seule une transmission rapide de l'alerte à l'ARS puis à la Cire permettra la mise en œuvre, en parallèle, d'une investigation environnementale avec questionnement de l'exploitant et épidémiologique de terrain, selon les recommandations du guide de l'InVS (1).** Une étude épidémiologique plus poussée peut ensuite être envisagée, pour mieux décrire l'épisode, quantifier un éventuel lien de cause à effet entre la survenue des GEAm et de la pollution hydrique, mais aussi pour quantifier l'impact sanitaire de cet épisode avec tous les cas de GEAm symptomatiques (avec ou non consultation).

Depuis cet épisode, la coordination entre les services de l'ARS (volet environnemental et médical) s'est renforcée, et il apparaît pertinent de continuer ces améliorations en développant une conduite à tenir permettant de quantifier rapidement un éventuel impact sanitaire, à l'instar de ce qui a été mis en place en Lorraine (cf. encart ci après).

Références

- (1) Beaudéau P, Vaillant V, de Valk H, Mouly D. [Guide d'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution](#). Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice. Février 2008. 19 p.
- (2) Bounoure F, Beaudéau P, Mouly D, Skiba M, Lahiani-Skiba M. Syndromic surveillance of acute gastroenteritis based on drug consumption. *Epidemiology and Infection* 2011 139(9):1388-1395.
- (3) Antea. Captage des sources du Grand Ballon à Soultz (68). Etude hydrogéologique et assistance à la déclaration d'utilité publique. Complément de l'étude de vulnérabilité. juillet 2010.
- (4) Galey C., Falq G., Guillet A., Lamat C., Mouly D., Beaudéau P. Surveillance des épidémies de gastroentérites aiguës d'origine hydrique, France. Connexion avec la gestion de terrain. JIE Apten 2012. Présentation orale.
- (5) Van Cauteren D, de Valk H, Vaux S, Le Strat Y, Vaillant V. Burden of acute gastroenteritis and healthcare-seeking behaviour in France: a population-based study. *Epidemiol Infect* 2011 :1-9.
- (6) Godet J.L., Marchand D., Tricard D., Vesque C., Choissard G., Navarro M., Batel Y., Raoul P. Baudry E. Qualité des eaux d'alimentation 1993-1994-1995. Ministère de l'emploi et de la Solidarité, secrétariat d'Etat à la santé, direction générale de la santé.
- (7) OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson. 2^{ème} édition. Volume 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. 2000.
- (8) Beaudéau P, De Valk H, Vaillant V, Mouly D. [Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution](#). Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2007. 108 p.
- (9) Rapport de l'OPECST n° 215 (2002-2003) de M. [Gérard MIQUEL](#), fait au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scient. tech. déposé le 18 mars 2003

Remerciements

Jet de Valk, Pascal Beaudéau et Grégoire Falq de l'InVS

Protocole d'actions pour la détection et l'investigation de Toxi-infection alimentaire collective (Tiac) d'origine hydrique en Lorraine

Certains signaux qui arrivent à l'ARS de Lorraine peuvent être compatibles avec l'hypothèse d'une Tiac d'origine hydrique et nécessitent une coordination entre la Cellule de veille, d'alerte et de gestion sanitaire (CVAGS) et les services santé-environnement des délégations territoriales.

Un protocole d'actions a été élaboré conjointement par la CVAGS, les services santé-environnement et la CIRE Lorraine-Alsace afin de définir les actions à mener pour confirmer l'hypothèse d'une Tiac hydrique, prendre les mesures nécessaires pour protéger la population et éviter toute récurrence.

Ce protocole s'appuie notamment sur les recommandations issues du guide d'investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution rédigé par l'InVS en 2008 (1).

Les signaux à investiguer sont de 2 types :

- **Signaux environnementaux** : non-conformités des résultats du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine conduisant à une restriction d'usage ;

- **Signaux sanitaires** : survenues concomitantes de plusieurs Tiac dans des communautés ou établissement géographiquement proches, cas groupés de gastro-entérites, notamment en établissements sensibles (Etablissement hébergeant des personnes âgées dépendantes-Ehpad-, école) évocateurs de Tiac hydrique.

