

## La sécurité environnementale au service de la santé humaine

Par Marc MORTUREUX\*

**PCB, Bisphénol A, pesticides, mais aussi micro et nanoparticules ou ondes électromagnétiques,... Voilà quelques exemples d'atteintes réelles ou potentielles à notre environnement qui, dans le même temps, sont susceptibles de menacer notre santé. Comment gérer au travers de normes et de réglementations un difficile équilibre entre la dynamique du développement technologique et la protection de l'environnement et de la santé publique ? Comment fonder ces décisions de gestion sur un état objectif des connaissances scientifiques ? Quels défis, pour les années à venir, en matière d'évaluation scientifique des risques, en écho aux multiples questionnements de la société civile ? C'est à ces questions que le présent article s'efforcera de répondre à partir d'exemples concrets qui défraient régulièrement la chronique, en France et dans le monde.**

La sécurité environnementale s'inscrit depuis plusieurs décennies dans une logique de réglementation et de normalisation visant à imposer certaines pratiques non seulement aux entreprises, mais aussi aux Etats et aux collectivités locales, en ayant pour objectif de protéger l'environnement. Cette logique n'est pas sans contradiction avec la dynamique de développement scientifique et technique qui caractérise les sociétés modernes depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Ce sujet de préoccupation est devenu progressivement l'affaire de tous, avec le sentiment croissant que toute atteinte à l'environnement représente de plus en plus directement une menace pour notre propre santé. Le présent article se nourrit d'une expérience concrète à la tête d'une agence de sécurité sanitaire, l'Anses (voir l'encadré de la page suivante), en charge de la sécurité de nos concitoyens en matière d'alimentation, d'environnement et de travail. La mission de cette nouvelle agence publique est d'apporter de façon indépendante toute l'expertise scientifique disponible pour éclairer les pouvoirs publics et l'ensemble des acteurs de la société civile sur ces problématiques. Il s'agit pour elle d'aider à fonder scientifiquement les arbitrages de plus en plus complexes à opérer pour concilier le développement économique et la réponse aux besoins de la société avec la protection de la santé publique et la maîtrise des risques environnementaux.

Au travers d'exemples récents et concrets, nous nous attacherons à dégager plusieurs grands défis pour les années à venir qui illustrent la complexité croissante d'une gestion équilibrée des risques, à l'articulation entre la science, le cadre réglementaire et normatif, et la société.

### Essai de définition de la notion de sécurité environnementale

Dans ses activités, l'Homme utilise de plus en plus de produits élaborés, de machines évoluées et de systèmes complexes. Dans le même temps, il doit être mieux protégé dans son travail, dans sa vie quotidienne et il doit également mieux préserver son environnement. Les relations entre contrainte environnementale et sécurité font l'objet d'une attention croissante, tout particulièrement en présence d'un sentiment de vulnérabilité globale face à des risques induits ou amplifiés par certaines catastrophes industrielles et technologiques et par certains cataclysmes naturels. La prise de conscience collective des effets collatéraux du développement économique des sociétés modernes en est la traduction directe. Cette situation quelque peu paradoxale suscite de nombreux débats sociétaux et exacerbe les sensibilités.

Parce qu'elle aborde plusieurs aspects d'une situation pluridisciplinaire, la sécurité environnementale revêt trois dimensions fondamentales : a) la connaissance scientifique et technologique, qui permet d'analyser les phénomènes de pollution, de nuisances pour l'Homme et son environnement, b) la connaissance réglementaire et normative, qui précise comment la société définit, réglemente et contrôle ces phénomènes et, enfin, c) la connaissance en sciences humaines et sociales pour comprendre comment l'Homme, seul et en groupe, perçoit ces dangers et réagit face à eux.

Les deux premières dimensions sont prises en compte par la logique de la séparation entre l'évaluation (le rôle dévolu à l'Anses) et la gestion du risque (celui qui incombe aux ministères concernés). Par ailleurs, pour répondre à la

### **L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)**

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2010 par la fusion de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) et de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset). Elle est actuellement dirigée par Marc Mortureux.

