

# Les controverses scientifiques en matière de santé-environnement

Par Marc MORTUREUX

Direction générale de la Prévention des risques (ministère de l'Écologie, de l'Énergie et de la Mer)

Pesticides, nanoparticules, bisphénol A, perturbateurs endocriniens, OGM ou encore ondes électromagnétiques : voilà quelques exemples de sujets sur lesquels les controverses scientifiques font rage concernant leur impact sur la santé humaine et sur l'environnement. Sur quoi ces controverses se fondent-elles ? Quelles conséquences en tirer en matière de gestion des risques ? Cet article vise à apporter des éléments d'éclairage sur cette problématique, à partir d'exemples concrets issus notamment de mon expérience à la tête de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).

## La mise en cause de la dégradation de notre environnement dans le développement des maladies chroniques

L'Organisation mondiale de la santé interpelle depuis de nombreuses années la communauté internationale sur l'augmentation inquiétante des maladies chroniques, dont l'une des origines serait la détérioration de notre environnement. Par maladie chronique, on entend les pathologies nécessitant des traitements de longue durée, comme le diabète, les allergies, certains cancers, les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives ou encore les troubles de la reproduction.

L'augmentation considérable et continue du nombre des personnes souffrant de maladies chroniques est en partie due à l'allongement de la durée de vie et aux progrès spectaculaires de la médecine qui permettent de réduire très fortement de nombreuses causes de mortalité. Mais cela n'explique pas tout : l'état actuel des connaissances scientifiques permet de mettre en évidence le fait que le facteur environnemental – incluant l'alimentation et le mode de vie – est une des causes majeures de la progression de certaines maladies, comme le diabète, les cancers hormonaux-dépendants, ou encore les problèmes de fertilité.

L'impact de notre environnement sur la santé publique est un sujet qui rencontre un écho grandissant dans la population. C'est une source de préoccupation qui nous concerne tous dans un quotidien que nous avons le sentiment de subir et qui génère donc, à juste titre, de l'inquiétude : nous sommes en effet tous témoins soit directement soit *via* les médias des atteintes à notre environnement. Nous en sommes souvent également des acteurs, et nous voyons bien que la dégradation de

l'environnement a ou aura à terme un impact négatif sur notre propre santé.

De plus, nous avons le sentiment d'une accélération de cette dégradation du fait des effets du changement climatique, de l'épuisement des ressources de la planète ou encore de l'impact grandissant des nouvelles technologies. Même si, dans le même temps, il faut le souligner, des progrès importants ont été réalisés sur certains sujets de préoccupation environnementale (baisse de la pollution au dioxyde d'azote autrefois dénoncée sous le terme de pluies acides, retrait des pesticides les plus dangereux, règles plus strictes en matière d'urbanisation...).

## Les principaux problèmes environnementaux identifiés impactant la santé

L'origine environnementale de certaines maladies humaines est connue de longue date. Cette relation entre agent pathogène et pathologie est univoque dans quelques cas bien connus, tels que le saturnisme (plomb), le mésothéliome pleural (amiante) ou les légionelloses (*Legionella*). Mais cette relation peut interagir avec d'autres déterminants dans un grand nombre de situations, comme dans les asthmes et allergies respiratoires (toxines et substances chimiques) ou les cancers (radon, arsenic, etc.).

Les principaux problèmes environnementaux identifiés comme étant préjudiciables à la santé sont *la pollution de l'air*, avec notamment les particules fines ; *la multitude des substances chimiques* auxquelles nous sommes exposés dans notre quotidien (substances cancérigènes et mutagènes, perturbateurs endocriniens, métaux lourds, nanoparticules...) ; *les nouveaux virus et bactéries* à l'origine de maladies infectieuses, dont le développement est favori-

anses

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*



## Rapport d'activité 2015

Produits phytopharmaceutiques,  
matières fertilisantes, supports  
de culture et biocides

