



# Connaissances et actions

## L'exemple des champs électromagnétiques

**Les champs électriques et magnétiques de basse fréquence suscitent une inquiétude sociale face à laquelle les études scientifiques ne permettent pas de démontrer l'existence d'un danger pour la santé. Cette incertitude gêne une gestion rationnelle du problème. Il s'agit d'une situation exemplaire en santé publique qui requiert une réflexion au cœur de laquelle se trouve la question de la confiance.**

Dans le domaine de l'écosanté, on constate fréquemment que ce sont les mises en cause médiatiques qui fixent l'ordre des priorités d'action. Il est habituel, par conséquent, qu'entre l'émoi public et la réalité du risque épidémiologique, il existe d'importantes discordances.

Pour comprendre ce hiatus, il convient tout d'abord de souligner le contexte de santé publique dans lequel s'inscrivent ces débats. Dans notre pays, les politiques publiques n'avaient pas, jusqu'à tout récemment, inscrit les préoccupations de santé publique comme une priorité. Les controverses sur l'accident de Tchernobyl, suivies du dramatique épisode de la transmission transfusionnelle du sida sont à l'origine d'un effondrement de crédibilité. Dans un débat public marqué par une perte de confiance des citoyens face à la capacité de l'autorité publique à protéger la santé, ce sont les crises qui tiennent souvent lieu de mode de révélation des problèmes.

Les dangers possiblement liés aux champs électromagnétiques de très basse fréquence représentent une situation exemplaire des difficultés rencontrées pour gérer dans ce contexte difficile des problèmes complexes de santé publique. La production, le transport, la distribu-

tion et l'usage de l'électricité s'accompagnent inévitablement d'une exposition à des champs électromagnétiques de basse fréquence. Dans les pays industrialisés, et tout particulièrement en milieu urbain, quasiment tout le monde est exposé à de tels champs. Malgré un important effort de recherche poursuivi depuis plus de vingt ans et impliquant de nombreuses disciplines (épidémiologie, biophysique, biologie cellulaire, toxicologie), l'évaluation des risques sanitaires éventuellement créés par cette exposition laisse persister de nombreuses incertitudes. En particulier, la question de savoir si ces champs peuvent jouer un rôle favorisant le développement de certains cancers chez l'homme n'est pas réglée. L'approche épidémiologique a fourni des résultats contradictoires. Quant aux résultats des études mécanistiques, ils sont lacunaires et peu reproductibles. Comprendre comment des ondes électromagnétiques porteuses d'une énergie très faible peuvent interagir avec le vivant reste un mystère.

Après avoir rappelé les acquis et les incertitudes de la recherche biomédicale sur ce sujet, nous développerons ses implications décisionnelles dans le contexte français, marqué par une exigence sociale croissante de risque nul.

W. Dab ◀  
*La décision en santé  
publique.* ENSP éd.  
Rennes. 1993

Dans ce dossier caractérisé par une forte incertitude scientifique, le dilemme du décideur est de trouver un juste équilibre entre deux attitudes : la sous-réaction qui engagerait sa responsabilité si le danger finissait par être démontré ; la sur-réaction, qui conduirait à inquiéter inutilement la population et à gaspiller des ressources dont d'autres problèmes de santé plus importants auraient pu bénéficier. Chacun s'accorde désormais sur le fait que l'incertitude ne peut plus justifier l'inaction. Mais quelle démarche décisionnelle peut-on adopter sur cette question ?

## Un contexte favorable à la survenue de crises

Plusieurs caractéristiques confèrent à ce dossier un fort potentiel de production de crise. Ainsi, ces champs sont invisibles, indétectables sans appareil, alors que certaines sources de champs, comme les lignes de transport d'électricité, sont visibles. Cette exposition est universelle, principalement en milieu urbain et elle est involontaire. Ses effets sont incertains, mais l'intolérance à l'incertitude sur les risques technologiques est largement répandue. Ils concernent

## Les données scientifiques du problème

En 1979, un chercheur américain, Nancy Wertheimer, publia dans la revue *American Journal of Epidemiology* un article faisant état d'une relation statistique entre la fréquence des cancers chez l'enfant et un indicateur construit sous la forme d'un *code de câblage* pour refléter l'exposition aux champs électromagnétiques. C'était la première fois qu'une telle relation était observée et elle était fortuite.

