

Environnement et Santé, une évidence pour l'opinion, un défi pour la Connaissance

André ETCHELECOU

Université de Pau et des Pays de l'Adour.

La relation entre l'environnement et la santé humaine est un sujet qui paraît évident et d'actualité (plus de 7 millions de renvois sur cette relation dans le moteur de recherche google). D'après l'OMS, l'Environnement est défini comme « l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine », la santé est « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». Rappelons néanmoins une définition de bon sens que donnait Hippocrate dans son traité *Airs, eaux, lieux* 400 ans avant Jésus-Christ : « Pour approfondir la médecine, il faut considérer d'abord les saisons, connaître la qualité des eaux, des vents, étudier les divers états du sol et le genre de vie des habitants ». Ceci nous conduit à retenir que la qualité de l'environnement concerne l'air, l'eau, le sol, les activités humaines, et porte principalement sur les pollutions, les nuisances, les processus industriels et agricoles, les rejets, les déchets, les rayonnements, les lieux de travail, de domicile, les loisirs, le transport ; la qualité de la santé concerne les allergies, les affections respiratoires, les cancers, les dérèglements hormonaux, l'infertilité, la stérilité, les accidents, les maladies, les décès.

Une forte sensibilisation des populations ...

Des événements marquants ont médiatisé l'importance des effets de l'environnement sur la santé : le smog de Londres en 1952 (4 000 décès), les risques industriels (explosion des usines à Seveso, à Bhopal, à Toulouse (AZF)), les accidents nucléaires (Tchernobyl en particulier), les risques alimentaires (Minamata, vache folle, les productions interdites à la consommation), les risques médicaux (thalidomide par exemple), les risques de pandémie (comme pour la grippe aviaire), les risques climatiques (canicule de 2003 notamment). La colère et la lutte contre les responsables de dommages ont fortement sensibilisé les populations : les marées noires, les maladies professionnelles (amiante notamment). Toutefois, un sentiment d'impuissance se dégage avec le dérèglement climatique, face aux catastrophes naturelles, au réchauffement, aux variations extrêmes et brutales du temps, avec le constat du trou dans la couche d'ozone, le sang contaminé, les maladies nosocomiales, la recrudescence des allergies, de l'asthme. Une très grande inquiétude se manifeste face à la pollution (air, eau, sols), face aux altérations de la nature (diminution de la biodiversité, qualité de l'eau, des sols, déchets), face aux organismes génétiquement modifiés, face aux risques chimiques, aux pesticides, aux incinérateurs...

... qui se traduit en droit

Des dispositions juridiques tentent de prévenir les dommages. À l'échelle mondiale, c'est la convention de Rio sur le changement climatique, c'est le protocole de Kyoto qui vise à diminuer les émissions de gaz à effet de serre. À l'échelle européenne, c'est la directive 76/464 sur la pollution des eaux, c'est la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, c'est le programme Reach pour encadrer les produits pesticides.

L'Appel de Paris fait par la communauté scientifique en 2004 déclare que « le développement de nombreuses maladies actuelles est consécutif à la dégradation de l'environnement (art. 1), que la pollution chimique constitue une menace grave pour l'enfant et

la survie de l'homme (art. 2), que notre santé, celle de nos enfants et celle des générations futures étant en péril, c'est l'espèce humaine qui est elle-même en danger (art. 3) ».

Dans le préambule de la Constitution française, a été ajouté un article premier qui proclame « Chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et favorable à sa santé ». Dans le corps de textes juridiques français, beaucoup de dispositions mettent en avant un dispositif de prévention et de surveillance depuis une dizaine d'années : en 1996 (loi sur l'air, plans régionaux de la qualité de l'air, plan de protection de l'atmosphère, plans de déplacements urbains), en 1998 (création des agences de sécurité sanitaire : Afssaps pour les produits de santé, Afssa pour les aliments, InVs pour la veille sanitaire, Afsse pour l'environnement), en 2004 (plan national santé-environnement, plan climat), en 2005 (charte de l'environnement), en 2006 (plan de réduction des risques liés aux pesticides). Dans le code de l'Environnement on a ajouté dans le contenu de l'étude d'impact : « une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet [d'aménagement] sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique » (R 122-3).

