

22 juin 2009 / n° 27-28

Numéro thématique - Surveillance en santé environnementale : mieux comprendre

Special issue - better understanding of environmental surveillance

p.281 **Éditorial - Surveillance en santé environnementale, discipline méconnue et indispensable**
Environmental health surveillance, a little-known but essential topic

p.282 **Sommaire détaillé**

Coordination scientifique du numéro / *Scientific coordination of the issue*: Sandra Sinno-Tellier et Daniel Eilstein, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France ; pour le comité de rédaction : Hélène Therre, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France et Eric Jouglu, Inserm - CepiDC, Le Vézinet, France

Éditorial

Surveillance en santé environnementale, discipline méconnue et indispensable *Environmental health surveillance, a little-known but essential topic*

Georges Salines, Responsable du Département santé environnement, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Contrairement à d'autres surveillances de santé publique, la surveillance en santé environnementale n'a pas pour but de surveiller l'occurrence de maladies d'un certain type (maladies chroniques, maladies infectieuses) ou survenant dans une catégorie particulière de la population (travailleurs, populations défavorisées). Son domaine est complexe : il est en effet défini par une relation et cette relation concerne deux territoires vastes, protéiformes et admettant des définitions variables : « l'environnement », « la santé ».

Dans un certain nombre de cas, cette relation est bien établie (radiations ionisantes et cancer de la thyroïde, rayonnement solaire et cancers de la peau, plomb et effets neurotoxiques...). Il est cependant exceptionnel qu'un facteur environnemental soit, comme dans le modèle infectieux, la seule cause d'une maladie particulière : l'exception toujours citée est le mésothéliome dû à l'exposition aux fibres d'amiante, plus souvent rencontrée en milieu de travail que dans l'environnement général. Il est même rare qu'un facteur environnemental soit une cause largement dominante comme dans le modèle tabac-cancer du poumon. La situation la plus fréquemment rencontrée est celle de maladies chroniques causées par une multiplicité de facteurs de risque peu spécifiques, chacun de ces facteurs contribuant pour une part modeste (et qui le plus souvent n'a pas pu être déterminée de manière certaine) à l'incidence. Si on ajoute à cela la difficulté à connaître de manière précise les expositions environnementales tout au long de la vie des personnes, on comprend que le domaine de la santé environnementale soit dominé par l'incertitude. C'est ce qui explique que les chiffres avancés sur la part des cancers dus à l'environnement vont de moins de 1 % à plus de 70 %, selon que l'on considère ce qui est connu de manière certaine ou que l'on attribue à l'environnement tout ou partie de la part de l'inconnu (environ 35 % de l'incidence des cancers est expliquée par des causes connues).

Dans les cas de relations de cause à effet établies, on pourra le plus souvent choisir de ne surveiller qu'un indicateur qui pourra être soit une maladie, soit un facteur environnemental. S'il s'agit d'une maladie, du fait de l'absence de spécificité de la relation avec l'environnement, la mise en œuvre de la surveillance ne relèvera le plus souvent pas de la santé environnementale proprement dite : ainsi, la surveillance des cancers est nécessaire à la surveillance en santé environnement, mais elle poursuit aussi d'autres objectifs. La principale exception est la surveillance des intoxications aiguës, qui se rapproche du modèle des maladies infectieuses (un agent - un syndrome).

S'il s'agit d'un facteur environnemental, la surveillance va se nourrir des mesures effectuées dans l'environnement. Le « métier » de la surveillance en santé environnement va être de traduire ces mesures en niveaux d'exposition interprétables au plan sanitaire avec, si possible, définition de seuils d'alerte et d'intervention. Une autre manière de procéder qui se développe aujourd'hui rapidement est la mesure des polluants ou de leurs métabolites dans le sang, l'urine ou les tissus, que l'on appelle biosurveillance et qui fait l'objet d'un article dans ce numéro.

Enfin, dans quelques cas, on sait que la relation entre les facteurs mesurables dans l'environnement et leurs effets sanitaires est susceptible de varier dans le temps et dans l'espace. Ceci se produit lorsque les mesures environnementales disponibles ne concernent que des « traceurs » d'un mélange complexe de polluants de composition variable. Dans ces cas, la surveillance va devoir rassembler à la fois des indicateurs environnementaux et des indicateurs sanitaires, et elle portera sur la relation entre ces indicateurs. Un bon exemple concernant la pollution atmosphérique en est donné dans ce numéro.

Mais les demandes qui s'expriment vis-à-vis de la surveillance en santé environnementale vont bien au-delà de ces relations établies, pour déborder largement sur l'inconnu : les pouvoirs publics, les citoyens, les médias, souhaitent que l'on surveille « tout ce qui pourrait arriver ». Or, si on surveille bien ce que l'on connaît, le défrichage de l'inconnu relève plutôt de la recherche. Cependant, en santé environnementale, la frontière entre surveillance et recherche est particulièrement perméable : on peut surveiller des expositions en l'absence de certitudes ou même de connaissance sur les effets sanitaires. L'augmentation de la prévalence d'une exposition, surtout si elle est constatée au plus intime de l'individu par des mesures de biomarqueurs dans les tissus, est en elle-même un signal d'alerte et une invitation à la recherche sur les effets. Certaines méthodes développées pour la surveillance en santé environnementale, comme l'utilisation de séries temporelles, sont également utilisées pour établir des relations de cause à effet, objectif traditionnellement considéré comme appartenant à la recherche. Enfin, la surveillance des maladies est un élément essentiel de la veille sur les nouvelles menaces émergentes.

« *Le métier de surveiller rend stupide et ignorant, cela est sans exception* » a écrit Alain (Propos sur l'éducation, 1932). On peut, pour une fois, à ces mots polémiques¹ d'un philosophe souvent mieux inspiré, préférer la sagesse d'un proverbe : « *La casserole qu'on surveille ne déborde jamais* ». Le métier de ceux qui surveillent est absolument indispensable à la protection de notre santé.

¹ La critique s'appliquait aux inspecteurs de ce qui ne s'appelait pas encore Éducation nationale.

Sommaire détaillé

SURVEILLANCE EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE : MIEUX COMPRENDRE

BETTER UNDERSTANDING OF ENVIRONMENTAL SURVEILLANCE

p.283 **Les concepts de surveillance en santé environnementale**

Concepts of environmental public health surveillance

p.287 **Encadré - La veille scientifique en santé environnementale : essentielle pour la veille sanitaire mais exigeante**

Box - Scientific monitoring in environmental health : essential, but demanding, for health surveillance

p.287 **Données de santé pour la surveillance en santé environnement : besoins et perspectives**

Health data for environmental health surveillance: needs and prospects

p.291 **Santé environnementale : surveiller pour alerter**

Environmental health : monitoring to alert

p.295 **Santé environnementale : surveiller pour connaître et prévoir**

Environmental health: knowing and forecasting through monitoring

p.299 **La surveillance et l'observation en santé environnementale en Île-de-France : complémentarité de la Cire et de l'ORS**

Surveillance and observation in environmental health in the Paris Region: the complementary skills of the Regional Epidemiology Unit and the Regional Health Observatory

p.301 **Les acteurs locaux de la surveillance en santé environnementale. Rôle des Cire dans la réflexion sur la surveillance sanitaire autour de sites particuliers : exemple de la Cire Rhône-Alpes**

Local actors of environmental health surveillance. The CIRE's role in the reflection on health surveillance around specific sites: the example of the Rhône-Alpes CIRE

p.303 **Dix ans de surveillance des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique urbaine dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas)**

Ten years of monitoring health risks associated with urban air pollution in the context of the Air and Health Surveillance Program (PSAS)

p.306 **La biosurveillance en santé environnementale**

Biosurveillance in environmental health

p.309 **Les programmes de surveillance en santé environnementale en France : apports des travaux européens et internationaux**

Contributions by European and international projects to environmental health surveillance programmes in France

Les concepts de surveillance en santé environnementale

Daniel Eilstein (d.eilstein@invs.sante.fr), Joëlle Le Moal, Tek-Ang Lim

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

La surveillance en santé environnementale (SE) peut être comprise comme étant la « surveillance en santé publique de la santé liée à l'environnement ». Ceci permet de lui donner une définition déduite de celle de la santé publique avec tous les attributs de cette dernière : la collecte des données sanitaires, par exemple, mais aussi celle des données environnementales. Ce qui suppose que soit défini ce que recouvre le terme environnement, ainsi que ses composantes (milieu, vecteur, agent). La démarche de surveillance passe par plusieurs étapes : de la conception (choix des indicateurs pertinents et des données nécessaires) à la diffusion des résultats, en passant par la collecte des données, leur analyse et leur interprétation. Aujourd'hui, en France, la surveillance en SE est axée sur des risques sanitaires liés à des milieux ou des agents, sur des maladies potentiellement liées à l'environnement et des populations dites sensibles à certaines conditions environnementales. Elle utilise des systèmes (de surveillance), des déclarations et des bases de données existantes mais elle peut s'adjoindre des études ou des enquêtes longitudinales ou transversales. La surveillance en SE doit aussi, comme la surveillance généraliste, intégrer des indicateurs d'interventions et s'appliquer aux relations entre ces derniers et les autres indicateurs (sanitaires, environnementaux et populationnels). Elle doit aussi mettre à contribution des outils économiques (coût-efficacité, DALYs, etc.) s'inscrivant dans une démarche d'aide à la décision. Enfin, la SE pourrait bénéficier de la mise en place de systèmes de surveillance intégrés.

Concepts of environmental public health surveillance

Environmental Health (EH) surveillance can be understood as the "Public health surveillance of health risks of environmental stressors", which enables us to infer a definition based on all public health surveillance characteristics: as for example health and/or environmental data collection. Provided the definition of environment and its elements (media, vector and agent) has been well defined. The process of surveillance follows involves steps: from the design (choice of relevant indicators and required data) to the dissemination of results with the collection, analysis and interpretation of data in between. Today in France, EH surveillance focuses on health risks related to media or agents, diseases potentially related to environmental stressors, and vulnerable populations. The surveillance is based on systems, notifications and existing data bases, which can be completed with longitudinal or cross-sectional studies. In order to provide a consistent framework, EH surveillance must just as public health surveillance integrate action indicators and analyze the interplays between these actions and other indicators (health, environment, population indicators). As such, surveillance must also include economic tools (cost-effectiveness, DALYs, etc.) to facilitate the decision making process in EH. Last, there is a growing interest in developing integrated surveillance systems which could greatly enhance EH surveillance.

Mots clés / Key words

Surveillance, santé environnement, méthodologie / Surveillance, environmental health, methodology

Introduction

Hippocrate aurait eu l'idée d'utiliser l'observation, l'enregistrement et l'analyse des événements de santé dans un but de prise en charge sanitaire [1]. Mais, pour construire un véritable dispositif de surveillance à visée d'action, il lui aurait manqué un système de soins organisé, une classification raisonnée et partagée des symptômes et maladies et des méthodes élaborées de mesure et de comptage des faits sanitaires [1]. Qu'est-ce que la surveillance en santé environnementale ? Ou, plus précisément, si l'on décompose, que signifie « surveillance » et que signifie « santé environnementale » ? L'histoire a donné à la surveillance différentes appellations : surveillance sanitaire (*Health Surveillance ou Surveillance in Health*), surveillance des maladies (*Surveillance of Diseases*), surveillance en santé publique (*Public Health Surveillance*), surveillance épidémiologique (*Epidemiologic Surveillance*). Nous utiliserons, ici, le terme de « surveillance en santé publique ». Quant à la santé environnementale (SE), nous la traduirons par « santé liée à l'environnement ».

Ainsi, nous considérerons dans ce qui suit la « surveillance en SE » comme étant la « surveillance en santé publique de la santé liée à l'environnement » ou, de façon plus lapidaire,

« surveillance en santé publique environnementale » terme qui correspond à ce que les anglosaxons nomment de plus en plus souvent « *Environmental Public Health Surveillance* ». Les termes à définir deviennent alors « surveillance en santé publique » (SP) et « environnement ».

L'intention de ce premier article du BEH thématique consacré à la surveillance en SE est de définir l'objet particulier de cette branche de la surveillance en santé publique (plus que l'environnement et/ou la santé, l'objet de la surveillance en SE est la relation entre ces deux entités), de préparer le lecteur à la diversité des aspects que revêtent les programmes décrits dans les exemples qui vont suivre et, enfin, de montrer les écueils rencontrés à vouloir déterminer le périmètre de la surveillance en SE. Ces questions ne sont pas nouvelles mais nécessitent, aujourd'hui, d'autant plus de réponses précises structurelles et opérationnelles que les craintes liées à l'environnement se font fréquentes et que les demandes de surveillance(s), logiquement exprimées par la population et les décideurs, sont prégnantes.

Qu'est-ce que la surveillance en santé environnementale ?

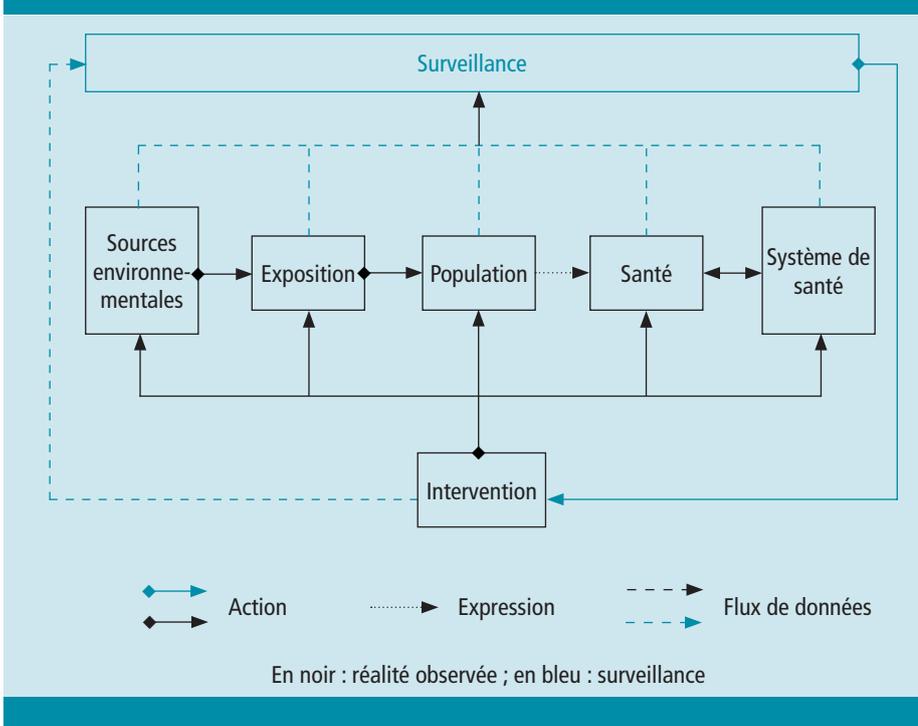
Surveillance en santé publique

A. Langmuir a donné, en 1963, la première définition structurée de la surveillance (« *Disease Surveillance* ») [2]. Excluant la gestion du champ de la surveillance, il insistait sur la différence entre cette dernière et la surveillance de la santé de l'individu [2-4]. Ces concepts ont été appliqués aux maladies infectieuses puis à d'autres pathologies (leucémie, saturnisme infantile, problèmes de nutrition, maladies liées à l'environnement, au travail...).

Dans les années 1980, les *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, USA) ont défini la surveillance de SP comme étant « un processus continu et systématique de collecte, d'analyse et d'interprétation de données pertinentes, diffusées en temps opportun à ceux qui en ont besoin, en vue d'une action de SP ». La notion de données englobe les pathologies, mais aussi les déterminants de santé et les facteurs de risque. Les CDC précisent également l'utilisation des informations issues de la surveillance [5-8].

En 1998, partant du principe que la surveillance épidémiologique devait détecter précocement les

Figure 1 Surveillance de santé publique / Figure 1 Public health surveillance



événements sanitaires et servir de base à la mise en place de stratégies d'intervention et d'évaluation des actions, Bernard Choi a proposé un cadre conceptuel plus large mais plus précis [9]. Basée sur des données issues de la population plutôt

que d'études sur des échantillons dont l'objectif est la vérification d'hypothèses, la surveillance doit mesurer les tendances des indicateurs de santé, de facteurs de risque et d'interventions afin de détecter les nouveaux risques pour la

santé, de mettre en place et d'évaluer des programmes de contrôle et de prévention.

Aujourd'hui, la surveillance en SP a un champ plus large (figure 1) :

- les effets sanitaires dont les indicateurs (incidence, mortalité, survie, qualité de vie, etc.) sont fournis par les structures classiques : données d'activité des urgences, PMSI, bases de données de SOS médecins, registres des cancers, déclaration obligatoire... ;

- les expositions aux facteurs agissant sur la santé, les sources des expositions : automobiles, centrales nucléaires... ;

- les caractéristiques des populations : âge, sexe, facteurs génétiques, socio-économiques, comportementaux... ;

- les ressources : hôpitaux, traitements, corps de santé... ;

- les interventions et actions : dépistages, enquêtes, prévention... ;

- les relations entre ces éléments, caractérisées par leur temporalité (court ou long terme), leur spatialité, leur nature causale et traduites par des mesures d'association (risque relatif...).

Notons, cependant, que la surveillance ne recouvre pas l'action même si elle... la surveillance [10,11] : elle aide, en effet, à analyser les options de gestion, à les planifier et contribue à en évaluer l'impact.

La surveillance se distingue d'un ensemble d'autres notions (encadré).

Encadré : Autres notions

Box: other concepts

Les notions qui sont rapidement définies ici sont issues d'un ensemble de sources bibliographiques (littérature grise, entre autres) qu'il est trop long de citer ici. Les auteurs de cet article prennent donc la responsabilité de ces définitions.

Observation (de la santé)

Recueil d'informations utiles à la gestion du système de santé sans nécessité d'action immédiate, comme, par exemple, la mortalité par tumeurs en 1995-1997 ou la proportion de fumeurs dans une classe d'âge donnée. Les statistiques de santé (donc l'observation) peuvent être la base d'un système de surveillance dès lors qu'elles sont suivies de manière systématique et continue dans une perspective de préparation, prévention ou d'alerte.

Vigilance

Un système de vigilance (pharmacovigilance, hémovigilance, biovigilance, matériovigilance, toxicovigilance, radiovigilance, etc.) est une surveillance épidémiologique dont les deux spécificités sont :

- de s'intéresser aux conséquences sur la santé de l'usage des produits, substances, matériaux, services ;
- d'inclure obligatoirement parmi ses objectifs l'identification d'effets non prévus, voire inconnus.

Veille (sanitaire)

Activité qui vise à assurer l'alerte précoce sur toute menace pour la santé. Elle vise à :

- repérer des phénomènes sanitaires ou des facteurs de risque connus (modification de tendance dans le temps et dans l'espace) ;
- identifier des phénomènes encore inconnus en termes d'effets ou de déterminants ;
- signaler, enfin, ces phénomènes s'ils représentent un danger pour la santé publique (ceci implique que les signaux soient analysés dans une perspective d'alerte et de gestion).

Elle se construit sur un triptyque :

- Surveillance
- Alerte
- Veille scientifique et/ou médiatique

Suivi

Surveillance médicale de sujets exposés en vue de détecter précocement la survenue d'effets inconnus ou connus (lorsqu'il s'agit de population entière, le suivi s'apparente à une vigilance).

Dépistage

Processus organisé de détection précoce et la plus exhaustive possible d'une pathologie ou d'une exposition données dans une population ¹.

¹ L'Organisation mondiale de la santé a donné une définition du dépistage : il « consiste à identifier présomptivement, à l'aide de tests, d'examens ou d'autres techniques susceptibles d'une application rapide, les sujets atteints d'une maladie ou d'une anomalie passée jusque-là inaperçue. Les tests de dépistage doivent permettre de faire le partage entre les personnes apparemment en bonne santé, mais qui sont probablement atteintes d'une maladie donnée, et celles qui en sont probablement exemptes. Ils n'ont pas pour objet de poser un diagnostic. Les personnes pour lesquelles les résultats sont positifs ou douteux doivent être adressées à leur médecin pour diagnostic et, si besoin est, traitement ».

Environnement

Il est constitué de :

- **milieux**, espaces (virtuels ou non) dans lesquels se trouvent les vecteurs, les agents et les populations ; ils peuvent être des lieux ou des situa-

tions dans lesquelles le sujet évolue : habitat, travail, extérieur, vacances... ;

- **vecteurs**, entités véhiculant et transmettant des agents polluants par contact avec les sujets de la population (air, eau, aliments, sol...) ;

- **agents**, responsables directs des effets observés : agents biologiques potentiellement pathogènes (virus, bactéries, parasites, micro-organismes), leurs vecteurs et leurs réservoirs ; agents physiques et chimiques présents dans

l'environnement indépendamment des activités humaines et qui peuvent nuire à la santé en raison de leur présence (arsenic, substances vénéneuses, radionucléides d'origine naturelle, UV, toxines végétales, fibres minérales naturelles...) ou de leur absence (vitamines, iode, sélénium et antioxydants, lactobacilles...); agents physiques et chimiques potentiellement nocifs ajoutés à l'environnement par les activités humaines (rayonnements ionisants, bruit, arsenic, pollution atmosphérique d'origine industrielle ou automobile, sous-produits de chloration de l'eau...). Notons que les frontières de ces différentes classes d'agents ne sont pas imperméables et que l'on peut trouver un même agent dans deux catégories.

Le contexte social, avec son évolution, sa réalité mais aussi sa perception par les acteurs du champ (population, décideurs, professionnels de santé, associations...) et ses représentations multiples est aussi une des dimensions de l'environnement. Milieu, vecteur, agent ? Il est peut être difficile actuellement de classer cette notion rattachée à l'environnement relativement tardivement.

Si tout le monde est à peu près d'accord sur cette *topologie*, ce que représente l'environnement fait encore débat. Est-ce l'ensemble des pollutions d'origine anthropique ? Est-ce ce qui est dangereux pour l'homme ? Est-ce ce qui est extérieur à l'homme ? En fait, aujourd'hui, on tend de plus en plus vers une acception large de l'environnement. Ce dernier se confond avec « ce qui expose » (les facteurs exogènes) par opposition à ce qui fait partie de l'état interne de l'individu au moment de l'exposition (les facteurs endogènes : ce qui est génétique et héritable, le statut hormonal, l'état immunitaire...). Dans cette perspective, l'environnement n'est pas nécessairement nocif et n'est pas seulement anthropique (pollution). Il peut être naturel (rayonnement solaire, radon). L'exposition n'est pas non plus obligatoirement subie, elle peut être choisie (tabagisme, alcoolisme). Enfin, il importe de préciser que les interactions entre l'environnement et l'état interne de l'individu sont un processus évolutif et dynamique tout au long de la vie, ce dont doit tenir compte la surveillance (susceptibilité aux périodes critiques du développement, notamment).

Surveillance en santé environnementale

Définition

Il s'agit d'un processus systématique s'inscrivant dans le temps :

- de collecte des données pertinentes relatives aux expositions environnementales² (dont les effets sanitaires sont suspectés ou reconnus) et/ou aux manifestations pathologiques (reconnues ou suspectées) d'origine environnementale et/ou aux caractéristiques des populations à risque et/ou aux interventions (cette collecte pouvant être soutenue si besoin par des enquêtes ou études ponctuelles) ;

- de fabrication d'indicateurs à partir de ces données ;
- puis à partir des relations entre ces indicateurs, dans le cas où ces relations existent et sont établies, d'analyse et d'interprétation de ces indicateurs, de diffusion des résultats des analyses et de leur interprétation en temps opportun à ceux qui en ont besoin.

Sa finalité est, comme pour tout système de surveillance :

- l'information ;
- la détection ou l'anticipation de risques ;
- ou une action de contrôle ou de prévention des expositions ou des maladies ;
- ou l'évaluation de ces actions.

Démarche

La collecte puis l'analyse des données, l'interprétation de l'analyse, la diffusion de l'interprétation sont les étapes classiques de la surveillance [5-9,12]. Elles sont déduites logiquement de la phase préliminaire de définition des objectifs de santé publique poursuivis et peuvent être précisées comme suit³ :

- la première étape (conception) définit des indicateurs (populationnels, sanitaires, environnementaux, d'intervention, d'association) et identifie les données brutes nécessaires à leur construction ;
- la deuxième étape réalise la collecte des données brutes pertinentes ;
- la troisième étape attribue une valeur aux différents indicateurs (concentration, mesure physique, effectif de la population, valeur du taux d'incidence...) et aboutit au tableau de données à analyser ;
- la quatrième étape, celle de l'analyse des indicateurs, se décline en analyse descriptive (estimateurs moyens, variabilité), analyse de tendance spatiotemporelle des indicateurs, projection éventuelle dans le temps et l'espace, estimation des risques et de leurs variations⁴ ;
- la cinquième étape, interprétation des résultats de l'analyse, les traduit en termes de SP (évaluation d'impact sanitaire, scénarios...) ;
- la sixième étape est la diffusion des résultats et de leur interprétation à la population, aux décideurs, aux professionnels de santé.

Données

Les données sont :

- sanitaires : certificats de décès, registres de pathologies, maladies à déclaration obligatoire, professionnelles, de longue durée... ;
- environnementales : air, déchets, occupation du territoire, rayonnements ionisants, alimentation...⁵ ;
- biologiques : biomarqueurs d'exposition, de susceptibilité, d'effet ;
- socio-économiques : catégories socioprofessionnelles (CSP), chômage, revenus, éducation, etc. ;
- d'activité : Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI), Assurance maladie... ;
- populationnelles : Institut national de la statistique et des études économiques (Insee)... ;

- d'intervention : dépistages...

Elles sont enregistrées en routine. Cependant, l'information apportée est parfois complétée par d'autres moyens de recueil :

- les enquêtes transversales répétées dans le temps, associées ou non à des prélèvements biologiques ;
- des études locales autour de sites à haut risque ou d'installations polluantes ;
- les études de cohorte (cohortes professionnelles telles Gazel).

Les deux derniers types d'études peuvent exceptionnellement être des compléments à l'activité de surveillance mais ne peuvent en aucun cas s'y substituer.

Analyse des données

Les outils statistiques répondent aux exigences de la surveillance (rapidité, adaptabilité...). Outre l'analyse descriptive, les méthodes sont de type écologique temporel et basées sur les analyses de séries chronologiques, les modèles prédictifs (modèle âge-période-cohorte) ou écologique spatial (système d'information géographique ou SIG)⁶. Dans ces études, les données d'exposition (et, souvent, les données sanitaires) sont prises en compte de façon collective.

Organisation

L'Institut de veille sanitaire (InVS) -Département santé-environnement et Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire)- exerce une surveillance en santé environnementale qui ne serait pas possible sans connexion forte avec un ensemble de partenaires nationaux et locaux : agences et instituts (Afsset, Afssaps, Afssa, Inpes, INCa, IRSN, Inéris), Ddass et Drass (ou futures ARS), CnamTS, tutelles, ORS, CAT, registres de pathologie, Inserm, structures universitaires, réseaux de professionnels de santé, populations, décideurs. Ceci mène à la mise en place de véritables systèmes de surveillance comprenant l'ensemble des modalités exposées ci-dessus, et que l'on trouvera détaillés dans les articles qui suivent. Ces systèmes doivent être évalués quant à l'atteinte des objectifs définis lors de leur conception et *via* un ensemble de critères :

- techniques : utilité, sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positives et négatives, repré-

² En fait, les données évoquées ici sont le plus souvent des mesures de concentration dans les vecteurs ou les milieux, mesures à partir desquelles peuvent être construits des indicateurs d'exposition.

