

51

Modalités d'évaluation dans l'environnement général

L'exposition résulte du contact entre un organisme et un agent. Elle se définit donc à la fois par le milieu d'apport (air, eau, sol, aliments) et par les voies de pénétration (inhalation, ingestion, contact cutanéomuqueux, voie trans-placentaire).

Sa caractérisation fait référence à la notion d'intensité, c'est-à-dire au niveau des contaminants dans les milieux et à la quantité de milieux mis en jeu dans les apports, le produit des deux définissant la dose apportée qu'il convient de pondérer par la durée du contact. Les doses d'exposition interne et ciblée correspondent respectivement à la dose absorbée et à la dose biologiquement efficace, autrement dit biodisponible au niveau du récepteur spécifique (Pirkle et coll., 1995).

L'exposition est un processus dynamique qui fluctue d'un sujet à l'autre en fonction de son comportement, de son cadre et de son mode de vie et qui varie aussi selon l'agent dangereux considéré (Lioy et coll., 2005). Elle s'étudie dans les conditions réelles de vie et de travail des individus. Les sources de données étant différentes dans l'environnement général et en milieu professionnel, les modalités d'évaluation des expositions seront envisagées séparément dans chacun de ces environnements.

Les données contribuant à l'estimation des expositions sont, pour l'essentiel, des données micro-environnementales décrivant la qualité des milieux, de l'air, des eaux, du sol, des aliments, c'est-à-dire leur niveau de contamination au regard des différents polluants étudiés. Ces données proviennent surtout de mesurages, plus rarement de modélisation et concernent de larges populations.

Les données recueillies individuellement, qu'il s'agisse de mesures de dose externe, voire de mesures de dose interne, via des biomarqueurs d'exposition, sont beaucoup plus rares et sont issues d'études réalisées auprès d'échantillons de population, généralement de taille modeste.

Données micro-environnementales

Les données relatives à la qualité de l'air extérieur et intérieur, des aliments, des eaux et des sols seront successivement examinées.

Qualité de l'air extérieur

S'agissant de la qualité de l'air extérieur, elle peut être documentée par des données d'émission et d'immission⁴⁶.

Données d'émission

Les inventaires d'émission sont réalisés par le Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique (Citepa), conformément aux recommandations de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-NU) (Citepa, 2004). Ils portent sur les substances retenues au titre des différents protocoles mis en œuvre dans le cadre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (CPATLD) ainsi qu'au titre de la directive relative aux plafonds d'émissions nationaux. Les substances étudiées sont une trentaine et ont trait :

- à l'acidification : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x ; monoxyde : NO ; dioxyde : NO₂), ammoniac (NH₃) ;
- à la pollution photochimique : monoxyde de carbone (CO), NO_x et composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ;
- à l'accroissement de l'effet de serre : méthane (CH₄), dioxyde de carbone (CO₂), protoxyde d'azote (N₂O₃), hydro-fluoro-carbures (HFC) ;
- aux métalloïdes et métaux lourds : arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), Nickel (Ni), plomb (Pb), sélénium (Se), zinc (Zn) ;
- aux composés organiques persistants (POP) : hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines et furanes, polychlorobiphényles (PCB) ;
- aux particules : particules totales en suspension-TPS, particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 µm (PM₁₀), à 2,5 µm (PM_{2,5}), à 1 µm (PM₁).

La méthodologie adoptée est la méthodologie européenne Corinair. Divers inventaires successifs relatifs à plusieurs polluants ont ainsi été réalisés :

- Corinair 85 : SO₂, NO_x, COVNM ;
- Corinair 90 : SO₂, NO_x, COVNM, CO, CO₂, N₂O₃, NH₃ ;
- Corinair 94 : 27 substances, soit la liste précédente complétée par 9 métaux lourds, par 10 POP et par les TPS.

46. L'immission caractérise la concentration des polluants dans l'air ambiant. C'est le stade final du cycle de la pollution atmosphérique qui concerne la qualité de l'air après concentration des polluants primaires (venus de l'émission) et des polluants secondaires créés après transformation des polluants primaires.

Toutes les émissions sont estimées en masse de substance sous la forme chimique citée.