Toutes ces dispositions sont un progrès. Mais lier environnement et santé reste encore un défi pour la connaissance. Toutefois, les français font majoritairement confiance à la science et à l'expertise. Alors, qu'en est-il de la connaissance de la relation entre environnement et santé ?

Environnement – santé : une situation assez difficile à clarifier

Le paradoxe apparent est que globalement on n'observe pas de problème majeur. La progression de l'espérance de vie est notable, l'écart entre les hommes et les femmes tendant à diminuer sauf après 65 ans. En regardant les taux comparatifs de mortalité pour les tumeurs et les maladies respiratoires, la diminution depuis 1950 en France est nette avec toutefois un revirement depuis 2000 pour ces dernières quel que soit le sexe (INSERM). Toutefois, lorsqu'on étudie plus précisément les associations de certaines maladies ou causes de décès avec des expositions environnementales, la relation entre qualité de l'environnement et qualité de la santé est nette pour les cancers, les maladies cardiovasculaires, respiratoires, de la peau, les troubles de la reproduction, du développement fœtal et infantile, du système nerveux (AEE – agence européenne pour l'environnement).

L'environnement (chimique, physique, biologique) peut aggraver ou déclencher des maladies et des décès. La santé d'un individu dépend beaucoup de variabilités individuelles dans la sensibilité concernant la génétique (hérédité), la biologie (vieillesse), les caractères socio-économiques (CSP, revenus, culture ...), dans l'exposition aux risques concernant l'espace (géographie, logement, travail, loisirs), concernant le comportement (nutrition, mobilité, activités physiques, tabagisme ...), dans la gestion des risques concernant notamment les services de santé (accessibilité, qualité, prévention).

Des études spécialisées convergent pour estimer une surmortalité et une surmorbidity liées à l'environnement. La pollution de l'air serait responsable de 6% des décès annuels et de 25% des situations allergiques. 2 370 000 salariés seraient exposés à des produits cancérigènes dont majoritairement (70%) des ouvriers et des hommes. Si plus de 150 000 décès en France sont dus à des tumeurs, 80% des cancers seraient liés à des facteurs non génétiques. La progression des cancers entre 1978 et 2000 en France a été de + 63% (de 178 000 à 278 000), pour partie due au vieillissement mais en raisonnant à âge constant la progression reste néanmoins à + 35% (AFSSET).

Les cinq cancers dont l'augmentation d'incidence a été la plus forte entre 1978 et 2000 sont chez l'homme le mélanome de la peau, le cancer de la prostate, le cancer du foie, le mésothéliome de la plèvre, le lymphome malin non hodgkinien, chez la femme le mésothéliome de la plèvre, le cancer de la thyroïde, le cancer du poumon, le mélanome de la

peau, le rein. Une causalité avérée entre environnement et morbidité/mortalité concerne sept situations : tabac et cancer broncho-pulmonaire, amiante et mésothéliome, rayonnement ultraviolet et mélanome, trichloréthylène et cancer du rein, distilbène et cancer de la sphère gynécologique et toxicité fœtale, polychlorobiphényle et cancer du système nerveux central, mercure et toxicité immunitaire (INSERM).

Des études de plus en plus nombreuses mais peu de certitudes

On note d'abord une quasi inexistence de sources statistiques sur les causes de morbidité/mortalité liées à l'environnement. Les registres de cancer ne couvrent que 14% de la population française. Les données de mortalité fournies par l'INSERM (pour l'année 1999, année du dernier vrai recensement) ne sont disponibles que sous la forme de données agrégées. Des mesures pertinentes du lien entre pollution et santé sont très récentes mais encore trop peu nombreuses sur le territoire français (notamment sur les très fines particules).