³ Notons qu'il aurait été possible de distinguer la surveillance des milieux (évaluation de la survenue, de la distribution et de l'évolution des niveaux des « dangers » ou agents toxiques, chimiques, biologiques, responsables de maladies ou d'accidents, identification des situations où les individus sont exposés à des niveaux inappropriés et contrôlables de « dangers » spécifiques), puis la surveillance des risques (quantification et suivi de l'évolution, à l'échelle des populations, des relations entre des indicateurs d'environnement et des indicateurs de santé). Cependant, ces deux plans du processus de surveillance sont fortement intriqués et ne se succèdent donc pas forcément.

⁴ Les estimateurs de risque deviennent à leur tour des indicateurs dont la surveillance suit, voire explique les variations.

⁵ Voir le portail santé-environnement-travail réalisé par l'Afsset : http://www.sante-environnement-travail.fr/liste.php3?id_mot=2886&id_rub_n2=952#ancre_952

⁶ À l'occasion d'une alerte ou d'un événement inhabituel, il est possible que l'on procède à une investigation et que l'on ait recours à des méthodes analytiques (cas-témoins, études exposés-non exposés), en appoint, essentiellement.

sentativité, réactivité, simplicité, adaptabilité, acceptabilité, stabilité ;

- de santé publique : gains en espérance de vie en bonne santé, diminution du nombre d'années de vie en incapacité... ;

- économiques : analyses coût-efficacité, coût-bénéfice, qualité de vie.

Afin d'aider à l'évaluation, les systèmes de surveillance doivent faire l'objet de retours d'expérience répétés.

Que surveille-t-on aujourd'hui en France ?

La surveillance en SE porte sur les :

- risques sanitaires liés à un vecteur ou à un milieu (eau de boisson et de baignade, airs extérieur et intérieur, habitat...), à des agents chimiques (plomb, pesticides, CO, toxiques...), physiques (bruit, rayonnements ionisants et non ionisants...), agents biologiques (West Nile, dengue...);

- maladies potentiellement liées à l'environnement (cancer, asthme, maladies allergiques, maladies cardiovasculaires, neurologiques, endocriniennes et de la fertilité...);

- populations particulièrement sensibles aux conditions environnementales ou exposées (enfants, personnes âgées, populations vulnérables...).

Elle repose sur des systèmes de surveillance, sur des déclarations (maladie à déclaration obligatoire comme le saturnisme infantile, intoxications au CO, exposition au radon...) ou l'utilisation de bases de données sanitaires, administratives ou médico-tarifaires (programmes eau et santé, air et santé, surveillance des intoxications, rayonnements ionisants...) ou biologiques (sang, urines, cheveux, etc.).

Elle est complétée, exceptionnellement aujourd'hui, par la réalisation d'études et d'enquêtes longitudinales (cohorte Elfe, expositions aux rayonnements ionisants à visée médicale...), ou transversales, éventuellement répétées dans le temps (prévalence de l'intoxication au plomb chez l'enfant, marqueurs biologiques...). Elle anticipe les difficultés futures grâce à la veille scientifique.

La surveillance progresse en menant des travaux méthodologiques, notamment européens, pour comprendre et documenter l'impact sanitaire des facteurs environnementaux (chez l'enfant, entre autres), pour développer et harmoniser la biosurveillance humaine, par exemple. Cette surveillance progresse aussi en développant des relations soutenues avec la recherche, comme on le verra dans les articles suivants.

Conclusion

Définir l'environnement comme l'ensemble des facteurs exogènes auxquels sont exposés les individus a l'inconvénient de trancher avec les notions de santé publique classiques, qui classent l'environnement parmi les déterminants de santé sur lesquels on souhaite agir, avec une définition

restrictive (polluants résiduels des vecteurs et milieux). Mais une définition large permet de mieux appréhender les mécanismes biologiques dans leur ensemble (notamment les interactions gène-environnement) et inclut nombre d'expositions d'intérêt (ex : agents naturels, produits de consommation, agents biologiques des vecteurs et milieux etc.).

La logique appliquée à la définition de la surveillance en SE (« surveillance en SP de la santé liée à l'environnement ») a placé le curseur entre « surveillance en SP » et « environnement » et non pas entre « surveillance » et « santé (publique) environnementale ». Aussi avons-nous occulté la SE elle-même ! Si nous avons opté pour cette approche, nous aurions certainement pris en compte la définition proposée par l'OMS⁷ : « la santé environnementale (*Environmental Health*) comprend les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement. Elle concerne également la politique et les pratiques de gestion, de résorption, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures ». Mais, outre la difficulté d'appliquer cette définition en pratique, nous pouvons nous interroger sur le besoin d'une conceptualisation de la SE pour définir la surveillance.

Notre système de surveillance en SE peut évoluer de deux façons. Par la modification :

- de l'objet de la surveillance si un travail de hiérarchisation des priorités des thématiques en SE à surveiller était mis en place (associant scientifiques du milieu de la recherche et de la santé publique en général, population, décideurs, professionnels de santé). Ce travail tiendrait compte des critères de SE de façon globale : gravité, importance de la population exposée ou à risque, demande sociale et politique, etc.) et de la faisabilité, de la pertinence de nos systèmes de surveillance, toutes qualités dépendantes de nos connaissances (nouveaux risques identifiés par la recherche), de l'évolution de nos méthodes. Face à la rationalisation des dépenses publiques, l'inclusion de la dimension socio-économique (QALYs, DALYs) dans un système de surveillance revêt un intérêt particulier, car elle permet de fournir des critères pertinents dans la démarche de hiérarchisation des thématiques en SE ;

- de la structure de la surveillance si se faisait ressentir le besoin d'intégrer les différents dispositifs de surveillance en un système de surveillance homogène, pour des raisons d'efficacité et d'économie. Les systèmes existants ont été conçus comme réponse à des questions de SE précises, posées à un moment précis. L'hétérogénéité de celles-ci a été à l'origine de la disparité de ceux-là, même si ça n'est pas la seule cause. Un système de surveillance en SE intégré, en considérant les faits environnementaux (et donc

leurs effets) conjointement, permettrait de replacer la population au centre de la SP et de prendre en compte la complexité biologique des interactions entre l'homme et l'environnement. Un tel dispositif ne pourra se faire sans associer aussi largement les agences sanitaires et les autres structures impliquées dans les questions environnementales (Afsset, Afssa, Inéris, IRSN...). L'organisation future de la surveillance pose aussi la question (actuellement débattue) de l'utilisation, de la contribution et, donc, du développement des grands outils que sont la biosurveillance et les grandes cohortes.

Références

- [1] Eyles WJ, Noah ND. Surveillance in health and disease. New York: Oxford University Press, 1988.
- [2] Langmuir AD. The surveillance of communicable diseases of national importance. *New Engl J Med.* 1963; 268:182-92.
- [3] Langmuir AD. William Farr : founder of modern concepts or surveillance. *Int J Epidemiol.* 1976; 5:13-8.
- [4] Langmuir AD. Evolution of the concept of surveillance in the United States. *Proc R Soc Med.* 1971; 64:681-9.
- [5] Centers for Disease Control. Comprehensive plan for epidemiologic surveillance: Centers for Disease Control, August 1986. Atlanta (Georgia):CDC,1986.
- [6] Thacker SB, Berkman RL. Public health surveillance in the United States. *Epidemiol Reviews.* 1988; 10:164-90.
- [7] Centers for Disease Control. CDC surveillance update. Atlanta (Georgia): CDC, 1988.
- [8] Thacker SB. Surveillance. In: Gregg MB, editor. *Field Epidemiology.* New York: Oxford University Press, 1996:16-32.
- [9] Choi BC. Perspectives on epidemiologic surveillance in the 21st century. *Chronic Dis Can.* 1998; 19:145-51.
- [10] World Health Organization: Report for Drafting committee. Terminology of malaria and of malaria eradication. Geneva: World Health Organization, 1963.
- [11] McNabb SJ, Chungong S, Ryan M, Wuhib T, Nsubuga P, Alemu W, *et al.* Conceptual framework of public health surveillance and action and its application in health sector reform. *BMC Public Health.* 2002; 2:1-9.
- [12] Thacker SB. Surveillance. In: MB Gregg, eds. *Field Epidemiology.* New York: Oxford University Press, 1996:16-32.

⁷ Bureau européen de l'OMS, Conférence d'Helsinki, 1994.

Glossaire de sigles

Afssa : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

Afssaps : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé

Afsset : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

ARS : Agence régionale de santé

CnamTS : Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés

Ddass : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales

Drass : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales

Inpes : Institut national de prévention et d'éducation pour la santé

INCa : Institut national du cancer

Inéris : Institut national de l'environnement industriel et des risques

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

ORS : Observatoire régional de santé

Encadré : La veille scientifique en santé environnementale : essentielle pour la veille sanitaire mais exigeante

Box: Scientific monitoring in environmental health : essential, but demanding, for health surveillance

Joëlle Le Moal (j.lemoal@invs.sante.fr)

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

La veille sanitaire se nourrit de trois types de veille : la veille scientifique (recherche, bibliographie, colloques, échanges internationaux), la veille épidémiologique (surveillance, réseaux d'experts, alertes données par les professionnels de terrain) et la veille médiatique¹. La veille scientifique est souvent perçue à tort comme une activité qui va de soi, indispensable à toute démarche scientifique. Pourtant la veille scientifique, dont l'objet est d'informer et éventuellement d'alerter des non initiés, coule beaucoup moins de source.

En santé environnementale, l'exercice est particulièrement périlleux, du fait de l'étendue des zones d'incertitude, de la rapidité d'évolution des connaissances, de la complexité des notions scientifiques à faire partager et des implications possibles en termes de gestion. Chaque terme employé doit être scrupuleusement mesuré sous peine d'erreur ou d'interprétation erronée. Différents publics sont demandeurs de veille scientifique en santé environnementale : les décideurs, les populations concernées, les scientifiques d'autres disciplines, les media. L'exigence de rigueur méthodologique concernant le recueil, la sélection et le traitement des données scientifiques analysées se double donc d'une vigilance quant à la perception potentielle des informations transmises, sans oublier la vigi-

lance sur l'indépendance des auteurs et des « veilleurs ».

En France, un des premiers bulletins de veille scientifique en santé environnementale a été Extrapol, fondé en janvier 1995 par l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa). Il s'agissait d'une revue critique de la littérature consacrée aux études épidémiologiques sur la pollution de l'air, publiée périodiquement dans un supplément à la revue Pollution Atmosphérique. Entre 2001 et début 2009, Extrapol a été édité trois fois par an par l'Institut de veille sanitaire (InVS), avec le concours de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), et également envoyé aux abonnés de la revue Pollution atmosphérique. Extrapol s'adressait à un public concerné mais non nécessairement initié. Chaque numéro traitait d'un thème particulier (zones aéroportuaires, pollution atmosphérique et reproduction, effets cardiovasculaires, moisissures, particules ultra-fines...), avec des analyses de la littérature et une synthèse des connaissances sur les articles analysés, ainsi qu'un point de vue rédigé par un décideur en santé publique. Cette publication est désormais interrompue, mais la totalité des numéros publiés est accessible en ligne sur le site de l'InVS à l'adresse <http://www.invs.sante.fr/publications/extrapol/index.html>.

D'autres bulletins de veille scientifique en santé environnementale ont vu le jour par la suite. Citons notamment le bulletin du réseau RSEIN (Réseau Santé Environnement INTérieur), publié par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) avec la participation d'autres institutions, dont l'InVS. Basé sur un dispositif de veille scientifique mis en place à l'Ineris, ce bulletin trimestriel propose, depuis mars 2002, une synthèse critique des travaux de recherche publiés sur le thème de l'environnement intérieur (<http://rsein.ineris.fr>). Le bulletin de veille scientifique de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset), également trimestriel, et réalisé en collaboration avec d'autres institutions, existe depuis mars 2006. Il est composé de notes d'actualité scientifiques concernant la sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, classées par thèmes (agents physiques, chimiques, cancers, neurotoxicité, outils et méthodes...)

<http://www.afsse.fr/index.php?pageid=822>

Enfin, pour les professionnels ayant accès à l'Intranet du ministère chargé de la Santé, le Réseau d'échange en santé environnement (Rese) réalise depuis 1997 une veille documentaire en santé environnementale, incluant une importante littérature grise, et publie régulièrement des brèves d'actualité.

¹ Salines G. Surveillance, observation, veille, vigilance. Environnement, risques & santé 2006 ;5 :329.

Données de santé pour la surveillance en santé environnementale : besoins et perspectives

Joëlle Le Moal (j.lemoal@invs.sante.fr), Olivier Catelinois, Bénédicte Bérat, Laurence Chérié-Challine

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

Les systèmes français actuels de surveillance de données de santé ne sont pas adaptés aux besoins spécifiques en santé environnementale. Pour répondre scientifiquement aux préoccupations exprimées par la population ou les décideurs, il est parfois nécessaire de devoir constituer, *de novo* et en situation de crise, une base de données sanitaires.

Des systèmes spécifiques de surveillance répondant aux besoins devraient permettre : d'assurer un suivi temporel ; de réaliser des analyses géographiques fines ; de caractériser les expositions environnementales individuelles. Ils devraient également être suffisamment réactifs. Le seul système qui réponde en théorie à tous ces besoins est celui de la déclaration obligatoire de maladies, il est déjà opérationnel pour deux pathologies

Health data for environmental health surveillance: needs and prospects

French existing systems for monitoring health data are not tailored to specific needs in environmental health. So it is sometimes necessary to constitute a de novo health database in order to answer concerns expressed by the population or decision-makers.

Specific surveillance systems that meet monitoring requirements should allow: temporal follow up; thin geographic analyses; characterization of individual environmental exposures. They should also be sufficiently reactive. The mandatory reporting system is the only system theoretically meeting all these needs. It is already operational for two environmental diseases:

environnementales, le saturnisme de l'enfant et les légionelloses. Cette option, qui pourrait être envisagée pour des pathologies non actuellement surveillées par des systèmes existants, nécessiterait cependant une implication et une disponibilité importante des professionnels de santé, déjà très sollicités. Parmi les perspectives et pistes de progrès en cours, citons le renforcement de la surveillance par les registres de cancer et la mise en œuvre du système multisources cancer qui devrait permettre à terme un suivi national et réactif. Enfin, une bonne compréhension des bénéfices attendus d'un recueil individuel de données d'exposition par les professionnels et les usagers de santé est essentielle pour progresser.

Mots clés / Key words

Santé environnementale, systèmes de surveillance, données de santé, registres de maladies, déclaration obligatoire, exposition environnementale / *Environmental health ; surveillance systems ; health data, disease registers ; diseases mandatory reporting, environmental exposure*

Introduction

Les préoccupations relatives à la santé environnementale suscitent en France une demande croissante de surveillance, d'investigations et de détection. Les événements environnementaux concernés peuvent être climatiques (canicule, inondations), en relation avec une pollution accidentelle, des craintes de riverains (incinérateurs, installations nucléaires), de consommateurs (produits chimiques, pesticides) ou d'usagers d'une nouvelle technologie (téléphones portables). Dans un grand nombre de situations, les données de santé nécessaires pour pouvoir apporter des réponses scientifiques optimales à ces demandes ne sont pas disponibles, ou bien sont insuffisantes ou inadaptées. Il n'est pas rare de devoir ainsi constituer *de novo* une base de données sanitaires en situation de crise [1], ce qui n'est ni satisfaisant, ni coût efficace.

Les besoins en données de santé pour la veille en santé environnementale

Les scientifiques peuvent être confrontés à trois types de situation pour lesquels des données de santé issues d'un système de surveillance sont nécessaires : effets connus, suspectés ou inconnus.

Quand les **effets sanitaires** liés à une cause environnementale sont **connus** (ex. : canicule, intoxication à forte dose par une substance chimique, mésothéliome et amiante), le problème peut être de détecter précocement l'apparition d'effets sanitaires, dans un objectif d'alerte et de gestion, ou d'évaluer leur importance, face à un événement environnemental qui a déjà eu lieu ou qui menace de se produire.

Ce calcul de risque ou de nombre de cas ne prend sens que s'il est possible de le comparer avec le bruit de fond de la pathologie concernée dans la zone et la période étudiée. En effet, les coups de chaleur ou les intoxications au monoxyde de carbone (CO), par exemple, n'ont pas la même fréquence dans le nord et dans le sud de la France, en hiver ou en été. D'où l'intérêt de disposer de données de surveillance pour les pathologies concernées avec une dimension temporelle et spatiale. Il faut alors pouvoir mettre en place un système de surveillance spécifique (ex. : notifications des cas d'intoxication au CO) ou non spécifique (ex. : surveillance du volume

des consultations d'urgence) qui permettra de modéliser les variations temporo-spatiales et de déclencher une éventuelle alerte en cas d'évolution de tendance inhabituelle.

Quand les **effets sanitaires sont mal connus ou suspectés** (ex. : effets à faibles doses de substances chimiques ou des rayonnements ionisants), le lien entre santé et environnement est plus difficile à évaluer. Cette situation est la plus fréquente et concerne en général des maladies complexes, plurifactorielles et chroniques comme le cancer, les troubles reprotoxiques, les maladies neurologiques, endocriniennes ou les troubles immunitaires. Un délai de latence souvent important par rapport à une éventuelle exposition causale environnementale ajoute aux difficultés rencontrées.

Deux types de signaux peuvent alerter sur l'existence éventuelle d'un lien santé – environnement :

- signal environnemental : face à un problème de pollution locale ou de changement environnemental, existe-t-il un excès de cas d'une pathologie dans l'espace spatio-temporel considéré ? Si oui, y a-t-il un lien causal ?

- signal sanitaire : des variations inexplicables de la distribution d'une maladie sont signalées (ex. : excès de cas de cancer dans une zone particulière dans une période définie). Ces variations sont-elles confirmées et, si oui, une cause environnementale est-elle possible ?

La première étape est de pouvoir identifier et analyser les signaux. Il est alors nécessaire de disposer de données sanitaires de surveillance pour permettre de confirmer les variations de distribution (spatiale et temporelle) et d'établir la réalité ou non d'un excès de cas. Ensuite, pour être en mesure de répondre aux questions sur les liens entre santé et environnement, il faut pouvoir confronter les données sur les expositions environnementales et sur les effets sanitaires observés.

Les expositions environnementales peuvent être mesurées individuellement (questionnaires, prélèvements, capteurs...) ou collectivement. Les mesures collectives ou agrégées (ex. : qualité de l'air, taux de polluant dans les sols ou l'eau) ne sont qu'un reflet très indirect des expositions réelles des individus. Elles permettent cependant de réaliser des études épidémiologiques écologiques, temporelles ou spatiales, dont la qualité

lead poisoning in children and Legionnaire's disease. This option, which could be considered for diseases not currently monitored, would imply a significant involvement and availability from health practitioners, who are already very busy.

Among current prospects and ways of progress, we can mention surveillance reinforcement through cancer registers and the implementation of the 'multisources system', which would eventually allow national and reactive monitoring. Finally, health practitioners' good understanding of the expected benefits from collecting individual exposure data is crucial for progress.

méthodologique (modélisation, scénarios d'exposition) et le traitement statistique tentent de pallier l'approximation ainsi faite. Des informations minimales sont toutefois nécessaires : l'adresse du patient pour les études écologiques spatiales et la date de début de l'événement de santé pour les études écologiques temporelles. Les mesures individuelles d'exposition (parcours résidentiel, histoire professionnelle, habitudes de vie, dosages biologiques...) restent cependant l'outil idéal pour établir des liens entre l'environnement et la santé, sachant cependant qu'elles sont difficiles à recueillir dans les études nécessitant un effectif élevé.

De même, les effets sanitaires peuvent être mesurés individuellement (identification des cas) ou collectivement par des évaluations indirectes (ex. : consommation médicamenteuse, données de recours aux soins : SOS médecins, assurance maladie, données hospitalières). Comme précédemment, l'investigation de cas individuels est l'outil de choix.

Quand les **effets sanitaires sont inconnus** (ex. : nouvelle technologie comme les nanotechnologies), il existe une forte demande sociale de les détecter dès le début de leur apparition, voire de les prédire avant leur survenue. Dans une telle situation, les systèmes de surveillance sanitaire indirects et non spécifiques sont nécessaires : surveillance de la natalité, du recours aux soins, des décès. Mais ils ne permettent de détecter que des phénomènes sanitaires très importants... ou tardivement s'il s'agit des décès. En revanche, des systèmes de surveillance précis de morbidité spécifique, dès lors qu'ils existent, sont en mesure de détecter des événements plus fins et éventuellement de les mettre en relation avec une exposition environnementale émergente.

En matière de risque d'origine environnementale, un aspect important à prendre en compte est le moment de l'exposition, l'organisme en développement étant plus susceptible aux faibles doses (foetus, enfant, adolescent) [2]. C'est pourquoi l'autre outil indispensable de détection d'effets inconnus et de risques émergents est le suivi longitudinal de population (cohorte), de préférence depuis la vie intra-utérine.

Quant à la prédiction, elle relève de techniques particulières : modélisations, scénarios, extrapolations de l'animal à l'homme. Les données de

surveillance sanitaire pourront alors être utiles pour effectuer ou vérifier des prédictions.

Face à ces trois situations (effets connus, suspectés, inconnus), trois types de systèmes de surveillance en santé et environnement sont nécessaires :

1/ systèmes mesurant les événements de santé de façon agrégée, non ou peu spécifiques (recours aux examens, aux soins, consommation de médicaments) : ils ont un rôle important dans l'approche du bruit de fond et dans la détection des risques environnementaux émergents ;

2/ systèmes spécifiques permettant un accès à des données sanitaires individuelles : ils ont un rôle dans toutes les situations et en particulier dans celles, les plus fréquentes, où des effets sanitaires sont suspectés, et à l'origine des préoccupations les plus fortes.

Ces systèmes devraient idéalement permettre :

- d'assurer un suivi temporel, ce qui implique un recueil à long terme en continu ou, à défaut, un recueil transversal répété dont la fonction de détection est moins efficace ;
- des analyses géographiques fines :
 - sur l'ensemble du territoire national dans le meilleur des cas ;
 - ou, à défaut, du territoire sur lequel porte la suspicion de risque sanitaire (problème local) si on peut disposer de la surveillance d'une population témoin non soumise à l'exposition étudiée.
- de caractériser les expositions environnementales des patients ;
- une réactivité dans le temps.

3/ des cohortes, en particulier une cohorte permettant de suivre une population depuis la vie intra-utérine.

Lacunes et inconvénients des données et systèmes existants

Nous nous centrerons sur les données de morbidité hors cohortes, les données de mortalité ayant en santé environnementale des inconvénients spécifiques (encadré).

Systèmes de mesure agrégée, non ou peu spécifiques

De nombreuses données sur la consommation médicale et pharmaceutique sont recueillies chaque jour en France, mais elles ont un seul objectif : le suivi économique. Ce sont les données hospitalières (PMSI), les données des différents régimes d'assurance maladie et les données de consommation pharmaceutique. Leur utilisation à des fins de surveillance épidémiologique présente des difficultés (ex. : caisse d'affiliation qui peut être très éloignée du lieu réel de résidence, les cas étant alors difficiles à renseigner dans la région étudiée) auxquelles s'ajoute un problème d'accessibilité, qu'elle soit institutionnelle (procédures souvent lourdes et délais longs) ou technique (systèmes incompatibles et hétérogènes, données parcellaires ou redondantes...). Depuis 2004, l'Institut de veille sanitaire (InVS) expérimente un système de veille sanitaire non spécifique : le système Sursaud [3]. Très intéressant pour sa réactivité, il repose sur des données transmises en continu par les services d'urgence, SOS médecins et les certificats de décès en temps réel [4]. L'une des limites de ce système est sa couverture géographique encore partielle.

Systèmes spécifiques permettant un accès aux données individuelles d'exposition

Compte tenu de ce qui précède, un seul système présente en théorie les caractéristiques de la surveillance idéale en santé et environnement : la déclaration obligatoire de maladies par les professionnels de santé. En effet, elle permet un recueil continu, sur tout le territoire, avec des données d'exposition individuelles et une grande réactivité dans le temps. Cependant, dans la pratique, ce système n'est pas exhaustif et peut être entaché d'un défaut de repérage des cas par manque d'adhésion des médecins pour ce type de mission. Une étude récente montre que, en France, les freins essentiels à la déclaration demeurent la méconnaissance du dispositif et du rôle des différents acteurs dans le processus [5]. En dehors des maladies infectieuses, seules deux pathologies d'origine environnementale font l'objet d'une déclaration obligatoire : le saturnisme de l'enfant (83 % des enfants ayant eu un test de plombémie étaient déclarés en 2006) et la légionellose (71 % d'exhaustivité estimée en 2002) [6].

L'autre système est celui des registres de pathologies, qui enregistrent les cas de manière active en croisant toutes les sources de données disponibles afin de tendre vers l'exhaustivité. Ce sont des sources de grande qualité, irremplaçables en santé publique et qui permettent, notamment, de renseigner sur le bruit de fond de pathologies spécifiques. Les inconvénients en sont la faible réactivité (environ trois ans pour valider les données), le coût et l'absence de données individuelles d'expositions. En effet, un registre recueille les informations disponibles au niveau des différentes sources et notamment dans les dossiers médicaux, y compris l'adresse au

Encadré : Le cas particulier des données de mortalité

Box: The specific case of mortality data

Les données de mortalité sont incontournables en santé publique. Elles sont accessibles, relativement exhaustives et recueillies en continu sur l'ensemble du territoire. Pour des maladies de très mauvais pronostic avec une espérance de vie courte (ex. : cancers du pancréas, du poumon, mésothéliome), l'incidence et la mortalité peuvent être assez comparables et la mortalité peut être un indicateur de risque acceptable. Hormis ces cas, les données de mortalité ne sont pas adaptées aux besoins spécifiques rencontrés en santé environnementale. En effet, les pathologies d'intérêt ne sont pas nécessairement déclarées dans le certificat de décès car elles n'y ont pas toujours contribué. Par ailleurs, même si certaines pathologies complexes font partie des principales causes de décès (cancers, maladies cardiovasculaires, respiratoires, diabète), elles sont rarement rapidement mortelles. En outre, la mortalité reflète non

seulement le risque de maladie, mais aussi les variations de son diagnostic et de sa prise en charge, qui conditionnent le pronostic : efficacité du dépistage et/ou du diagnostic, accessibilité aux soins et progrès thérapeutiques¹. Les variations de la mortalité en rapport avec ces déterminants peuvent être importantes dans le temps et sur le territoire. Ainsi pour les cancers, toutes localisations confondues, l'incidence augmente alors que la mortalité diminue.

Mais le problème probablement le plus important pour l'analyse des liens entre une pathologie et l'environnement réside dans le décalage temporel entre la survenue de l'événement de santé que l'on étudie et le décès. Compter et analyser les décès survenant souvent des dizaines d'années après une exposition environnementale supposée, qui a souvent disparu, peut entraîner de nombreux biais : le patient est-il décédé dans le même

lieu que celui de son exposition éventuelle, quelle a été sa mobilité géographique ? Comment connaître ses autres facteurs de risque ou ses facteurs de protection alors qu'il est décédé ? Sans compter le décalage entre la connaissance d'un risque et l'intérêt qu'il pourrait y avoir à le prévenir ou le traiter si l'on ne se base que sur le décompte tardif des décès.

Il n'en reste pas moins que, très souvent, les données de mortalité sont les seules disponibles immédiatement, et il faut en tirer le meilleur parti pour la surveillance, en essayant de s'affranchir au maximum des biais d'interprétation potentiels.

¹ Remarque : les données d'incidence elles-mêmes, obtenues grâce aux registres existants, sont l'objet de biais de surveillance du fait des progrès diagnostiques qui permettent de détecter plus facilement les pathologies et à un stade plus précoce (ex. : taux de PSA pour le cancer de la prostate, imagerie pour le cancer du sein et de la thyroïde). En revanche, les données d'incidence ne sont pas biaisées par les progrès thérapeutiques et reflètent d'autant mieux le risque de maladie qu'il y a peu de variations dans les procédures diagnostiques.

moment du diagnostic. Dans son activité d'enregistrement en routine, le personnel du registre n'a pas de contact avec les patients. Seules des études ciblées et coûteuses, menées par des enquêteurs, permettent d'interroger directement les patients, sous réserve que leur état le permette.