Dans tous les cas, un échange d'informations en temps réel entre les services santé-environnement et la CVAGS est nécessaire afin d'évaluer la plausibilité d'une Tiac d'origine hydrique.

⇒ Les services santé-environnement évalueront la plausibilité d'une contamination hydrique en lien avec l'exploitant et réaliseront une visite sur site si la suspicion de Tiac se confirme afin de déterminer l'origine de la contamination et éviter toute récurrence.

⇒ Pour évaluer l'impact sanitaire potentiel associé à une contamination hydrique, la CVAGS sera amenée dans certaines conditions à réaliser une enquête auprès des médecins généralistes et établissements sensibles (écoles, Ehpad) situés en zone exposée et en zone témoin.

L'appui de la CIRE Lorraine-Alsace peut être sollicité à tout moment par l'ARS : pour expertiser la plausibilité d'une contamination hydrique ou pour aider à l'évaluation de l'impact sanitaire.

Ce protocole a été mis en application en novembre 2012. Il sera évalué dans les prochains mois et amélioré si besoin.

Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : démarche et principaux résultats des études conduites en Lorraine et Alsace depuis 2008

Claire Janin (Cire Lorraine-Alsace)

Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont amplement démontrés, en particulier pour les particules fines et l'ozone. Plusieurs études internationales s'accordent sur le fait qu'il n'existe *a priori* pas de seuil protecteur en deçà duquel aucun impact sanitaire n'est observé.

Depuis 2008, la CIRE Lorraine-Alsace a été sollicitée pour réaliser des évaluations de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique dans différentes agglomérations : Nancy, Metz et Mulhouse. Pour apporter la rigueur requise à l'étude, la CIRE bénéficie de l'appui scientifique de l'équipe « Air et santé » du Département santé-environnement de l'InVS-siège et mobilise également les expertises de différents partenaires : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, Agences régionales de santé (ARS) et Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL).

De plus, une EIS a également été réalisée dans l'agglomération de Strasbourg par l'InVS-siège dans le dernier projet européen portant sur la pollution atmosphérique urbaine Aphekom, qui a réalisé des EIS dans 25 villes européennes.

Cet article présente les principaux résultats des études conduites dans les agglomérations de Nancy (1), Metz (2), Mulhouse (3) et Strasbourg (4).

| DÉMARCHE D'ÉVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE URBAINE |

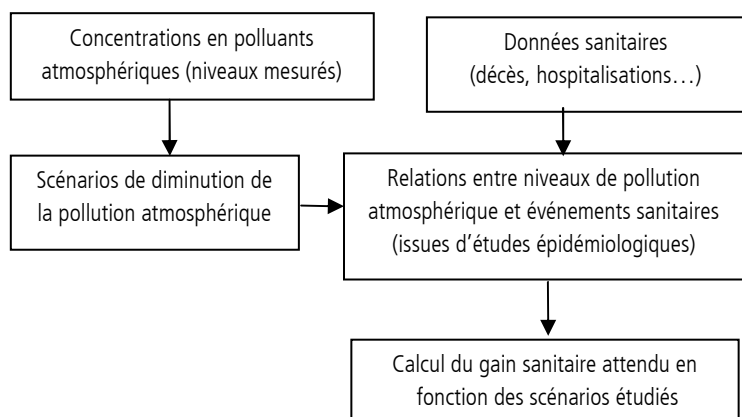
Principe

Une évaluation d'impact sanitaire (EIS) vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Les résultats des EIS permettent d'objectiver par des données chiffrées le fait que toute réduction des concentrations en polluants dans l'air pourrait entraîner des bénéfices de santé (ou gains sanitaires) importants.

Une EIS permet, par exemple, d'estimer au sein d'une population le nombre d'événements sanitaires (décès, hospitalisations...) qui pourraient être retardés ou évités si les niveaux de pollution étaient plus faibles. Elle s'appuie sur les résultats d'études épidémiologiques montrant des liens entre polluants et santé, et sur des données locales de pollution et de santé.

La figure 1 illustre un résumé de la méthode d'une évaluation d'impact sanitaire.

| Figure 1 | Principe de l'évaluation de l'impact sanitaire, adapté du projet européen Aphekom



Méthode

La méthodologie de réalisation d'une EIS de la pollution atmosphérique est développée par l'InVS.