© ANSES

« Les avancées de la science permettent de mieux caractériser les dangers intrinsèques des nombreux agents biologiques, chimiques et physiques qui nous entourent. Mais pour évaluer les risques, il faut pouvoir croiser ces données avec les niveaux d'exposition réels des personnes à ces multiples sources de danger. »

sé par la mondialisation des échanges et qui deviennent résistants aux antibiotiques ou encore, mais avec moins de certitude, les ondes électromagnétiques et les radiofréquences qui ont littéralement envahi notre espace avec le développement spectaculaire des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Les avancées de la science permettent de mieux caractériser les dangers intrinsèques des nombreux agents biologiques, chimiques et physiques qui nous entourent. Mais pour évaluer les risques, il faut pouvoir croiser ces données avec les niveaux d'exposition réels des personnes à ces multiples sources de danger. Comme nous y sommes exposés tout au long de notre vie, aussi bien en milieu professionnel, que *via* l'alimentation, l'air, l'eau, les transports, ce travail de recoupement est complexe et suscite beaucoup de controverses scientifiques (en fonction des méthodologies retenues pour évaluer ces risques). Nous allons prendre quelques exemples d'une grande actualité pour illustrer, d'une part, la façon dont ces controverses se développent et, d'autre part, le rôle joué par les différents acteurs dans ces débats non seulement scientifiques, mais aussi sociétaux.

### Le cas des perturbateurs endocriniens, ou la remise en cause des fondements de la toxicologie

Un des grands défis scientifiques actuels à être au cœur de fortes controverses est celui posé par un nombre croissant d'expérimentations mettant en évidence de possibles effets délétères de certains composés chimiques, et ce, à des niveaux d'exposition très inférieurs aux doses considérées jusqu'à présent comme sûres.

Il s'agit de molécules qui agissent directement sur le système endocrinien en imitant ou en bloquant les hormones et qui produisent des effets même à de très faibles doses.

On appelle ces substances « perturbateurs endocriniens », parmi lesquelles figurent le bisphénol A, des phtalates et des parabènes, qui ont tous été particulièrement étudiés. Il s'agit de substances chimiques très couramment utilisées dans de nombreux produits de consommation courante.

En ce qui concerne le bisphénol A, qui était, il y a quelques années encore, présent dans les plastiques des biberons, une revue de l'ensemble des études disponibles permet de conclure à des effets avérés chez l'animal, mais qui ne sont que suspectés chez l'homme, suscitant ainsi 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 c'est « la dose [qui] fait le poison », c'est-à-dire que plus on augmente la dose du produit que l'on veut tester, plus l'effet est important. Cette approche conduit donc à fixer, par voie réglementaire, des seuils à ne pas dépasser.

Or, pour les perturbateurs endocriniens, à de plus faibles doses (parfois à des doses inférieures à un niveau de concentration du produit où sa toxicité semble avoir disparu), des expériences scientifiques mettent en évidence

des effets d'une nature parfois différente. La logique de dose d'exposition à ne pas dépasser est ainsi remise en cause au profit d'une notion de « fenêtre d'exposition » : c'est-à-dire la période durant laquelle une personne a pu être soumise à de telles expositions, ce qui 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 développeront tard dans la vie, voire qui se transmettront aux générations suivantes. Ces constatations sont issues d'expérimentations chez l'animal, sachant qu'il est très difficile d'en apporter la preuve chez l'homme.

L'enjeu est de taille. En effet, si l'on arrive à valider la pertinence des effets perturbateurs endocriniens de certaines substances, il conviendra alors de changer de paradigme quant aux mesures de gestion associées : il s'agirait non plus de fixer des seuils, mais de bannir définitivement tout usage des substances concernées pour éviter toute exposition.

L'Anses travaille très activement sur ce sujet avec ses homologues européennes et américaines. Dans un premier temps, il faut préciser ce qui caractérise un perturbateur endocrinien, puis dans un second temps, il faudra définir une approche méthodologique qui soit adaptée à ces nouveaux défis.

### Le nouveau concept d'exposome

Comme indiqué précédemment, il existe de nombreuses sources de dangers potentiels (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, les sols ou les déchets. Ils peuvent aussi être présents dans des articles ou dans des produits mis sur le marché.