En France métropolitaine, il existe 13 registres généraux de cancers couvrant 18 % de la population et 12 registres spécialisés. La Martinique bénéficie également d'un registre général. Le suivi des tendances spatiales et temporelles est possible dans les zones couvertes. L'insuffisante représentativité des registres existants concernant les aspects environnementaux (peu de registres urbains ou dans des territoires très industrialisés) s'est améliorée avec la création récente de deux registres en Gironde (1,4 M d'habitants) et dans la zone de proximité de Lille (800 000 d'habitants) et d'un troisième en cours d'étude dans le Val-de-Marne (1,3 M d'habitants). Le dispositif actuel ne permet pas la détection d'agrégats spatio-temporels de cas dans les zones non couvertes et limite la mise en place d'études écologiques spatiales de grande ampleur comme l'InVS l'a expérimenté dans l'étude Cancers et incinérateurs [7].

Néanmoins, une surveillance optimale existe pour les cancers d'enfants, qui bénéficient de deux registres nationaux, l'un pour les tumeurs solides depuis 2000, l'autre pour les leucémies et lymphomes depuis 1990. L'InVS contribue dans cette perspective au projet Géocap, piloté par l'Unité Inserm U754. Il a pour objectif de mener des études écologiques spatiales étudiant le lien entre cancers d'enfants et diverses expositions environnementales (installations nucléaires, lignes à haute tension, installations Seveso, trafic routier, stations services, etc.).

La France dispose aussi de registres de malformations congénitales (Rhône-Alpes, Auvergne, Paris et petite ceinture, Alsace, Île de La Réunion). Les activités de ces structures ont été jusqu'à présent principalement centrées sur les facteurs génétiques et les effets des médicaments.

Des registres de pathologies cardiovasculaires existent en Haute-Garonne, dans le Bas-Rhin et dans la communauté urbaine de Lille. On peut aussi citer les registres du handicap de Haute-Garonne et de l'Isère, le registre des maladies inflammatoires de l'intestin du Nord Ouest, des accidents vasculaires cérébraux de Dijon, des hépatites de Côte-d'Or et du Doubs, et le registre national Rein qui enregistre les mises en route de traitement (dialyse ou greffe) pour insuffisance rénale chronique terminale.

Perspectives et pistes de progrès

Renforcement de la surveillance des cancers par les registres

La création du registre du Val-de-Marne devrait permettre de porter la couverture nationale des registres de cancers à 21 %. Des moyens importants seront cependant encore nécessaires, le coût étant élevé en Île-de-France du fait du grand nombre de sources à consulter pour atteindre

l'exhaustivité (plus de 100 structures d'anatomie pathologique, nombreux établissements de santé...). Un renforcement de la surveillance des cancers est en cours sous l'impulsion de l'InVS en lien avec l'Institut national du cancer (INCa) qui financent ces registres. Il permettra notamment un recueil systématique des adresses géocodables et une réduction des délais de validation des cas, notamment si possible par une évolution informatique visant à automatiser certaines étapes de l'enregistrement.

Le système multisources cancers (SMSC) développé par l'InVS

Le système multisources cancers devrait permettre, à long terme, un suivi national de l'incidence des cancers et représentera un réel progrès. Ce système sera constitué à partir de trois sources d'information (PMSI, ALD30, données des structures d'anatomie pathologique). Sa finalité est de suivre l'incidence à partir d'un système passif informatisé de données anonymes pour décrire la situation des cancers sur tout le territoire pour différents niveaux géographiques et suivre leur évolution dans le temps. Elles devraient être obtenues avec une plus grande réactivité qu'avec les registres. Le SMSC est développé par l'InVS en partenariat avec la CnamTS, les pathologistes, le ministère chargé de la Santé et l'Inserm. Il est actuellement testé pour les cancers de la thyroïde dans deux régions françaises (Île-de-France et Nord-Pas-de-Calais). Il sera développé progressivement pour être étendu à l'ensemble des régions et aux différents cancers justifiant une surveillance nationale [8].

Les données anonymisées du SMSC comprendront le code de la commune, ce qui ouvre certaines possibilités d'études géographiques, mais encore peu précises (un géocodage des adresses complètes est souhaitable pour évaluer les expositions environnementales résidentielles). Le retour aux cas sera possible dans une situation d'alerte : l'investigation des agrégats. Le retour possible ponctuel au dossier médical ne permettra pas plus qu'avec les registres d'obtenir des données d'exposition puisqu'elles sont absentes des dossiers médicaux.

Autres pistes à développer

Ces améliorations notables ne permettront cependant pas d'atteindre totalement les objectifs d'un système de surveillance optimal pour la santé environnementale. D'autres pathologies d'intérêt mériteraient d'être surveillées, comme les pathologies neurologiques dégénératives, les troubles immunologiques et immunotoxiques, dont les allergies, les troubles de la fertilité, les troubles endocriniens. Pour ces pathologies, il est important de trouver de nouvelles solutions en approfondissant la réflexion sur la déclaration par les professionnels de santé ou en explorant la voie des réseaux sentinelles. Des systèmes de surveillance à l'échelle locale sont à étudier dans des situations spécifiques justifiées sur le plan des expositions environnementales à risque et répondant aux critères identifiés précédemment.

La surveillance des populations résidant autour des installations nucléaires en fait partie.

Conclusion

Outre les perspectives d'amélioration ouvertes par les projets en cours (renforcement des registres, développement du système multisources cancers), les progrès les plus importants à attendre en matière de surveillance sanitaire des pathologies en lien avec l'environnement résident dans la collaboration avec les professionnels de santé (médecins, personnels paramédicaux). Alors qu'ils manifestent un intérêt croissant pour les questions de santé environnementale, ils sont en effet insuffisamment disponibles et impliqués pour le recueil de données d'exposition individuelle (environnementales et professionnelles) ou le signalement. Concernant les médecins, ceci est largement dû au contenu de leur formation, presque exclusivement consacré aux soins, et à leur mode de rémunération. Des évolutions importantes dans ces deux domaines sont souhaitables.

Insistons enfin sur la nécessité de prendre en compte les besoins épidémiologiques dès la conception de systèmes coûteux de recueil de données de santé, comme le futur dossier médical personnel. Les usagers de santé devraient aussi être informés sur ces besoins de recueil de données sanitaires et leurs bénéfices attendus en santé publique, mais aussi au niveau individuel dans certains cas (maladies professionnelles, mesures de gestion pour certaines expositions environnementales). En effet, ils sont susceptibles de jouer un rôle actif dans les améliorations souhaitées.

Références

- [1] Thabuis A, Schmitt M, Megas F, Fabres B. Recensement rétrospectif des cas de cancers de 1994 à 2002 autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère. *Rev Epidemiol Sante Publique*. 2007; 55:426-32.
- [2] McDiarmid MA, Gehle K. Preconception brief : occupational/environmental exposures. *Matern Child Health J*. 2006; 10:S123-S128.
- [3] Surveillance spécifique et non spécifique : les deux piliers de l'alerte. In: Rapport annuel 2007, Institut de veille sanitaire. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/rapport_annuel_2007/index.html
- [4] Jossier L, Nicolau J, Caillere N, Astagneau P, Brucker G. Syndromic surveillance based on emergency department activity and crude mortality: two examples. *Euro Surveill*. 2006; 11:225-9.
- [5] Herida M, Pilonel J, Le Strat Y, Desenclos JC, Saura C. Évaluation du dispositif des maladies à déclaration obligatoire en France : connaissances, attitudes et pratiques des médecins et des biologistes, 2005. *Bull Epidemiol Hebd*. 2008.51-52:503-7.
- [6] Campese C, Jarraud S, Decludt B, Jacquier G, Che D. Les légionelloses déclarées en France en 2003. *Bull Epidemiol Hebd*. 2004; 36-37:174-6.
- [7] Fabre P, Daniau C, Gorla S, de Crouy-Chanel P, Empereur-Bissonnet P. Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. Rapport d'étude et synthèse 2008. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire; 2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/rapport_uiom/index.html
- [8] Caserio-Schönemann C, Chérié Challine L. Renforcement du dispositif de surveillance épidémiologique nationale des cancers en France : la mise en place du système multi sources cancer (SMSC). *Bull Epidemiol Hebd*. 2007; 9-10:81-4.

Santé environnementale : surveiller pour alerter

Sandra Sinno-Tellier (s.sinno-tellier@invs.sante.fr), Pascal Beaudeau, Loïc Josseran, Agnès Verrier

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

Une alerte sanitaire repose sur la validation d'un signal représentant une menace pour la santé des populations et nécessitant une action immédiate. Les signaux d'alerte en santé environnementale ont des origines diverses : systèmes de surveillance sanitaire et/ou environnementale, sources locales ou sociétales. Cet article a pour objectif d'étudier les apports, mais aussi les limites et perspectives des systèmes de surveillance en santé environnementale pour la fonction d'alerte. Si l'on définit la santé environnementale comme la santé de l'Homme lié à son environnement naturel ou anthropique, les principaux systèmes de surveillance dédiés portent soit sur des facteurs (polluants de l'air, de l'eau...) ou des événements environnementaux (risque de décès lié à une vague de chaleur...), soit sur des événements sanitaires (recours aux urgences hospitalières, légionellose...). La continuité et la bonne couverture géographique du recueil de l'information, la possibilité d'accéder rapidement à une masse critique d'informations supportant la décision, et un dispositif de transmission rapide de l'information vers les gestionnaires et les populations exposées, sont indispensables pour assurer la réactivité du système de surveillance et ainsi sa fonction d'alerte. Par ailleurs, la santé environnementale se distingue par la difficulté de caractériser une exposition environnementale à risque sanitaire potentiel, ou de mettre en évidence un lien causal entre des expositions environnementales suspectées et des pathologies avérées. Aussi, les possibilités d'amélioration pour l'alerte des systèmes de surveillance en santé environnementale portent sur l'augmentation de la couverture surveillée, une meilleure sensibilisation des acteurs impliqués, le développement des réseaux et, de façon complémentaire, sur la recherche et l'utilisation de nouveaux indicateurs et de leurs seuils d'alerte sanitaire, et sur l'acquisition de connaissances scientifiques conclusives sur les effets sanitaires liés à l'environnement.

Mots clés / Key words

Santé environnementale, système de surveillance, alerte sanitaire, expositions environnementales / *Environmental health, surveillance system, health alert, environmental exposures*

L'Institut de veille sanitaire (InVS) assure la surveillance épidémiologique de la population française et de la population résidant en France, c'est-à-dire, par définition, la collecte continue, l'analyse, l'interprétation et la diffusion systématique de données [1]. La loi de santé publique du 9 août 2004 a renforcé les missions de l'InVS dans le domaine de l'alerte sanitaire. Le Département santé environnement de l'InVS utilise comme définition opérationnelle de l'alerte « tout signal validé qui a fait l'objet d'un jugement statuant que la situation mérite une notification et une action immédiate ». Si l'on définit le champ de la santé environnementale comme celui de la santé de l'Homme liée à son environnement naturel ou anthropique, les signaux conduisant au déclenchement d'une alerte sont de sources variables. Ils portent, d'une part, sur des facteurs ou agents¹ physiques, chimiques ou biologiques, leurs vecteurs¹ (eau, air, sols, aliments...), ainsi que sur des événements environnementaux (vague de chaleur) et, d'autre part, sur des événements sanitaires (syndromes, pathologies, décès...). Les signaux environnemen-

taux sont soit quantitatifs, lorsque des concentrations d'agents pouvant avoir un impact sur la santé humaine sont mesurées dans un milieu environnemental¹ (habitat, extérieur...), soit qualitatifs lorsque l'information de l'introduction d'un polluant dans un milieu environnemental est donnée. Les signaux sanitaires, eux, représentent le plus souvent la détection de pathologies ou de syndromes pouvant avoir un lien avec une exposition environnementale, lorsque ce lien est connu et établi. L'ensemble de ces signaux peut être détecté par des systèmes de surveillance.

De façon plus complexe et aléatoire, les signaux à l'origine d'une alerte peuvent également être issus de sources sociales, médiatiques ou politiques, et échappent donc aux systèmes de surveillance organisés (figure). Par exemple, un *cluster*² de cancers pédiatriques avait été rapporté localement par la directrice d'une école maternelle située sur un ancien site industriel Kodak à Vincennes [2], le signal avait été relayé par un toxicologue auprès de l'opinion publique, et avait donné lieu à la réalisation de nombreuses études [2]. Mettant en lumière un risque réel ou perçu

Environmental health: monitoring to alert

A health alert is based on the validation of a signal representing a threat to human health and requiring immediate action. In environmental health, alert signals have, in practice, various origins: surveillance systems, local or communal issues. The aim of this article was to study the contribution of environmental health surveillance systems for alert, but also their limits and perspectives. If we define environmental health as human health related to natural or man made environment, the main environmental health monitoring systems focus, on one hand, on environmental factors (air or water pollutants...) or events (risk of death related to a heat wave...), and, on the other hand, on health events (use of emergency hospitals units, legionellosis...). To be efficient for alert, one must ensure that surveillance systems have a continuity of data compilation and a device for rapid distribution of information to managers and populations at risk of exposure. Furthermore, a particularity of environmental health is based on the difficulty to establish a causal link between environmental exposures and diseases. Environmental health surveillance systems for alert can improve by increasing the monitored coverage, raising awareness among those involved, and strengthening networks. Therefore, in order to be in a position to answer any questions put forward by the people concerned, we must improve our detection tools and develop new indicators and their thresholds for health alert, as well as the acquisition of new scientific knowledge on health effects related to environment.

pour une partie de la population, ces signaux « sociétaux » posent la question du périmètre, des objectifs, mais aussi des limites et des difficultés de la surveillance en santé environnementale et, par conséquent, de sa fonction d'alerte. Que peut-on surveiller à l'heure actuelle, comment et pour quels messages d'alerte ?

L'objectif de l'article est d'étudier la fonction d'alerte à travers les systèmes de surveillance en santé environnementale existants en France et d'en exposer les limites et perspectives actuelles.

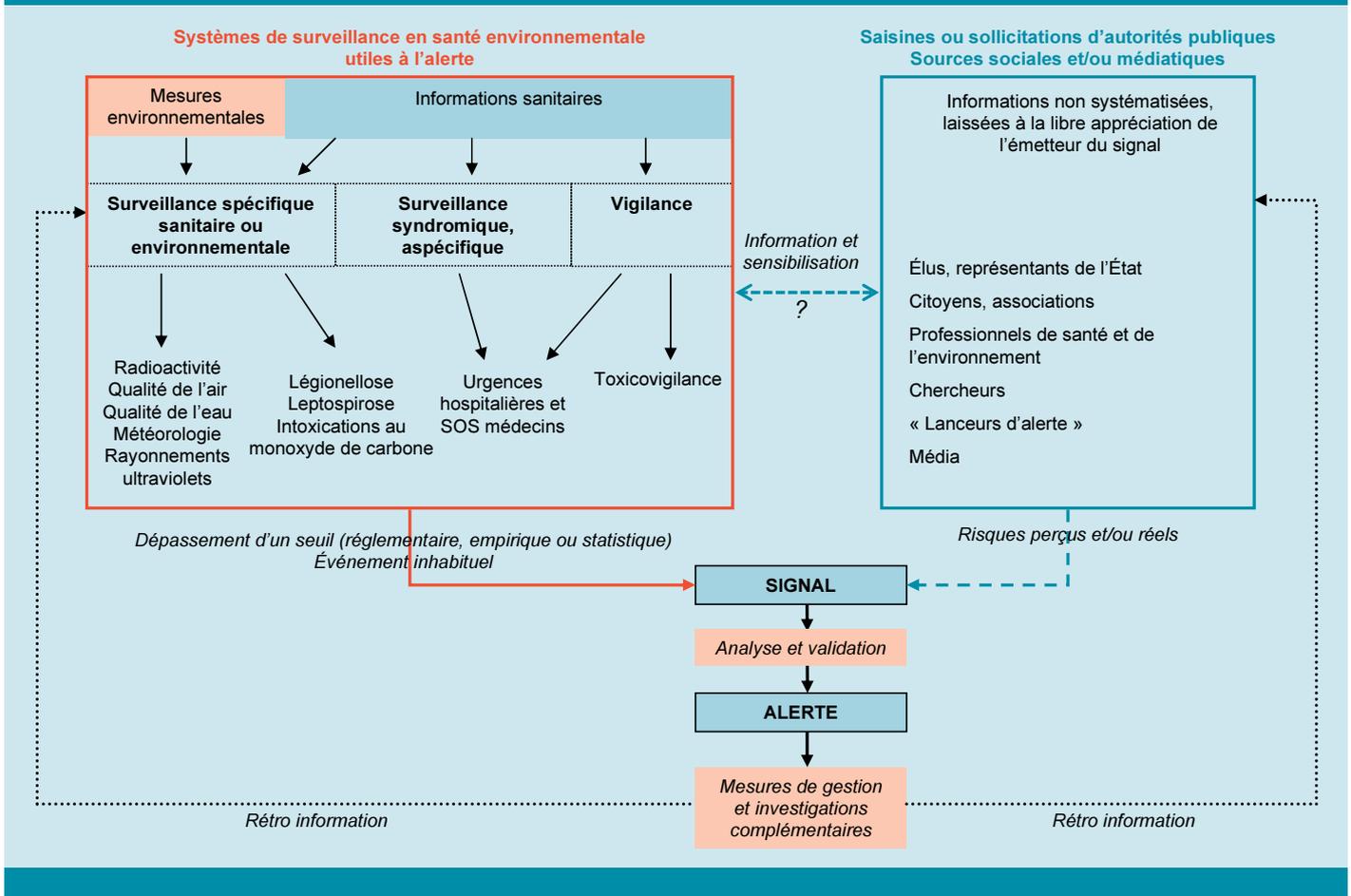
Principaux systèmes de surveillance en santé environnementale utiles à l'alerte

L'alerte est un des objectifs qui peuvent être assignés à un système de surveillance épidémiologique. D'autres systèmes, non destinés à l'alerte ou non destinés à la surveillance épidémiologique, peuvent cependant y contribuer.

¹ Définitions dans le premier article de ce numéro thématique du BEH : « Les concepts de surveillance en santé environnementale ». D Eilstein, J Le Moal et TA Lim.

² Cas groupés dans le temps et dans l'espace.

Figure Sources des signaux d'alerte en santé environnementale. Informations recueillies dans les principaux systèmes de surveillance en santé environnementale utiles à l'alerte / Figure Sources of alert signals in environmental health. Data collected in the main French environmental health surveillance systems for alert



Les informations recueillies dans ces systèmes relèvent de différents types de surveillance :

- la surveillance spécifique de facteurs environnementaux ou d'événements sanitaires. Une troisième modalité de surveillance spécifique est celle de la surveillance d'un risque liant des systèmes de surveillance environnementale et sanitaire : par exemple, surveillance du risque de décès par vague de chaleur ;
- la surveillance (sanitaire) syndromique, aspécifique, dont un des objectifs est de détecter précocement un signal sanitaire potentiellement lié à une exposition environnementale ;
- la vigilance, c'est-à-dire la surveillance d'événements sanitaires liés à un facteur présent dans l'environnement naturel ou anthropique, mais inconnu ou non recensés jusqu'alors.

Surveillance des facteurs ou des événements environnementaux

Les systèmes basés sur l'enregistrement de mesures environnementales participent à la surveillance spécifique. En France, il s'agit notamment du réseau national des Associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA), du système national d'information sur la qualité des eaux (Sise-Eaux), du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, du réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) et du système d'alerte canicule et santé (Sacs). En fonction des résultats des mesures environnementales effectuées, la réponse est graduée selon des seuils réglementaires. Il existe

un seuil d'information et de recommandation, puis un seuil d'alerte pour la surveillance des principaux polluants de l'air extérieur³ ; des limites ou des références de qualité pour la surveillance de l'eau potable⁴. Dans le cas du Sacs, dont l'objectif est de prévenir un risque de surmortalité lié à une vague de chaleur, le passage ou le maintien en alerte repose sur l'analyse d'indicateurs biométéorologiques à l'aide d'un algorithme intégrant les prévisions de températures minimales et maximales fournies par Météo-France, l'humidité et des indicateurs sanitaires, notamment d'admission aux urgences hospitalières en cas d'alerte établie [3].

Surveillance des événements sanitaires

Les systèmes de surveillance sanitaire sont basés soit sur la déclaration d'événements sanitaires, soit sur l'analyse automatisée d'indicateurs sanitaires. Parmi les maladies dont les agents pathogènes sont véhiculés par l'eau, la légionellose est une des 30 maladies à déclaration obligatoire. Cette surveillance sanitaire, spécifique, est indispensable pour compléter celle de l'exposition environnementale (au niveau des tours aéro-réfrigérantes). Pour la surveillance des intoxications au monoxyde de carbone, le signal d'alerte est celui de cas d'intoxication suspectés ou avérés. La surveillance sanitaire inclut également la surveillance syndromique « Oscour » (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences), étendue en 2007 par le système

« SurSaUD » (Surveillance sanitaire des urgences et des décès) incluant des données de morbidité et de mortalité. Enfin, la toxicovigilance a pour objet la surveillance des effets toxiques pour l'homme d'un produit, d'une substance ou d'une pollution aux fins de mener des actions d'alerte, de prévention, de formation et d'information⁵. La détection d'un signal « inhabituel » caractérise le passage en alerte. La définition de ce signal n'est pas homogène. Elle repose sur le dépassement du « nombre habituel » de cas enregistrés par le système, appelé « bruit de fond ». De ce fait, le choix du seuil d'alerte est déterminant : il est empirique dans le cas des intoxications au monoxyde de carbone (par exemple six épisodes en un jour ou 10 épisodes en deux jours dans les départements Nord et Pas-de-Calais). Il est basé sur des critères statistiques, issus des résultats d'études de séries temporelles de données disponibles auprès des services d'urgences hospitalières dans le cas de la surveillance effectuée par le réseau Oscour. Ainsi, ce réseau a permis de détecter deux ponctuels d'asthme : l'incidence quotidienne moyenne a été multipliée par plus de cinq le 14 juin 2006 et le 5 juillet 2006. Ces deux jours correspondaient à la conjonction de plusieurs facteurs : pic de pollution, pollinisation

³ Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie – LAURE – loi n°96 – 1236 du 30 décembre 1996.

⁴ Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

⁵ Article R. 1341-11 du code de la santé publique.

et pluies violentes. Dans d'autres cas, le signal d'alerte repose sur la survenue de cas groupés pouvant faire suspecter une cause environnementale commune ; par exemple, au moins 2 cas de légionelloses survenus dans un intervalle de temps et d'espace géographique susceptible d'impliquer une source commune de contamination. Enfin, il peut s'agir de la détection d'un cas particulier faisant suspecter un risque environnemental pour une partie de la population générale (bioterrorisme). Dans le cadre de « l'affaire Litvinenko », ancien espion empoisonné à Londres par du polonium 210, la *Health Protection Agency* a procédé à une enquête sanitaire (prélèvements urinaires notamment) auprès des clients de l'hôtel dans lequel Litvinenko avait séjourné. L'activation rapide du réseau d'acteurs concernés a été déterminante dans l'efficacité de l'investigation.

Qualités et caractéristiques des systèmes de surveillance en santé environnementale pour la fonction d'alerte

Les qualités indispensables pour la fonction d'alerte des systèmes décrits ci-dessus sont (tableau) :

- la continuité du recueil des mesures environnementales ou des événements sanitaires ;
- la couverture géographique du recueil d'informations concernant le facteur ou l'événement surveillé ;
- le recueil d'une quantité minimale d'informations, permettant une description simple de la situation, au moins en première intention ;
- une bonne sensibilité et spécificité des événements signalés, afin de minimiser respectivement le nombre « d'alertes manquées » mais aussi « de fausses alertes » ;

- la réactivité immédiate, c'est-à-dire la capacité à réagir le plus précocement possible une fois le signal d'alerte détecté.

Fréquence et couverture géographique du recueil de données

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air, de la radioactivité, le RNSA et le Sacs pendant sa période d'activité du 1 juin au 31 août de l'année, ont une couverture nationale des zones ou sites à risque en temps réel. La surveillance de la qualité de l'air, continue, porte sur les polluants de l'air extérieur contrôlés réglementairement et ceux caractéristiques du type de pollution (industrielle ou automobile) de la zone géographique surveillée. Le réseau de surveillance radiologique de l'environnement est composé de réseaux de télésurveillance atmosphériques et aquatiques entièrement automatisés, qui permettent de surveiller et de détecter en temps réel toute variation anormale de la radioactivité dans l'environnement, ainsi que par un réseau d'analyses en laboratoires de prélèvements ciblés [4]. En ce qui concerne la qualité de l'eau potable, une surveillance permanente et un contrôle sanitaire régulier sont réalisés par les responsables de la production et de la distribution, ainsi que par les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) qui intègrent leurs résultats dans la base Sise-eaux. Les contrôles de qualité concernent plus de 650 paramètres d'ordre microbiologique, chimique, organoleptique et radiologique [5]. La fréquence des prélèvements dépend de la taille des populations desservies. Cependant, il existe une impossibilité économique de contrôle permanent des réseaux de petite taille, dont certains présentent de nombreuses non-conformités microbiologiques. Il n'existe pas de contrôle sanitaire obligatoire pour l'eau issue de forages privés.

Le réseau Oscour repose sur la transmission automatisée quotidienne à l'InVS, par des services d'urgences hospitaliers volontaires, de données sur les patients consultant aux urgences : âge, sexe, gravité, diagnostic médical et orientation (hospitalisation, transfert, sortie). Les diagnostics enregistrés sont principalement analysés sous forme de regroupements syndromiques. Le réseau Oscour couvre plus d'une centaine de services d'urgences du territoire national. Il devrait continuer à s'étendre pour atteindre une couverture satisfaisante du territoire en 2010 [6]. Les autres systèmes de surveillance sanitaire en lien avec la santé environnementale fonctionnent selon un mode de déclaration continu. Le réseau de toxicovigilance, coordonné par l'InVS, enregistre les déclarations faites aux centres anti-poison (CAP) ou de toxicovigilance (TV) par toute personne ayant connaissance d'une suspicion d'intoxication à un produit, une substance ou une pollution. Il est opérationnel 24 heures sur 24, grâce aux dispositifs d'astreinte concernant respectivement les CAP/TV et l'InVS... dès lors qu'ils sont sollicités. En effet, les cas d'intoxication cutanée au diméthyl-fumarate, initialement signalés par la presse en 2008, ont mis en évidence un défaut de déclaration systématisée.

Réactivité des systèmes de surveillance en santé environnementale

La réactivité du système a pour objectif de fournir une information rapide « à tous ceux qui en ont besoin », pour soutenir les prises de décisions et mesures de gestion auprès des populations exposées. Elle dépend de la capacité du système à détecter et restituer dans des délais très brefs une information exacte et discriminante. Ainsi, ses performances dépendent fondamentalement de la « taille » de l'événement, chaque système ayant ses propres limites de sensibilité.