L'Anses couvre l'ensemble des expositions (particules, ondes, inhalation, ingestion,...) auxquelles un individu peut être soumis, volontairement ou non, à tous les âges et à tous les moments de sa vie, qu'il s'agisse d'expositions au travail, pendant ses transports, ses loisirs, ou *via* son alimentation.

L'Anses évalue ainsi de manière transverse les risques et les bénéfices sanitaires en y intégrant l'apport des sciences humaines et sociales. Il transmet ses avis et recommandations aux pouvoirs publics et rend systématiquement publics ses travaux.

C'est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle des ministères chargés de la Santé, de l'Agriculture, de l'Environnement, du Travail et de la Consommation.

L'Agence s'appuie sur un réseau de 12 laboratoires de référence et de recherche, répartis sur 16 implantations géographiques à l'échelle du territoire et reconnus au niveau international dans plusieurs domaines ou disciplines. Elle compte près de 1 400 agents et mobilise environ 800 experts extérieurs *via* ses collectifs d'experts.

dimension sociétale, l'Anses a fait de l'ouverture aux parties prenantes (associations, syndicats, ONG, organisations professionnelles,...) un des axes majeurs de sa gouvernance. Cette ouverture est une des clés de voûte – au même titre que l'excellence scientifique, l'indépendance et la transparence – de la confiance que ces travaux scientifiques doivent inspirer pour servir de référence aux pouvoirs publics dans la gestion, complexe, des risques environnementaux. L'Anses intègre, par ailleurs, de plus en plus les sciences

humaines et sociales dans son champ d'expertise pluridisciplinaire.

La sécurité environnementale recouvre un champ d'applications extrêmement vaste et peut faire référence à plusieurs réalités : la limitation du risque de dégradation de l'environnement du fait des activités humaines (préservation de la biodiversité), la limitation du risque que représente pour un Etat des menaces non conventionnelles dirigées à l'encontre du bien-être et de l'intégrité de sa population ou encore la réduction des impacts sur la santé humaine d'un environnement naturel modifié et dégradé par les activités économiques, agricoles et industrielles (santé environnementale). C'est sur ce dernier champ que cet article vise à dégager plusieurs grands défis actuels dans l'établissement de nouvelles normes au travers de l'objectif premier qu'est la santé environnementale, pour limiter l'impact des expositions environnementales sur la santé publique.

### **Le défi posé par la globalisation du fait de la multiplication des échanges**

L'année écoulée a été marquée, en Europe comme aux Etats-Unis, par des épisodes de toxico-infections alimentaires les plus graves à avoir été relevés depuis plusieurs décennies.

Au printemps 2011, une épidémie associée à la contamination de produits végétaux par une nouvelle souche de la bactérie *Escherichia coli* particulièrement pathogène a brutalement émergé en Allemagne et en France, touchant plus de 3 500 personnes et entraînant 800 cas graves ayant nécessité une hospitalisation et 52 décès.

La recherche de la cause de cette épidémie a été particulièrement difficile : pour identifier l'aliment en cause, on interroge les personnes malades pour essayer de trouver un aliment ayant été absorbé par toutes les personnes affectées. Dans le cas considéré, après avoir accusé à tort des concombres espagnols, puis s'être intéressé aux salades et aux tomates, l'origine a finalement été trouvée dans des graines germées provenant d'une ferme allemande. Mais l'existence d'un autre épisode, quelques jours plus tard, en France, à une échelle bien moindre, a conduit, par la recherche d'une source commune, à identifier finalement l'Egypte comme origine probable de la contamination initiale de graines germées qui l'auraient été dans leur environnement de production, avant d'être importées en Europe. Cet exemple illustre la complexité des recherches et la dimension rapidement très globale de la gestion de telles crises.