Les normes et réglementations visent à maîtriser le risque pour la population en limitant son 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 donnée et pour un milieu d'exposition donné (air, alimentation et eau de consommation, milieu professionnel...). Elle s'appuie sur un travail d'évaluation du risque menée en trois étapes : a) la caractérisation de la source de danger, celle-ci pouvant conduire à l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence (VTR) associées à la substance considérée (notamment en matière de risque chimique), b) le niveau d'exposition potentiel de l'homme à cette source de danger – en s'appuyant sur des scénarios d'exposition conçus de manière à couvrir les cas les plus défavorables et, enfin, c) en combinant ces deux éléments et en intégrant des facteurs de sécurité, une évaluation du niveau de risque pouvant conduire à recommander la fixation de seuils de concentration des produits à ne pas dépasser dans tel ou tel milieu, le but étant d'éviter tout risque de dépassement des valeurs toxicologiques de référence, et ce, même dans les cas les plus défavorables.

Mais cette approche « substance par substance » et « milieu par milieu » ne permet pas de prendre en compte de façon satisfaisante des expositions combinées à plusieurs sources de danger et/ou les différentes sources d'exposition à un même danger.

L'un des enseignements de l'expertise contemporaine est le nécessaire retour 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 de l'exposition des populations à un ensemble de substances chimiques. Traditionnellement, l'approche toxicologique visait jusqu'ici 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, à travers 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 pathogènes 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 (polychlorobiphényles), ces substances chimiques très persistantes désormais interdites mais qui se sont largement disséminées dans l'environnement durant les années 1980 et 90, s'accumulant dans les sols et les sédiments et se retrouvant de ce fait dans la chaîne alimentaire, en particulier dans certaines variétés de poisson. Ces travaux ont conduit à développer une approche de l'additivité des doses équivalentes, qui permet de fixer au-delà des seuils propres à chacun des types de congénère un seuil global à comparer à la somme des doses équivalentes des composés du mélange initial.

Dans un tout autre domaine, le phénomène actuel de la mortalité des abeilles constaté dans de nombreux pays constitue également une bonne illustration des défis qui nous attendent en matière de 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, et de l'exposition des abeilles aux produits phytosanitaires. Ces constatations doivent conduire à l'élaboration de nouveaux cadres méthodologiques pour pouvoir prendre en compte ces multiples phénomènes.

## La gestion des risques en situation d'incertitude

Les décisions à prendre pour protéger les populations face aux risques sanitaires et environnementaux s'appuient sur des évaluations scientifiques des risques. C'est l'approche *science based*, qui, reconnue au niveau international, vise à objectiver scientifiquement les risques et à prendre des décisions proportionnées pour y faire face. Tout le monde est bien sûr d'accord avec cette approche. Mais elle se heurte au fait qu'un travail scientifique n'aboutit que rarement à des conclusions certaines. Les résultats d'une évaluation s'accompagnent presque toujours d'un niveau d'incertitude, et beaucoup de controverses scientifiques se cristallisent autour de la façon de prendre en compte ces incertitudes dans les processus de décision.

Dans un processus d'évaluation de risque, il y a de nombreuses sources de débat, au sein même de la communauté scientifique, autour de la méthodologie à mettre en œuvre :