Tableau Qualités et caractéristiques des principaux systèmes de surveillance en santé environnementale pour la fonction d'alerte / Table Alert components of the main French environmental and health surveillance systems

| | Continuité du recueil | Représentativité géographique du recueil | Recueil d'une quantité minimale d'informations permettant la décision | Sensibilité (Se) et spécificité (Sp) du recueil | Réactivité |
|--|---|--|---|---|---|
| Surveillance de facteurs ou d'événements environnementaux | | | | | |
| Radioactivité environnementale | Permanente | France | Oui | Se : + Sp : + | Immédiate |
| Qualité de l'air, AASQA | Permanente | France | Oui | Se : + Sp : + | Immédiate |
| Qualité de l'eau, SISE-EAUX | Variable selon la taille des populations desservies par le réseau de distribution | France | Oui | Se : +/- selon la taille réseau Sp : + | Délai d'échantillonnage et d'analyse |
| SACS | Oui pendant la période d'activité du SACS | France métropolitaine | Oui | Se : + Sp : + | Immédiate |
| RNSA | Oui pendant la saison pollinique | France métropolitaine | Oui | Se : + Sp : + | Immédiate |
| Surveillance d'événements sanitaires | | | | | |
| Réseau Oscour | Permanente | France | Non mais complément d'informations possible sous 24h | Se : + Sp : sans objet | Immédiate |
| Toxicovigilance | Permanente | France | +/- | Se : +/- Sp : + | Immédiate |
| Légionellose (déclaration obligatoire) | Permanente | France | Oui | Se : + (définition de cas : probable ou confirmé) Sp : + | Délai de constitution et d'identification du cluster Immédiate ensuite |
| Intoxications au monoxyde de carbone | Permanente | France métropolitaine | Oui | Se : +/- Sp : + | Immédiate |

Concernant la surveillance des facteurs environnementaux, des bulletins d'information quotidiens sont diffusés par l'InVS sur son site web en période d'activité du Sacs. De même, des recommandations sont diffusées lorsqu'une non-conformité de l'eau potable est détectée par les autorités sanitaires, en particulier aux groupes les plus sensibles. En cas de dépassement de concentrations de polluants de l'air extérieur, des bulletins d'information sont relayés par les médias (limitation des activités pour les populations les plus sensibles, réduction des vitesses de circulation...).

Concernant la surveillance des événements sanitaires, la déclaration de la légionellose se fait en deux temps : le signalement puis la notification. Tout biologiste ou médecin qui diagnostique une légionellose signale le cas sans délai par téléphone ou télécopie à la Ddass de son lieu d'exercice puis envoie la notification. Le signalement téléphonique permet de détecter rapidement les cas groupés et de mettre en place le plus précocement possible des mesures de contrôle et de prévention adaptées [7]. Par ailleurs, tous les cas de légionellose liés au voyage sont signalés au réseau européen de surveillance Ewgli, qui regroupe actuellement 36 pays. Ewgli a pour objectif de détecter les cas groupés liés à des réseaux d'eau chaude dans les hôtels en consolidant les notifications des pays membres et de s'assurer de la mise en place de mesures de prévention et de contrôle dans les établissements de tourisme identifiés.

Limites et perspectives actuelles des systèmes de surveillance en santé environnementale pour la fonction d'alerte

Limites des systèmes de surveillance existants en santé environnementale

Si des améliorations de la fréquence et de la couverture géographique des facteurs ou des événements surveillés sont nécessaires (surveillance de l'eau, réseau Oscour...), une piste de progrès importante tient au manque de sensibilisation des acteurs de la déclaration concernés. La réactivité des systèmes de surveillance basés sur la déclaration dépend entièrement de la sensibilisation des contributeurs potentiels à la déclaration (médecins, urgentistes, biologistes...) qui fournissent le signal. Par exemple, un cas d'intoxication au monoxyde de carbone peut être signalé par différents professionnels, selon l'intervenant présent sur les lieux de l'intoxication suspectée. Cependant, la nature des déclarants participant au dispositif de surveillance actuel, majoritairement représentés par les services d'intervention d'urgence, laisse supposer qu'une sous-déclaration des intoxications non prises en charge par les autres intervenants subsiste [8]. Une information initiale large et diffuse aux déclarants potentiels, mais aussi une rétro-information systématique, sont essentielles au maintien et au développement des systèmes de surveillance actuels (figure). Le nombre annuel croissant d'épisodes d'intoxication par le monoxyde de carbone, depuis sa mise en place en

2005, témoigne de l'intérêt et de l'impact de cette sensibilisation (986, 1 306 et 1 375 épisodes déclarés respectivement en 2005, 2006 et 2007).

Limites propres à la santé environnementale

La santé environnementale se distingue notamment par la difficulté à caractériser un lien de causalité entre une exposition environnementale suspectée et une pathologie avérée. Les pathologies avérées, cancéreuses ou non, sont le plus souvent multifactorielles, intégrant à la fois différentes expositions environnementales, des facteurs de susceptibilité individuelle et les modes de vie des individus [9]. Le délai de survenue des pathologies à caractère environnemental est en général long, de l'ordre de plusieurs années à plusieurs décennies [9]. Aussi, de meilleures estimations des relations dose-réponse, aux concentrations retrouvées dans l'environnement, sont nécessaires [10]. Pour être en mesure de protéger précocement les populations exposées, la surveillance en santé environnementale à visée d'alerte repose trop souvent sur la surveillance de facteurs environnementaux. Par exemple, Météo-France et Sécurité solaire fournissent quotidiennement un index UV à partir de données météorologiques permettant de diffuser des informations de prévention sanitaire. Cette surveillance ne répond cependant pas au besoin de surveillance de l'exposition de la population générale aux rayonnements ultra-violet. Il serait nécessaire d'associer la surveillance de données satellitaires de radiations UV à la surveillance comportementale de la population vis-à-vis de l'exposition solaire (lieux résidentiels et de vacances, durée d'exposition, moyens de protection solaire utilisés...).

Perspectives

Afin de tenir compte de la pluralité des signaux de santé environnementale et de leurs sources, il faut encourager la recherche, l'identification, le classement et la quantification de nouveaux indicateurs de santé environnementale. L'utilisation des données de l'Assurance maladie est une piste de progrès : la faisabilité d'un système de surveillance hebdomadaire des gastro-entérites à l'échelle de la commune, à partir de l'exploitation des données de remboursement des médicaments collectés par l'Assurance maladie, a été établie [11]. La surveillance d'indicateurs biologiques dans l'organisme humain (appelés « biomarqueurs ») constitue un enjeu pour le développement de nouvelles méthodes de surveillance des expositions environnementales. L'interprétation des données de biosurveillance, en termes de risque sanitaire, si elles sont intégrées dans un système de surveillance, permettrait de définir de nouvelles situations d'alerte. Le renforcement des réseaux de toxicovigilance et de leur coordination par l'InVS, les obligations de déclarations de la part des professionnels de santé, ainsi que de meilleurs enregistrements et connaissances de la toxicité des produits industriels (dispositions Reach) pourront concourir à une plus grande exhaustivité de recueil des informations et à la réactivité de l'alerte.

Enfin, les catastrophes naturelles (cyclones, tsunamis...) ou accidentelles, les maladies vétérinaires (grippe aviaire), la circulation mondialisée de matériels (boutons d'ascenseur radioactifs⁶) ou de produits alimentaires (lait chinois frelaté à la mélamine⁷) sont des questions connexes au champ de la santé environnementale. Elles posent la question du périmètre de la surveillance en santé environnementale et de la possibilité d'interactions et d'extensions au domaine socio-économique.

En conclusion, les systèmes actuels de surveillance en santé environnementale en France fournissent des outils indispensables à la fonction d'alerte, pour autant qu'ils respectent la continuité du recueil de données et la réactivité immédiate du système, une fois le signal détecté. Si les systèmes existants peuvent être améliorés, notamment en augmentant la couverture des zones surveillées, ils ne suffisent pas à eux seuls pour pouvoir détecter tout risque sanitaire réel ou perçu lié à l'environnement naturel ou anthropique de l'Homme. Des perspectives résident également dans l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques et méthodes de mesures d'exposition environnementale, accompagnées de leur interprétation sanitaire, ainsi que dans le renforcement des réseaux. Des « lanceurs d'alerte » mettent en garde régulièrement les pouvoirs publics et la société civile sur des événements pouvant constituer un danger non pris en compte. Comme exemple récent, un collectif associatif a interpellé en mars 2009 les autorités publiques en préconisant l'interdiction de l'utilisation du bisphénol A⁸ dans la composition de matières plastiques à usage alimentaire. Pour répondre aux inquiétudes des personnes concernées ou ne pas en créer de nouvelles, il semble nécessaire que les autorités sanitaires s'arment d'une communication plus importante sur les possibilités et les limites de la surveillance et de l'alerte en santé environnementale.

Références

- [1] Thacker SB. Surveillance. Field Epidemiology. New-York : Oxford University Press ed.; 1996.
- [2] Ledrans M, Hazeubrouck B, Clavel J, Empereur-Bissonnet P, Cochet C, et al. Regroupement de cancers pédiatriques à Vincennes, rôle du Comité scientifique de 2001 à 2006 : une confrontation entre les attentions sociales et l'expertise scientifique. Bull Epidemiol Hebd. 2007; 57-60.
- [3] Système d'alerte canicule et santé 2006 (Sacs 2006). Rapport opérationnel. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2006; 46p. http://www.invs.sante.fr/publications/2006/sacs_2006/index.html
- [4] Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2006. Synthèse des résultats des réseaux de surveillance de l'IRSN. Fontenay-aux-Roses : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, 2008 ; 201p.
- [5] Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique.
- [6] Illeff D, Caillière N, Josseran L. Surveillance des urgences Réseau Oscour (Organisation de la surveillance coordonnée

⁶ <http://www.asn.fr/incident-de-radioprotection-sur-le-site-de-la-societe-mafelec-isere-3> (consulté le 16 mars 2009).

⁷ Voir « Dossier thématique : mélamine » sur le site : <http://invs.sante.fr>

⁸ Le bisphénol A est un perturbateur endocrinien dont la toxicité éventuelle pour l'Homme ne fait pas l'objet d'un consensus international à l'heure actuelle (mars 2009).

des urgences) Résultats nationaux 2004/2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/plaquette_oscour_161208/index.html

[7] Le risque lié aux légionelles. Guide d'investigation et d'aide à la gestion. Paris : Ministère de la santé et des solidarités, 2005.

[8] Verrier A, Lasalle JL, Corbel C, Fouilhé Sam-Lai N, de Baudouin C, Eilstein D. Les intoxications au monoxyde de

carbone survenues en France métropolitaine en 2006. Bull Epidemiol Hebd. 2008 ;44 :425-28.

[9] Le Moal J, Catelinois C, Bérat B, Chérié-Challine L. Données de santé pour la surveillance en santé environnementale : besoins et perspectives. Bull Epidemiol Hebd. 2009 ; 27-28 : 287-90.

[10] Questions posées par l'évaluation quantitative des risques aux faibles doses. In : Cancer et environnement. Expertise collective. Paris, Inserm : 2008 ; pp.847-71.

[11] Détection précoce automatisée des épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique à partir des données de vente ou de remboursement des médicaments. Étude de faisabilité : choix des données sanitaires et des départements pilotes. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2006 ; 34p. http://www.invs.sante.fr/publications/2006/detection_geal/index.html

Santé environnementale : surveiller pour connaître et prévoir

Agnès Verrier (a.verrier@invs.sante.fr), Philippe Bretin, Stéphanie Vandentorren, Olivier Catelinois, Nadine Fréry, Daniel Eilstein

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

Parmi les objectifs de la surveillance en épidémiologie, il arrive d'accorder une place prépondérante à l'acquisition de connaissances sans rechercher de manière prioritaire à détecter des épisodes groupés, finalité première de la surveillance à visée d'alerte. Appliquée au domaine de la santé environnementale, la surveillance épidémiologique fait appel à des méthodes classiques, ayant en commun une phase de recueil de données répétée : système de surveillance, enquête transversale répétée. En revanche, la complexité des interactions entre l'exposition et ses effets sanitaires (long délai d'apparition entre l'exposition à des polluants environnementaux et la survenue des événements de santé, faible part du risque attribuable et niveaux faibles d'exposition) conditionne les modalités de mise en œuvre de cette surveillance. Dans la pratique, rares sont les dispositifs qui surveillent directement les effets sanitaires en lien avec une exposition environnementale (intoxications au monoxyde de carbone). La plupart des dispositifs mis en œuvre dans le champ de la santé environnementale ont dû pallier cette difficulté en menant cette surveillance sur les milieux (air) ou à l'aide de biomarqueurs en tant indicateurs d'exposition (saturnisme) ou d'effet précoces de l'exposition. Les récents développements dans le domaine témoignent des orientations prises avec l'intensification de l'utilisation des biomarqueurs dans le cadre du programme de biosurveillance de l'InVS, le recours croissant à la mise en place d'études multi-objectifs reposant sur des moyens communs (Saturn-inf, Étude nationale nutrition santé (ENNS)) ou l'intégration d'une surveillance dès la conception de grands projets de recherche telle que la cohorte Elfe (Étude longitudinale française depuis l'enfance).

Mots clés / Key words

Surveillance, santé environnementale, exposition / Surveillance, environmental health, exposure

Introduction

La surveillance en épidémiologie accorde parfois plus d'importance à l'apport de connaissances de l'événement étudié qu'à la détection précoce d'épisodes de cas groupés, composante essentielle de la surveillance à visée d'alerte [1]. Dans ce contexte, la surveillance s'attache à décrire les caractéristiques de l'événement et ses évolutions spatio-temporelles. Les connaissances acquises servent à l'action en santé publique : elles fournissent les éléments nécessaires à la mise en œuvre d'actions de prévention sur les sources, l'exposition ou la prise en charge des personnes exposées ou malades ; elles guident les pouvoirs publics dans l'élaboration de plans de gestion comprenant des actions réglementaires, des dispositifs financiers ou des dispositifs de prise en charge médicale. Ces connaissances tendent

aussi à évaluer les actions entreprises. Secondairement, la surveillance en épidémiologie fournit des hypothèses à la recherche. Quel que soit le domaine d'application, les différentes méthodes utilisées pour mettre en œuvre cette surveillance épidémiologique sont conditionnées par de multiples facteurs qui relèvent à la fois de caractéristiques épidémiologiques de l'événement étudié et de critères de faisabilité [2]. Afin de suivre la dynamique spatio-temporelle [3] de l'événement observé, toutes les méthodes propres à la surveillance ont en commun une phase de recueil des données répétée dans le temps. S'il apparaît nécessaire de déceler des changements en continu à l'aide de moyens rapides et fiables, la mise en place d'un système de surveillance est privilégiée. Dans d'autres situations, il peut être suffisant de recueillir de manière périodique

Environmental health: knowing and forecasting through monitoring

Among the objectives of epidemiological surveillance, priority is sometimes given to the acquisition of knowledge instead of detecting early outbreaks, which is the major purpose of health alert surveillance. Applied to environmental health, epidemiological surveillance uses traditional methods, having in common a phase of repeated data collection: surveillance system, repeated cross-sectional survey. On the other hand, the complexity of interactions between exposure and health effects (long delay between environmental pollutants exposure and the occurrence of health effects, low attributable risk, and low levels of exposure) determines the implementation modalities of such surveillance. In practice, few surveillance systems directly monitor health effects associated with environmental exposure (carbon monoxide poisoning). Most of the systems implemented in environmental health surveillance had to overcome this difficulty by carrying out this surveillance on environment (air quality) or by using biomarkers as indicators of exposure (lead poisoning) or early exposure effects. The recent developments in this field illustrate the direction increasingly used by intensifying the recourse to biomarkers within the framework of InVS biosurveillance program, and the increase of multi-targeted studies based on one same design (Saturn-inf, National Nutrition and Health survey (ENNS)) or the integration of surveillance for the development of major research projects, such as the ELFE cohort (French National Birth Cohort).

l'événement étudié à l'aide d'enquêtes transversales répétées. Dans le domaine de la santé environnementale, les modalités de la surveillance sont tributaires de la complexité des interactions entre l'environnement et la santé [4]. Les effets sanitaires en lien avec des expositions environnementales peuvent survenir rapidement à la suite d'exposition aiguë, comme c'est le cas des décès ou des crises d'asthme faisant suite à l'augmentation des niveaux de pollution atmosphérique. Mais, dans la majorité des cas, les événements de santé en lien avec des expositions environnementales se caractérisent par un délai d'apparition souvent très long après l'exposition, par une faible part du risque attribuable à l'exposition environnementale et sont souvent en relation avec de faibles niveaux d'exposition. Il est alors nécessaire de privilégier la mesure de

l'exposition à celle de l'événement de santé pour mettre en œuvre cette surveillance. Citons, par exemple, les liens qui associent une exposition au radon à la survenue du cancer broncho-pulmonaire, pathologie multifactorielle largement imputable à d'autres expositions comme le tabagisme. Au regard de ces situations, l'objet de cet article est de présenter dans un premier temps les principales méthodes épidémiologiques de surveillance en santé environnementale et leurs modalités. Dans un second temps, chacune de ces méthodes est illustrée par un exemple de dispositif de surveillance existant concernant des agents présents dans l'environnement et portant sur la population générale.

Les principales méthodes de surveillance appliquées à la santé environnementale

La spécificité de l'application des méthodes de surveillance épidémiologique au domaine de la santé environnementale réside avant tout dans la nature des données observées.

Système de surveillance spécifique et continue

Appliquée à la santé environnementale, l'événement observé par le système de surveillance spécifique et continue, s'il est parfois l'effet sanitaire lui-même, est le plus souvent la variation des niveaux d'un indicateur de l'exposition.

Dans le cas où un lien spécifique ou un effet à court terme peut être établi entre une exposition et ses effets sanitaires, un système de surveillance spécifique à une pathologie peut être envisagé. La définition épidémiologique du cas peut alors reposer soit sur des signes cliniques soit sur des mesures biologiques d'effet de l'exposition. Lorsque les signes cliniques ne sont pas caractéristiques d'une exposition, le recours à des critères environnementaux peut être envisagé dans la définition comme c'est le cas pour les intoxications au monoxyde de carbone [5]. Ce système vise à caractériser la pathologie, à décrire ses facteurs de risque et surtout à observer et décrire son évolution spatio-temporelle de manière continue. L'objectif du système est alors de détecter des situations émergentes comme une évolution des caractéristiques démographiques, une évolution de la gravité ou des circonstances de survenue des cas dans le but de mettre en œuvre rapidement des actions correctives.

Le plus souvent, la particularité des effets sanitaires en lien avec des expositions environnementales rend inadaptée la surveillance d'un événement de santé pour connaître et prévoir des effets sanitaires attribuables à une exposition environnementale. La variable d'intérêt du système de surveillance est alors l'exposition si le lien entre l'exposition environnementale et une pathologie est établi. Cette option nécessite de disposer de mesure de l'estimation à partir de données de

concentrations dans les milieux comme dans le cas de la surveillance de la pollution atmosphérique [6] ou du réseau national de surveillance aérobiologique dont le but est l'étude du contenu de l'air en particules biologiques pouvant être associé au risque allergique de la population [7]. L'utilisation de biomarqueurs, dans la mesure où ils sont des indicateurs de l'exposition ou des indicateurs d'effets précoces de l'exposition a aussi été développée comme dans le cas de la déclaration obligatoire des cas de saturnisme [8].

Enquêtes transversales répétées

Lorsque la surveillance épidémiologique ne vise pas à détecter rapidement et en continu des phénomènes émergents, il est possible d'estimer et de caractériser périodiquement l'événement étudié au moyen d'enquêtes transversales répétées. Ces schémas d'étude peuvent être aussi l'occasion d'évaluer un système de surveillance existant, notamment en termes d'exhaustivité ou de représentativité. En santé environnementale, ces enquêtes périodiques peuvent porter sur des domaines tels que la perception des risques environnementaux [9], les comportements et usages, par exemple des pesticides domestiques. Elles peuvent aussi utiliser des capteurs individuels ou rechercher des valeurs de référence d'imprégnation de certains polluants en utilisant des biomarqueurs dans la mesure où ils sont des indicateurs précoces d'effet, de l'exposition. Pour améliorer l'estimation de l'exposition, il arrive que ces données soient couplées à des données de consommation ou de budget espace temps décrivant les activités d'une personne et le temps moyen passé à chacune de ces activités. Etant donné le coût des enquêtes transversales organisées pour un objectif spécifique, le choix de grandes enquêtes répétées à partir desquelles les besoins de surveillance peuvent être couverts dans différents domaines de la santé est actuellement préconisé. Elles s'accompagnent de constitution de bibliothèques offrant la perspective d'études ultérieures non envisagées au départ [10].

Études de cohorte

L'étude de cohorte est une méthode dédiée avant tout à la recherche en épidémiologie [11]. Elle assure un suivi longitudinal individuel dans le temps pour surveiller et décrire les caractéristiques des expositions et l'apparition de pathologies. Le principal avantage d'un tel schéma d'étude est de pouvoir modéliser l'enchaînement et les interactions des différents facteurs liés aux conditions de vie (habitat, alimentation, social), à l'environnement, à la génétique, la santé et la prédisposition à la maladie et d'améliorer la mesure de la causalité. Sa mise en œuvre est toutefois longue et peut présenter une limite importante si le nombre de sujets perdus de vue devient considérable ou si l'événement de santé étudié est rare. Mais la constitution de vastes

cohortes, représentative de la population, avec prélèvements d'échantillons biologiques peut s'avérer utile à la surveillance en offrant la possibilité d'estimer périodiquement des expositions à des polluants. Des évolutions spatio-temporelles peuvent être ainsi mise en évidence si les cohortes utilisées sont ouvertes ou successives, dans la mesure où elles peuvent fournir une estimation de l'exposition au sein de populations renouvelées. Les cohortes peuvent aussi servir à la mise en place d'enquêtes ponctuelles pour investiguer les conséquences sanitaires d'une exposition face à la survenue d'un problème de santé et fournir des recommandations pour son contrôle et sa prévention. Citons comme exemple, le recours à deux cohortes existantes de personnes âgées (personnes âgées quid (PAQUID) et l'étude des trois cités(E3C)) pour estimer l'impact de la canicule en termes de morbidité quelques semaines après la vague de chaleur de l'été 2003 [12]. Plus récemment, la cohorte Elfe (Étude longitudinale depuis l'enfance) [13], détaillée dans la seconde partie, a été élaborée dans une démarche pluridisciplinaire pour intégrer, dès sa conception, des objectifs de surveillance.

Exemples de programme de surveillance en santé environnementale

Chacun des exemples suivants, résumés dans le tableau 1, illustre une des méthodes de surveillance en santé environnementale précédemment exposées.

Système de surveillance des intoxications au monoxyde de carbone

Depuis quelques années, la mise en place d'une surveillance des intoxications au monoxyde de carbone (CO) est apparue comme un élément essentiel de la lutte contre ce gaz toxique [14]. Le choix d'un système spécifique de surveillance avec une couverture nationale a été motivé par l'absence de zone géographique indemne de ce risque et la volonté de connaître rapidement les modifications spatio-temporelles imprévues des circonstances de survenue et de leurs facteurs favorisants. Malgré l'absence de signes cliniques spécifiques, la définition épidémiologique d'un cas d'intoxication au CO a été possible [5] grâce à la conjonction de critères médicaux (signes cliniques et mesure de l'imprégnation au CO par dosage sanguin) et de critères environnementaux (mesure atmosphérique du CO et identification de la source d'émanation de CO). Depuis sa mise en place au niveau national en 2005, l'observation d'épisodes collectifs d'intoxications au CO liées à l'utilisation inadaptée de panneaux radiants a conduit à une action immédiate au moyen d'une circulaire réglementant leurs usages. Malgré les difficultés ressenties par les acteurs de ce dispositif, principalement associées

Tableau 1 Exemples de dispositifs de surveillance en santé environnementale / Table 1 Some examples of surveillance systems in the field of environmental health

| Dispositif de surveillance | Polluant | Objectifs | Méthode de mesure du phénomène sanitaire | Temporalité | Méthode d'échantillonnage |
|--|---|--|---|--|---|
| Système de surveillance | | | | | |
| Système de surveillance des intoxications par le monoxyde de carbone | Monoxyde de carbone | Identifier les circonstances à l'origine des intoxications et décrire la dynamique spatio-temporelle | (Signes cliniques + biomarqueur) + circonstances d'exposition | Système continu depuis 2005 | Collecte exhaustive de tous cas déclarés |
| Surveillance de l'exposition au radon | Radon | Évaluer et suivre dans le temps l'impact sanitaire du radon | Concentrations en radon dans les lieux de vie + budgets espace temps | Campagne nationale de mesure du radon dans les habitations | Échantillonnage non aléatoire lors de la première campagne logements |
| Système national de surveillance des plombémies chez l'enfant | Plomb | Évaluer les activités de dépistage du saturnisme et leurs résultats | Biomarqueur d'exposition (plombémie) | Système continu depuis 1995 | Collecte exhaustive d'information lors de la prescription de toute plombémie chez l'enfant + collecte des déclarations de cas |
| Enquêtes transversales répétées | | | | | |
| Enquête nationale nutrition santé, volet environnemental | 9 métaux (dont plomb, arsenic, mercure, cadmium,) et pesticides | Connaître l'exposition de la population adulte | Biomarqueurs d'exposition (mesurés dans sang, urine, cheveux) | Enquête transversale 2006-2007 à répéter | Tirage aléatoire à 3 degrés (unités géographiques, foyers, individus) |
| Prévalence du saturnisme et de séroprévalence de maladies infectieuses chez l'enfant | Plomb, cadmium (+anticorps) | Mettre à jour les données sur exposition et facteurs de risque | Biomarqueurs d'exposition mesurés dans le sang (plombémie et cadmiémie) | Enquête transversale répétée (1996 puis 2008) | Tirage aléatoire à 2 degrés (hôpitaux puis inclusion d'enfants pendant une période de temps) |

à l'intégration d'une grille d'inspection nationale standardisée des enquêtes environnementales, les connaissances acquises par ce système de surveillance en matière de circonstances de survenue et de tendances spatio-temporelles, complété par les connaissances relatives à la perception de ce risque [9] ont permis de préciser les campagnes de prévention.

Dispositif de surveillance des concentrations en radon

Le radon, gaz radioactif ubiquitaire et naturel, est classé comme cancérigène pulmonaire certain chez l'homme depuis 1988 [15]. Il engendre des expositions radioactives de l'ensemble de la population en s'accumulant dans tous les endroits clos comme les habitations et serait responsable de 5 et 12 % des cancers du poumon en France [16]. Pour répondre aux objectifs de santé publique [14] visant à améliorer les connaissances sur les expositions domestiques au radon et sur les méthodes permettant de projeter dans le temps les risques associés, la mise en place d'un système de surveillance spécifique a semblé nécessaire dans le cadre d'un plan national de gestion du risque radon. En raison de la faible part attribuable au radon dans la survenue du cancer du poumon et d'un temps de latence très important entre l'exposition et la survenue de la pathologie (effet sanitaire observé pour des expositions chroniques cumulées sur 30 ans), la surveillance spécifique mise en place, en s'appuyant sur des outils préexistants, a porté sur les concentrations en radon dans l'air intérieur des établissements recevant du public dans les 31 départements français classés prioritaires. Les récentes campagnes de mesure ont révélé qu'environ 14 % des établissements contrôlés étaient au-dessus du seuil d'action fixé à 400 Bq.m⁻³[17]. Parallèlement à la poursuite de ces campagnes, des réflexions en cours se consacrent à l'opportunité et la faisabilité d'étendre ce système de surveillance aux habitations privées.

Système de surveillance des activités de dépistage du saturnisme chez l'enfant

Le système national de surveillance des plombémies chez l'enfant mis en place en 1995 a pour objectif de fournir les informations nécessaires à l'évaluation des activités de dépistage et de prise en charge du saturnisme chez l'enfant à partir d'une fiche renseignée par le prescripteur de la plombémie [18]. Il s'agit donc plutôt de la surveillance d'une activité de santé publique que de la surveillance d'une maladie. Ce dispositif a été complété en 2004 par la notification par les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) à l'InVS des cas de saturnisme (définis comme une plombémie $\geq 100 \mu\text{g/L}$) qui leur sont signalés à des fins d'action immédiate sur la source d'exposition ; cette notification permet de vérifier la complétude du système de surveillance en ce qui concerne les plombémies élevées.