D'où la nécessité de construire des données permettant d'apprécier le lien entre environnement et santé. Quelques approches ont été menées dans ce sens : les critères de causalité de Hill (1965) prennent en compte l'association forte, la relation dose-effet, la cause qui précède l'effet, la spécificité de l'association, la reproductibilité des résultats, la plausibilité biologique, la cohérence biologique, la présence de données expérimentales, l'analogie. C'est une approche empirique qui est le plus souvent tentée. Par exemple, on élabore une liste de critères qui font consensus entre scientifiques, on attribue un poids à chaque critère (peu important, important, très important), on collecte les données, et on donne un score qui sera fonction du poids du critère (InVs). C'est ainsi qu'on a établi que les diagnostics directement en rapport avec l'environnement concernent par ordre décroissant d'importance les tumeurs du système nerveux central, puis les poumons (INSERM).

La classification internationale établie par le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'Organisation Mondiale de la Santé présente une liste de 95 agents cancérigènes pour l'être humain (exemple : arsenic, cadmium, chrome, nickel, benzène, rayonnement solaire, radon ...), 66 agents probablement cancérigènes et 241 agents possiblement cancérigènes pour l'être humain.

Les mesures d'impact sanitaire les plus communément utilisées sont le risque relatif et les cas attribuables. Le risque relatif (RR) est le ratio entre le risque d'un événement sanitaire dans une population exposée à un certain facteur (pollution par exemple), et le risque dans une population non exposée à ce même facteur, un $RR > 1$ étant considéré comme un facteur de risque. Les cas attribuables sont identifiés pour une période de temps donnée comme la proportion d'évènements sanitaires attribuables à un niveau de pollution donnée (décès, admissions hospitalières). Les travaux faits par Pope (2002) semblent être les plus à même de correspondre aux méthodes de l'analyse démographique dans la mesure où ils sont menés en longitudinal (cohortes) avec la prise en compte de critères différentiels dont les variables différentielles classiques de la démographie comme le montre le tableau synthétique ci-après :

TABLEAU 1 : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE POPE ET AL. (2002)

Référence	Contexte et objectif	Substances Et Cibles	Effets	Méthode	Facteurs d'ajustement	Résultats
Pope et al., 2002	<ul style="list-style-type: none"> - métropoles US - étude de cohorte prospective - Question : relation entre exposition à long terme aux particules fines et mortalité totale, par cancer du poumon et cardiovasculaire ? - Durée d'exposition : 16 ans (1982-1998) 	<ul style="list-style-type: none"> PM_{2.5} PM₁₀ PM₁₅ PM_{15-2.5} Particules totales en suspension SO₂ NO₂ Sulfate CO Ozone Adultes > 30 ans 500 000 personnes 	<ul style="list-style-type: none"> Mortalité totale cancer du poumon cardiorespiratoire autres causes 	<p>Données d'entrée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - étude de mortalité prospective de la Société Américaine de lutte contre le cancer : participants recrutés en 1982, nombre et causes de décès inventoriés entre 1984 et 1998. - Compilation des concentrations moyennes journalières dans l'air (sauf ozone : maximum horaire journalier), 1 à 2 ans avant l'année de sélection des participants, dans les métropoles de résidence : bases de données reposant sur les réseaux de surveillance, reconstruction des données manquantes - Plusieurs indices possibles par substances, en fonction du type de données disponibles pour un intervalle de temps t (entre 1979 et 2000). <p>Analyse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle de survie de Cox étendu à l'intégration d'un facteur d'effet aléatoire spatial. <p>Données de sortie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposition moyenne à long terme - RR ajustés et IC_{95%} 	<ul style="list-style-type: none"> - âge - sexe - race - tabagisme - niveau d'éducation - statut marital - indice de masse corporelle - consommation d'alcool - régime alimentaire - exposition professionnelle 	<p>PM_{2.5} : résultats détaillés</p> <p>Exposition = variable continue (↗ 10 µg/m³)</p> <p>Indice influencé : moyenne PM_{2.5} période 1979-1983 (21,1 µg/m³)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mortalité totale RR = 1,04 [1,01 - 1,08] - Mortalité cardiorespiratoire RR = 1,06 [1,02 - 1,10] - Mortalité par cancer du poumon RR = 1,08 [1,01 - 1,16] → associations significatives - Mortalité autres causes RR = 1,01 [0,97 - 1,05] - NS <p>Autres polluants :</p> <p>Exposition = concentrations moyennes pondérées par individu</p> <ul style="list-style-type: none"> - associations significatives pour PM_{2.5} (sauf avec mortalité autres causes) ; sulfates et SO₂ (pour toutes les causes de mortalité étudiées). - pour les autres substances : association très faible ou NS.
<p>Points de conclusion majeurs : 1- L'étude démontre des associations entre la pollution de l'air par les particules fines et des risques élevés de mortalité cardiorespiratoire et par cancer du poumon. Chaque augmentation de 10 µg/m³ des concentrations ambiantes moyennes à long terme est associée à une augmentation minimale (selon l'indice d'exposition utilisé) du risque de 4%, 6% et 8% pour la mortalité totale, cardiorespiratoire et par cancer du poumon, respectivement.</p> <p>2- Les particules plus grosses et les polluants gazeux, à l'exception du SO₂, ne sont généralement pas associés à des risques élevés de mortalité.</p>						