Depuis, près de 80 études ont été réalisées. De nombreuses revues critiques en ont été faites par des groupes d'experts français<sup>1</sup> ou étrangers<sup>2</sup>. Il existe un relatif consensus pour affirmer que l'ensemble des résultats épidémiologiques ne permettent pas d'aboutir à une évaluation cohérente du risque. Il existe trop de contradictions internes ou externes et les critères habituellement utilisés pour qu'une relation statistique soit considérée comme causale ne sont pas réunis. D'un autre côté ces études ne permettent pas d'exclure complètement qu'un danger existe. On peut d'ailleurs ici remarquer que la démonstration épidémiologique de l'absence d'effet est en toute rigueur impossible.

On se trouve donc dans une situation d'indécidabilité et cela d'autant plus qu'en la matière le recours aux études cellulaires ou animales n'a pas non plus permis de faire avancer significativement les connaissances.

Ce constat de base est authentifié par de nombreux groupes d'experts ayant fonctionné indépendamment d'Électricité de France. En France, l'Inserm<sup>1</sup>, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France<sup>3</sup> et l'Académie nationale de médecine<sup>4</sup> ont chacun rendu un avis faisant de cette question un problème pour la recherche plus que pour la santé publique. À l'étranger, de nombreuses instances se sont prononcées de façon relativement convergente<sup>5</sup>.

Si les champs électromagnétiques s'avéraient dangereux à long terme, il est difficile à l'heure actuelle d'anticiper l'ampleur du problème de santé publique qui se poserait. Certes, il est vraisemblable que le risque au niveau individuel est très faible. Mais pour évaluer le risque collectif, il faudrait connaître l'importance des populations concernées et donc être capable de définir un niveau d'exposition à partir duquel

on considérerait les individus comme étant exposés (étant donné que l'exposition nulle n'existe pas). Deux obstacles existent ici. D'une part, aucune fonction dose-effet ne ressort des études disponibles. D'autre part, on est dans l'ignorance de ce qu'il faut prendre en considération pour définir une dose de champs électrique et/ou magnétique : l'intensité moyenne cumulée de l'exposition, les pics de l'exposition, la variation temporelle, la durée, la fréquence, les harmoniques... ?

<sup>1</sup> Guénel P, Lellouch J. *Effets des champs électriques de très basse fréquence sur la santé*. Inserm éditions. Paris. 1992.

<sup>2</sup> NRPB. *Electromagnetics fields and the risk of cancer*. Documents, vol 3, n°1. 1992.

<sup>3</sup> CSHPF. *Avis officiel*. Ministère de la Santé. Juillet 1993.

<sup>4</sup> Roucayrol JC. *Sur les champs électromagnétiques de très basse fréquence et la santé*. Bull. Acad. Nat. Méd. 177:1031-1040, 1993.

<sup>5</sup> American Medical Association. *Effects of electric and magnetic fields*. CSA report 7-1, december 1994.

les enfants et le cancer, deux termes soulevant un grand émoi. Les données scientifiques et techniques sont très complexes, ce qui ne facilite pas la communication destinée aux non-spécialistes et ce qui gêne les journalistes, contraints à la brièveté.

Ces éléments permettent de comprendre les divergences dans l'appréciation du risque entre les experts et l'opinion. Les experts raisonnent en se fondant sur la quantification du risque. Le public, les journalistes et les élus fondent, eux, leur opinion sur une rationalité différente de la rationalité scientifique telle qu'elle s'exprime à travers la quantification du risque. Le caractère insidieux de l'exposition, le fait qu'elle soit inégalement répartie, et surtout l'incertitude qui existe sur les effets sanitaires à long terme sont les principaux facteurs à l'origine des craintes exprimées. Ces craintes peuvent sembler excessives au regard de la réalité du risque quantifié par l'épidémiologie. D'où la tentation de parler de craintes « irrationnelles » et l'on voit alors se dessiner un processus de blocage générant des crises, car plus le risque va être nié ou minimisé et plus cela alimente dans l'opinion la croyance de son existence et de son importance. La survenue de crises est dissociée du niveau de risque. Il n'y a pas d'automatismes en la matière.

En terme de gestion de risque, la difficulté est donc extrême, d'autant plus que les outils habituels sont inopérants.

### **Des outils traditionnels de gestion du risque inopérants**

S'agissant de dangers sanitaires liés à l'environnement, les deux principaux moyens de prévention sont les autorisations de mise sur le marché et la promulgation de normes d'exposition. Ces moyens ont une vertu de simplicité. Si quelque chose est jugé dangereux, on l'interdit (amiante, peintures au plomb) ou on en limite l'exposition (rayonnements ionisants, benzène, oxydes d'azote, etc.). Derrière cette conduite, on retrouve deux processus simples : d'une part le danger est prouvé irréfutablement et d'autre part on raisonne en terme de tout ou rien.