Le saturnisme regroupant des problèmes de santé très divers non spécifiques d'une exposition au plomb passe souvent inaperçu des cliniciens. Seule une activité volontariste de dépistage basée sur un questionnement des parents à la recherche de facteurs de risque d'exposition permet au médecin d'identifier des enfants potentiellement intoxiqués. Le médecin prescrit alors une plombémie, qui donne une bonne indication de l'imprégnation de l'individu par le plomb. Les relations entre la plombémie et les effets sanitaires sont bien établies, ce qui a amené à définir en France le cas de saturnisme comme étant le dépassement d'une valeur de la plombémie. Le développement du dépistage du saturnisme a été fortement promu par la Direction générale de la santé à partir de 1993. C'est

pourquoi il était nécessaire de disposer d'un outil permettant de savoir si ce dépistage se développait véritablement et quels en étaient les résultats. La faible activité de dépistage dans la plupart des régions hors Île-de-France a justifié que ce système soit exhaustif. Un autre objectif a rendu nécessaire l'exhaustivité : le souhait d'évaluer la façon dont chaque enfant était suivi et, en particulier, si des plombémies de suivi étaient pratiquées dans les délais recommandés. Lors de l'exploitation des données de ce système, il faut veiller à ne pas confondre les évolutions de l'exhaustivité avec les évolutions de l'activité de dépistage. Le système de surveillance permet de connaître l'évolution annuelle du nombre de cas incidents diagnostiqués, mais il ne permet pas de connaître l'incidence réelle du saturnisme car seulement 1 % des enfants bénéficient d'au moins une prescription de plombémie avant l'âge de 7 ans.

Enquête nationale de prévalence du saturnisme chez l'enfant

Il s'agit d'une enquête transversale réalisée en 2008-2009 [10] qui fait suite à une première enquête réalisée en 1995-1996. Elle a pour objectifs de mettre à jour les connaissances sur l'imprégnation et les facteurs de risque d'imprégnation de la population des enfants par le plomb (de 6 mois à 6 ans), et de valider des indicateurs de zones à risque. Cette enquête est basée sur la mesure de la plombémie et sur le recueil d'un questionnaire auprès des parents. L'enquête est réalisée dans 150 hôpitaux qui procèdent à un prélèvement sanguin supplémentaire à l'occasion d'un prélèvement prévu dans le cadre des soins. L'échantillonnage des hôpitaux et le choix des enfants sont aléatoires. L'échantillon prévu est de 3 800 enfants.

Une telle enquête nécessite des moyens organisationnels importants. C'est la raison pour

laquelle l'InVS a examiné les possibilités de la coupler avec d'autres objectifs pouvant être obtenus avec la même organisation. Le département des maladies infectieuses de l'InVS s'est ainsi associé au département santé environnement pour la réalisation d'une étude de séroprévalence de plusieurs maladies infectieuses chez l'enfant. Cette étude est basée elle aussi sur des analyses sanguines (analyses d'anticorps sur le sérum sanguin) et sur le renseignement d'un questionnaire par les parents. Il a aussi été décidé de mettre en place une sérothèque qui permettra de futures études chez l'enfant sans nécessiter une nouvelle collecte de sang. Une quatrième étude a été ajoutée : l'évaluation de l'exposition des enfants au cadmium, *via* l'analyse du cadmium sanguin qui peut être faite en même temps que l'analyse du plomb.

Enquête nationale nutrition santé

L'Étude nationale nutrition santé (ENNS) [19] constitue un outil de surveillance mis en place pour répondre à des objectifs de surveillance nutritionnelle mais aussi de surveillance des expositions environnementales. Réalisée auprès d'un échantillon représentatif de la population vivant en France métropolitaine, elle repose sur un recueil de données individuelles obtenues à partir de questionnaires, de prélèvements biologiques pour le dosage de biomarqueurs et d'un examen clinique. Ses objectifs consistent notamment à évaluer l'exposition de la population à diverses substances chimiques retrouvées dans l'environnement ou l'alimentation (métaux et pesticides) *via* des mesures d'imprégnation dans le sang, l'urine ou les cheveux, couplées à des données issues de questionnaires. Cette étude, actuellement en cours, fournira les premières valeurs de références de l'imprégnation de la population à ces substances et permettra d'identifier des déterminants de ces imprégnations, étape initiale de leur surveillance. Elle comporte également la constitution d'une bibliothèque destinée à explorer les imprégnations à des polluants émergents. Il constitue un modèle de base pour la mise en place d'une biosurveillance pérenne des expositions environnementales, couplée à des données nutritionnelles et cliniques réalisée dans le cadre d'enquêtes transversales répétées.

Elfe

Le projet de la cohorte Elfe (Étude longitudinale depuis l'enfance) vise le suivi des enfants, population particulièrement sensible, afin d'analyser leur développement physique, psychologique et social dans leur milieu, en tenant compte des différents facteurs en interaction tout au long du parcours jusqu'à l'âge adulte (facteurs familiaux, sociaux, scolaires, comportementaux, environnementaux, sanitaires, nutritionnels...) [13]. Sa mise en place permettrait de comprendre l'impact des situations vécues durant l'enfance sur le devenir

de l'enfant (notamment sur son développement physique, psychologique, social et scolaire) et son suivi prospectif permettrait de repérer les étapes majeures de ces processus prenant en compte toutes les dimensions. L'existence de cette cohorte constitue une opportunité pour réaliser des enquêtes ponctuelles plus spécifiques incluant notamment des prélèvements biologiques afin de fournir des niveaux de référence et de mettre en place une biosurveillance. D'un point de vue épidémiologique, il serait notamment possible de mesurer des expositions cumulées à des conditions environnementales spécifiques. Sur le plan de la santé environnementale, Elfe contribuerait à une meilleure connaissance des déterminants environnementaux de la santé des enfants. Elle permettrait de décrire la distribution des niveaux d'exposition (que ce soit aux substances chimiques, aux rayonnements ou à la pollution atmosphérique) ainsi que leurs variations et leurs déterminants. De par sa taille et sa représentativité, l'étude de cohorte pourrait garantir à la fois la diversité de niveaux d'exposition aux agents considérés et la puissance statistique satisfaisante pour la mise en évidence des relations expositions-risque.

Conclusion

La surveillance épidémiologique en santé environnementale s'appuie sur des méthodes classiques en épidémiologie. L'objectif opérationnel de cette surveillance est de suivre, dans le temps et l'espace, l'état de santé de la population ainsi que ses déterminants. La difficulté réside essentiellement dans la complexité des relations entre l'exposition aux nombreux polluants de l'environnement, les interactions entre ceux-ci et les effets sanitaires correspondants. Malgré cet obstacle, une surveillance épidémiologique a pu être mise en œuvre dans chacun des exemples présentés dans cet article. À partir de ceux-ci, il est possible de prévoir dans quelle direction les méthodes vont évoluer. D'une part, il s'avère que dans un nombre croissant d'études, à l'image de l'enquête nationale de prévalence du saturnisme de l'enfant (Saturn-inf) ou de l'enquête nationale nutrition santé (ENNS), la logique de l'outil va dépasser la logique des objectifs : au lieu de mettre en place une enquête pour un objectif, il s'agira plutôt de mettre en place des plateformes d'enquêtes au cours desquelles des objectifs différents seront poursuivis dès lors qu'ils pourront s'appuyer sur les mêmes moyens. D'autre part, un second axe est le développement de l'utilisation des biomarqueurs dans le domaine de la santé environnementale, développement déjà inscrit dans le Plan national santé environnement ou dans le Grenelle de l'environnement et identifié par l'InVS dans son programme de biosurveillance. Ces axes devraient permettre à la France de se doter de données de référence sur l'imprégnation de la population par un

ensemble de substances chimiques et d'en suivre la dynamique spatio-temporelle. Ces orientations représentent une opportunité pour explorer un ensemble d'objectifs de santé publique non encore satisfaits, dont certains sont soumis à une forte demande sociale comme c'est le cas par exemple de l'exposition des populations aux pesticides.

Références

- [1] Sinno-tellier S, Beaudou P, Josseran L, Verrier A. Santé environnementale : surveiller pour alerter Bull Epidemiol Hebd.2009 (27-28):291-94.
- [2] Dabis F, Drucker J, Moren A. Épidémiologie d'intervention. Paris : Arnette, 1992
- [3] Buehler JW. Surveillance. In : Rothmann KJ, Greenland S, Lash TL. Modern epidemiology. Lippincott, Williams & Wilkins, 2008.
- [4] Ledrans M. L'épidémiologie : un outil pour la veille et la décision en santé environnementale. Environnement, Risques & Santé. 2008; 7(1).
- [5] Verrier A, Corbeaux I, Lasalle JC, *et al.* Les intoxications au monoxyde de carbone survenues en France métropolitaine en 2006. Bull Epidemiol Hebd. 2008; 44:425-48.
- [6] Fabre P, Larrieu S, Borrelli D. *et al.* Dix ans de surveillance des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique urbaine dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psa) Bull Epidemiol Hebd. 2009 (27-28) :303-5.
- [7] Réseau national de surveillance aérobiologique. <http://www.pollens.fr/accueil.php>
- [8] Lecoffre C, Bretin P. Description des cas de saturnisme de l'enfant survenus en France au cours de l'année 2006. Note technique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/saturnisme_2006_note_technique/index.html
- [9] Ménard C, Girard D, Léon C *et al.* Baromètre santé environnement 2007. Saint Denis : Inpes, 2008.
- [10] Etchevers A, Bretin P *et al.* Saturn-inf. Enquête nationale de prévalence du saturnisme et de séroprévalence de maladies infectieuses chez les enfants de 6 mois à 6 ans. Protocole. Saint Maurice : Institut de veille sanitaire, 2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/saturn_inf_2008_2009/index.html
- [11] Épidémiologie. Principes et méthodes quantitatives. Bouyer J, Hémond B, Cordier S, Derriennic F. Bayeux : Inserm, 1996.
- [12] Filleul L. Etude des facteurs individuels et des comportements ayant pu influencer la santé des personnes âgées pendant la vague de chaleur 2003. Saint Maurice : Institut de veille sanitaire, 2006. http://www.invs.sante.fr/publications/2006/personnes_agees_canicule_2003/index.html
- [13] Léridon H. A project of the French National Birth Cohort : ELFE. Arch Pediatr. 2007; 14(6):702-4.
- [14] Santé Environnement. Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. Plan national 2004-2008. <http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/pnse/rapport.pdf>
- [15] IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Man-Made Mineral Fibres and Radon. IARC Monographs, Vol. 43, 1988.
- [16] Impact sanitaire du radon domestique : de la connaissance à l'action (Numéro thématique). Bull Epidemiol Hebd. 2007; 18-19:145-168.
- [17] Godet JL, Perrin ML, Dechaux E *et al.* Contrôle des expositions au radon, France, Décembre 2006. Bull Epidemiol Hebd 2007; 8-19:163-15.
- [18] Bretin P, Garnier R, Chatelot J *et al.* Dépistage du saturnisme chez l'enfant en France depuis 1995 : pratiques, résultats, évolutions, recommandations. Bull Epidemiol Hebd. 2008; 44:421-4.
- [19] Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Usen). Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006). Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS). Saint Maurice : Institut de veille sanitaire, 2007. http://www.invs.sante.fr/publications/2007/nutrition_enns/index.html

Les acteurs locaux de la surveillance en santé environnementale : le rôle des Cellules interrégionales d'épidémiologie et des Observatoires régionaux de santé.

De nombreux acteurs assurent une surveillance en santé environnementale au niveau local. Articulée avec les attentes des élus locaux et de la population générale, cette activité est assurée, notamment, par les cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) de l'InVS, les Observatoires régionaux de santé (ORS) et les services santé environnement des Ddass. Les ORS sont des associations à but non lucratif régies par la loi de 1901 (à trois exceptions près : Guadeloupe,

Guyane et Île-de-France) qui ont pour objectif l'observation des effets sanitaires, pour améliorer l'information sur l'état de santé et sur les besoins des populations régionales et aider à la décision dans le domaine sanitaire et social. Les Cire de l'InVS, au nombre de dix-sept, assurent principalement deux fonctions. Elles fournissent, tout d'abord, aux services déconcentrés de l'État un appui méthodologique et une expertise indépendante des signaux d'alerte sanitaire (analyse du

signal, évaluation de la situation, proposition d'options de gestion, suivi permettant l'adaptation de la réponse). Elles assurent, d'autre part, une fonction d'animation, de structuration et de coordination du réseau régional de veille sanitaire.

Les deux articles ci-dessous illustrent les actions et points de vue de la Cire Rhône-Alpes et de l'ORS Île-de-France dans la surveillance en santé environnementale.

La surveillance et l'observation en santé environnementale en Île-de-France : complémentarité de la Cire et de l'ORS

Isabelle Grémy (i.gremy@ors-idf.org)

Observatoire régional de Santé (ORS) Île-de-France, Paris, France

Résumé / Abstract

Les caractéristiques de la région Île-de-France, sa forte urbanisation génèrent des nuisances dues notamment au bruit et à la pollution et suscitent des interrogations sur leurs effets sanitaires. Disposer d'une information continue tant sur les expositions et leur nature que sur leur impact sur la qualité de vie et sur la santé des Franciliens est dès lors primordial. L'objectif est de montrer comment deux structures « généralistes » de surveillance en santé, telles que l'ORS (l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) et la Cire (Cellule interrégionale en épidémiologie) ont su développer régionalement des compétences complémentaires et spécifiques dans le domaine de la surveillance des effets sanitaires sur l'environnement.

La genèse et l'histoire de ces structures ainsi que l'analyse du contenu de leurs activités montrent un développement progressif de leurs compétences dans un calendrier et des domaines complémentaires. La Cire étudie les situations spécifiques, localisées, « à chaud » des problématiques santé environnement, l'ORS en dresse le cadre général, leur importance dans la région et leurs évolutions à plus long terme.

La structuration encore partielle de la surveillance et de la veille en santé environnement dans la région doit se poursuivre, notamment en renforçant et en formalisant les complémentarités de ces deux organismes.

Surveillance and observation in environmental health in the Paris Region: the complementary skills of the Regional Epidemiology Unit and the Regional Health Observatory

There are important nuisances in the Ile-de-France Region, such as noise and air pollution due to its characteristics (urbanization). It gives rise to interrogations on their health effects. Therefore, it is of utmost importance to bring in continuous information on environmental exposures as well as on their impacts on the quality of life and the health of the inhabitants of the region.

The objective of the article is to present how two institutions whose goal is general health surveillance, such as the Regional Health Observatory (ORS) and the Regional Epidemiology Unit (CIRE) have been able to progressively develop their environmental and health surveillance skills in specific and complementary ways at the regional level.

The origin and background of these institutions show that they have developed their environmental activities according to different timing and complementary fields. The CIRE studies local, specific, "in the heat of the moment" problems in environmental health, while ORS addresses general background and provides overviews of the environmental health issues and their long term trends.

The organization of environmental health surveillance in the region must continue and be reinforced, taking into account the complementary skills and natures of both institutions.

Mots clés / Key words

Surveillance ; santé, environnement, Île-de-France / *Surveillance health, environment, Ile-de-France*

L'Île-de-France, région très fortement urbanisée, regroupe près de 20 % de la population française. Son passé industriel important, sa densité exceptionnelle d'infrastructures de transports routiers, ferroviaires et aériens suscitent, pour les habitants, les élus et les professionnels de santé, des inquiétudes sur les impacts sanitaires de cet environnement. Dans la région, les préoccupations concernent essentiellement les sites et les sols pollués, la pollution de l'air et le bruit, notamment dus au trafic routier, les plateformes

aéroportuaires, les lignes à haute tension... Disposer d'une information régulière et continue, tant sur les expositions et leur nature, que sur leur impact sur la qualité de vie et sur la santé est d'autant plus nécessaire aux acteurs politiques de la région que la loi sur les libertés locales les a investis de nouvelles compétences en environnement.

L'objectif de l'article est de montrer comment deux structures « généralistes » d'observation et de veille en santé, telles que l'Observatoire

régional de santé d'Île-de-France (ORS) et la Cellule interrégionale en épidémiologie (Cire) ont su développer régionalement des compétences complémentaires et spécifiques dans le domaine de la surveillance des effets sanitaires sur l'environnement.

Le positionnement des ORS en matière d'information et d'observation en santé est porté par une légitimité d'un niveau régional. Créés par les préfetures de région dans la première moitié des années 1980, les ORS sont des instances ancrées

dans leur territoire. Aucune structure nationale n'en a homogénéisé les missions. Ainsi, la Fédération nationale des ORS a été créée, *a posteriori*, en 1989 à l'initiative des seuls ORS, sur un projet commun de « tableaux de bord en santé » permettant des comparaisons d'indicateurs socio-démographiques, de mortalité et de morbidité à une échelle régionale. D'ailleurs, aucun indicateur concernant les problématiques de santé environnement n'y figurait initialement. Les ORS ont orienté leurs activités en fonction des demandes et des priorités propres à chaque région. Dans le contexte particulier de la région francilienne, l'observation et l'information en santé environnement se sont fortement développées à l'ORS d'Île-de-France et en constituent l'une des spécificités. Cela a été aussi le cas, notamment, de l'ORS Nord Pas-de-Calais, Rhône-Alpes, Franche-Comté et Provence-Alpes-Côte d'azur (Paca). Plus récemment, de nombreux ORS ont été sollicités par les Directions régionales des affaires sanitaires et sociales (Drass) à des degrés divers pour l'évaluation du Plan régional santé environnement ou le volet environnement du Plan régional de santé publique.

Historiquement, c'est en 1990, à la suite d'épisodes importants de pollution atmosphérique pendant l'hiver 1989, que l'ORS d'Île-de-France a souhaité s'investir dans le domaine encore peu, voire pas étudié, à l'époque en France des effets sanitaires de la pollution atmosphérique. C'est ainsi que le projet Erpurs (Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé) est né. Ses objectifs étaient de caractériser et d'évaluer, à partir de séries temporelles de type écologique, les liens à court terme entre la pollution atmosphérique et la santé de la population francilienne. Sous le pilotage d'un comité scientifique, à ce jour toujours actif, le développement à partir de 1992 d'un réseau épidémiométrique [2] a permis de réunir sur plusieurs années des données quotidiennes environnementales et sanitaires. Ces données ont permis d'évaluer les liens entre les variations journalières des niveaux des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique (dioxyde d'azote, ozone et particules) et des données sanitaires (nombres quotidiens de décès, d'hospitalisations pour affections respiratoires ou cardiovasculaires, ou de recours en urgence à des consultations de généralistes - appels à SOS médecins - pour des affections respiratoires, asthme notamment). La publication des résultats issus du premier rapport Erpurs fin 1994 [3] a produit l'effet d'un électrochoc dans la région, qui faillit coûter son poste à la directrice de l'ORS d'alors. Ils montraient des liens entre pollution atmosphérique et indicateurs sanitaires, notamment en ce qui concerne la mortalité totale, respiratoire et par maladies cardiovasculaires. Si l'ORS fut suspecté de vouloir porter atteinte à l'industrie automobile et aux politiques des transports, l'accumulation des résultats concordants d'études, tant internationales que nationales [4], devait peu à peu avoir raison de ces suspicions. La nécessité de continuer à renforcer le système de surveillance en Île-de-France s'est alors imposée, et les études Erpurs sont depuis répétées et régulièrement améliorées. Pour ce faire,

Erpurs a collaboré au développement de méthodes épidémiologiques et statistiques d'abord à son initiative puis, par la suite, dans le cadre du projet Psas¹ du Réseau national de santé publique (RNSP) devenu l'Institut de veille sanitaire (InVS) et des projets Européens (APHEA², etc.). Erpurs constituera naturellement le pôle parisien du Psas, inscrivant dans la durée son partenariat avec l'InVS [1].

Avec la structuration importante de la surveillance au niveau national par la création de l'InVS et, au niveau régional, par la création des Cire, antennes et relais de l'InVS, le rôle de l'ORS aurait pu s'en trouver modifié. En Île-de-France, comme selon toute probabilité dans les autres régions, cela n'a pas été le cas. La Cire a assuré la veille et la vigilance, les réponses à des crises sanitaires ainsi que son rôle d'anticipation de ces crises et de leur résolution. Cela a conduit la Cire à se préparer davantage aux situations d'urgence de type environnemental. Elle a notamment mis en place des formations et des « boîtes à outils » à destination des Ddass qui permettent de rendre plus systématisées, et donc plus efficaces, les réponses aux signalements d'événements sanitaires et environnementaux jugés préoccupants. La Cire a contribué à structurer le réseau des Ddass et à renforcer le cheminement de l'information dans ce domaine. La création d'un système d'information géographique (SIG) partagé entre les Ddass et la Cire, actualisé en temps réel, sur les tours aéro-réfrigérantes et les cas de légionellose en est un bon exemple : ce SIG facilite l'identification et l'investigation de cas groupés de cette maladie. La création d'un système de surveillance basé sur les services d'urgence hospitaliers et de ville, les services de secours et incendies, les décès (Summo), en partenariat avec de nombreux acteurs de la région permet d'accroître la sensibilité à l'émergence d'événements sanitaires. Ces missions de veille, d'alerte et de gestion de crise sanitaire peuvent réglementairement et fonctionnellement n'être assurées que par la Cire et le réseau des Directions des affaires sanitaires et sociales (Ddass).

Du côté du Conseil régional, les élus et l'exécutif régional, dont les compétences en matière de santé restent somme toute limitées, se trouvent assez désarmés quand il s'agit d'apprécier les effets et les impacts sanitaires de leurs politiques d'environnement, de transports terrestres, aéroportuaires et ferroviaires, de choix de filières d'élimination des déchets, de politique d'enfouissement des lignes à très haute tension etc., alors que les questionnements et les inquiétudes des Franciliens, notamment des riverains de sites sources de pollution (aéroports, incinérateurs, sites pollués, etc.) en matière de qualité de vie, santé et environnement sont de plus en plus exprimées.

Les demandes du Conseil régional (CR) et de l'État, les attentes des élus et de la population ont amené l'ORS à renforcer ses compétences d'observation des effets sanitaires de l'environnement. L'observation s'est structurée avec l'élaboration du Plan régional santé environnement pour lequel l'ORS est chargé, à la demande du

Groupement régional de santé publique et du service Environnement de la Drass, « d'améliorer la performance et l'intégration en santé environnement » : cela permet, en collaboration avec l'ensemble des acteurs de l'État et de la Région, de mettre en réseau les sources de données disponibles sous la forme d'un portail commun qui devrait être prochainement mis en ligne. L'ORS assure le suivi des objectifs du volet environnement du Plan régional en santé publique dont l'évaluation, au temps initial du PRSP, a été publiée en avril 2008 [6]. Ainsi, à partir de l'observation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique initiée au début des années 1990, l'ORS a approfondi et a diversifié ses thématiques d'études en abordant les problématiques environnementales (les incinérateurs, les filières de traitement des déchets, la qualité de l'eau de distribution, les lignes à haute tension), susceptibles d'être associées à des effets sanitaires. Plus récemment, l'ORS s'est investi dans le domaine de l'air intérieur pour lequel une étude d'estimation des expositions aux contaminants fongiques est actuellement menée sur un échantillon aléatoire de logements franciliens [7]. Cette diversification thématique a nécessité de renforcer ses compétences sur les aspects méthodologiques, tant statistiques que géographiques, de mesure des expositions et d'analyse des données sanitaires. Enfin, l'évaluation de la perception des Franciliens à l'égard de leur environnement, grâce à des enquêtes répétées représentatives de la population générale, permet de mieux comprendre le ressenti, les attitudes, les connaissances des Franciliens à l'égard de leur environnement et leurs évolutions en permettant l'ajustement des politiques publiques de prévention et de communication sur ces sujets sensibles.

En conclusion

Si la Cire étudie les situations spécifiques, localisées, « à chaud » des problématiques santé environnement, l'ORS en dresse le cadre général, l'importance dans la région en proposant des situations de référence et leur évolution à plus long terme. Dans des champs et des calendriers différents, les actions et les études de la Cire et de l'ORS évoluent dans des sphères jointes dans lesquelles les zones de recouvrement et de redondance sont, à dessein, limitées, travaillées en partenariat et connues notamment par leur participation réciproque dans leur instance respective de pilotage : la Cire participant au conseil scientifique de l'ORS et l'ORS au comité de pilotage de la Cire. Cette collaboration permet de structurer l'observation des effets sanitaires dont on soupçonne une étiologie environnementale et de renseigner leur répartition sur le territoire ou leur évolution temporelle. La structuration encore partielle de la surveillance et de la veille en santé environnement dans la région doit se poursuivre, notamment en renforçant et formalisant les complémentarités de ces deux organismes.

¹ Le programme Psas (Programme de surveillance air et santé) porte sur la surveillance des effets sanitaires à court terme de la pollution atmosphériques dans neuf villes françaises : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse

² APHEA : Air pollution and Health-European Approach

Remerciements

À Hubert Isnard, coordonnateur de la Cire d'Île-de-France ainsi qu'à Edouard Chatignoux, Sabine Host et Sandrine Halfen, chargés d'étude à l'ORS, pour leur relecture attentive.

Références

[1] Katsouyanni K, Zmirou D, Spix C, Sunyer J, Schouten JP, Pönkä A, et al. Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data. The APHEA Project: background, objectives, design. Eur Respir J. 1995; 8:1030-8.

[2] Momas I, Pirard P, Quenel P, Medina S, Le Moullec Y, Ferry R, et al. Pollution atmosphérique urbaine et mortalité: une synthèse des études épidémiologiques publiées entre 1980 et 1991. Rev Epidemiol Sante Publique 1993; 41:30-43.

[3] Medina S, Le Tertre A, Quenel P, Le Moullec Y. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé en Ile-de-France: résultats 1987-1992. Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé, Erpurs. 1994;p. 103.

[4] Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 2002; 360:1233-42.

[5] Dab W, Medina S, Quénel P, Le Moullec Y, Le Tertre A, Thelot B, et al. Short term respiratory health effects of

ambient air pollution: results of the APHEA Project in Paris. J Epidemiol Community Health 1996; 50 Suppl: s42-6.

[6] Le plan régional de santé publique 2006-2010 en Île-de-France: situation initiale en 2006. Groupement régional de santé publique d'Île-de-France, Observatoire régional de santé d'Île-de-France, 2008; 180p.

http://www.ors-idf.org/prsp/accueil_prsp.html

[7] Host S, Agnès Lefranc, Camard J, Chardon B, Grémy I. Pollution de l'air intérieur: état de connaissances concernant les effets sanitaires et faisabilité d'une étude épidémiologique en Île-de-France. Paris: Observatoire régional de santé d'Île-de-France, 2005; 108 p.

Les acteurs locaux de la surveillance en santé environnementale Rôle des Cire dans la réflexion sur la surveillance sanitaire autour de sites particuliers : exemple de la Cire Rhône-Alpes

Marielle Schmitt (marielle.schmitt@sante.gouv.fr)

Cellule interrégionale d'épidémiologie-Cire Rhône-Alpes, Institut de veille sanitaire, Lyon, France

Résumé / Abstract

Les Cire sont souvent sollicitées par les Ddass lorsque des associations demandent la réalisation d'études épidémiologiques ou une surveillance sanitaire autour de sites particuliers, pollués ou susceptibles de l'être, dans l'objectif de déterminer si le site est à l'origine d'effets sur la santé des populations riveraines. Dans ces situations, les Cire sont souvent amenées à présenter les avantages et les limites des différentes approches possibles pour apporter des éléments de réponse. L'épidémiologie ou la surveillance sanitaire sont rarement les outils les plus appropriés mais l'échange avec les parties prenantes est absolument nécessaire pour qu'une telle analyse soit partagée. Une caractérisation de la contamination des milieux d'exposition est souvent une première étape indispensable et nécessite le concours de nombreux acteurs. Deux dossiers sur lesquels travaille la Cire Rhône-Alpes sont présentés en illustration.