Le respect de différents critères est essentiel pour assurer la faisabilité d'une EIS, notamment :

- La période d'étude retenue ne doit pas comporter d'événements climatiques ou sanitaires exceptionnels (ex : canicule de 2003 ou 2006) ;
- L'exposition de la population à la pollution atmosphérique doit être la plus homogène possible (exclusion de communes exposées à une pollution spécifique de type industrielle ou autoroutière notamment) ;
- La majorité des déplacements courants de la population doit se faire à l'intérieur de la zone d'étude.

Pollution atmosphérique : de quoi parle-t-on ?

La pollution atmosphérique est un mélange complexe de gaz nocifs et de particules.

Dans le cadre d'une EIS, seuls l'ozone et les particules (PM₁₀ et PM_{2,5} : particules de diamètre inférieur à 10 µm et 2,5 µm respectivement) sont pris en compte car pour ces polluants :

- des associations entre concentration et effets sanitaires ont été établies par différentes études épidémiologiques et toxicologiques (causalité admise),
- les concentrations mesurées dans les principales agglomérations françaises demeurent préoccupantes et dépassent les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Pour autant, l'impact estimé représente celui de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble et non pas celui d'un polluant en particulier. En effet, si les polluants peuvent avoir une toxicité propre, ils sont avant tout des indicateurs d'un mélange physico-chimique complexe.

Les effets sanitaires de la pollution atmosphérique

Deux types d'effets sanitaires ont été mis en évidence par différentes études nationales ou internationales :

- Des effets à court terme : manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques aiguës survenant généralement quelques jours après l'exposition à la pollution atmosphérique. Des liens ont notamment été établis entre une exposition à l'ozone et aux particules et des effets principalement respiratoires et cardio-vasculaires (décès ou hospitalisation).
- Des effets à long terme : événement de santé (hospitalisation ou décès) qui s'exprime un jour donné suite à une exposition à la pollution atmosphérique de longue durée (généralement plusieurs années).

Il est désormais établi que l'impact sanitaire à long terme est bien plus important que l'impact à court-terme.

Préambule : La méthodologie de réalisation d'une EIS de la pollution atmosphérique est régulièrement mise à jour en fonction des nouvelles connaissances scientifiques.

Ainsi, les EIS de Nancy et Metz ont été réalisées selon la méthode en vigueur en 2008 (5), celle de Mulhouse selon la mise à jour de 2012 (6) et celle de Strasbourg selon la méthode développée pour le projet Européen Aphekom (4).

Ainsi, les résultats des différentes EIS présentés ici ne peuvent pas strictement être comparés entre eux.

Il est à noter que ces résultats ne donnent qu'un **ordre de grandeur minimal** de la pollution atmosphérique urbaine car ils ne caractérisent que les événements de santé les plus graves (décès, hospitalisations). Ils ne prennent pas en compte des pathologies qui peuvent être liées à la pollution et qui touchent une part plus importante de la population (ex : asthme, allergie, symptômes respiratoires...).

EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE URBAINE DANS LES AGGLOMÉRATIONS DE NANCY ET METZ – 2004-2005

Caractéristiques des zones d'études

Pour l'agglomération de Nancy, la zone d'étude retenue correspondait au périmètre du Plan de protection de l'atmosphère de Nancy. Les 38 communes de cette zone comptaient 332 595 personnes en 2006 dont 15% de personnes âgées de 65 ans et plus (recensement Insee).

Pour l'agglomération de Metz, seules 17 communes des 67 communes participant au Plan de protection de l'atmosphère (PPA) des 3 vallées ont pu être intégrées à l'étude. En effet, l'exposition de la population à la pollution atmosphérique ne pouvait être considérée comme homogène sur l'ensemble du périmètre du PPA du fait de la présence d'industries et d'une autoroute. En 2006, 191 238 personnes étaient

recensées dans ces 17 communes, dont 14% de personnes âgées de 65 ans ou plus.