Les activités anthropiques ou naturelles à l'origine des diverses substances dans l'atmosphère sont identifiées dans une nomenclature de référence regroupant 400 rubriques relatives aux sources linéaires, c'est-à-dire aux axes de communication, aux grandes sources ponctuelles et aux sources surfaciques, autrement dit aux sources mobiles. La résolution spatiale porte en général globalement sur la France métropolitaine, mais elle concerne également des entités administratives plus petites (régions, départements, unités urbaines...). Sauf cas particulier, les inventaires sont établis sur la base d'une année civile, sans distinction de périodes particulières, saison ou semaine. Les données sont accessibles sur Internet⁴⁷.

Données d'immission

Quarante associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) sont chargées de la mise en œuvre de réseaux de mesure pour le compte des pouvoirs publics (Ademe et Fédération Atmo, 2002). Les associations exercent leur mission à l'échelle d'une zone industrielle ou d'une agglomération pour certaines, à plus large échelle pour d'autres. Ces différences tiennent à des raisons historiques. Si dans le passé, elle s'est surtout concentrée autour de zones industrielles et dans quelques grandes villes, la surveillance de l'air s'est progressivement déployée vers d'autres zones et territoires plus étendus pouvant aller jusqu'au département, voire à la région. En effet, la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a imposé un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement qui devait être mis en place au plus tard le 1^{er} janvier 1997 dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, le 1^{er} janvier 1998, dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants et le 1^{er} janvier 2000 sur l'ensemble du territoire.

Il existe trois niveaux d'observation :

- un niveau urbain, en vue de documenter la pollution atmosphérique de fond avec des stations urbaines ;
- un niveau de proximité, afin de caractériser la qualité de l'air près des sources de pollution (sites industriels, points noirs routiers) ou dans des zones sensibles, grâce à des stations industrielles ou de type « trafic » ;
- un niveau constitué de stations de type rural régional ou rural national, éloignées des sources locales de pollution atmosphérique.

Ainsi, sept classes de stations surveillent différents polluants :

- les stations de type « trafic » : CO, NO_x, PM₁₀ ;
- les stations industrielles : CO, SO₂, COV, NO_x, HAP, métaux lourds ;

47. www.citepa.org

- les stations urbaines : NO_x, PM₁₀, O₃, SO₂, COV ;
- les stations périurbaines : NO_x, O₃ ;
- les stations rurales régionales : NO_x, O₃ ;
- les stations rurales nationales : NO_x, O₃ ;
- les stations spécifiques, mises en place pour des besoins particuliers tels que l'aide à la modélisation ou la prévision de situations de pollution.

Les stations fixes, au nombre de 720 en 2002, sont surtout localisées dans les zones urbaines, industrielles et périurbaines, zones les plus peuplées. Le nombre de stations dépend du caractère industrialisé et urbanisé de la région et est globalement proportionnel à la population des unités urbaines. Ainsi, 90 % des stations sont situées dans des espaces à dominante urbaine qui regroupent 75 % de la population française. À l'heure actuelle, 77, 144 et 521 stations disposent d'un historique de mesure de respectivement plus de 20 ans, 10 à 20 ans et moins de 10 ans tandis que 96 stations ont été implantées entre 2000 et 2002.

En ce qui concerne les méthodes d'investigation, les stations fixes sont équipées d'instruments de mesures automatiques dédiés à la mesure d'un polluant donné ou multi-polluants. Les analyseurs automatiques utilisés font appel à diverses techniques de mesure souvent normalisées au niveau national (Afnor), européen (CEN) ou international (ISO) et qui reposent sur les propriétés chimiques ou physiques des constituants d'intérêt. Ainsi, le SO₂ est dosé par fluorescence ultra-violette, l'ozone par photométrie ultra-violette, les oxydes d'azote par chimiluminescence, le benzène après piégeage par du charbon actif et désorption thermique, par chromatographie avec détection à ionisation de flamme couplée à la spectrométrie de masse. Les concentrations en particules de différentes tailles prélevées par des têtes de prélèvement sélectives sont déterminées par gravimétrie. Pour d'autres polluants prélevés par ces stations fixes, le dosage se fait en différé au laboratoire, par spectrométrie par torche à plasma, couplée à la spectrométrie de masse pour les métaux lourds et par chromatographie liquide haute performance pour les HAP. Toutes les données sont télétransmises à l'ordinateur central de chaque AASQA, puis à la Base de données sur la qualité de l'air (BDQA), gérée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et accessible sur Internet⁴⁸.

