

des urgences) Résultats nationaux 2004/2008. [http://www.invs.sante.fr/publications/2008/plaquette\\_oscour\\_161208/index.html](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](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 qu'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
<b>Système de surveillance</b>					
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
<b>Enquêtes transversales répétées</b>					
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<sup>-3</sup>[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  $\mu$ 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, Corbeau 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](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](http://www.invs.sante.fr/publications/2008/saturn_inf_2008_2009/index.html)
- [11] Épidémiologie. Principes et méthodes quantitatives. Bouyer J, Hémon D, 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](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](http://www.invs.sante.fr/publications/2007/nutrition_enns/index.html)