

# 5.1. Bases scientifiques de l'expertise de santé environnementale

- 5.1.1. Bactériologie, chimie, physique : quelle preuve pour quelle causalité ? (p. 84)
- 5.1.2. Toxicologie : une évaluation multifactorielle au cas par cas (p. 85)

## 5.1.1. Bactériologie, chimie, physique : quelle preuve pour quelle causalité ?




Par Éric Branquet

Ingénieur de l'ENS de Chimie de Paris  
Docteur en Chimie organique de l'UPMC/PVI  
Expert près la Cour d'appel de Paris  
Membre de la CNEJE  
Gérant de Ecofield Consulting

 *La multitude des facteurs environnementaux susceptibles d'interagir avec la santé humaine provoque des inquiétudes au sein des populations, et un besoin de réponse quant aux risques liés à ces expositions. L'expert va devoir rechercher des preuves à partir de différentes démarches scientifiques, qui lui permettront de maîtriser le niveau d'incertitude de ses réponses.*

M.C. : ÉPISTÉMOLOGIE / MÉTHODE EXPÉRIMENTALE / RELATION CAUSALE / PREUVE / RÉFUTABILITÉ - RÉF. : JJ, C, O5, O1

 *Experts have a growing need to bring answers about the effects of hypothetical environmental impacts on populations' health. Indeed, the rising expectative of population lead to demand for information, based on a thorough scientific analysis, about the impact of those elements on their lifestyle.*

En science, on parle de preuve expérimentale lorsque le résultat d'une expérience permet de valider ou au contraire d'invalider une théorie. Ceci revient à dire que l'unique critère de vérité pour une théorie scientifique est son accord avec l'expérience. Ce principe épistémologique poppérien<sup>1</sup> trouve une résonance particulière avec la récente mise en évidence des ondes gravitationnelles après 100 ans d'évolution technologique et d'efforts expérimentaux, ondes qui avaient été prédites par la théorie de la relativité générale d'Einstein.

Cet exemple présenté, il apparaît toutefois évident que le critère de Popper est idéalisé. Dans la pratique, il est souvent difficile d'avoir des observations non ambiguës à comparer avec les prédictions théoriques. La chimie expérimentale, encore très approximative au XVIII<sup>e</sup> siècle, s'est structurée à travers l'usage des appareils métrologiques physiques que Lavoisier, notamment, va introduire dans ce domaine. De la mesure de la température et de la pesée des réactifs

ou des produits est née la chimie moderne, fondée sur les lois de conservation de la matière et sur la stœchiométrie : il devient alors possible de formuler une hypothèse réactionnelle et de la confronter au résultat de l'éprouvette.

Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, Claude Bernard a fait émerger la méthodologie expérimentale en médecine, en l'ancrant sur le triptyque « observation d'un fait / hypothèse pour expliquer ce fait / expérience permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse ». Ainsi, la fonction glycogénique du foie et celle de la régulation de glucose dans le sang sont deux des fruits de cette approche expérimentale, productrice de connaissance. Il convient de rappeler que la nature non expérimentale d'une discipline n'empêche pas des avancées scientifiques importantes, comme cela a été le cas en astronomie, ou pour la théorie de la dérive des continents d'Alfred Wegener ou celle de l'évolution de Charles Darwin.

Aujourd'hui, l'avis de l'expert est sollicité sur de nombreux sujets, complexes, intriqués, souvent désignés, a priori, comme à risques : les produits phytosanitaires, les ondes téléphoniques et électromagnétiques, les plastifiants, etc. Autant de questions « sanitaires » auxquelles il doit apporter des réponses pour rassurer une population avide de réponses. L'expert doit prendre garde à ne pas réaliser des connexions inadéquates entre des causes et des effets, au seul motif que ceux-ci se succéderaient, ou qu'un coefficient de corrélation lierait intimement deux variables : la corrélation statistique n'implique pas nécessairement la causalité. Les controverses sur les différents phénomènes intervenant dans le changement climatique observé depuis 150 ans illustrent cette difficulté. Ainsi, les séries statistiques « reliant » l'évolution des températures de la terre à l'inclinaison de son axe de rotation s'opposent aux courbes produites par le groupe « gaz à effet de serre », dans une caricature de débat scientifique.