En complément des moyens précédemment décrits, des campagnes de mesures ponctuelles sont fréquemment menées au moyen de préleveurs diffuseurs ou passifs, pour le benzène/toluène/xylène ou l'ozone par exemple, ou grâce à des stations mobiles (camions laboratoires).

Les AASQA ont également recours à la modélisation. Des modèles d'interpolation spatiale de type géostatistique sont utilisés pour traiter les données

des campagnes de mesures. Ils permettent de dresser des cartes de la répartition spatiale de la pollution en tous points d'une zone ayant fait l'objet de mesures ponctuelles. Ils servent aussi à faire des prévisions. Les cartographies de la pollution atmosphérique et les prévisions de la qualité de l'air peuvent également être établies par des modèles déterministes. Ceux-ci sont fondés sur la résolution numérique d'équations mathématiques issues de la mécanique des fluides et des transformations chimiques des polluants dans l'air. Ils sont complexes et peuvent nécessiter un grand nombre de données de nature diverse (émissions, météorologie, topographie...).

Qualité de l'air à l'intérieur des locaux

Un Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a été mis en place en 2001 par convention entre les Ministères en charge du logement, de la santé, de l'environnement, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Trois objectifs lui sont assignés (Kirchner et coll., 2003) :

- identifier les substances, agents et situations qui, en affectant la qualité de l'air à l'intérieur des espaces clos, présentent un risque pour la santé ;
- évaluer l'exposition des populations aux polluants identifiés ;
- déterminer comment optimiser les bâtiments du point de vue sanitaire, notamment en tenant compte des enjeux énergétiques et de l'évolution des modes d'occupation et d'activité.

Ces missions s'inscrivent dans une perspective d'évaluation des risques et/ou de gestion des risques.

La phase de production et de collecte des données se décompose en plusieurs étapes. Un inventaire des données françaises relatives à la qualité de l'air intérieur, publiées entre 1990 et 2001 a d'abord été dressé ; actualisé depuis en tenant compte de la situation internationale dans les logements, il est disponible sur Internet⁴⁹. Puis l'OQAI a conduit une étude pilote auprès de 90 logements et de 9 écoles sélectionnés sur la base du volontariat dans trois sites géographiques (Nord-Pas-de-Calais, Communauté urbaine de Strasbourg et Aix-Marseille), afin de tester les outils préalablement élaborés, questionnaires, budget espace-temps et mesurages (Kirchner et coll., 2003). À partir des polluants identifiés par l'OQAI, des résultats de la campagne pilote et des données de la littérature sur les valeurs toxicologiques de référence, il a été procédé à une hiérarchisation des polluants des environnements intérieurs selon leur potentiel d'impact sanitaire à court et à long terme, en privilégiant cependant leur toxicité chronique. Enfin, la campagne « logements » s'est

49. www.air-interieur.org

déroulée en 2003-2004 auprès d'un échantillon aléatoire de 710 résidences principales de France métropolitaine réparties dans 74 communes situées dans 50 départements (Kirchner et coll., 2005). Une trentaine de paramètres y ont été mesurés : allergènes de chats, de chiens, d'acariens et de moisissures, CO, COV dont benzène et styrène, hydrocarbures halogénés, aldéhydes dont formaldéhyde, particules, radon et rayonnement gamma, température, humidité relative, débits d'air des systèmes de ventilation mécanique... Parallèlement aux mesurages, il a été établi un descriptif des bâtiments et de leur environnement ainsi que des occupants et de leurs activités. L'exploitation des données qui est en cours a fourni les distributions de chacun des paramètres mesurés et analyse leurs déterminants.

Qualité des aliments

Le niveau d'exposition de la population française à des contaminants de l'alimentation peut être estimé à partir de données de contamination en polluants de différentes catégories d'aliments et à partir de données de consommation fondées sur des études couvrant le régime alimentaire de diverses classes d'individus. La prise alimentaire pour un polluant donné, exprimée en grammes par kilogramme de poids corporel et par jour, correspond au produit de la teneur des aliments en ce polluant par la quantité consommée quotidiennement, rapporté au poids corporel.