Local actors of environmental health surveillance. The CIRE's role in the reflection on health surveillance around specific sites: the example of the Rhône-Alpes CIRE

The DDASS (local health authorities) often calls on the CIRE (the interregional epidemiology units) when associations demand epidemiological studies or health surveillance around particular sites, polluted (proven or potential), in order to determine if the site has or is generating health effects on the surrounding populations. In those situations, the CIRE often have to explain the advantages and limits of the different means in providing indications. Epidemiology or health surveillance are rarely the best tools, but discussions with the stakeholders are absolutely necessary to reach a common understanding. The characterization of the contamination of human environments is often the essential first step and requires the participation of a number of actors. Two cases on which the CIRE Rhône-Alpes is working on are presented to illustrate this.

Mots clés / Key words

Cire, surveillance sanitaire, sites pollués, zones industrielles / CIRE, health surveillance, polluted sites, industrial areas

Introduction

Les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire), antennes régionales de l'Institut de veille sanitaire (InVS), apportent un appui méthodologique aux Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) pour l'expertise des signaux d'alerte sanitaire, l'épidémiologie d'intervention et l'évaluation des risques sanitaires, principalement dans les domaines des maladies infectieuses et des risques sanitaires liés à l'environnement.

En santé-environnementale, les Cire sont régulièrement sollicitées par les Ddass à propos de sites particuliers, pollués ou susceptibles de l'être, le plus souvent par des activités industrielles présentes ou passées.

Les signaux à l'origine de ces sollicitations peuvent être de différentes natures [1]:

- signal environnemental: mise en évidence de concentrations en polluants élevées dans l'environnement ou à l'émission d'une installation;

- signal sanitaire: déclaration par un médecin, une association, un riverain... d'un excès apparent ou suspecté de pathologies sur une zone;

- signal social: expression d'une inquiétude ou d'une gêne par des associations ou riverains en raison de la présence d'une ou plusieurs infrastructures ou installations (perception d'un risque);

Les questions posées tournent généralement autour d'une grande interrogation: les activités pratiquées ou les pollutions constatées sont-elles à l'origine d'effets sur la santé des populations riveraines?

Dans ces situations, il est fréquent que les parties prenantes (associations, riverains, élus ou médecins...) demandent la réalisation d'une étude épidémiologique (analyse de la fréquence des maladies et recherche de leurs déterminants dans les populations exposées), ou la mise en place d'une surveillance sanitaire de la population (suivi médical des personnes exposées pour détecter des effets de l'exposition). Les associa-

tions réclament également, de plus en plus, des études d'imprégnation.

La pertinence et la faisabilité de telles approches sont pourtant rarement évidentes et nécessitent, dans tous les cas, une analyse approfondie préalable de la situation [1,2]. Cela ne signifie pas qu'aucun élément de réponse ne puisse être apporté à la population et aux gestionnaires. Surtout, il importe que les préoccupations des différentes parties prenantes puissent être exprimées et que l'analyse de la situation soit partagée afin que la réponse apportée, même si elle ne correspond pas aux demandes initiales, soit entendue. Enfin, de telles situations nécessitent généralement l'implication d'un nombre très important d'acteurs (administrations, élus, structures d'expertise, associations, entreprises...). Deux dossiers sur lesquels la Cire Rhône-Alpes travaille actuellement sont présentés dans cet article afin d'illustrer le rôle des Cire sur de telles problématiques.

Étude cancer autour de la plateforme nucléaire du Tricastin

La plateforme du Tricastin située dans la vallée du Rhône entre Drôme et Vaucluse comprend neuf entreprises de l'industrie du nucléaire, dont six détiennent des installations nucléaires de base. Les premières installations nucléaires du site datent des années 1960. Environ 73 000 personnes habitent dans un rayon de 10 km autour de la plate-forme.

À l'occasion de l'enquête publique relative à la construction d'une nouvelle usine d'enrichissement d'uranium (en remplacement de l'ancienne), la Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature (Frapna) a demandé que soit réalisée une étude sur les cancers autour de la plate-forme. Cette demande a été acceptée le 21 mars 2007 par la commission locale d'information-Cigeet (Commission d'Information auprès des Grands Équipements Énergétiques du Tricastin) sous réserve qu'un groupe de travail soit mis en place pour bien cerner les objectifs et la méthodologie de l'étude avant le lancement d'un appel d'offre.

La Cire Rhône-Alpes a été invitée à participer à ce groupe animé par le Conseil général de la Drôme et regroupant la Frapna, les Ddass de la Drôme et du Vaucluse, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'InVS, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et des représentants de l'industrie nucléaire. La Cire Rhône-Alpes a rédigé un premier document qui a servi de base aux discussions du groupe. Les éléments présentés dans ce document étaient :

- les sources de données sanitaires disponibles et potentiellement exploitables (données de mortalité, d'admission en affection de longue durée (ALD), des registres des cancers de l'enfant...);
- les principaux résultats des différentes études épidémiologiques déjà réalisées apportant des éléments de réponse à la question [3-5], en particulier sur l'incidence des leucémies infantiles autour des installations nucléaires en France;
- les différentes études pouvant être envisagées en précisant leur faisabilité, leur pertinence, leur intérêt et leurs limites.

Après discussion du groupe autour de ces éléments, la Cire et l'InVS ont proposé une démarche par étapes : une phase descriptive sur la survenue des cancers autour du Tricastin à l'aide des données de mortalité et d'ALD puis, en fonction des résultats de cette première étape (identification éventuelle de localisations cancéreuses en excès et possibilité de formuler des hypothèses étiologiques), une éventuelle deuxième phase avec une enquête cas-témoins. Cependant, certains membres du groupe de travail ont formulé le souhait de directement mettre en œuvre une surveillance sanitaire des cancers avec un recensement systématique des cancers dans les quatre départements limitrophes de la plateforme avec recueil de données individuelles sur l'histoire résidentielle et professionnelle de chaque cas. Une telle approche semble pourtant poser d'importants problèmes de faisabilité, de coût et de capacité à apporter dans un délai raisonnable une réponse aux inquiétudes de la population.

Le groupe de travail s'est donc prononcé en juillet 2008 en faveur de la première phase d'étude descriptive proposée par la Cire avant d'envisager, soit une étude cas-témoins, soit une surveillance ciblée sur une ou des pathologies particulières.

Interprétation des données environnementales et sanitaires autour de la plateforme chimique du pays Roussillonnais

De nombreuses entreprises (chimie, traitement des déchets dangereux...) sont localisées sur les communes de Roussillon, Le Péage-de-Roussillon et Salaise-sur-Sanne dans la vallée du Rhône au sud de Vienne (Isère). Les premières usines ont été implantées dans les années 1920.

À l'occasion de l'annonce début 2007 du traitement des déchets du Probo Koala en provenance de Côte-d'Ivoire par une usine de la zone, plusieurs associations (Vivre, Sauvons notre futur, Frapna...) se sont mobilisées et ont demandé des contrôles renforcés des émissions de l'usine et une surveillance sanitaire et environnementale sur la zone. A la demande de Mme Olin, alors ministre chargée de l'Environnement, une commission de suivi environnemental du pays Roussillonnais a été mise en place le 21 mars 2007, regroupant des représentants de l'État, des collectivités (région, départements, communes), des entreprises et des associations. La Cire Rhône-Alpes a été invitée par la Ddass de l'Isère à participer, en tant qu'expert. En réponse aux associations demandant des études épidémiologiques pour identifier si les activités polluantes de la zone étaient à l'origine d'effets sanitaires, la Cire a exposé les limites de l'épidémiologie pour répondre à cet objectif. Elle a en particulier insisté sur la nécessité de commencer par des mesures de la contamination des milieux d'exposition permettant de caractériser l'exposition de la population aux différents polluants et les éventuels risques sanitaires associés. Ce n'est qu'une fois ces étapes réalisées que l'utilité, la pertinence et la faisabilité de recourir à l'épidémiologie peuvent être analysées.

Finalement, l'orientation prise par la commission a été la réalisation d'une démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) : collecte de données sur la contamination des milieux, description des usages des milieux, analyse de la compatibilité de l'état des milieux avec les usages. Le cahier des charges, pour cette étude, a été rédigé par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

Cependant, un article de presse paru en octobre 2007 signalait que les habitants de Sablons (commune limitrophe de Salaise-sur-Sanne, au Sud) dénonçaient « un nombre anormalement élevé de cancers ». Les journalistes et les associations interpellaient les « autorités sanitaires pour faire la lumière sur la réalité ».

L'existence d'un registre des cancers sur le département de l'Isère a permis à la Cire Rhône-Alpes de répondre à cette demande. Sur une période de 10 ans, entre 1993 et 2002, il n'a pas été mis en évidence d'excès de cancers à Sablons. L'analyse a montré à la fois des sur-incidences des cancers sur certaines des six communes de la

zone d'étude et des sous-incidences sur d'autres. Aucune localisation cancéreuse n'apparaissait en sur-incidence sur toutes les communes (sauf le mésothéliome de la plèvre). Sur les communes où des excès de cas ont été identifiés, les localisations cancéreuses en excès n'étaient pas les mêmes chez les deux sexes. Ces éléments sont apparus plus en faveur d'une répartition non homogène due au hasard des cancers plutôt qu'en faveur de l'hypothèse de l'influence d'une exposition environnementale sur la survenue des cancers sur la zone. Ces résultats n'ont pas été remis en cause par les associations, mais n'ont pas non plus satisfait leurs attentes : elles ont regretté que l'analyse n'ait pas pu porter sur des années plus récentes et elles continuent de demander avec insistance une étude d'imprégnation.

Conclusion

Ces exemples ont montré que différentes approches peuvent être mises en œuvre pour apporter des éléments de réponse aux préoccupations sanitaires des populations vivant à proximité de sites particuliers. En premier lieu, la démarche la plus appropriée est souvent de caractériser la contamination des milieux d'exposition et d'interpréter ces données en termes de risques sanitaires potentiels. Ce type d'approche est souvent également utile pour les questionnaires, permettant d'identifier d'éventuelles mesures à prendre pour réduire des expositions. En revanche, les études épidémiologiques ou la surveillance sanitaire apparaissent rarement comme les modalités de réponse les plus adaptées, mais ce message, raisonnable au sens des scientifiques, ne trouve pas toujours écho dans le public et peut être compris comme une volonté de masquer un problème sanitaire. Un difficile travail de pédagogie est souvent nécessaire pour expliquer la nature, l'intérêt, les limites, les conditions d'utilisation des différentes approches (évaluation des risques sanitaires, études épidémiologiques descriptives *versus* analytiques, études d'imprégnation, dépistage, surveillance...). Les Cire sont très souvent confrontées à cet exercice et peuvent utilement s'appuyer sur les documents méthodologiques élaborés au niveau national [1,2]. Le dialogue avec les parties prenantes constitue un élément essentiel de cette démarche.

[1] Bonvallot N, Dor F. Guide pour la conduite à tenir lors d'une demande locale d'investigations sanitaires autour d'un incinérateur d'ordures ménagères. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2003.

[2] Dor F, Legeas M. Éléments de cadrage pour la décision de la mise en œuvre d'une surveillance sanitaire autour des installations et activités soumises à autorisation préalable. OPERSEI. Décembre 2006.

[3] Evrard AS, Hémon D, Morin A, Laurier D, Tirmarche M, Backe JC *et al.* Childhood leukemia incidence around French nuclear installations using geographic zoning based on gaseous discharge dose estimates. *Br J Cancer.* 2006; 94(9):1342-7.

[4] Gautheron S, Chevrier C, Laborier JC, Robert-Gnansia E. Prévalence des malformations congénitales autour des centrales nucléaires / utilisation des données du registre France Centre-Est. *Environnement, Risques & Santé* 2005; 4(3).

[5] Hattchouel JM, Laplanche A, Hill C. Cancer mortality around French nuclear sites. *Ann Epidemiol.* 1996; 6(2):126-9.

Dix ans de surveillance des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique urbaine dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas)

Pascal Fabre¹, Sophie Larrieu¹, David Borrelli¹, Sabine Host², Benoit Chardon², Edouard Chatignoux², Hélène Prouvost³, Jean-François Jusot¹, Laurence Pascal¹, Myriam Blanchard¹, Véréne Wagner¹, Christophe Declercq¹(c.declercq@invs.sante.fr), Sylvia Medina¹, Daniel Eilstein¹, Abdelkrim Zeghnoun¹, Laurent Filleul¹, Philippe Quenel¹, Sylvie Cassadou¹, Alain Le Tertre¹, Agnès Lefranc¹

1/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

2/ Observatoire régional de santé d'Île-de-France, Paris, France

3/ Observatoire régional de la santé Nord Pas-de-Calais, Lille, France

Résumé / Abstract

Le Programme de surveillance air et santé (Psas) a pour objectif la surveillance des effets sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine. Nous présenterons l'organisation et les principaux aspects méthodologiques sur lesquels se fonde ce dispositif national multicentrique de surveillance. Une revue des principaux travaux réalisés depuis sa mise en place illustrera la réactivité du programme face aux situations environnementales et au contexte scientifique ainsi que le rôle joué dans différents programmes européens sur le même thème.

Ten years of monitoring health risks associated with urban air pollution in the context of the Air and Health Surveillance Program (PSAS)

The French air pollution and health surveillance system (PSAS) aims at monitoring the effects of air pollution on health. We present its organisation and methodological principles. A comprehensive review of the studies published by this program since its creation shows its reactivity in some specific environmental situations and in the current evolving scientific context, as well as its major role in some European air pollution and health surveillance systems.

Mots clés / Key words

Pollution atmosphérique, système de surveillance sanitaire, santé environnementale, épidémiologie / Air pollution, health surveillance system, environmental health, epidemiology

Contexte de la mise en place du Programme de surveillance air et santé

L'épisode exceptionnel de pollution atmosphérique survenu à Londres pendant l'hiver 1952 auquel on attribue environ 12 000 décès [1] représente l'événement déterminant pour la prise de conscience de l'existence d'effets de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé. Suite à cet événement, et à d'autres survenus auparavant (vallée de Donora, vallée de la Meuse...), des mesures de contrôle de la qualité de l'air ont été mises en œuvre conduisant à une diminution effective de la pollution acido-particulaire (émission notamment par la combustion du charbon et les sources industrielles) dans la plupart des grandes agglomérations des pays industrialisés. Paradoxalement, cette amélioration a conduit à occulter l'accroissement d'autres types d'émissions (liées au trafic routier notamment) et à laisser penser que la pollution atmosphérique ne représentait plus un problème de santé publique majeur (« *Air pollution is no more a public health problem* » Walter Holland, International Journal of Epidemiology, 1979). Cependant, à la fin des années 1980, l'application à ce domaine de méthodes statistiques innovantes a permis de mettre en évidence l'existence de liens significatifs entre les variations à court terme des niveaux de polluants atmosphériques et l'état de santé des populations, en dehors même d'épisodes exceptionnels de pollution.

En France, ces méthodes ont tout d'abord été appliquées pour l'agglomération parisienne dans le cadre du programme Erpurs (Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé), piloté

par l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France [2]. Les résultats de ce programme ont contribué à ce que la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996 reconnaisse explicitement l'existence d'effets sanitaires de la pollution atmosphérique, notamment au travers du « droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé » (Code de l'environnement, article L 220-1). Cette loi indiquait en outre que « l'État assure [...] la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé ... » (article L 221-1). C'est dans ce contexte qu'a été initié en 1997 par le Réseau national de santé publique le Programme de surveillance air et santé (Psas). Aujourd'hui l'Institut de veille sanitaire (InVS) poursuit cette mission.

Objectifs du Psas

Dans ce contexte, les objectifs du Psas étaient les suivants :

- estimer les risques sanitaires associés à l'exposition à la pollution atmosphérique et suivre leurs évolutions ;
- permettre la réalisation d'évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique notamment à l'échelle locale des agglomérations ;
- renforcer l'expertise locale dans le domaine des effets sanitaires de la pollution atmosphérique ;
- fournir une aide à la décision aux acteurs locaux et nationaux pour la gestion de la qualité de l'air, notamment dans le cadre des Plans régionaux de la qualité de l'air et des Plans de déplacement urbain ;
- disposer d'une expertise sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique, mobilisable en cas de besoin (situation accidentelle par exemple).

Ici, l'accent sera surtout porté sur les deux premiers objectifs, qui relèvent plus directement de la surveillance en santé environnementale.

Organisation

Le Psas est organisé autour d'une coordination nationale assurée par l'InVS et de pôles locaux, animés par du personnel de l'InVS ou par des organismes locaux partenaires du programme (Observatoires régionaux de santé notamment). Les pôles locaux de surveillance ont été mis en place pour neuf agglomérations (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg, Toulouse) qui avaient manifesté un réel intérêt pour cette thématique et qui représentaient une forte diversité en termes de niveaux et de sources de pollution atmosphérique, ainsi que de climat et de modes de vie.

Le fonctionnement du programme repose aussi sur une collaboration étroite avec de nombreux partenaires :

- du domaine de la pollution atmosphérique proprement dite : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) et Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) ;
- du domaine de la santé : Cépi-DC de l'Inserm, Départements d'information médicale des établissements sanitaires, SOS Médecins, réseau des Groupes régionaux d'observation de la grippe (Grog), réseau Sentinelles ;
- ainsi que des structures fournissant d'autres données nécessaires au programme : Météo-France, Réseau national de surveillance aérobiologique.

Ces partenariats existent tant au niveau national qu'au niveau local, avec notamment dans chaque

pôle un comité technique regroupant plusieurs de ces partenaires.

Méthodes mises en œuvre

Après une première étude de faisabilité [3] qui a permis notamment de démontrer les capacités de mobilisation des différents acteurs impliqués, le Psas s'est attaché à estimer régulièrement les relations quantifiant les liens à court terme entre l'exposition à la pollution atmosphérique et différents indicateurs sanitaires en France [4-6]. La méthode employée repose sur l'analyse des liens entre les variations temporelles à court terme (d'un jour à l'autre) d'un indicateur d'exposition à la pollution atmosphérique et celles d'un indicateur de l'état de santé. Les indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique se fondent sur les niveaux des polluants mesurés en routine par les Aasqa dans le cadre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air : particules en suspension dans l'air, dioxyde d'azote et ozone, notamment. Les indicateurs sanitaires pris en compte à ce jour sont la mortalité (nombre journalier de décès toutes causes non accidentelles, pour causes cardiovasculaires, etc.) et les admissions à l'hôpital (nombre journalier d'hospitalisations pour pathologies respiratoires ou cardiovasculaires, par exemple). Des indicateurs permettant la prise en compte des facteurs de confusion potentiels tels que les conditions météorologiques, les épidémies de grippe, les vacances scolaires et jours fériés sont également intégrés aux analyses afin de s'affranchir de leur influence pour la quantification des liens entre pollution atmosphérique et santé. Le tableau 1 reprend l'ensemble des données prises en compte dans ces analyses, ainsi que leurs sources. L'estimation des relations concentration - risque est d'abord réalisée dans chacune des villes au moyen de modèles additifs généralisés prenant en compte l'ensemble des facteurs de confusion potentiels ainsi que les tendances à long terme et la saisonnalité. Puis, une analyse combinée des résultats obtenus localement permet une estimation du risque relatif associé à une augmentation du niveau de l'indicateur de pollution, pour l'ensemble des localités incluses dans l'analyse. Grâce à ces estimations, il est possible de réaliser des évaluations d'impact sanitaire (EIS) de la

pollution atmosphérique à l'échelle locale. Pour cela, le Psas a adapté à la situation française une démarche proposée par l'Organisation mondiale de la santé et a fourni une méthode ainsi que des outils permettant de réaliser ces études [7]. La démarche consiste à appliquer les relations concentration-risque issues d'études épidémiologiques à une situation locale pour quantifier les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique. Elle ne vise pas à démontrer l'existence d'un effet de la pollution atmosphérique sur la santé, mais à fournir des informations actualisées sur l'impact sanitaire des concentrations de polluants atmosphériques observées dans une zone donnée, en termes de bénéfices sanitaires attendus dans le cas d'une diminution des niveaux de pollution. Ainsi, les résultats de ces EIS s'adressent aux décideurs, aux professionnels de la santé et de l'environnement, mais aussi aux médias et au grand public.

Résultats

Les résultats obtenus à plusieurs reprises depuis 10 ans sur des périodes d'études successives ont concouru à objectiver et confirmer l'existence d'effets sanitaires, en termes de mortalité et de morbidité (admissions à l'hôpital) pour les niveaux de pollution atmosphérique couramment rencontrés dans l'air ambiant des agglomérations françaises [8]. Outre cette surveillance en routine, des analyses ponctuelles plus ciblées ont également pu être conduites, afin, notamment :

- d'étudier le rôle de la pollution atmosphérique dans la surmortalité survenue lors de la vague de chaleur exceptionnelle d'août 2003 [9] ;
- d'explorer une question spécifique, telle que l'influence de la taille des particules présentes dans l'air sur les effets sanitaires qui leur sont associés [6].

Outre ces résultats scientifiques, un des apports majeurs du Psas au cours de ces dix ans, aura été le renforcement de l'expertise en santé environnementale, tant au plan local qu'au plan national, ainsi que la construction d'un véritable réseau multidisciplinaire. La diffusion des connaissances concernant les effets sanitaires de la pollution atmosphérique et leur apport pour l'aide à la décision dans le domaine de la gestion de la qualité de l'air ont

notamment été matérialisés par la réalisation de plus de 40 évaluations locales de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine réalisées avec l'appui méthodologique du Psas. Les résultats de ces EIS locales participent à la sensibilisation des décideurs locaux et de la population. Ils alimentent également les réflexions et décisions prises dans le cadre des plans locaux et régionaux de gestion de la qualité de l'air : Plans de protection de l'atmosphère, Plans régionaux de qualité de l'air [10].

Le Psas a également participé à des projets européens sur le thème « air et santé », notamment au programme Aphis (*Air Pollution and Health, a European Information System*). Ainsi, les outils développés par le Psas pour la réalisation d'EIS ont servi de base aux outils développés dans le cadre d'Aphis et, inversement, les développements méthodologiques mis en œuvre dans le cadre de ce projet européen ont nourri la réflexion du Psas sur l'application en France de ces méthodes.

Perspectives

Poursuivre la surveillance des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé

La pollution atmosphérique est un mélange complexe de polluants, dont la composition varie en fonction des sources d'émissions présentes, mais également des conditions de dispersion et des réactions chimiques entre polluants présents dans l'atmosphère, toutes deux influencées notamment par les conditions climatiques. Or, le dispositif de surveillance des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé mis en œuvre dans le cadre du Psas se fonde sur les niveaux de quelques polluants surveillés dans le cadre de la réglementation sur la qualité de l'air, et utilisés ici comme « indicateurs » de pollution. Ainsi, les liens observés entre les niveaux d'un polluant indicateur et la santé peuvent rendre compte non seulement des effets propres éventuels de ce polluant, mais également de ceux de l'ensemble des polluants émis ou formés avec lui. Au gré des évolutions réglementaires et technologiques, ou même dans la perspective du changement climatique, la signification de ces

Tableau 1 Données prises en compte pour la quantification des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé / Table 1 Data used in the quantification of short-term links between air pollution and health

| Type de données | Utilisation dans le cadre de la quantification des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé | Source |
|--|---|--|
| Niveaux journaliers de polluants atmosphériques | Construction d'indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique | Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air |
| Nombre journalier de décès, par causes | Construction d'indicateurs sanitaires | CépiDC |
| Nombre journalier d'hospitalisations, par causes | Construction d'indicateurs sanitaires | Départements d'information médicale des établissements hospitaliers. Données recueillies dans le cadre du Programme de médicalisation des systèmes d'information |
| Périodes d'épidémie de grippe | Prise en compte des périodes d'épidémie comme facteur influant sur l'état de santé de la population | Réseau Sentinelles, Grog SOS Médecins (Paris, Bordeaux) |
| Périodes de pollinisation | Prise en compte des périodes de pollinisation comme facteur influant sur l'état de santé de la population | Réseau national de surveillance aérobiologique |
| Températures minimales et maximales journalières | Prise en compte des conditions météorologiques comme facteur de confusion potentiel | Météo-France |
| Périodes de vacances scolaires | Prise en compte de ces périodes comme facteur de confusion potentiel | Bulletin officiel de l'Éducation nationale |

polluants indicateurs peut varier. C'est pourquoi, il est nécessaire de maintenir une surveillance des liens à court terme afin de disposer de quantifications actualisées des risques pour la santé associés aux niveaux de ces polluants traceurs, et de promouvoir la mise en place de mesures d'indicateurs pertinents en termes sanitaires. Par ailleurs, les indicateurs sanitaires utilisés jusqu'à présent dans le cadre du Psas sont restreints à des événements relativement graves (décès et hospitalisations). Ces événements ne représentent sans doute qu'une faible partie des conséquences sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique (figure 1), mais la prise en compte d'événements sanitaires de moindre gravité se heurte à la relative rareté des données les concernant. Des travaux sont donc actuellement menés par le Psas pour explorer les possibilités offertes par les données de remboursement de médicaments disponibles auprès de la Caisse nationale d'assurance maladie. De même, des analyses portant sur des données de médecine générale ou d'urgences hospitalières sont en cours ou en projet dans différents pôles locaux et donnent des résultats prometteurs, mais l'absence pour le moment de données standardisées de ce type sur l'ensemble des neuf villes rend impossible la réalisation d'une étude combinée.

Élargir la surveillance aux effets de l'exposition chronique à la pollution atmosphérique

Si les relations à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et santé ont été large-

ment étudiées et sont désormais surveillées en routine, peu d'études se sont penchées sur les relations entre l'exposition chronique à la pollution atmosphérique et la santé. Ainsi, les relations concentration-risque proposées pour la réalisation d'EIS de l'exposition chronique à la pollution sont fondées sur les résultats de cohortes nord-américaines et leur application à des données françaises pose problème. En effet, les sources d'émission et la nature des polluants peuvent être différentes, de même que les caractéristiques des populations. L'estimation de telles relations à partir de données françaises apparaît donc comme une nécessité, c'est pourquoi le Psas a récemment investi cette thématique au travers notamment de la mise en place d'une collaboration avec la cohorte d'adultes Gazel et la future cohorte d'enfants Elfe. Dans cet objectif, des collaborations avec les Aasqa ont également été initiées pour l'évaluation prospective et rétrospective des expositions chroniques à la pollution atmosphérique.

Dans les années à venir, les études réalisées dans ce cadre permettront, d'une part, d'alimenter les connaissances scientifiques encore limitées sur les effets de l'exposition chronique à la pollution atmosphérique et, d'autre part, de disposer de relations concentration-risque adaptées à la situation française. Cette démarche a, par ailleurs, conduit le Psas à envisager l'exposition aux polluants de l'air de manière plus fine. L'exposition aux polluants de l'air intérieur devra également être mieux prise en compte.

Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre du Psas confirment l'existence d'effets sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine, ainsi que le caractère substantiel des bénéfices pour la santé publique qui peuvent être attendus du fait de mesures visant à réduire ses niveaux. Ainsi, la surveillance épidémiologique des effets sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine demeure plus que jamais d'actualité, et il est impératif d'actualiser et enrichir les connaissances dans ce domaine, dans la perspective notamment de guider l'action publique.