L'intérêt de cette méthode est de permettre le calcul des risques relatifs et des décès attribuables avec un intervalle de confiance comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU 9 : NOMBRE ESTIMÉ DE DÉCÈS ATTRIBUABLES AUX PARTICULES FINES EN 2010, EN POPULATION *, PAR ÂGE ET CAUSE DE MORTALITÉ SELON LE SCÉNARIO « MINIMUM EXIGIBLE » - BASE : RR DE POPE, PÉRIODE 1979-1983

	Mortalité par cancer du poumon	Mortalité cardiopulmonaire	Mortalité totale
Période 1979-1983			
30-59 ans	1,04 [0,96-1,13]	1,05 [0,98-1,13]	
60-69 ans	1,14 [1,04-1,25]	1,02 [0,96-1,08]	
70 ans et plus	0,99 [0,85-1,16]	1,08 [1,03-1,14]	
30 ans et plus	1,08 [1,01-1,16]	1,06 [1,02-1,10]	1,04 [1,01-1,08]
Moyenne 2 périodes			
30 ans et plus	1,14 [1,04-1,23]	1,09 [1,03-1,16]	1,06 [1,02-1,11]

Tableau 4 : Effets sanitaires et Risques Relatifs (RR) associés à une hausse de 10 µg/m³ de PM_{2,5} issus de l'étude de Pope et al. (2002)

Cause de la mortalité	30-59 ans	60-69 ans	70 ans ou plus	30 ans ou plus
Cancer du poumon	88	290	RR non significatif Non calculé	627 [83 - 1 182]
Cardiopulmonaire	173	95	3 455	3 115 [1 072 - 5 033]
Totale				6 028 [1 544 - 11 682]

* Intègre Unités Urbaines soit 15 259 590 personnes de 30 ans ou plus

Caractériser le risque

Le risque résulte de la combinaison de deux éléments : l'existence d'un environnement dangereux pour la santé, une population soumise au risque.

Pour caractériser un environnement dangereux pour la santé, il faut a -) identifier les éléments environnementaux porteurs de risque, b -) définir leur toxicité intrinsèque, c -) mesurer ces éléments, d -) cartographier leur champ d'action.

Pour caractériser la population soumise à un environnement dangereux pour la santé, il faut a -) identifier la population qui se trouve dans le champ d'action de l'environnement dangereux, b -) préciser l'intensité et la durée de l'exposition au risque correspondant à un milieu donné pour un groupe d'individus homogène, c -) relever les états de morbidité/mortalité associés.