Un autre élément de préoccupation est la caractéristique de cette nouvelle souche d'*Escherichia coli*, une bactérie très bien connue et souvent sans conséquence pour la santé mais qui, dans le cas présent, s'est avérée particulièrement sévère pour l'Homme : il s'agit d'un croisement entre la bactérie, répandue en Egypte, qui est à l'origine de la *tourista*, avec un gène générateur de toxines et un gène d'antibiorésistance. Ce « cocktail » a conduit à une bactérie qui : a) s'accroche particulièrement bien aux parois intestinales, et qui n'est donc pas éliminée rapidement, b) sécrète des

toxines très délétères pour le rein nécessitant des traitements sous dialyse et, enfin, c) ne peut pas être traitée par des antibiotiques.

Un exemple similaire s'est produit aux Etats-Unis, entre août et octobre 2011, avec des melons contaminés par la *Listeria*, faisant 146 malades et causant 30 décès. Cette épidémie dite « des melons du Colorado » est la première du genre aux Etats-Unis de par son origine (la charcuterie et les fromages constituent le plus souvent la source de contamination à la *Listeria*) et de par son ampleur, puisqu'il s'agit de l'intoxication alimentaire la plus mortelle à s'être produite depuis quatre-vingt-dix ans dans ce pays.

Ces épisodes illustrent l'ampleur des défis à relever à l'avenir :

- ✓ Les échanges entre l'Homme, l'animal et le végétal offrent au plan mondial des possibilités quasiment illimitées de recombinaisons pouvant conduire à de nouvelles menaces particulièrement graves pour la santé humaine avec, en toile de fond, une augmentation régulière des phénomènes de résistance aux antibiotiques qui rend notre arsenal thérapeutique de plus en plus impuissant. La création d'une agence comme l'Anses, qui prend en compte l'Homme dans son environnement avec la santé animale et végétale, apparaît en ce sens particulièrement pertinente et pourrait servir prochainement de modèle pour l'évolution des dispositifs sanitaires dans d'autres pays ;
- ✓ La détection dans la chaîne alimentaire d'un agent pathogène issu de l'environnement est extrêmement difficile, notamment au niveau de l'échantillonnage (quelques bactéries dans l'aliment peuvent suffire à générer une intoxication alimentaire par le jeu de la multiplication des bactéries dans le corps humain avant qu'elles ne soient éliminées). Cela limite l'impact d'un renforcement continu des normes et des réglementations du contrôle sur les produits, s'il n'existe pas de démarche de maîtrise des risques de contamination en amont, à toutes les étapes de la chaîne, comme nous l'avons désormais en Europe. Les Etats-Unis ont récemment pointé du doigt les produits importés comme source principale des intoxications alimentaires sur leur territoire : la poursuite du développement de la libre circulation des produits ne pourra se faire que si elle s'accompagne d'un renforcement très significatif de l'harmonisation des réglementations et des normes techniques sur le plan mondial.

### **Le défi représenté par des expositions diffuses et cumulatives à des agents pathogènes environnementaux**

L'origine environnementale de certaines maladies humaines est connue de longue date. Cette relation est univoque dans quelques cas bien connus, tels que le saturnisme (plomb), le mésothéliome pleural malin (amiante), les légionelloses (*Legionella*), etc. Cette relation peut également interagir avec d'autres déterminants dans un grand nombre de situations, comme, par exemple, dans le cas des asthmes et des allergies respiratoires (toxines et substances

chimiques), les maladies cardiovasculaires (pollution atmosphérique particulaire, etc.) et les cancers (radon, arsenic, etc.).

Il existe de nombreuses sources de « dangers » (biologiques, physiques, chimiques,...) auxquels les populations peuvent être exposées dans leur vie quotidienne. Les principaux agents susceptibles de présenter une menace pour la santé peuvent être présents dans l'air, l'eau, l'alimentation, (et sur) les sols et les déchets. Ils peuvent aussi être présents dans des articles ou des produits disponibles sur le marché.