Données de contamination des aliments

Des prélèvements de produits de consommation courante sont régulièrement effectués par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) et par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF), en vue du dosage de divers contaminants (pesticides, dioxines, métaux lourds...). Dans ces enquêtes de type « panier de la ménagère », l'échantillonnage se fait en proportion des quantités consommées (Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 2000).

Dans le cadre de leurs programmes nationaux, les états membres de l'Union européenne et trois états de l'Association européenne de libre échange (la Norvège, l'Islande et le Liechtenstein), ont procédé au contrôle des résidus de pesticides dans des denrées alimentaires d'origine végétale. En 2004, les données des huit nouveaux états membres de l'union européenne ont été incluses dans l'étude. Environ 60 450 échantillons ont été analysés dont 92 % étaient des produits frais (légumes, fruits et céréales) et 677 pesticides différents ont été recherchés (Commission européenne)⁵⁰.

Données de consommation de la population française

L'enquête ASPCC (Association sucre, produits sucrés, chocolaterie, confiserie) a été conduite de juin 1993 à juin 1994, auprès d'un échantillon de 1 161 sujets âgés de 2 à 65 ans (Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 2000). Cet échantillon est représentatif au regard de la localisation géographique, de la taille de la commune de résidence, de la catégorie socio-professionnelle du chef de famille, de l'âge et du sexe de la personne interrogée. Les enfants ont été plus spécifiquement étudiés, en distinguant la sous-population des 2-9 ans et des 10-14 ans. L'étude consistait en un relevé de consommation sur sept jours, la planification de l'étude sur une année entière permettant d'envisager les variations saisonnières. L'estimation des rations consommées se faisait, pour les repas pris au domicile, par pesée des aliments avant consommation, après déduction des aliments non consommés si nécessaire et pour les repas pris hors domicile, par comparaison avec des photos de rations-types. Les classes d'aliments considérées étaient les suivantes : produits laitiers, autres graisses animales, graisses végétales, viandes, poissons et produits de la mer, œufs et dérivés, produits céréaliers, fruits, légumes...

L'enquête Alliance 7 réalisée par la Sofres et le CHU de Dijon (Boggio et coll., 1999) a porté sur 665 jeunes enfants âgés de 15 jours à 30 mois. Leurs parents déclaraient les consommations sur trois jours d'aliments infantiles (lait, petits pots, céréales...) et d'aliments courants, en respectant la chronologie : alimentation lactée, puis introduction de la viande et enfin, diversification.

L'enquête individuelle et nationale sur les consommations alimentaires (Inca1) est la deuxième grande enquête nationale après ASPCC. Menée par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) en 1998-1999, elle documente les consommations alimentaires d'un échantillon de 3 003 individus de trois ans et plus, représentatifs de la population française. Une deuxième étude Inca2/étude nationale nutrition santé (ENNS), conduite par l'Afssa et l'Institut de veille sanitaire (InVS), est en cours auprès de 5 500 personnes, 3 700 adultes et 1 800 enfants qui sont invités à décrire leur consommation alimentaire pendant une semaine.

Qualité des eaux

L'exposition aux contaminants de l'eau intervient surtout par voie orale, et secondairement par inhalation ou par contact cutanéomuqueux, en particulier lors des baignades et sports nautiques. Chaque Français utilise, en moyenne, 200 litres d'eau potable par jour qui se répartissent en environ deux litres pour la boisson, dix litres pour la cuisine, près de cinquante litres pour le lave-vaisselle et le lave-linge et cent litres pour les sanitaires et la toilette (Beaudeau et coll., 2003). Son exposition dépend donc de la qualité sanitaire de l'eau de distribution publique et s'il pratique les sports nautiques, des zones de baignade.