- il y a d'abord *la formulation* de la question à laquelle les experts scientifiques sont invités à répondre. Une formulation trop étroite peut conduire à « passer à côté » du vrai sujet. À l'Agence de sécurité sanitaire (Anses), que je dirigeai encore récemment, nous avons pris le parti non seulement de reformuler les questions, si nécessaire, mais aussi de prendre en compte les questionnements des différentes parties prenantes, et pas seulement les questions posées par les pouvoirs publics.
- en matière de *critères de sélection des études et des données* prises en compte dans le processus d'évaluation du risque, faut-il ne prendre en compte que les seules études répondant aux « bonnes pratiques d'expérimentation » (BPE) imposées aux industriels dans le cadre des différentes réglementations ? Ou bien faut-il plutôt prendre en compte principalement les études faisant l'objet de publications scientifiques internationales dans des revues à comité de lecture ? À l'Anses, nous avons répondu à cette question en n'excluant *a priori* aucune source d'études et de données, le processus d'évaluation intégrant un examen collectif et contradictoire de chacune de ces études pour en évaluer le degré de validité selon une approche multicritère.
- en ce qui concerne *l'indépendance* de l'expertise, la question des liens et des conflits d'intérêts des scientifiques intervenant dans le processus d'expertise s'est retrouvée ces dernières années au cœur des controverses scientifiques tant en France qu'en Europe. La sélection des experts sur la base de déclarations publiques d'intérêt, le caractère collectif, contradictoire et pluridisciplinaire de l'expertise et la transparence de la méthodologie mise en œuvre sont les trois piliers majeurs permettant de reconstruire la confiance dans une expertise indépendante et impartiale au regard des multiples pressions qui peuvent s'exercer sur les experts.
- enfin, *le niveau de preuve et la prise en compte des incertitudes* constituent un ultime point majeur de débat, la façon de quantifier et de restituer le niveau de preuve établi scientifiquement dans un lien de cause à effet étant essentielle dans la prise de décision en matière de gestion de risque. Il y a différentes échelles qui ont été établies dans certains domaines, comme la classification de l'Organisation mondiale de la santé (et, plus précisément, celle du Centre international de recherche sur le cancer relative aux substances chimiques qualifiées de cancérigènes « certains », « probables » ou « possibles »). Les débats sont très vifs sur cette question : les uns considèrent que l'approche *science based* ne peut légitimer des mesures de réduction des risques qu'en cas d'existence de liens de cause à effet scientifiquement avérés, et les autres estiment que, dans le cadre du principe de précaution, l'action est légitime (et même indispensable) dès lors qu'il y a une présomption de risque mise en évidence scientifiquement, même si l'on ne dispose pas du recul suffisant pour en apporter la preuve. Il s'agit alors de prendre des mesures tempo-

raires et proportionnées, dans l'attente d'une dissipation des incertitudes.

Aujourd'hui, ce débat fait rage en ce qui concerne les expositions à certains produits chimiques, aux rayonnements électromagnétiques ou encore aux nanomatériaux (dont les usages se multiplient sans qu'ait été apporté de réponse claire aux interrogations sur les effets sanitaires et environnementaux de certains types de nanoparticules).

Le sujet des organismes génétiquement modifiés (OGM) ou des pesticides est encore un peu plus complexe, car au-delà du débat scientifique sur les effets sanitaires et environnementaux de ces produits et de ces pratiques culturelles, des visions différentes s'opposent sur les modèles agricoles et agro-alimentaires à promouvoir ou à combattre, ainsi que sur la pertinence de laisser les grands acteurs privés mondiaux déposer des brevets dans des domaines relevant des besoins essentiels des populations.

Les controverses scientifiques dans le domaine de l'environnement sont loin de s'éteindre, et c'est là une bonne

chose, car elles sont intrinsèquement liées aux progrès considérables réalisés dans le domaine des sciences du vivant et à la vitalité de nos systèmes démocratiques. La science apporte certes des réponses, mais plus elle avance et plus elle pose de nouvelles questions, dont le pouvoir politique et la société tout entière doivent se saisir.

Toute remise en question de savoirs considérés comme acquis suscite des résistances, mais nous avons le devoir de tirer avec courage les conséquences de ces nouvelles connaissances qui, au-delà des contraintes qu'elles génèrent, ouvrent des opportunités nouvelles en imposant la recherche de solutions de substitution aux produits ou aux procédés mis en cause. Mais cet appel à l'action, même en situation d'incertitude, doit s'accompagner d'un effort soutenu et constant en faveur de la recherche, car ce n'est que grâce à une avancée constante de la science que nous pourrions concilier durablement une dynamique de progrès et d'innovation avec la protection des personnes et de l'environnement.