Les normes et réglementations visent à maîtriser ces risques pour la population, en limitant le niveau d'exposition à ces sources de danger, en particulier d'origine environnementale. Cette approche réglementaire est construite en général pour une source de danger et pour un milieu d'exposition donné (air, alimentation et eau de consommation, milieu professionnel,...). Elle s'appuie sur un travail d'évaluation des risques mené en trois étapes : a) la caractérisation de la source de danger pouvant conduire à l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence (VTR) associées à la substance considérée (pour le risque chimique, notamment), b) le niveau d'exposition potentiel de l'Homme à cette source de danger, en s'appuyant sur des scénarios d'exposition visant à couvrir les cas les plus défavorables et, enfin, c) en combinant les deux éléments précédents et en intégrant des facteurs de sécurité, une évaluation du niveau de risque pouvant conduire à recommander la fixation de seuils de polluants toxiques à ne pas dépasser dans les produits et dans les milieux, le but étant d'éviter tout risque de dépassement des valeurs toxicologiques de référence même dans les cas les plus défavorables.

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont fixées au niveau national, européen et/ou international, notamment par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elles servent de base pour fixer des valeurs limites prenant en compte les voies d'exposition (voie orale, inhalation, voie cutanée) et leurs durées. Ces valeurs limites peuvent avoir différentes dénominations : dose journalière admissible (DJA) lorsqu'il s'agit d'une exposition quotidienne par voie alimentaire à l'échelle d'une vie entière, valeur guide de l'air intérieur (VGAi) lorsque l'on s'intéresse à une exposition par inhalation, valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), pour les milieux professionnels.

Ainsi, par exemple, pour limiter l'exposition aux pesticides *via* les résidus de pesticides potentiellement contenus dans les aliments, des limites maximales de résidus (LMR) sont fixées réglementairement, puis contrôlés par les autorités publiques, pour chaque substance active autorisée en Europe. Ces LMR sont calculées de telle façon que les DJA ne puissent pas être dépassées par le cumul de ce que nous mangeons (même pour un gros consommateur de fruits et légumes).

Mais cette approche « substance par substance » et « milieu par milieu » ne permet pas de prendre en compte de façon satisfaisante les expositions combinées à plusieurs sources de danger, ni différentes sources d'exposition pour un même danger. Un des enseignements de l'expertise contemporaine est la nécessité de revenir à une vision intégrative du vivant, c'est-à-dire à la prise en compte de la

complexité physiologique et environnementale. Cette démarche scientifique tient compte de la situation réelle d'exposition des populations à un ensemble de substances chimiques. Traditionnellement, l'approche toxicologique vise à évaluer des effets potentiels d'une molécule donnée sur différents systèmes biologiques ; or, un degré supplémentaire dans cette complexité apparaît de plus en plus avec la notion de mélanges, c'est-à-dire de cocktails de substances toxiques pouvant avoir, tant au niveau de la cellule qu'au niveau de l'organisme, des effets additifs ou synergiques.

D'importants travaux ont été ainsi réalisés sur les effets combinés des différents composés de la famille des dioxines et des PCB, des substances chimiques très persistantes qui sont désormais interdites mais qui se sont largement disséminées dans l'environnement dans les années 1980-90, s'accumulant dans les sols et dans les sédiments et se retrouvant ainsi dans la chaîne alimentaire, en particulier dans certains types de poissons. Ils ont conduit à développer une approche d'« additivité des doses équivalentes » permettant de fixer, au-delà de seuils propres à chaque type de congénères, un seuil global, à comparer à la somme des doses équivalentes des composés du mélange initial.

Une approche comparable est en train d'être étudiée en ce qui concerne la façon de prendre en compte d'éventuels effets combinés de résidus de pesticides dans l'alimentation : un projet de recherche intitulé PERICLES, financé par l'Agence nationale de la recherche et piloté par l'Anses, a

été mis en place afin de déterminer les principaux cocktails de pesticides auxquels la population française est exposée et leurs possibles effets sur la santé. À partir des soixante-dix-neuf pesticides les plus couramment retrouvés dans les denrées alimentaires, l'Anses a identifié les combinaisons les plus fréquentes. Sept cocktails ont ainsi été sélectionnés, qui constituent aujourd'hui la base des études toxicologiques sur lesquelles les équipes de recherche de l'INRA et de l'Anses sont mobilisées afin d'identifier d'éventuels effets « cocktail ».