À l'échelon national (Ministère de la santé et des solidarités, 2005), l'alimentation en eau potable est actuellement assurée par près de 30 000 captages produisant chaque jour 17,9 millions de m³ d'eau. La plupart des captages sont de petite taille et les captages de grande capacité, peu nombreux, procurent une part importante de la production. Les captages de petite taille sollicitent généralement les nappes d'eau souterraine. Les eaux superficielles (rivières, lacs...) ne concernent que moins de 5 % des captages, mais ce sont les plus importants. Le traitement de l'eau, lorsqu'il est nécessaire, est effectué par plus de 15 000 stations. Comme pour les captages, la plupart des installations sont de petite taille et traitent majoritairement des eaux d'origine souterraine. Les stations de grande capacité, peu nombreuses, traitent généralement des eaux de surface, ce qui représente une part importante des volumes traités. Près de 27 000 unités de distribution alimentent en eau les plus de 60 millions de personnes desservies en France. En milieu rural, les unités de distribution sont souvent de petite taille et approvisionnent des zones faiblement peuplées. Ainsi, la moitié des unités de distribution dessert moins de 2 % de la population et la moitié de la population est alimentée par 2 % des unités.

Les articles R. 1321-2 et R. 1321-3 du Code de la santé publique définissent les exigences de qualité que doivent respecter les eaux destinées à la consommation humaine :

- ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;
- être conformes aux limites de qualité fixées pour des paramètres qui, lorsqu'ils sont présents dans l'eau sont susceptibles de générer des effets immédiats ou à plus long terme pour la santé du consommateur. Elles concernent aussi bien des paramètres microbiologiques que des substances chimiques, telles que les nitrates, les pesticides, certains métaux et solvants chlorés, le benzène, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les sous-produits de la désinfection de l'eau et sont généralement fondées sur les recommandations en vigueur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

L'article R. 1321-3 précise que les eaux doivent en outre satisfaire à des références de qualité, valeurs indicatives établies à des fins de suivi des installations de production et de distribution d'eau et d'évaluation de risque pour la santé des personnes. Les substances concernées, sans incidence directe sur la santé aux teneurs habituellement observées dans l'eau, peuvent mettre en évidence une présence importante d'un paramètre au niveau de la ressource et/ou un dysfonctionnement des installations de traitement. Elles peuvent aussi être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur.

Le suivi sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine comprend le contrôle sanitaire des eaux exercé par les services de l'État et la

surveillance réalisée par les responsables de la distribution d'eau. Le contrôle sanitaire des eaux est mis en œuvre par les services « santé-environnement » des Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) sur la base des dispositions fixées par le Code de la santé publique (Circulaire DGS/SD7A n° 633 du 30 décembre 2003). Il est effectué sur l'ensemble des unités de distribution. Les prélèvements sont réalisés par des agents des Ddass ou des services communaux d'hygiène et de santé ou par des agents de laboratoires agréés par le ministère chargé de la Santé.

Le contrôle sanitaire des eaux prévoit la réalisation :

- des analyses au niveau de la ressource (captages ou mélanges de captages) : analyses de type RS (ressource superficielle) et RP (ressource souterraine) ;
- des analyses de routine (analyses P1) ainsi que des analyses complètes (analyses P1+P2) permettant d'apprécier le fonctionnement des stations de traitement production ;
- des analyses de routine (analyse D1) et des analyses complètes (D1+D2) en distribution, aux robinets normalement utilisés pour la consommation chez l'utilisateur.

Les analyses de routine ont pour but de fournir, de manière régulière, des informations sur l'efficacité du traitement, notamment vis-à-vis de la désinfection ainsi que sur la qualité organoleptique, physico-chimique et microbiologique de l'eau. Les analyses complètes permettent de mesurer la présence éventuelle de substances toxiques ou indésirables dans l'eau.

L'ensemble des résultats alimente depuis 1994 la base nationale de données SISE-Eaux (Système d'information en santé-environnement sur les eaux), gérée par la Direction générale de la santé. Ce dispositif informatique permet d'exploiter aux échelons départemental, régional et national, l'ensemble des données relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et offre une description homogène de toutes les installations de captage, de traitement et de distribution d'eau d'alimentation. Près de 50 000 nouveaux résultats d'analyses remontent chaque semaine des Ddass vers la base nationale qui traite de plus de 100 000 installations, de plus de 250 000 points de surveillance et consigne 40 000 000 de résultats d'analyses correspondant à près de 3 000 000 de prélèvements (Ministère de la santé et des solidarités, 2005).