Pour caractériser le risque pour la santé qui en découle, il faut a -) établir des indicateurs de risque, b -) comparer les indicateurs de risque.

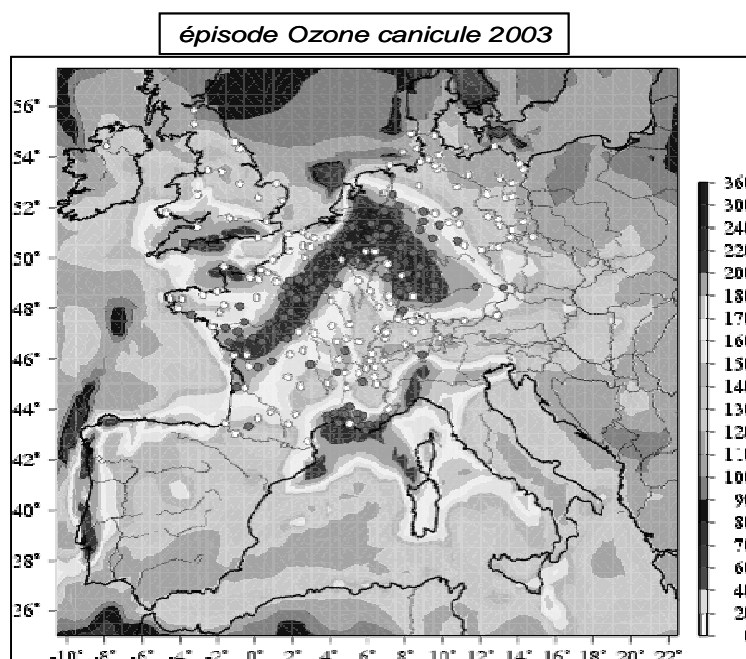
Or pour toutes ces étapes, il peut y avoir des problèmes. Dans la caractérisation d'un environnement dangereux de faux éléments environnementaux peuvent masquer les vrais, transposer de l'animal à l'homme n'est pas toujours réaliste, la relation dose-effet n'est pas toujours fonction de seuils, la mesure des éléments environnementaux est soumise à la précision de l'appareillage, aux conditions de la mesure, la synthèse des mesures n'est pas toujours réductible à un indicateur, la cartographie du champ d'action du risque est toujours soumise à des hypothèses de dispersion. Dans la caractérisation de la population soumise à un environnement dangereux pour la santé, l'identification de la population soumise au risque nécessite une géolocalisation des individus et de leurs caractéristiques démographiques à une échelle souvent infra-communale, l'intensité et la durée d'exposition au risque posent la question de la connaissance de l'hétérogénéité des individus soumis au risque (potentiel de toxicité acceptable, mobilité...), le recueil des états de morbidité/mortalité renvoie à la qualité du diagnostic médical, de la déclaration, à l'intitulé nominatif ou non des bulletins. Dans le bilan de ces opérations dont découle le calcul du risque, se posent encore les questions d'une observation suffisamment longue dans le temps, des migrations, de la taille des effectifs, de la population-témoin.

Enfin, si l'on souhaite des comparaisons géographiques, se pose encore le choix de la population standard qui permettra les comparaisons relatives entre zones géographiques. Ainsi, pour l'OMS la population standard qui sert pour les taux-type est la « population européenne ».

Mieux prendre en compte l'espace

Déjà lorsqu'on fait le bilan des études faites en France pour évaluer la relation Environnement – Santé, on se rend compte que les travaux portent principalement sur les grandes villes : la France ne se réduit pas aux grandes villes. Il importe également de mieux apprécier les populations exposées : par exemple, les systèmes d'information géographique peuvent, en combinant la présence/absence d'individus en un lieu donné et le degré de pollution présent en un site donné, permettre d'apprécier l'incidence locale d'un risque.