De la même manière, on observe de plus en plus fréquemment que des résultats incertains d'études qui montreraient des liens entre des pathologies et des facteurs environnementaux, trouvent un écho dans les médias : le public réclame alors les mêmes démarches d'évitement de ces risques hypothétiques que celles retenues pour les risques avérés, au nom du principe de précaution. Si les études épidémiologiques permettent d'établir des associations entre des facteurs d'exposition et le risque de survenue d'une pathologie ou d'un effet, elles n'apportent pas, pour autant, la preuve absolue de la nature causale de la relation. L'épidémiologie va s'attacher à évaluer les degrés de plausibilité de la causalité d'une relation, en fonction des données disponibles qui sont uniquement de type observationnel.

Le degré de plausibilité d'une relation causale s'apprécie sur un ensemble de critères qui a été proposé par Hill en 1965<sup>2</sup>. Pour certains, ces critères caractérisent la nature de l'association et pour d'autres la recevabilité de ces résultats au regard des connaissances acquises dans le domaine d'étude. L'épidémiologie est sommée d'apporter des réponses à des ressentis habilement répandus telle que, par exemple, l'affirmation d'une augmentation du nombre des cancers liés à des facteurs environnementaux dans la population française. S'il est acquis que la contribution de l'environnement dans l'apparition des cancers a été observée (cancer du scrotum chez les ramo-

neurs, mésothéliome et amiante), la part relative à l'environnement et celle liée aux facteurs génétiques doit être précisée.

Les données acquises entre 1980 et 2010 montrent, par exemple, que l'augmentation du nombre de cancers est à 60 % liée au cancer du sein chez la femme, et à 97 % au cancer de la prostate chez l'homme. Les tests de dépistage introduits dans les années 1980 visant à déceler certains tissus précancéreux suggèrent l'existence d'un effet « sur-diagnostic » dans ces pourcentages, sans permettre d'exclure totalement l'effet négatif d'un facteur environnemental dans cette situation.

La difficulté de la preuve et de la réfutabilité des hypothèses se renforce spécifiquement dans les expositions à très faibles doses, ce qui est bien souvent le cas lorsqu'un facteur environnemental est en cause. La relation dose-effet linéaire sans seuil (RLSS) introduite en 1960 pour anticiper les effets des radiations sur la population, est utilisée dans la plupart des études. Pourtant, les mécanismes de défense cellulaire sollicités à très faible, à moyenne ou à très forte dose, sont totalement différents (apoptose cellulaire, réaction tissulaire, système immunitaire), laissant spéculer que la RLSS n'est pas adaptée aux faibles doses d'exposition. Ainsi, les perturbateurs endocriniens présentent des réponses dans les tests sur l'animal qui semblent conforter l'embaras pour statuer, à ce stade des connaissances, sur l'innocuité de certains xénobiotiques (substances d'origine exogène, comme les toxines et les médicaments) sur la santé humaine.

Finalement, les incertitudes que le monde scientifique ne peut encore lever sur certains effets seront d'autant moins acceptées qu'ils appartiennent à un environnement ressenti, par la population, comme subi (pollution chimique, champs électromagnétiques...). ■

#### NOTES

1. Critère de Popper ou réfutabilité : une affirmation est dite réfutable s'il est possible de consigner une observation ou de mener une expérience qui, si elle était positive, entrerait en contradiction avec cette affirmation. Ainsi, l'affirmation « tous les cygnes sont blancs » a été réfutée tardivement (XVIII<sup>e</sup> siècle) en observant un cygne noir.
2. Austin Bradford HILL : le principe général des arguments de causalité (neuf critères selon HILL) est d'évaluer l'application de chacun de ces arguments au contexte considéré et de procéder à une synthèse de ces évaluations pour juger du degré global de plausibilité de la causalité de l'association.

## 5.1.2. Toxicologie : une évaluation multifactorielle au cas par cas



Par le Dr Stéphane Pirnay

Pharmacien biologiste,

Expert près la Cour d'appel de Paris

Expert près les Cours administratives de Paris et de Versailles

Expert membre des groupes de travail à la Commission Européenne

Responsable d'enseignements à Paris V

Expert toxicologue membre d'Eurotox

Président Expertox