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade consiste en l'exécution d'un certain nombre de prélèvements aux fins d'analyse et en un examen détaillé des lieux de baignade et de leur voisinage. Les résultats des paramètres microbiologiques et physico-chimiques (mousses, phénols, huiles minérales, couleur, résidus goudronneux et matières flottantes, transparence) mesurés sont consignés dans la base de données SISE-Baignades⁵¹.

51. <http://baignades.sante.gouv.fr/>

Qualité des sols

L'exposition chronique de la population aux polluants des sols est directe, par ingestion de terre ou de poussières mises en suspension et dispersées dans l'environnement avoisinant, par inhalation de poussières ou de gaz émis et par contact cutanéomuqueux. Elle est indirecte lorsqu'elle résulte de la consommation d'aliments ou d'eau de boisson contaminés. Elle dépend de la nature des polluants, de l'usage qui est fait des terrains, des caractéristiques des sites et des habitudes de la population qui peut ou non consommer des denrées produites sur place. Un scénario souvent rencontré est celui d'un aménagement résidentiel sur des friches industrielles (Momas et coll., 2004).

S'agissant des sites et sols pollués par des activités industrielles, la politique nationale est menée en référence au Titre 1^{er} du livre V du Code de l'environnement relatif aux installations classées (Loi n° 2001-44 du 17 janvier 2001). La base de données Basol⁵², gérée par le ministère en charge de l'Environnement, dresse un tableau de bord des sites pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif et répertorie 3 819 sites. L'état des sites est classé en cinq catégories : 340 sites sont banalisables, c'est-à-dire que leur niveau de contamination est tel qu'il n'est pas nécessaire d'en limiter l'usage ou d'exercer une surveillance ; 140 sont en cours de traitement car leur pollution résiduelle, compatible avec leur usage actuel, nécessite des précautions particulières avant d'en changer l'usage ou d'effectuer des travaux ; 88 sites sont à connaissance sommaire et même si leur pollution n'est pas avérée, la réalisation d'un diagnostic de l'état des sols et d'une évaluation simplifiée des risques a été demandée par l'administration à leurs responsables ; 1 287 sites ont une pollution avérée qui a entraîné l'engagement d'actions ; 1 964 sites sont sous surveillance après diagnostic mais sans réhabilitation dans l'immédiat ou ont bénéficié d'un traitement et se voient imposer une surveillance ou ont été traités et présentent des restrictions d'usage. Depuis 2000, les sites recensés dans Basol doivent mettre en place une surveillance de la qualité des eaux souterraines ou disposer d'une justification technique d'absence de surveillance.

Une pollution des sols ou d'une nappe d'eau souterraine est constatée dans 70,07 % des cas, soit 2 617 cas. En terme d'occurrence, les dix principaux polluants impliqués sont les suivants : hydrocarbures (40,01 %) ; HAP (17,36 %) ; Pb (17,54 %) ; Zn (10,40 %) ; solvants halogénés (14,38 %) ; Cr (15,11 %) ; Cu (14,17 %) ; As (11,99 %) ; Ni (9,61 %) ; Cd (6,07 %).

La banque de données d'anciens sites industriels et d'activités de service (Basias), gérée par le Bureau de recherche géologique et minière (BRGM)⁵³ regroupe les inventaires historiques régionaux des sites industriels et activités

52. [http : /basol.environnement.gouv.fr](http://basol.environnement.gouv.fr)

53. [http : /basias.brgm.fr](http://basias.brgm.fr)

de service, en activité ou non, pouvant avoir occasionné une pollution des sols ; le premier de ces inventaires reconstituant le passé industriel d'une région remonte à 1978. L'objectif est de conserver la mémoire de ces sites pour fournir des informations utiles à la planification urbanistique et à la protection de la santé publique et de l'environnement. Il convient de souligner que l'inscription d'un site dans la banque de données Basias ne préjuge pas d'une éventuelle pollution à son endroit. Les inventaires qui, à terme, concerneront près de 300 000 sites sont, à l'heure actuelle, réalisés dans 75 départements et devaient être achevés en 2006 dans trois départements et dans 15, en 2007. Les points de consultation se situent dans les mairies, les préfetures et les services régionaux du BRGM.