Indicateurs de pollution

Durant la période 2004-2005, la concentration moyenne annuelle en PM_{10} était plus élevée dans l'agglomération de Nancy ($22 \mu g/m^3$) que dans celle de Metz ($17 \mu g/m^3$). Dans ces 2 agglomérations, l'objectif de qualité d'une concentration moyenne annuelle de $30 \mu g/m^3$ était respecté.

Durant cette même période, l'objectif de qualité pour l'ozone de $120 \mu g/m^3$ a été dépassé 47 jours dans l'agglomération de Metz et 29 jours dans l'agglomération de Nancy.

Principaux résultats

Gain sanitaire à court terme

Pour caractériser le gain sanitaire à court terme, deux scénarios ont été étudiés :

- Scénario « suppression des pics de pollution » : les jours de dépassement, les concentrations moyennes sur 8 heures en ozone ont été abaissées à $100 \mu g/m^3$ et les concentrations moyennes journalières en PM_{10} ont été abaissées à $50 \mu g/m^3$ (valeurs guides recommandées par l'OMS en 2005 (7)). Le gain sanitaire associé à ce scénario serait modéré puisque moins de 5 décès ou hospitalisations seraient évités chaque année dans chacune des 2 agglomérations (tableau 1).
- Scénario « diminution des valeurs journalières » : chaque jour, la concentration moyenne journalière en ozone est diminuée de $10 \mu g/m^3$ pour l'ozone et de $5 \mu g/m^3$ pour les PM_{10} . Le gain sanitaire serait alors plus important : dans l'ensemble des 2 agglomérations, près de 30 décès et 35 hospitalisations pour motif cardio-vasculaire et respiratoire chez les personnes âgées de 65 ans et plus seraient ainsi évités chaque année (tableau 1).

Tableau 1 | Nombre d'événements pouvant être retardés / évités chaque année par une réduction des concentrations aux valeurs préconisées par l'OMS ou par une réduction des niveaux de fond

	Décès retardés toutes causes tous âges		Hospitalisations évitées cardio-vasculaire 65 ans et plus		Hospitalisations évitées respiratoires 65 ans et plus	
	Suppression des pics de pollution	Diminution des valeurs journalières	Suppression des pics de pollution	Diminution des valeurs journalières	Suppression des pics de pollution	Diminution des valeurs journalières
Nancy	4	16	0	17	2	4
Metz	5	11	0	11	2	3
Total	9	27	0	28	4	7

Gain sanitaire à long terme

Dans les 2 agglomérations, si le niveau moyen annuel de particules PM_{10} respectait la valeur guide de $20 \mu g/m^3$ (recommandation OMS), le gain sanitaire s'élèverait chaque année à :

- 100 décès anticipés dans l'agglomération de Nancy ;
- 15 décès anticipés dans l'agglomération de Metz.

Le gain sanitaire serait largement plus important dans l'agglomération de Nancy que dans celle de Metz car :

- la concentration en PM_{10} est plus élevée sur Nancy ;
- la population de la zone d'étude est plus importante dans l'agglomération de Nancy que dans celle de Metz.

A retenir : Bien que la période d'étude retenue puisse paraître ancienne (2004-2005), cette étude donne un ordre de grandeur de l'impact de la pollution atmosphérique qui peut s'extrapoler sur les années les plus récentes, les concentrations annuelles en PM_{10} et ozone étant relativement stables d'une année sur l'autre. Les résultats de ces EIS mettent en évidence que la suppression des seuls pics de pollution sur une année entraînerait un gain sanitaire bien moins intéressant que la réduction des niveaux de fond.

Caractéristiques de la zone d'étude

La présence de ceintures vertes aux quatre points cardinaux de la ville, induisant une certaine discontinuité urbaine, ne permettait pas de faire l'hypothèse d'une exposition homogène de la population résidant dans l'ensemble de l'agglomération mulhousienne. La zone d'étude définitive était donc composée de 15 communes dans lesquelles la pollution était jugée homogène.

La zone d'étude comptait 220 656 habitants en 2008, soit 12 % de la population d'Alsace. La structure d'âge de la population était assez semblable à celle retrouvée au niveau national, les personnes âgées de 65 ans et plus représentant environ 16 % de la population (recensement Insee).