Remerciements

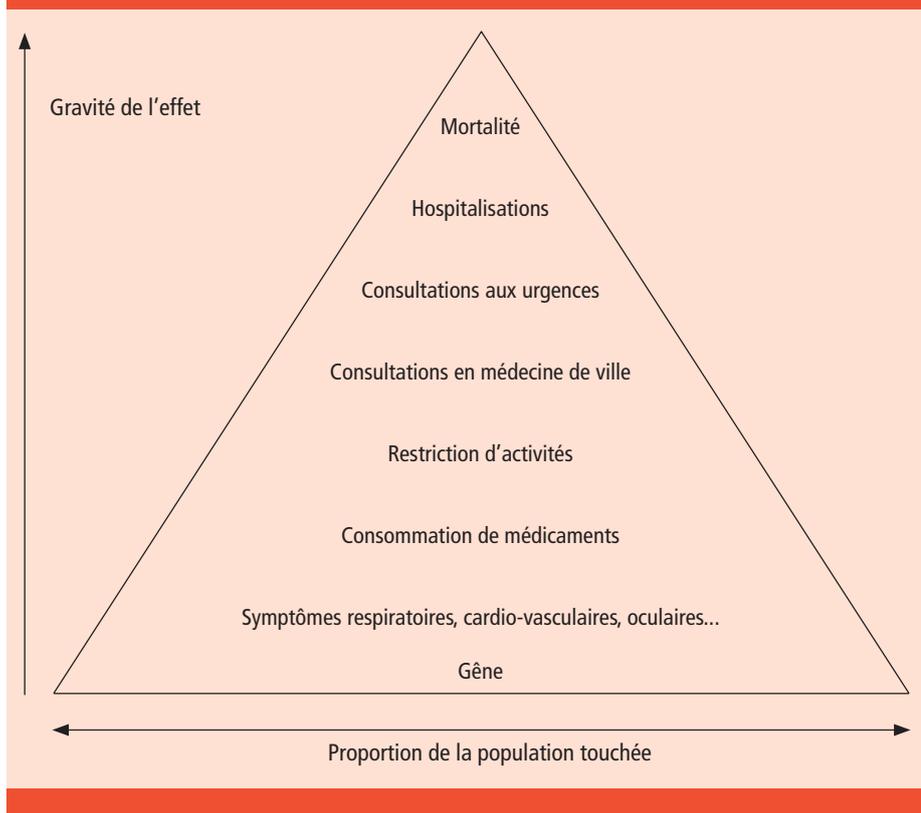
Le Psas tient à remercier :

- la totalité des personnes contribuant et ayant contribué à la mise en œuvre du dispositif de surveillance et, en particulier, les observatoires régionaux de santé d'Île-de-France et du Nord Pas-de-Calais ;
- les partenaires locaux et nationaux : les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa), Météo France, l'Inserm-CepiDC, les départements d'information médicale des établissements hospitaliers, les réseaux de surveillance de la grippe (Grog, réseau Sentinelles) et le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA).

Références

- [1] Bell ML, Davis DL. Reassessment of the lethal London fog of 1952 : novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environ Health Perspect.* 2001; 109 (Suppl 3):389-94.
- [2] Medina S, Le Tertre A, Quénéel P, Le Moullec Y, Lameloise P, Guzzo JC *et al.* Air pollution and doctors' house calls : results from the ERPURS system for monitoring the effects of air pollution on public health in Greater Paris, France, 1991-1995. *Évaluation des Risques de la Pollution Urbaine pour la Santé.* *Environ Res.* 1997; 75:73-84.
- [3] Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain : rapport de l'étude. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 1999. http://www.invs.sante.fr/publications/air_sante_2/index.html
- [4] Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul D, Le Tertre A, Medina S *et al.* Programme de surveillance Air et Santé (9 villes). Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Phase II Rapport d'étude. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2002. http://www.invs.sante.fr/publications/2002/psas_020624/programme.html
- [5] Lefranc A, Blanchard M, Borelli D, Chardon B, Declercq C, *et al.* Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2006. <http://www.invs.sante.fr/publications/2006/psas/index.html>
- [6] Programme de surveillance air et santé. Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/psas_mortalite/index.html
- [7] Programme de surveillance air et santé. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Concepts et méthodes. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2008. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/eis_pollution_urbaine/index.html
- [8] Pascal L, Blanchard M, Fabre P, Larrieu S, Borrelli D, Host S, *et al.* Liens à court terme entre la mortalité et les admissions à l'hôpital et les niveaux de pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. *Bull Epidemiol Hebd.* 2009; (5):41-4.
- [9] Cassadou S, Chardon B, D'Helf M, Declercq C, Eilstein D, Fabre P *et al.* Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre température, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2004. http://www.invs.sante.fr/publications/2004/psas9_070904/index.html
- [10] D'Helf M, Cassadou S, Glorennec P, Declercq C, Eilstein D, Pascal L *et al.* Prise en compte des aspects sanitaires dans les plans régionaux pour la qualité de l'air. Bilan des études d'impact sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine réalisées. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2003. http://www.invs.sante.fr/publications/2003/plan_regionaux_qualite_air/index.html

Figure 1 Représentation schématique de la relation entre la gravité des événements sanitaires associés à l'exposition à la pollution atmosphérique et la proportion de la population affectée (adapté de OMS 2000) / Figure 1 Schematic representation of the relationship between the severity of health events associated with exposure to air pollution and the proportion of population affected (adapted from WHO 2000)



La biosurveillance en santé environnementale

Nadine Fréry (n.frey@invs.sante.fr), Florence Coignard, Anne-Catherine Viso

Institut de veille sanitaire (InVS), Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

La biosurveillance permet de surveiller la présence et les effets sur l'organisme des polluants environnementaux. Elle fait actuellement l'objet d'une forte demande de la population. Les acteurs de la santé publique y ont recours car ils ont besoin d'une bonne estimation de l'exposition à ces polluants afin d'améliorer les décisions de santé publique.

En plein développement, la biosurveillance constitue un outil puissant pour caractériser l'exposition de la population en intégrant les différentes sources. Elle comporte néanmoins certaines limites, notamment le manque de biomarqueurs disponibles, les difficultés liées aux aspects éthiques, logistiques et à l'interprétation sanitaire à un niveau individuel. C'est pourquoi la biosurveillance nécessite une bonne communication sur ses objectifs et ses limites.

L'objectif d'une étude de biosurveillance à l'échelle nationale est de décrire et analyser les niveaux d'imprégnation à divers polluants dans la population, notamment pour établir des valeurs de référence, identifier des populations particulièrement exposées ou sensibles, suivre les évolutions dans le temps et guider les mesures de gestion du risque.

L'Institut de veille sanitaire a initié depuis plus de 10 ans des activités de biosurveillance. Par exemple, en Guyane française, des études mesurant le mercure dans les cheveux ont permis d'identifier des populations amérindiennes particulièrement exposées, de montrer la contribution de la consommation de certains poissons à l'imprégnation et d'évaluer ses conséquences sur le développement des enfants. Une autre étude s'est intéressée à l'imprégnation par les dioxines des populations riveraines des incinérateurs, plus marquée chez les agriculteurs et consommateurs ayant résidé par le passé auprès d'incinérateurs de technologie ancienne. L'étude nationale nutrition santé apportera dès 2009 les premières valeurs de références de l'exposition de la population française à un ensemble de substances, ainsi que des éléments sur les déterminants de ces expositions.

L'un des enjeux à venir est de disposer d'un dispositif pérenne de biosurveillance française couplé à des données de santé, en développant la capacité d'analyse des laboratoires français, dans le cadre d'une harmonisation internationale.

Mots clés / Key words

Biosurveillance, surveillance biologique, biomarqueurs, exposition environnementale, polluants environnementaux / Key words : biomonitoring, biological monitoring, biomarkers, environmental exposure, environmental pollutants

Contexte

Les Français ont pris conscience ces dernières années de leur exposition à un éventail de substances chimiques présentes dans leur environnement. Les acteurs de la santé publique et les décideurs ont besoin de bonnes estimations de l'exposition afin d'améliorer les décisions visant à protéger la santé de la population. Traditionnellement, les expositions aux polluants chimiques de l'environnement et leurs éventuels effets sur la santé ont été étudiés en utilisant les concentrations mesurées dans les milieux comme l'air, l'eau, le sol, l'alimentation. Aujourd'hui, des méthodes de détection et de quantification des polluants ou de leurs métabolites dans l'organisme sont disponibles.

La biosurveillance permet ainsi d'évaluer directement la dose de polluant absorbée par l'homme en la mesurant dans des tissus et liquides biologiques, comme le sang, l'urine ou d'autres milieux moins habituels tels que les cheveux, les ongles, le lait maternel ou encore la salive.

À ce jour, les données de biosurveillance de la population française restent limitées, la France ayant pris du retard par rapport à ses voisins européens ou aux pays d'Amérique du Nord. En réponse aux préoccupations concernant l'exposition humaine aux contaminants de l'environnement et leurs conséquences éventuelles sur la santé, l'Institut de veille sanitaire a initié des activités de biosurveillance au niveau local, régional et national depuis plus de dix ans. Aujourd'hui, il devient nécessaire de disposer d'une biosurveillance intégrée à des données de santé qui permettra de mieux connaître l'exposition de la population française à divers polluants et leurs effets sur la santé.

Définitions et concepts

Biosurveillance ou surveillance biologique

Lors de la préparation du Plan d'action européen sur la santé et l'environnement, la biosurveillance humaine a été définie comme «la surveillance de l'homme, en utilisant des indicateurs biologiques,

Biosurveillance in environmental health

Biomonitoring contribute to monitoring the presence and effects on the human body of environmental pollutants. It is currently undergoing a strong demand from the population, and public health stakeholders use biomonitoring because they need accurate estimates of exposure to these pollutants in order to improve public health decisions.

Fast developing, biomonitoring is a powerful tool to better characterize the exposure of the population by integrating various sources of exposure. Nevertheless, it still has some limitations due to the lack of available biomarkers, the difficulty of ethical and logistical aspects as well as the health interpretation of results at an individual level. Hence, biomonitoring data require good communication on the goals set and their limitations.

The objective of a biomonitoring study at the national level is to describe and study exposure levels to various chemicals. This can notably help establish benchmarks, identify people at high risk or particularly sensitive, follow the temporal and geographical variations, evaluate and guide risk management.

The French Institute for Public Health Surveillance (Institut de veille sanitaire, InVS) has initiated biomonitoring activities for over ten years. Some examples are presented. In French Guiana, studies including mercury determination on hair samples found high levels in the Amerindian communities, showed the contribution of consumption of some species of fish to hair mercury levels, and evaluated its effects on child development. Another study measured serum levels of dioxins from people living around municipal solid waste incinerators, which were higher in farmers and people who lived near an old incinerator in the past. The National Nutrition and Health survey will bring in 2009 the first reference values of the exposure of the French population to a variety of substances and their possible link with some important factors.

One of the challenges ahead is to have a sustainable French biomonitoring system coupled with health data, to develop the analytical capacity of French laboratories, for harmonization at international level.

dénommés biomarqueurs, révélateurs d'expositions environnementales, de maladies et/ou de troubles ou d'une prédisposition génétique, et l'étude des liens éventuels existant entre eux. C'est donc la surveillance, chez l'homme, de biomarqueurs mesurés dans les tissus et liquides biologiques et qui comprend des biomarqueurs d'exposition, d'effet et de susceptibilité¹.

Elle permet d'estimer le niveau d'exposition par la dose interne, quantité ayant effectivement pénétré dans l'organisme par l'ensemble des voies d'absorption alimentaire, respiratoire et cutanée à partir de l'ensemble des sources d'exposition. Elle permet d'identifier également des effets précoces ou des susceptibilités individuelles.

¹ Rapport SCALE du Groupe européen d'experts en biosurveillance (COM(2003)338 final, http://www.ephra.org/IMG/doc/BR_Biomonitoring_ES.doc) : "Monitoring activities, using biomarkers, that focus on environmental exposures, diseases and/or disorders and genetic susceptibility, and their potential relationships. The term "biomarker" comprises biomarkers of exposure, biomarkers of effects and biomarkers of susceptibility".

Biomarqueurs d'exposition

Ils caractérisent la dose de contaminant dans un compartiment de l'organisme. Il peut s'agir de la substance elle-même ou de métabolites. Ils permettent de mesurer l'exposition contemporaine du prélèvement, mais peuvent être aussi le témoin d'expositions passées pour certaines substances à longue demi-vie d'élimination. On parle habituellement d'imprégnation pour décrire les concentrations dans les milieux biologiques, même si cette dénomination est surtout appropriée pour les substances qui restent longtemps dans l'organisme. Reliés à des données environnementales, ils aident à identifier les sources et les voies d'exposition.

Biomarqueurs d'effets

Un biomarqueur d'effet peut être considéré comme une réponse biologique observable à l'interaction d'un polluant avec l'organisme au niveau d'un organe-cible ou d'un organe cellulaire-cible, temporaire ou non. Cette réponse peut se traduire par des modifications du métabolisme (diminution du taux d'hémoglobine), de l'excrétion de certaines protéines (β 2-microglobuline) ou par certains effets génotoxiques (aberrations chromosomiques), qui peuvent être prédictifs de l'apparition d'une altération organique ou d'une maladie ; le suivi des biomarqueurs d'effet devient alors un outil puissant de surveillance de la santé. Cependant, à ce jour, les biomarqueurs d'effet validés, utilisables pour des études épidémiologiques, sont encore peu nombreux.

Biomarqueurs de susceptibilité

Un biomarqueur de susceptibilité est un indicateur de la capacité innée ou acquise d'un organisme à répondre à une exposition spécifique, très variable selon les individus, et donc de la probabilité de survenue d'une maladie. On peut citer en exemple les variations de réponse d'enzymes oxydatives (monoxygénases à cytochrome P450), ou des mécanismes de réparation de l'ADN. Les études épidémiologiques utilisant des biomarqueurs de susceptibilité sont encore exploratoires dans le domaine de l'environnement.

Les biomarqueurs sont les indicateurs d'un continuum biologique entre l'exposition à un agent de l'environnement et la maladie, illustré dans la figure 1 avec l'exemple de l'exposition tabagique pendant la grossesse et la survenue d'hypotrophie.

Forces et limites de la biosurveillance

La biosurveillance constitue le chaînon manquant entre l'influence de l'environnement sur le corps humain et la santé.

Dosés dans l'organisme, les biomarqueurs sont le reflet d'une exposition réelle et peuvent constituer une meilleure approche du risque sanitaire que les mesures faites dans l'environnement [1]. Elle améliore grandement la caractérisation de l'exposition par une mesure directe de l'exposition totale de l'Homme aux polluants de l'environnement intégrant les différentes sources et voies d'exposition. Elle prend en compte les différences interindividuelles concernant les caractéristiques physiologiques (respiration, métabolisme...), et les facteurs associés au comportement et aux activités (les microenvironnements,

l'hygiène, l'usage de produits de consommation). Elle peut donner ainsi une indication de la charge corporelle d'une substance donnée et permettre d'identifier les sources qui contribuent le plus fortement à cette charge corporelle. Par ailleurs, un biomarqueur d'exposition à demi-vie longue peut témoigner d'une exposition ancienne, alors que celle-ci n'est plus observée dans l'environnement.

Une des limites principales est cependant le manque de biomarqueurs disponibles pour toutes les expositions environnementales présentant un intérêt sanitaire.

Les aspects éthiques et pratiques concernant les prélèvements biologiques individuels constituent un frein à leur utilisation. L'obtention de prélèvements biologiques nécessite le consentement des personnes étudiées. L'utilisation de biomarqueurs non invasifs comme l'urine, les cheveux, peut améliorer la participation, en particulier chez les enfants. Dans tous les cas, la logistique constitue un aspect lourd sur le plan financier et organisationnel.

Par ailleurs, pour une bonne interprétation des données de biosurveillance et pour une bonne communication sur ces données, il est souhaitable de connaître les relations entre les concentrations dans les différents milieux d'exposition et la dose interne d'une part, et entre la dose interne et le risque sanitaire d'autre part. Ces relations sont encore peu connues pour la plupart des substances chimiques et nécessitent des recherches complémentaires. La présence de substances retrouvées dans l'organisme ne signifie pas nécessairement un risque pour la santé [2]. L'utilisation des modèles pharmacocinétiques permettant de reconstruire l'exposition externe afin d'utiliser les valeurs toxicologiques de référence (VTR) existantes peut permettre de pallier cette insuffisance.

En dépit de ces limitations, les données de biosurveillance ont de nombreuses applications [3,4].

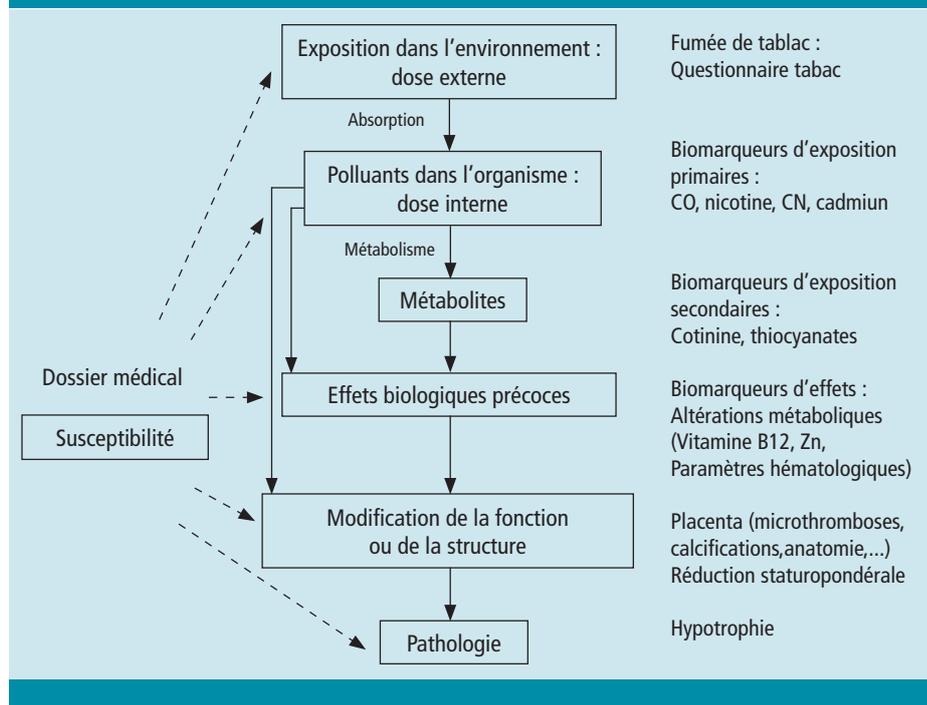
À quoi sert la biosurveillance ?

La biosurveillance est un outil précieux tant pour l'évaluation que pour la gestion des risques environnementaux liés à l'exposition à des substances chimiques. Elle est utile aux décideurs pour identifier les priorités en termes de stratégies de réduction des expositions.

Utilisée en médecine du travail, elle permet de surveiller l'imprégnation des travailleurs à certains polluants et d'imposer le retrait réglementaire du poste de travail au-delà d'un certain seuil. Dans la population générale, la biosurveillance permet d'améliorer la surveillance d'expositions environnementales et de leurs effets sanitaires par une meilleure connaissance des niveaux d'imprégnation à diverses substances chimiques. Selon une mise en œuvre ponctuelle ou répétée et à petite ou grande échelle, elle peut répondre à divers objectifs opérationnels en santé, en particulier :

1. établir des valeurs de référence pour ces substances dosées dans la population générale (présentant un niveau de base de l'exposition) et permettre ainsi d'identifier les individus présentant une exposition particulièrement élevée [5] ;
2. identifier et décrire l'imprégnation de populations à risque, fortement imprégnées ou particulièrement sensibles, pour cibler des programmes de réduction des expositions : elle peut être utile dans le suivi des populations soumises à des pressions environnementales particulières (zones fortement industrialisées, zones d'agriculture intensive, proximité d'axes routiers) ;
3. identifier et suivre les variations géographiques et temporelles des imprégnations : elle permet notamment de suivre l'efficacité des stratégies de réduction d'exposition ou de fournir un signal d'alerte précoce (ex. : Identifier une source de pollution inconnue) par l'étude de l'évolution des niveaux de biomarqueurs dans le temps (analyse des tendances temporelles) et dans différentes zones géographiques (analyse des tendances

Figure 1 Les différents types de biomarqueurs utilisés pour suivre les conséquences de l'exposition tabagique au cours de la grossesse / Figure 1 Different types of biomarkers used to assess the consequences of tobacco exposure during pregnancy



spatiales). Elle permet également des comparaisons de données entre des sous-populations en France et avec d'autres pays ;

4. améliorer la connaissance du lien entre les expositions environnementales et les effets sanitaires : elle permet notamment d'évaluer le niveau de sécurité des valeurs toxicologiques de référence (VTR) ;

5. améliorer et évaluer les mesures de gestion des risques : les résultats permettent de cibler les actions de réduction des expositions, de faire évoluer la réglementation, notamment les limites maximales de résidus (LMR), les doses journalières admissibles (DJA).

Les activités de biosurveillance à l'InVS

Des activités de biosurveillance en santé environnementale sont développées par le département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire depuis une quinzaine d'années, souvent en collaboration avec les cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire). Elles portent sur des problématiques de pollutions locales, régionales ou nationales qui sont illustrées dans les exemples ci-dessous et concernent des risques associés à des polluants courants comme certains métaux, mais également à des polluants organiques persistants et/ou émergents.

Mercurure en Guyane

La biosurveillance du risque mercuriel en Guyane française a constitué le point de départ des activités de biosurveillance de l'InVS, alors réseau national de santé publique et illustre l'atteinte des objectifs déclinés précédemment.

Depuis la fin du XIX^e siècle, les activités d'orpillage sont responsables de rejets de mercure, utilisé pour amalgamer l'or, dans l'environnement, notamment dans les rivières. En 1993, de fortes concentrations de mercure ont été retrouvées dans les poissons guyanais et la question d'une contamination de la population et de ses conséquences sanitaires, en particulier neurotoxiques, a conduit à la mise en place d'une étude de biosurveillance mesurant le mercure dans les cheveux de la population. Celle-ci a montré que l'imprégnation par le mercure de la population guyanaise était généralement faible, à l'exception de populations amérindiennes et de quelques populations isolées vivant le long des fleuves présentant des niveaux d'exposition supérieurs à ceux recommandés par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Des études plus spécifiques ont montré (i) une contribution majeure de certaines espèces de poissons de rivière à l'apport alimentaire en mercure, (ii) une association entre la consommation de poissons et l'imprégnation mercurielle [6] et (iii) de légères baisses de performance sur le développement psychomoteur associées à l'imprégnation par le mercure chez les enfants amérindiens [7]. Ces connaissances ont guidé les actions de gestion du risque parmi lesquelles le suivi des femmes enceintes ou allaitantes et des jeunes enfants, l'information des communautés amérindiennes, l'élaboration de recommandations alimentaires acceptables par les amérindiens et la réduction des contaminations, en particulier avec la fin de l'utilisation du mercure dans les activités d'orpillage.

Dioxines et incinérateurs

Un autre exemple très actuel concerne une étude réalisée en 2005, qui a permis de répondre à une interrogation des pouvoirs publics : la population riveraine des incinérateurs est-elle plus imprégnée par les dioxines et si c'est le cas, quels en sont les déterminants ? La France possède en effet le plus grand parc d'incinérateurs d'Europe, qui constituent une source d'exposition aux dioxines qui sont des polluants cancérigènes, dont la voie d'exposition pour l'homme est majoritairement l'alimentation (environ 95 %). Or, peu de données environnementales et alimentaires et aucune donnée humaine n'étaient disponibles en France à la fin des années 1990. Pour pallier cette carence d'information, l'InVS avait mis en place dès 1998 une première étude auprès de jeunes mères pour connaître l'imprégnation par les dioxines dans le lait maternel, première étape vers une biosurveillance de la population [8]. L'étude menée en 2005 en partenariat avec l'Agence de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a évalué l'impact de la consommation de produits alimentaires locaux sur l'imprégnation en dioxines [9]. Bien que les valeurs mesurées pour le biomarqueur ne soient pas interprétables d'un point de vue sanitaire au niveau individuel, cette étude a fourni de précieuses informations sur l'exposition. (i) Le fait de résider à proximité d'un incinérateur d'ordures ménagères a une répercussion sur les niveaux sériques de dioxines uniquement chez les consommateurs de produits animaux d'origine locale, notamment les produits laitiers et les œufs produits sous les panaches des incinérateurs. (ii) L'imprégnation est plus marquée chez les agriculteurs et consommateurs ayant résidé par le passé auprès d'incinérateurs de technologie ancienne. Ce dernier résultat souligne l'utilité des mesures de réduction des émissions de dioxines par les incinérateurs. (iii) L'imprégnation était plus marquée chez les agriculteurs locaux que chez les consommateurs de produits animaux d'origine locale. Par ailleurs, cette étude a confirmé le rôle déterminant des produits de la pêche dans l'apport alimentaire pour l'imprégnation en dioxines.

Aujourd'hui, en parallèle de ces problématiques spécifiques, l'objectif est de mettre en place une surveillance intégrée et suivie dans le temps des risques en santé environnementale de la population française. Il s'agit d'une démarche plus globale, intégrant des dimensions clinico-biologique, alimentaire, environnementale et populationnelle (ex. : couple mère-enfant), prenant en compte des expositions multiples, tout en optimisant les ressources. Cette surveillance devrait permettre de mesurer de façon objective l'évolution dans le temps de l'exposition de la population aux polluants quelle que soit leur origine, d'identifier les facteurs de risque associés et si possible certains effets précoces et pathologies. Sur le modèle des études déjà mises en place à l'étranger, notamment par la *National Health and Nutrition Examination Survey*² (Nhanes) aux États-Unis ([10]) et la *German Environmental Survey*³ (GerES) en Allemagne, les études de biosurveillance réalisées sur un échantillon représentatif de la population, répétées à intervalles réguliers, apparaissent comme une approche pertinente et adaptée malgré les difficultés logistiques.

Étude nationale nutrition santé

En France, l'étude nationale nutrition santé (ENNS) mise en place par l'InVS en 2006-2007 avec la collaboration de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CnamTS) constitue une première étape d'un tel outil de surveillance pour les Français, capable de répondre tant aux objectifs de surveillance nutritionnelle que de surveillance des expositions environnementales. Son approche est assez innovante en France, puisqu'elle repose sur un recueil de données individuelles, couplant des questionnaires, des prélèvements biologiques pour le dosage de biomarqueurs et un examen clinique auprès d'un échantillon représentatif de la population française.

Elle a pour objectif d'évaluer les apports alimentaires, l'état nutritionnel, l'exposition à divers contaminants chimiques, notamment d'origine alimentaire et certains effets sanitaires. Parmi les différents polluants susceptibles de contaminer l'alimentation et l'environnement humains, plusieurs substances ont été retenues pour leur intérêt en santé publique : les métaux (le plomb, l'arsenic, le mercure, le cadmium...) et les pesticides, ces substances pouvant être responsables, entre autres, de troubles neurologiques, rénaux, de la reproduction et de l'apparition de certains cancers.

Cette étude apportera à partir de 2009 les premières valeurs de référence de l'exposition de la population Française à ces substances et constitue une étape clé de leur surveillance, notamment en identifiant certains déterminants de ces expositions et des groupes de population particulièrement exposés. Elle comporte également la constitution d'une biothèque destinée à explorer les imprégnations à des polluants émergents.

Conclusion et perspectives

En raison des informations qu'elle peut fournir, notamment une estimation plus juste et plus directe de l'exposition, l'identification des sources et des voies d'exposition, une contribution à la connaissance des risques sanitaires associés aux expositions environnementales (construction de relations doses réponses, détection de nouveaux risques, surveillance des populations exposées), la biosurveillance fait l'objet d'une demande croissante des responsables de santé publique, mais aussi de la population elle-même.