Pour ce qui est des sols agricoles, les ministères chargés de l'Agriculture et de l'Environnement ont mis en place un dispositif de connaissance et de surveillance, essentiellement orienté sur les aspects agro-pédologiques, l'Observatoire de la qualité des sols (OQS) associant l'Institut national de recherche agronomique (Inra), l'Institut français de l'environnement (Ifen) et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) (Momas et coll., 2004). Ce dispositif comprend un réseau de mesures de la qualité des sols qui comporte plus de 2 000 points géoréférencés couvrant tout le territoire national où sera consignée l'histoire culturelle des parcelles et où des mesures de paramètres pédologiques et physico-chimiques seront faites tous les cinq ans. Les échantillons de sols sont conservés à l'Inra pour constituer une pédothèque. La Banque de données des analyses de terre (BDAT) qui a démarré en 2001 vise à rassembler les analyses effectuées depuis plusieurs années par différents laboratoires et à collecter les échantillons correspondants.

Données individuelles

Diverses équipes procèdent à une mesure individuelle des doses de xénobiotiques reçues par les voies de pénétration de ces agents dans le corps humain. L'exposition se mesure ainsi au point de contact, par des capteurs portatifs, atmosphériques ou cutanés, qui accompagnent les individus dans tous les micro-environnements qu'ils fréquentent. Pour les polluants atmosphériques, il peut s'agir de dispositifs actifs, pompes prélevant l'air qui passe sur un filtre retenant les particules ou de dispositifs passifs qui collectent des polluants gazeux par diffusion et/ou perméation à travers une membrane. Dans le cas des contaminations par voie orale, il convient de prélever une fraction de tous les aliments consommés, puis de mesurer la teneur en polluants des vecteurs d'exposition ainsi recueillis. Ces mesures personnalisées, associées à la quantification du volume ou de la masse de milieux mis tous les jours en contact avec l'organisme, vont permettre de quantifier les doses journalières

externes de substances toxiques inhalées, ingérées ou déposées sur la peau et les muqueuses. C'est l'approche TEAM (*Total Exposure Assessment Method*) développée aux États-Unis. Ces méthodes se heurtent à de nombreuses difficultés : onéreuses, elles impliquent une participation active des sujets et se pose le problème de la généralisation de leurs résultats car elles sont forcément conduites auprès d'effectifs réduits d'individus, qui plus est particulièrement compliants.

Quelques équipes se livrent à une évaluation de la dose d'exposition interne, afin d'avoir une idée plus précise de la dose de xénobiotique absorbée (dose interne), voire biologiquement active (dose biologique efficace). Le principe est de mesurer ou de modéliser des biomarqueurs ou indicateurs biologiques d'exposition en recherchant dans des milieux biologiques (sang, urine, cheveux, dents, tissu adipeux), les produits chimiques et/ou leurs métabolites et/ou les modifications biologiques dues à leur présence. Le biomarqueur d'exposition présente l'avantage d'intégrer toutes les sources et voies de contamination. Mais sauf exception (cas des dioxines), il n'est le reflet que d'une exposition récente. Le tableau 51.I illustre quelques exemples de biomarqueurs pour des polluants environnementaux. Les indicateurs biologiques d'exposition sont plus développés en milieu professionnel qu'en population générale, souvent pour des raisons de sensibilité et pour des considérations éthiques liées parfois au caractère invasif des prélèvements.

Tableau 51.I : Exemples de biomarqueurs pour quelques polluants environnementaux

| Polluants | Principales sources | Voies de pénétration | Biomarqueurs |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CO | Combustions incomplètes : foyers industriels, appareils de chauffage, moteurs des véhicules, tabagisme | Inhalation | CO air expiré, CO sang (dose interne) Carboxyhémoglobine-COHB (dose biologique efficace) Saturation en CO ^a |
| HAP | Sources fixes et mobiles de combustion | Inhalation | 1-hydroxy-pyrène urines 3-hydroxy-benzo(a)pyrène urines |
| | Sources professionnelles : goudrons, asphalte, raffineries de pétrole, huiles de coupe | Inhalation Contact cutané | Adduits à l'ADN ^b et aux protéines |
| | Tabagisme Aliments | Inhalation Ingestion | |
| Plomb | Industries (extraction du Pb et de ses minerais, accumulateurs...) | Inhalation Contact cutané | Pb sang total veineux Pb os, dents, cheveux |
| | Carburants | | Plomburie provoquée avec EDTA |
| | Peinture | | |
| | Canalisations Aliments, eau | Ingestion | |
| Cadmium | Industries (aciéries, UIOM) | Inhalation | Cd urines, Cd sang |
| | Tabagisme | | Cd cheveux |

| | | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Benzène | Industrie : pétrole, essence, solvants, diluants, vernis... | Inhalation | Benzène air expiré, Benzène sang |
| | Tabagisme | | Phénol urines |
| | Aliments, eau | Ingestion | Acide S-phényl mercapturique urines Acide trans-trans muconique urines |
| Dioxines | Incinération | Inhalation | PCDD/PCDF totaux et congénères sang |
| | Sidérurgie | | PCDD/PCDF totaux et congénères tissu adipeux |
| | Combustions de bois et matières organiques | | PCDD/PCDF totaux et congénères lait maternel |
| | Aliments (lait) | Ingestion | |
| Fumée de tabac | Tabagisme actif et passif | Inhalation | Nicotine, cotinine sang Nicotine, cotinine urines Nicotine, cotinine salive |

^a En développement ; ^b Non fait en routine

Cd : cadmium ; CO : monoxyde de carbone ; HAP : hydrocarbure aromatique polycyclique ; Pb : plomb ; UIOM : union d'incinération d'ordures ménagères

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, FÉDÉRATION ATMO. Atlas de la surveillance de la qualité de l'air en France au 30 septembre 2002. ADEME, Paris, 2002, 78p

BEAUDEAU P, ZEGHNOUN A, LEDRANS M, VOLATIER JL. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine : résultats tirés de l'enquête INCA1. *Environnement, Risques & Santé* 2003, 2 : 147-157

BOGGIO V, GROSSIORD A, GUYON S, FUCHS F, FANTINO M. Consommation alimentaire des nourrissons et des enfants en bas âge en France en 1997. *Arch Pédiatrie* 1999, 6 : 740-747

CITEPA. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et de la directive européenne relative aux plafonds d'émissions nationaux (nec). Rapport d'inventaire national, CITEPA, décembre 2004

CONSEIL SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE. Section Alimentation et nutrition. Dioxines : Données de contamination et d'exposition de la population française. Agence française de sécurité sanitaire des aliments, juin 2000, 45p

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ (DGS). Circulaire DGS/SD7A n° 633 du 30 décembre 2003 relative à l'application des articles R. 1321-1 et suivants du code de la santé publique concernant les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles

JOURNAL OFFICIEL. Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Journal officiel du 1^{er} janvier 1997

KIRCHNER S, DERBEZ M, GAUVIN S, GOLLIOT F, PASQUIER N, et coll. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur : rapport exécutif. Des résultats de l'étude pilote à la définition de la campagne nationale dans les logements. CSTB, Paris, juillet 2003, 57p

KIRCHNER S, PASQUIER N, DERBEZ M, GARRIGUE J, GREGOIRE A, et coll. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur : rapport exécutif 2004. Campagne nationale Logements et veille documentaire sur la pollution intérieure en France et à l'étranger. CSTB, Paris, mars 2005, 52p

LIOY P, LEBRET E, SPENGLER J, BRAUER M, BUCKLEY T, et coll. Defining exposure science. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2005, 15 : 463

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques. Bilan de la qualité de l'air en France en 2005. www.ecologie.gouv.fr

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS, DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ. L'eau potable en France 2002 – 2004. Du captage au robinet du consommateur : production et distribution de l'eau potable en 2004 ; qualité de l'eau en 2002. Direction générale de la santé, juillet 2005, 51p

MOMAS I, CAILLARD JF, LESAFFRE B. Plan national santé–environnement. Rapport de la commission d'orientation. La documentation française, Paris, 2004, 296p

PIRKLE JL, NEEDHAM LL, SEXTON K. Improving exposure assessment by monitoring human tissues for toxic chemicals. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1995, 5 : 405-424