Dans un tout autre domaine, le phénomène actuel de la mortalité des abeilles constaté dans de nombreux pays du monde est également une bonne illustration des défis qui nous attendent dans la compréhension de problèmes d'origine multifactorielle. De plus en plus d'études mettent en évidence de possibles effets combinés d'agents pathogènes affaiblissant les ruches, avec l'exposition des abeilles aux produits phytosanitaires. Ces constatations doivent conduire à de nouveaux cadres méthodologiques permettant de prendre en compte ces phénomènes.

### Le défi des faibles doses

Un troisième défi, et non des moindres, est celui que pose un nombre croissant d'expérimentations mettant en évidence de possibles effets délétères de certains composés chimiques à des niveaux d'exposition très inférieurs aux doses considérées jusqu'à présent sans danger. Il s'agit de



© Antonio Pisacreta/ROPI-REA

« De plus en plus d'études mettent en évidence de possibles effets combinés d'agents pathogènes affaiblissant les ruches, avec l'exposition des abeilles aux produits phytosanitaires. », *des abeilles retrouvées mortes chez un apiculteur, victimes de pesticides, Allemagne, 2011.*



molécules qui agissent directement sur le système endocrinien en imitant ou en bloquant des hormones avec des effets, même à très faibles doses. On appelle ces substances « perturbateurs endocriniens ». Parmi ceux-ci, le Bisphénol A, et certains phtalates ou parabènes ont été particulièrement étudiés.

Ainsi, sur le Bisphénol A, la revue de l'ensemble des études disponibles permet de conclure à des effets avérés chez l'animal, mais seulement suspectés chez l'Homme, ce qui suscite un débat scientifique particulièrement vif à l'échelle mondiale sur les conséquences à en tirer au regard de l'approche toxicologique classique. Cette dernière part en effet du principe que « la dose fait le poison », c'est-à-dire que plus on augmente la dose du produit que l'on veut tester, plus son effet est important. Cela conduit à fixer des seuils à ne pas dépasser (comme cela a été précédemment précisé dans cet article).

Or, pour les perturbateurs endocriniens, à plus faible dose, et parfois à des doses inférieures à un niveau où la toxicité du produit semble avoir disparu, on retrouve des effets importants d'une nature parfois différente. La logique de seuil d'exposition à ne pas dépasser est ainsi remise en cause au profit d'une notion de « fenêtre d'exposition » : la période pendant laquelle une personne peut être soumise à de telles expositions semble être un critère essentiel pour en mesurer les effets potentiels. Ainsi, une exposition *in utero* ou pendant les phases critiques du développement de l'enfant semble pouvoir conduire à des effets qui se développent tard dans la vie, voire qui se transmettent aux générations suivantes. Ces constatations sont issues d'expérimentations menées chez l'animal, sachant qu'il est très difficile d'en apporter la preuve chez l'Homme.

L'Anses travaille de façon très active sur ce sujet avec ses homologues européens et américains, en ayant à l'esprit la nécessité de préciser, dans un premier temps, ce qui caractérise un perturbateur endocrinien et, dans un deuxième temps, celle de définir une approche méthodologique nouvelle qui soit adaptée à ces nouveaux défis.