Indicateurs de pollution

Durant la période 2008-2009, la concentration moyenne annuelle en PM_{10} était de $25 \mu g/m^3$, respectant l'objectif de qualité de $30 \mu g/m^3$.

La concentration annuelle moyenne en $PM_{2,5}$, qui a été estimée à $21 \mu g/m^3$, était supérieure à la recommandation de l'OMS de $10 \mu g/m^3$.

En moyenne, durant la période d'étude, la concentration maximale journalière (moyenne sur 8 heures) en ozone était de $70 \mu g/m^3$.

Principaux résultats

• Gain sanitaire à court terme

Respecter les recommandations OMS pour les PM_{10} ($20 \mu g/m^3$ en moyenne annuelle) conduirait chaque année pour l'agglomération de Mulhouse à un gain sanitaire de :

- 5 décès anticipés ;
- 15 hospitalisations pour motif respiratoire ;
- 10 hospitalisations pour motif cardiovasculaire.

Pour l'ozone, 2 scénarios ont été étudiés : abaissements des niveaux d'ozone à la valeur guide OMS de $100 \mu g/m^3$ les jours de dépassement (pics de pollution) ou diminution de $5 \mu g/m^3$ de la moyenne annuelle (pollution de fond). Le gain sanitaire associé à chacun de ces deux scénarios serait inférieur à 5 décès et hospitalisations par an.

• Gain sanitaire à long terme

Si les niveaux annuels de $PM_{2,5}$ étaient ramenés à $10 \mu g/m^3$, le gain d'espérance de vie à l'âge de 30 ans serait de 9,6 mois, soit près de 100 décès retardés chaque année (dont 57 pour causes cardiovasculaires). Ceci représente chaque année 200 millions d'euros en dépenses de santé et coûts associés.

A retenir : l'impact sanitaire à long terme est bien plus important que l'impact sanitaire à court-terme. Le bénéfice de santé publique serait majeur en diminuant les concentrations moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ à la valeur guide recommandée par l'OMS.

Caractéristiques de la zone d'étude

La zone d'étude a inclut 20 communes autour de Strasbourg, s'étendant sur une surface de $222 km^2$. En 2006, cette zone comptait 440 264 habitants, dont 14% de personnes âgées de 65 ans et plus (recensement Insee).

Indicateurs de pollution

Durant la période 2004-2006, la concentration moyenne annuelle en PM_{10} était de $25 \mu g/m^3$, respectant l'objectif de qualité de $30 \mu g/m^3$.

La concentration annuelle moyenne en $PM_{2,5}$, qui a été estimée à $17 \mu g/m^3$, était supérieure à la recommandation de l'OMS de $10 \mu g/m^3$.

En moyenne, durant la période d'étude, la concentration maximale journalière (moyenne sur 8 heures) en ozone était de $62 \mu g/m^3$.

Principaux résultats

• Gain sanitaire à court terme

Respecter les recommandations OMS pour les PM_{10} ($20 \mu g/m^3$ en moyenne annuelle) conduirait chaque année pour l'agglomération de Strasbourg à un gain sanitaire de :

- 10 décès anticipés ;
- 10 hospitalisations pour motif cardiovasculaire ;
- 20 hospitalisations pour motif respiratoire.

Pour l'ozone, 2 scénarios ont été étudiés : abaissement des niveaux d'ozone à la valeur guide OMS de $100 \mu g/m^3$ les jours de dépassement (pics de pollution) ou diminution de $5 \mu g/m^3$ de la moyenne annuelle (pollution de fond). Le gain sanitaire associé à chacun de ces 2 scénarios serait faible (inférieur à 5 décès et hospitalisations par an).

• Gain sanitaire à long terme

Si les niveaux annuels de $PM_{2,5}$ étaient ramenés à $10 \mu g/m^3$, le gain d'espérance de vie à l'âge de 30 ans serait de 5,7 mois, soit près de 110 décès retardés chaque année (dont 65 pour causes cardiovasculaires). Ceci représente chaque année 260 millions d'euros en dépenses de santé et coûts associés.