Toutefois, les effets de l'environnement sur la santé dépassent aussi parfois le local. Ainsi, la pollution de fond sur plus d'un siècle (ozone) qui est un indicateur des effets de l'activité anthropique, a été multipliée par cinq en moyenne dans des secteurs d'altitude sans activités humaines à proximité. L'épisode de la canicule de 2003 associée aux niveaux de pollution par l'ozone montre bien que les phénomènes associés dépassent le simple niveau local (figure ci-après).



De façon générale, dans la relation Environnement – Santé, on devra mieux prendre en compte dans l'avenir les effets de vulnérabilité liée au changement climatique (réchauffement, effet de serre, épisodes extrêmes).

Toutefois, dans certains cas, l'espace peut aussi être physiquement déterminant, par exemple dans le cas de mortalité par cancer du poumon lié au radon, un gaz radioactif d'origine naturelle, produit par la désintégration de l'uranium présent dans la croûte terrestre. Les sols granitiques et les sols volcaniques libèrent plus de radon que les terrains sédimentaires du fait des concentrations d'uranium qu'ils contiennent naturellement. Les concentrations de radon varient fortement selon les régions. Ainsi en France, elle est particulièrement élevée en Bretagne, dans le Massif Central, les Vosges et la Corse, où on estime que 20% environ des décès par cancer du poumon ont le radon pour origine. Si 76% des Français sont exposés à un rayonnement inférieur à 100 becquerels par mètre cube (un becquerel représente une désintégration par seconde), 15% subissent de 100 à 199 Bq et 9% plus de 200 Bq. Selon Olivier Catelinois, de l'Institut de veille sanitaire, de 5% à 12% des décès par cancer du poumon en France seraient provoqués par l'exposition à ce gaz incolore et inodore, mais ce taux grimperait à 27% pour les 9% de personnes les plus exposées. Le nombre de décès par cancer du poumon attribuables au radon en France métropolitaine varie de 1 234 à 2 913 selon le degré d'incertitude.

Les progrès attendus

Les progrès à faire pour l'évaluation et la prévention des risques environnementaux sur la santé doivent aller dans deux directions : politique et scientifique.

Le problème du politique est que l'on doit apporter des réponses dans quatre dimensions du risque : l'évaluation des risques, la gestion des risques, la prévision des risques, la prévention des risques. Toutefois, pour que le politique puisse répondre, bien des éléments de connaissance doivent être clarifiés. Or là, c'est aussi le problème du scientifique qui doit approfondir les travaux de recherche dans quatre directions : la synergie d'éléments environnementaux dangereux, la bio-accumulation, les seuils d'effets, les faibles doses. Pour cela, non seulement il faut donner les moyens aux scientifiques de clarifier ces domaines mais il lui importe également d'affiner la collecte et les méthodes. Il faut impérativement améliorer la qualité de l'information statistique, il faut des méthodes de mesure robustes notamment pour la comparabilité des résultats dans le temps et dans l'espace, et pour la prévision.

Les appels à projets Santé – Environnement de l'ANR (agence nationale de la recherche) semblent aller dans le bon sens : « favoriser les approches interdisciplinaires en développant les échanges entre les disciplines et le montage de projets communs, ceci afin de renouveler les méthodes et les outils d'analyse, tant conceptuels que statistiques ; développer les méthodes de caractérisation des expositions environnementales (nature, sources) et des populations exposées ; comprendre et évaluer les effets des expositions sur la santé ; développer des méthodes pour réduire les expositions ; mettre au point de nouveaux outils et méthodes de mesure qui permettent, notamment, de prendre en compte les expositions dans les différents milieux de vie, de mesurer les phénomènes sur des échelles à court, moyen et long termes, d'identifier les populations à risques ; développer les connaissances sur les expositions, leurs effets sur la santé et les méthodes pour les réduire ; développer l'exploitation et le couplage de bases de données environnementales et de santé, à partir de systèmes d'information existants ou à construire ».

En conclusion, un constat doit faire réfléchir : les seuils européens de pollution à ne pas dépasser sont de plus en plus révisés à la baisse, les décès et les maladies imputables à l'environnement sont d'autant plus nombreux que les études sont récentes ...