Une réalité française est la nécessité de mutualiser les compétences, de développer la capacité d'analyse des laboratoires français, qui ont encore trop peu investi le champ des biomarqueurs en santé environnementale.

Par ailleurs, il est fondamental d'inscrire le développement de la biosurveillance dans le cadre d'une harmonisation internationale des concepts et des méthodes permettant de comparer les niveaux d'exposition rencontrés en France et à l'étranger. Une action coordonnée au niveau européen favoriserait une telle harmonisation en s'appuyant sur un réseau d'expertise européenne [11].

La mise en place d'un programme national de biosurveillance permettra de faire, dans une

² <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>

³ <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/survey/index.htm>

première étape essentielle, un état des lieux de l'exposition de la population française à de multiples polluants et d'obtenir des valeurs de référence.

L'un des enjeux à venir est de coupler la biosurveillance de la population à des examens de santé et d'organiser sa mise en œuvre selon une périodicité définie. En effet, la capacité à doser des substances dans l'organisme se développe en effet souvent plus vite que l'identification par les épidémiologistes et les toxicologues de seuils à partir desquels les effets sanitaires peuvent survenir. L'interprétation sanitaire des données de biosurveillance sera une des clés de la réussite de ce programme.

Pour plus d'information consulter les sites :
<http://www.eu-humanbiomonitoring.org>
<http://www.invs.sante.fr/surveillance/biosurveillance/default.htm>

Références

- [1] Stokstad E. Biomonitoring : Pollution gets personal. *Science*. 2004; 304:1892-4.
- [2] Paustenbach D, Galbraith D. Biomonitoring and biomarkers : Exposure assessment will never be the same. *Environ Health Persp*. 2006; 114:1143-9.
- [3] Smolders R, Koppen G, Schoeters G. Translating biomonitoring data into risk management and policy implementation options for a European Network on Human Biomonitoring. *Environ Health*. 2008; 7(Suppl 1):S2.
- [4] Albertini R, Bird M, Doerner N, Needham L, Robison S, Sheldon L, Zenick H. The use of biomonitoring data in exposure and human health risk assessments. *Environ Health Perspect*. 2006; 114:1755-62.
- [5] Ewers U, Krause C, Schulz C, Wilhelm M. Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999; 72:255-60.
- [6] Fréry N, Maury-Brachet R, Maillot E, Deheeger M, de Mérona B, Boudou A. Gold-Mining Activities and Mercury Contamination of Native Amerindian Communities in French

Guiana : Key Role of Fish in Dietary Uptake. *Environ Health Persp*. 2001; 109:449-56.

[7] Cordier S, Garel M. Risques neurotoxiques chez l'enfant liés à l'exposition au méthylmercure en Guyane française. *Inserm-RNSP*. 1998; 53 p.

[8] Fréry N, Deloraine A, Zeghnoun A, Rouvière F. Étude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. *Saint-Maurice : Institut de Veille Sanitaire*, 2000; 175 p. <http://www.invs.sante.fr/publications/dioxines/index.html>

[9] Fréry N, Zeghnoun A, Sarter H, Volatier JL, Falq G, Pascal M, et al. Exposure factors influencing serum dioxin concentrations in the French dioxin and incinerators study. *Organohalogen compounds*. 2007; 69:1017-20.

[10] Third national report on human exposure to environmental chemicals. *Atlanta : Centers for disease control and prevention. Dept Health and Human Services* 2005; 467 p.

[11] Casteleyn L, Tongelen BV, Fatima Reis M, Polcher A, Joas R. Human biomonitoring : Towards more integrated approaches in Europe. *Int J Hyg Environ Health*. 2007; 210(3-4):199-200.

Les programmes de surveillance en santé environnementale en France : apports des travaux européens et internationaux

Sylvia Medina (s.medina@invs.sante.fr), Tek-Ang Lim, Christophe Declercq, Daniel Eilstein, Nadine Fréry, Agnès Lefranc, Alain Le Tertre, Mathilde Pascal, Philippe Pirard, Aymeric Ung, Anne-Catherine Viso.

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

Depuis une décennie l'Institut de veille sanitaire (InVS) contribue activement au développement de méthodes d'évaluation de l'impact sanitaire de politiques publiques. L'intégration de l'InVS à des réseaux européens et internationaux de surveillance en santé environnementale (SE) permet d'harmoniser ces méthodes en vue d'une meilleure comparabilité des résultats à travers l'Europe, aussi bien en termes d'exposition que d'impacts sanitaires. Elle facilite le déclenchement du recueil de données européennes lors d'alertes environnementales (ex. : événements climatiques extrêmes), notamment pour évaluer leurs impacts sanitaires. L'intérêt des collaborations européennes et internationales en SE est illustré par quelques exemples.

Contributions by European and international projects to environmental health surveillance programmes in France

For a decade, the French Institute for Public Health Surveillance (InVS) has been actively contributing to developing methodologies for assessing health impacts of public policies with the support of European and international networks for E&H (environment and health) surveillance. InVS involvement in these networks has helped harmonise the methodologies in order to improve the comparability of results across Europe in terms of both exposure and health impacts. InVS active and continuous involvement in these network also helps to quickly activate the gathering of European data for tracking both environmental alerts, such as extreme climate events, and related health impacts. This article uses a few examples to illustrate the benefits of European and international collaboration in E&H.

Mots clés / Key words

Europe, réseaux, surveillance santé environnement / Europe, networks, Environmental Health Surveillance

Introduction

Pour faire face à la complexité du domaine de la santé environnementale (SE¹), l'InVS collabore depuis plus d'une décennie à des projets et réseaux européens et internationaux spécialistes de la surveillance en SE. L'intégration de l'InVS à ces réseaux permet de :

- contribuer à l'harmonisation des méthodes de travail, garante d'une meilleure comparabilité des résultats à travers l'Europe ;
- de rassembler des connaissances et de partager des expériences autour de thématiques émergentes en SE.

Les réseaux auxquels l'Institut participe couvrent des domaines essentiels de la SE :

- les effets sanitaires de la pollution atmosphérique (PA) ;
- les effets sanitaires des événements climatiques extrêmes ;

- l'harmonisation des pratiques de surveillance biologique des populations (biosurveillance) ;
- l'harmonisation des méthodes d'évaluation des impacts sanitaires et économiques des politiques publiques ;

- la construction d'indicateurs d'évaluation des politiques de SE avec une attention particulière pour les populations vulnérables ;
- les modalités de communication vers les différents publics (populations concernées, décideurs, gestionnaires du risque) des résultats de la surveillance dans un contexte d'incertitudes.

L'intérêt des collaborations européennes et internationales en SE est illustré par cinq exemples : la mise en œuvre d'un système de surveillance de référence des effets de la PA sur la santé (projets Apeha-Apheis-Aphekom), le développement d'outils novateurs pour l'intégration des risques sanitaires (projet Intarese) dans un but de surveillance, l'amélioration de la performance

des systèmes d'information en SE, la construction d'une stratégie pour la biosurveillance et l'appréhension de l'impact du changement climatique sur la santé.

Un système de surveillance de référence en SE : les effets de la pollution atmosphérique sur la santé en Europe (Apeha-Apheis-Aphekom)

L'acquisition d'un savoir-faire

Au début des années 1990, le développement de l'utilisation des méthodes d'analyse de séries temporelles à des fins de quantification du risque a permis une nouvelle approche du lien à court

¹ Les maladies infectieuses ne font pas parties du champ de la SE (à l'exception de la surveillance des gastroentérites d'origine hydrique) et, de ce fait, l'European Center for Disease Control (ECDC) n'est pas (encore) impliqué dans le champ SE en Europe.

terme entre PA et santé. L'implication dès cette date d'équipes françaises dans le projet européen Apeha, a permis de réaliser ces études en France montrant ainsi que la PA continuait de poser des risques pour la santé, en dépit des efforts de réduction de la pollution d'origine industrielle. Ces études ont montré que les risques pour la santé étaient également associés aux émissions du trafic automobile. Le projet Apeha [1,2], coordonné par l'université d'Athènes et associant différentes institutions européennes dans 15 villes dans sa première phase, puis 29 villes dans sa deuxième phase, s'est développé en plusieurs étapes : Apeha de 1993 à 1997 (estimation quantitative des risques à court terme de la PA urbaine) ; Apeha-2 de 1998 à 2002 (caractérisation de l'hétérogénéité, existence ou non d'un effet seuil et d'un effet moisson²) ; Apeha de 2003 à 2006 (cohérence Europe-Amérique du Nord). Cet important projet de recherche a ainsi joué un rôle majeur en termes de connaissance de l'impact sanitaire de la PA. Il a été le précurseur de l'utilisation de la méthodologie des séries temporelles pour la surveillance des gastroentérites associées à la qualité de l'eau (gastroentérites et turbidité de l'eau).

L'apport des réseaux européens en SE

Le développement de réseaux pluridisciplinaires et internationaux permet non seulement d'enrichir les méthodes et les savoir-faire, mais aussi de constituer des équipes locales solides dans le but de renforcer la surveillance en SE. En cas d'alerte, ces réseaux sont rapidement « activables », ce fut le cas en 2003 où nos partenaires européens nous ont rapidement donné des informations sur la situation dans leur pays respectifs. Ainsi, des réseaux d'instituts de santé publique, de météorologistes et chercheurs universitaires ont été constitués, qui ont permis d'étudier l'impact de la PA sur la santé en Europe (Apehis, Apekom).

Apehis (Air Pollution and Health : A European Information System)

L'InVS a mis en place en 1999 le premier système de surveillance épidémiologique européen sur les effets de la PA sur la santé, le programme Apehis³ (*Air Pollution and Health : A European Information System*). Ce réseau, fondé sur les acquis des programmes Apeha, Erpurs⁴, Psas⁵ et sur le développement par l'OMS de la méthode d'évaluation d'impact sanitaire (EIS), a développé des méthodes de recueil de données, et d'analyse épidémiologique et d'EIS standardisées assurant la comparabilité des résultats de 26 villes européennes. Les connaissances épidémiologiques couplées à une analyse approfondie des besoins en information des diverses catégories d'utilisateurs et du public a permis de délivrer des messages utiles, aisément compréhensibles par les décideurs, les professionnels de la santé et de l'environnement, les médias et le grand public. L'échelle européenne est primordiale pour l'étude des impacts de la PA. En effet, les processus à l'œuvre dans l'émission, les transformations et le transport des polluants dans l'atmosphère se déroulent à plusieurs échelles et la variabilité de l'exposition de la population peut-être forte selon la proximité des sources d'émission. Les politiques de réduction de l'exposition de la population aux polluants doivent donc être menées à différents niveaux : européen, national et local [3].

Le programme Apehis a apporté des éléments d'aide à la décision pour ces trois niveaux. Il a contribué aux débats sur les nouvelles directives de qualité de l'air en Europe ainsi que sur le plan de réduction des particules du Grenelle de l'environnement. Des autorités locales et nationales de différents pays européens ont identifié le réseau Apehis comme une source d'information et d'expertise reconnue en SE, activable en cas d'alerte environnementale.

Apehis est un projet phare pour la compréhension des impacts sanitaires de la PA [4,5,6]. Il est une référence pour les *Centers for Disease Control-Atlanta* en ce qui concerne le volet « Air » du programme de surveillance en SE (EPHT⁶).

Apekom (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe)

Ce projet⁷ (2008-2011) [7] enrichira le système de surveillance Apehis par des nouvelles connaissances épidémiologiques, des nouvelles EIS, des évaluations de coûts pour la santé liés à la pollution. Le but est de mieux adapter notre travail aux préoccupations des décideurs français, mais aussi de nos voisins européens (25 villes européennes du réseau Apehis dont 9 villes françaises du programme Psas) (figure 1).

Concrètement Apekom apportera de nouvelles connaissances sur :

- la mesure de l'exposition au trafic et la prise en compte de la susceptibilité individuelle (en lien notamment avec les maladies chroniques) dans les EIS ;
- la sélection des zones d'étude, l'influence des mesures de particules fines et des systèmes d'information hospitaliers sur les résultats d'EIS, l'évaluation des coûts associés aux impacts sanitaires, l'utilisation des outils d'EIS disponibles sur le web ;

- les outils statistiques pour comparer les risques pour la santé au cours du temps permettant d'évaluer les conséquences sanitaires de mesures de gestion mises en place pour réduire les niveaux de pollution ;

- les outils d'aide à la délibération : méthodes d'évaluation des connaissances dans un contexte participatif, analyse des sources d'incertitudes dans le processus décisionnel, proposition et évaluation de scénarios décisionnels.

Ces développements permettront d'enrichir, à terme, les indicateurs relatifs à la PA dans la Loi de santé publique, le PNSE⁸ et le Grenelle de l'environnement, et d'améliorer l'aide à la décision. Les outils méthodologiques et statistiques développés seront applicables à d'autres thématiques de travail.

L'évaluation intégrée des risques : une nouvelle approche en SE

Les décideurs, en particulier au niveau national et européen, sont amenés à prendre des décisions intégrant les impacts sanitaires, environnementaux, économiques et sociaux dans un contexte d'incertitudes. Le projet Intarese⁹ [8] (*Integrated Assessment of Health Risks of Environmental Stressors in Europe*) propose une méthodologie innovante [9] permettant d'intégrer toutes ces dimensions afin d'éclairer le processus de décisions en SE. Il réunit 33 partenaires de 24 pays européens et est coordonné par l'Imperial College de Londres.

Son principal objectif est de développer, tester puis appliquer une méthodologie d'évaluation intégrée des risques sanitaires qui puisse alimenter la réflexion en matière de surveillance en SE :

- en analysant l'impact sanitaire d'une exposition cumulée à différentes sources de pollutions environnementales, ce qui aujourd'hui représente un défi pour tous les professionnels de santé publique ;

- en intégrant la dimension économique dans les études épidémiologiques, et cela afin de mieux informer les pouvoirs publics et les parties prenantes ;

- en prenant en compte les besoins des parties prenantes dès la conception des politiques et mesures à prendre.

L'un des principaux apports de cette collaboration est la formulation séquentielle des problématiques de SE. Elle permet de mieux cerner et caractériser les sources d'incertitudes dans les études d'impacts sanitaires, de proposer des actions pour les corriger (ex. protocole de recours au jugement d'experts en l'absence de données), puis de les prendre en considération lors de la communication des résultats des études envers les différentes parties prenantes.

Grace aux méthodes développées dans le cadre du projet Intarese les décideurs pourront mieux appréhender les impacts sanitaires des évolutions de différentes politiques sectorielles (transports, énergie, habitat...). L'évaluation de la mise en place d'un péage urbain pour limiter les pollutions liées au transport routier et ses impacts sur la santé est une des études de cas traitées par Intarese (figure 2).

Perspectives de collaborations européennes et internationales en SE

Dans les prochaines années, en matière de surveillance, trois thématiques prioritaires pour l'InVS dans le domaine SE devraient prendre de l'ampleur grâce à de nouvelles collaborations européennes : les systèmes d'information en SE, la biosurveillance et l'impact du changement climatique sur la santé.

Les nouveaux outils de surveillance en SE

Le Plan d'action européen 2004-2010 en faveur de l'environnement et de la santé¹⁰ [10] (PESE) prévoit le développement d'un système d'information intégré sur l'environnement et la santé, ainsi qu'une approche coordonnée de la biosurveillance humaine entre les Etats Membres afin de rendre plus efficace l'évaluation de l'impact

² Si la PA ne fait que précipiter le décès de personnes uniquement de quelques jours, alors le surcroît de mortalité observé devrait être suivi d'une sous-mortalité dans les jours suivants ; une partie des personnes devant mourir ces jours là aurait vu leur existence raccourcie.

³ Il a été cofinancé à trois reprises par le programme de santé publique de la Commission Européenne et par les institutions participantes.

⁴ Programme de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur la santé en Ile-de-France.

⁵ Programme national de surveillance Air et Santé.

⁶ EPHT ; Environment Public Health Tracking Program.

⁷ Cofinancé par le programme de santé publique de la Commission Européenne et par les institutions participantes.

⁸ Le Plan national santé environnement 2009-2013.

⁹ Financé par le Programme cadre de recherche et développement (PCRD6) pour une durée de cinq ans (2005-2010).

¹⁰ COM (2004) 416 final, volume I

Figure 1 Aphekom. Un réseau pluridisciplinaire européen pour la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur la santé / Figure 1 Aphekom. A European interdisciplinary network for the monitoring of health risks related to outdoor air pollution



(<http://www.eu-humanbiomonitoring.org/doc/actionplan.pdf>), COM (2004) 416 final, volume II (http://www.eu-humanbiomonitoring.org/doc/ta_vol2.pdf) de l'environnement sur la santé humaine. Ce plan souligne également les préoccupations du parlement européen face aux menaces sanitaires multiples engendrées par le réchauffement climatique en Europe.

Système d'information en SE

Les informations sanitaires et environnementales sont souvent collectées de manière non standardisée à travers l'Europe, voire au sein d'un même pays. Suite à la Conférence ministérielle de l'OMS sur l'environnement et la santé en 2004, plusieurs projets européens tels qu'ENHIS et ENHIS2 [11] (*European Environment and Health Information System*) ont vu le jour. Ils visent à proposer un (des) système(s) d'information global en SE permettant de mieux hiérarchiser les risques en SE et d'améliorer la comparabilité des indicateurs décrivant les politiques environnementales et leurs conséquences sanitaires à travers l'Europe. Les projets ENHIS et ENHIS2 ont été une contribution concrète à la mise en œuvre de EHS (le système d'information en SE) qui est défini dans la déclaration ministérielle comme un des outils de soutien aux politiques publiques. La batterie d'indicateurs proposée permet de comparer les progrès des différents pays en matière de SE. Les études de cas sur la faisabilité de l'évaluation d'impact sanitaire pour différents indicateurs environnementaux a conduit à préciser dans

quels domaines cette évaluation pouvait être réalisée compte tenu des données disponibles. Récemment, avec les enseignements d'ENHIS et ENHIS2, le besoin d'un système paneuropéen d'information en SE permettant de répondre aux défis présents et à venir s'est concrétisé et a été à l'origine d'une réflexion lancée par la Commission Européenne à ce sujet. Une étude pilote est prévu pour 2010, la France pourrait en être le site d'accueil.

Biosurveillance

Lors de la préparation du PESE en 2003, la biosurveillance humaine a été définie comme étant « la surveillance de l'homme, en utilisant des indicateurs biologiques (dénommés biomarqueurs), révélateurs d'expositions environnementales, de maladies et/ou de troubles ou d'une prédisposition génétique, et l'étude des liens éventuels existant entre eux ».

Mis en place par la CE pour préparer le PESE, un groupe de travail européen en biosurveillance a publié un premier état des lieux des activités de biosurveillance en Europe. Il constate que, malgré l'importance des ressources dédiées au recueil des données de biosurveillance, la comparaison entre pays et à l'intérieur de chaque pays reste difficile, en raison des différences de méthodes appliquées.

Le groupe européen d'experts en matière de biosurveillance (ESBIO, Expert team to Support BIOmonitoring) 2006-2008 [12] a alors rédigé des recommandations dans le but de définir une

approche plus cohérente de la biosurveillance au sein de l'Union Européenne.

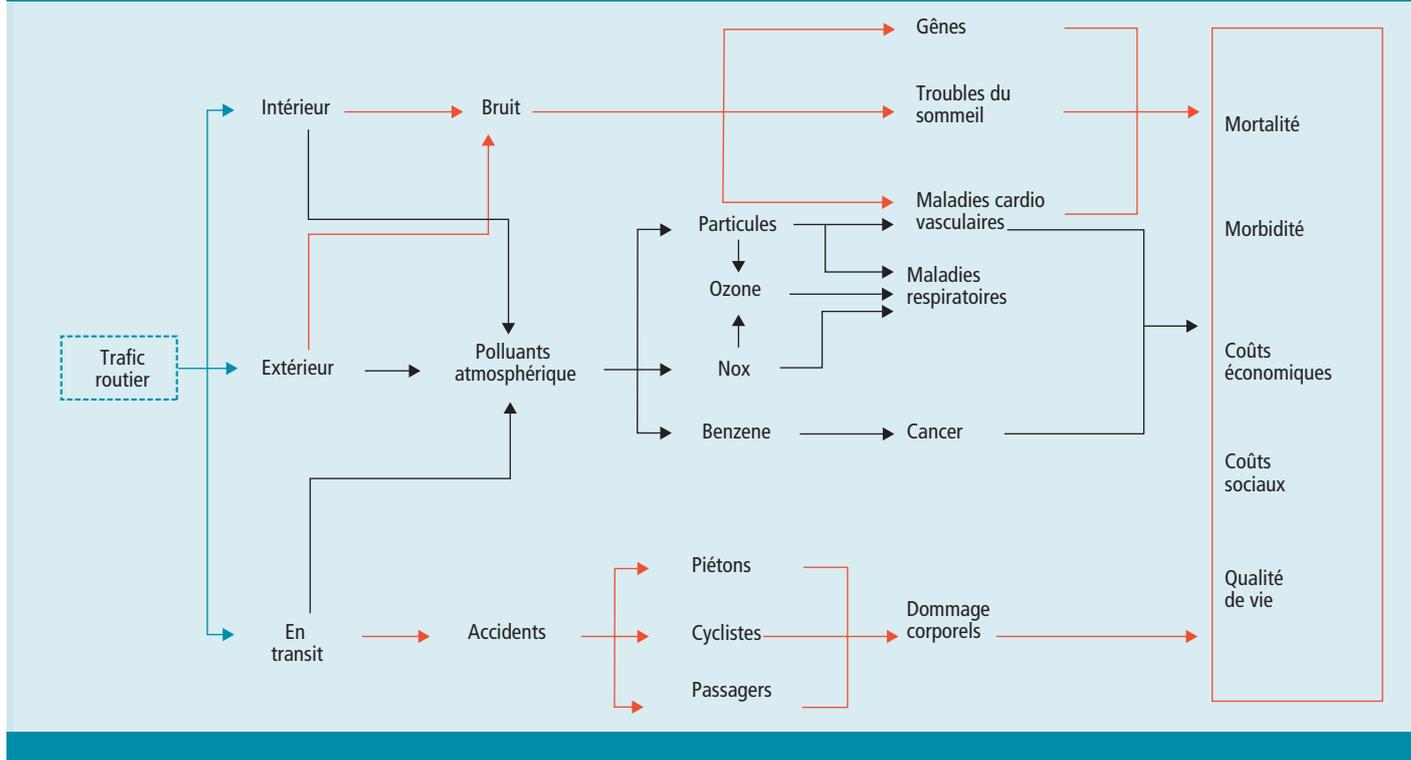
Les conclusions de la conférence sur la biosurveillance organisée par l'InVS dans le cadre de la présidence française de l'Europe en 2008 [13] ont renforcé les bases pour une étude pilote européenne de biosurveillance.

Depuis les années 2000, on assiste progressivement à la construction d'un soutien politique en faveur d'une approche coordonnée de la biosurveillance en Europe.

Changement climatique et santé

Le quatrième rapport du groupement international d'experts sur le changement climatique (GIECC 2007) [14] a conclu que la santé humaine serait un des secteurs les plus impactés par les modifications prévisibles du climat. Face à ce constat, l'union européenne demande aux états membres « l'intégration de mesures d'adaptation au changement climatique dans les stratégies et programmes de santé publique, une surveillance adéquate visant à la détection précoce de l'apparition de foyers de maladies, des systèmes de détection précoce et de réaction sanitaires et la coordination des réseaux de surveillance des données environnementales avec les réseaux de vigilance sanitaire ».

De nombreuses études se sont penchées sur un bilan des impacts sanitaires potentiels du changement climatique au niveau français¹¹ et européens¹².



Il convient maintenant de mieux comprendre comment renforcer le système de santé publique face aux effets sanitaires du changement climatique. Malheureusement les connaissances et outils pour déterminer les pathologies prioritaires manquent et rendent difficile l'évaluation des bénéfices sanitaires associés à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre (réduction de la PA, des accidents de la routew) et des stratégies d'adaptation. Y répondre nécessite une approche globale (environnement, pathologies, société, économie) et multidisciplinaire, à une échelle européenne et internationale mais aussi locale. Le projet EuroHeat coordonné par l'OMS a décrit les bonnes pratiques pour la prévention des vagues de chaleur en s'appuyant sur les expériences de différents pays [15]. En octobre 2008, l'OMS a identifié les recherches prioritaires à conduire sur les impacts sanitaires du changement climatique¹³ pour concevoir ou adapter les systèmes de surveillance sanitaires. Comme cela fut le cas dans le cadre du rapport du GIECC, l'OMS porte les préoccupations sanitaires au cœur des négociations intergouvernementales. Une échéance clef pour tous les partenaires concernés sera de fournir des connaissances nouvelles pour la quinzième Conférence des parties des Nations Unies (décembre 2009) qui devrait donner lieu à l'élaboration d'un nouvel accord mondial sur le climat, succédant au Protocole de Kyoto.

Conclusion

Les systèmes de surveillance en SE ont beaucoup progressé et se structurent de plus en plus autour de collaborations européennes et internationales. Les crises sanitaires récentes liées à des facteurs environnementaux montrent qu'il existe un réel besoin d'harmonisation et de coordination centralisée à l'échelle européenne des activités de surveillance à visée d'alerte en SE. La demande d'indicateurs économiques et, de façon plus générale, d'évaluation globale des politiques sanitaires est amenée à prendre une place croissante dans le domaine de la SE, à l'échelle européenne et internationale. La sensibilisation des acteurs à ces enjeux complexes, grâce à la vulgarisation des travaux scientifiques, constitue un défi permanent pour les diverses instances impliquées et en charge de la santé publique, parmi lesquelles l'InVS.

Références et liens

- [1] Touloumi G, Samoli E, Pipikou M, Le Tertre A, Atkinson R, Katsouyanni K. Seasonal confounding in air pollution and health time-series studies: effect on air pollution effect estimates Stat Med. 2006; 25:4164-78.
- [2] Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. J Epidemiol Community Health. 2002;56(10):773-9
- [3] Rapport Richert : http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_fevrier_2007.pdf
- [4] Ballester F, Medina S, Boldo E, Goodman P, Neuberger M, Iñiguez C, et al. Apehis network. Reducing ambient levels of fine particulates could substantially improve

health: a mortality impact assessment for 26 European cities. J Epidemiol Community Health. 2008; 62(2):98-105.

[5] Medina S, Artazcoz L, Boldo E, de Saeger E, Forsberg B, Paldy A, on behalf of the Apehis group. Apehis: Air Pollution and Health European Information System. Epidemiology 2004; 58 Suppl 1:A39-A40.

[6] <http://www.apehis.net>

[7] http://www.invs.sante.fr/prog_europeens/aphekom.htm

[8] <http://www.intarese.org/>

[9] Briggs D. A Framework for Integrated Environmental Health Impact Assessment of Systemic Risks, Environmental Health 2008; 7:61.

[10] European Commission. EU Mid-term review of the European Environment and Health Action Plan 2004-2010. 2008 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0410+0+DOC+XML+V0//FR>

[11] <http://www.enhis.org/>

[12] <http://www.eu-humanbiomonitoring.org/>

[13] <http://www.invs.sante.fr/display/?doc=publications/2008/biosurveillance/index.html>

[14] Rapport GIECC : http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

[15] http://www.euro.who.int/globalchange/Topics/20050524_2

¹³ Les actions sont déclinées dans le plan de travail de l'OMS : http://www.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB124/B124_11-en.pdf

¹¹ Rapport du ministère de la Santé. Les effets qualitatifs du changement climatique sur la santé en France 2008, rapport Onerc Changement climatique et risques sanitaires en France 2007

¹² Rapports OMS Europe Protecting Health in Europe from climate change 2008, rapports EEA Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment 2008.