Ce qu'il faut retenir de ces 4 EIS

- L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est faible à l'échelle de l'individu, mais l'ensemble de la population générale étant exposée, l'impact sanitaire collectif est important ; En particulier, l'impact à long terme des $PM_{2,5}$ sur la mortalité s'avère préoccupant.
- Cet impact sanitaire survient alors même que les concentrations en particules et ozone respectent les objectifs de qualité fixés par décret ;
- Toute diminution de la pollution atmosphérique entraînera des gains sanitaires et économiques associés ;
- Un gain sanitaire conséquent ne pourra être obtenu qu'à condition de parvenir à une **amélioration durable de la qualité de l'air tout au long de l'année** et non pas uniquement lors des épisodes de pics de pollution.

Remerciements : La CIRE Lorraine-Alsace remercie l'équipe « Air et Santé » du Département santé-environnement de l'InVS-siège, les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air : Air Lorraine et ASPA, les Agences régionales de santé et les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Alsace et de Lorraine, Météo-France et l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) pour leur contribution à ces études.

En savoir plus :

www.aphekom.org, www.invs.sante.fr et www.who.int/fr/

Références

- (1) Janin C, Raguet S. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération de Nancy, 2011 - Impact à court et long terme. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 32 p.
- (2) Raguet S. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, Metz. Plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées, 2011. Impact à court et long terme. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire; 2011. 31 p.
- (3) Palanchon C, Pascal M, Corso M, Meffre C, Janin C. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Mulhouse, septembre 2012. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 6 p.
- (4) Declercq C, Pascal M, Chanel O, Corso M, Ung A et al. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire ; 2012. 33 p.
- (5) Blanchard M. *et al.* Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine-concepts et méthodes – Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, mars 2008, 36 p.
- (6) Ung A, Pascal M, Chanel O, Corso M, Blanchard M, Pascal L et al. Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Guide méthodologique. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2012.
- (7) WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – global update 2005 – summary of risk assessment 2005.

Publications de la CIRE Lorraine-Alsace relatives aux études en santé environnementale

- (1) Raguet S, Viller F, Goetz C, Meffre C. Analyse d'un agrégat de cas de leucémies à Amnéville (Moselle) de 2008 à 2010. Rapport d'investigation, décembre 2011. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 65 p.
- (2) Vacquier B, Gorla S, Roudier C, Stempfelet M, Karusisi N, Empeur-Bissonnet P, Viller F, Meffre C. Etude de mortalité et d'incidence des cancers autour du site de stockage de déchets radioactifs de faible et de moyenne activité de l'Aube. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, octobre 2010.
- (3) Raguet S, Clinard F, Mouly D, Boyer S, Sauleau EA, Buemi A. Incidence des cancers dans la population exposée à la pollution de la nappe phréatique au Nord-Ouest de Mulhouse de 1988 à 2002. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, mai 2010, 19 p.

Tous ces rapports sont disponibles à partir de l'URL :

<http://www.invs.sante.fr>

Photo de couverture d'après bob august, Pollution?, 2012, via Flickr, CC-BY-NC-SA-2.0

| Retrouvez ce numéro sur: www.invs.sante.fr ou www.ars.alsace.sante.fr ou www.ars.lorraine.sante.fr |

Directeur de la publication: Dr Françoise Weber, directrice générale de l'InVS — **Rédactrice en chef:** Christine Meffre, responsable scientifique de la CIRE Lorraine-Alsace

Comité de rédaction: Virginie Bier, Benoit Bonfils, Oriane Broustal, Claire Janin, Christine Meffre, Lucie Schapman, Sophie Raguet, Frédérique Viller

Diffusion: ARS Lorraine—Immeuble « Les Thiers » - 4 rue Piroux—54036 Nancy Cedex—Tél.: 03.83.39.29.43- Fax: 03.83.39.28.95

ARS Alsace— 14 rue du Maréchal Juin - Cité Administrative Gaujot—67084 Strasbourg Cedex

Mail: ars-lorraine-alsace-cire@ars.sante.fr

<http://www.invs.sante.fr>

La publication d'un article dans le BVS n'empêche pas sa publication par ailleurs. Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leur(s) auteur(s) et peuvent être reproduits sans copyright avec citation exacte de la source.