Un autre sujet émergent nécessite un travail méthodologique original, le développement des nanomatériaux manufacturés et son éventuel impact sur le plan sanitaire et environnemental. Les nanomatériaux, qui se caractérisent par leur taille infiniment petite (leur dimension est à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire comprise entre 1 et 100 nanomètres), sont déjà très présents dans notre quotidien : cosmétiques, alimentation, textiles... Pourtant, leur innocuité complète pour l'Homme n'a pas encore été démontrée. En effet, l'appareil respiratoire constitue la voie principale de pénétration des nano-objets dans l'organisme humain. Ils peuvent également se retrouver dans le système gastro-intestinal après avoir été ingérés ou après déglutition, lorsqu'ils ont été inhalés. La pénétration à travers la peau des nano-objets est une hypothèse encore à l'étude. Compte tenu de leur taille, les nano-objets inhalés ou ingérés seraient capables de franchir les barrières biologiques (nasale, bronchique, alvéolaire...) et de migrer vers différents endroits de l'organisme *via* le sang et la lymphe (processus de translocation). Les connaissances sur la toxicité

des nano-objets demeurent lacunaires et nécessiteront une forte mobilisation de la communauté scientifique au cours des années à venir.

Je citerai enfin la question des effets éventuels d'une exposition aux ondes électromagnétiques, qui constitue, avec le développement des technologies de l'information et de la communication, une source de questionnements de plus en plus insistants de la part de la société civile.

### **Intégrer la dimension sociétale pour créer la confiance**

Pour conclure ces éléments d'éclairage sur les grands défis en matière de gestion des risques sanitaires et environnementaux, j'évoquerai quelques pistes de réflexion sur leur perception par la société et sur les conditions d'une confiance retrouvée.

Face à la complexité de ces problématiques et à la multiplicité des acteurs et des sources d'information, les citoyens ont du mal à s'y retrouver et toutes les enquêtes d'opinion témoignent d'une certaine méfiance de leur part quant à la capacité et/ou à la volonté des pouvoirs publics de toujours faire en sorte que la santé publique et environnementale prime sur les intérêts économiques.

Beaucoup des sujets évoqués plus haut ont comme caractéristique d'importants niveaux d'incertitude dans l'évaluation du risque et donc la nécessité de prendre en compte ces incertitudes dans les décisions de gestion.

Le principe de précaution est dans ce cadre un principe d'action qui vise à ne pas attendre pour agir d'avoir toutes les certitudes sur les effets néfastes de telle ou telle source de danger. Mais il suppose aussi des actions proportionnées et réversibles fondées sur l'ensemble des connaissances scientifiques disponibles à un moment donné. Dans un contexte où l'on fait appel à ce principe parfois à tort et à travers, la création d'une agence comme l'Anses vise à incarner une application rationnelle du principe de précaution en mettant à la disposition des pouvoirs publics et de l'ensemble des acteurs de la société civile un inventaire aussi complet et objectif que possible de l'état des connaissances, en toute indépendance.

Pour créer la confiance dans le travail fourni par l'agence, l'Anses a innové, depuis sa création en 2010, sur plusieurs points :

- ✓ Elle s'est dotée d'une gouvernance ouverte à l'ensemble des acteurs de la société civile avec, en particulier, un conseil d'administration structuré autour des cinq collèges du Grenelle de l'Environnement (pouvoirs publics, associations et ONG, partenaires sociaux, organisations professionnelles et représentants des élus). Elle a aussi constitué des comités d'orientation thématiques permettant de rendre les représentants de la société civile acteurs dans les priorités de travail de l'agence, tout en préservant pleinement l'indépendance scientifique des processus d'expertise ;
- ✓ Elle s'est dotée par ailleurs d'un code de déontologie et d'un comité de prévention des conflits d'intérêt afin de garantir l'indépendance de son expertise,

- ✓ Elle a rendu plus transparents son processus et sa méthodologie d'expertise scientifique, qui est basée sur la prise en compte la plus large possible et *a priori* de toutes les sources d'information scientifique disponibles au plan international, ainsi que sur la publication systématique de tous les travaux qu'elle réalise,
- ✓ Enfin, elle a intégré les sciences humaines et sociales dans son approche pluridisciplinaire de l'évaluation des

risques afin d'adopter une vision la plus globale possible des sujets traités et, par là-même, d'apporter des garanties supplémentaires aux résultats scientifiques de ses travaux.

#### **Note**

\* Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).