Ces deux moyens de prévention sont inopérants dans le cas des champs électromagnétiques. Les interdire reviendrait à arrêter la production de l'énergie électrique. Quant à en limiter l'exposition, il faudrait pour cela que les

données scientifiques permettent de tracer une relation dose-effet, ce qui n'est pas le cas, nous l'avons vu. Rien ne justifie scientifiquement d'extrapoler linéairement des fortes vers les faibles doses, comme on le fait couramment en matière de contaminants chimiques ou radioactifs.

Comme le danger n'est pas formellement démontré, on pourrait en déduire que la situation ne justifie aucune décision de santé publique. Mais ce serait ignorer les évolutions sociales actuelles qui marquent un changement d'attitude dans la conduite des hommes face à l'incertain.

### **Prévoyance, prévention, précaution : trois figures de la prudence**

S'interrogeant sur les évolutions de la notion de responsabilité sociale, le philosophe François Ewald part de la constatation que la prudence est une constante du comportement humain dont la traduction concrète a évolué au cours du temps. Il nous dit que jusqu'au siècle dernier, l'homme ne savait pas modifier son environnement pour diminuer les risques qu'il subissait. La réparation des dégâts à travers des mécanismes assuranciers, ce qu'Ewald appelle l'ère de la prévoyance, prédominait alors.

Au cours du xx<sup>e</sup> siècle, l'homme a acquis des moyens accrus d'une maîtrise relative des risques liés à l'environnement, rendant possibles des actions de prévention découlant des connaissances scientifiques et techniques. Prévenir implique connaître. Mais à l'aube du xxi<sup>e</sup> siècle, cette rationalité est mise en défaut, comme s'il y avait un rendement décroissant de la recherche scientifique et c'est bien cela que montre le débat sur les champs électromagnétiques.

Parce que les risques que l'on cherche à mesurer sont faibles, les disciplines scientifiques sont conduites à fonctionner à la limite de leur capacité de détection. Une chose est de mettre en évidence des risques relatifs de cancer supérieurs à dix comme pour le tabac ou l'amiante. Une autre chose, bien plus complexe, est de définir des risques relatifs inférieurs à deux, ce qui est le cas ici. Du coup, le passage de la corrélation à la causalité n'est pas aisé. Il en résulte un degré d'incertitude important, que le développement des nouvelles méthodes d'évaluation des risques permet en partie de réduire sans toutefois l'annuler totalement.

Par ailleurs, le fait que seule une exposition nulle garantisse un risque nul est en train de s'imposer, notamment en matière de cancérrogénicité. Du coup le raisonnement de la norme fondée sur un seuil d'innocuité vole en éclats. S'ouvre alors la discussion délicate du niveau de risque socialement acceptable.

Le principe de précaution est précisément celui selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles. A propos de la responsabilité de l'État dans l'affaire du sang contaminé, il faut citer la formule utilisée par le commissaire du gouvernement du Conseil d'État qui a dit qu'« *en situation de risques, une hypothèse non infirmée devrait être tenue provisoirement pour valide, même si elle n'est pas formellement démontrée* ». A l'autre extrême, il y a des scientifiques comme les signataires de l'appel de Heidelberg qui pensent qu'« *il n'est pas raisonnable, il n'est pas prudent, que des décisions politiques majeures soient prises sur des présomptions qui doivent certes être examinées, voire prises en compte, mais ne sont, en l'état actuel de nos connaissances, que des hypothèses* ».

Le principe de précaution appliquée à la santé publique ne peut se réduire à un catalogue de recettes technocratiques. C'est un véritable état d'esprit, permettant de traiter les problèmes complexes de façon transparente et cohérente. Le principe de précaution ne peut se concevoir que dans le cadre d'une démocratie sanitaire.

### Une ardente obligation : informer et débattre

La première des conditions d'une véritable démarche de santé publique sur ce sujet est la capacité d'écouter et de débattre de la question. Dans le vocable santé publique, qui désigne l'action de promouvoir et protéger la santé au niveau de la collectivité, il y a précisément deux mots : santé et public. Il n'y a pas d'intervention de santé publique sans débat public. Seule une concertation élargie sera garante de la légitimité et de la crédibilité des prises de position et des décisions qui seront adoptées. Il faut donc créer un cadre formel pour un tel débat. Ce cadre doit permettre d'élaborer une défini-

## L'évaluation du risque

Les progrès de la science et de la technologie conduisent chaque année à la mise sur le marché de produits incorporant des molécules nouvelles qui peuvent présenter un danger potentiel pour la santé publique. Certains agents déjà présents peuvent être responsables d'un risque jusque là méconnu. De tels dangers sont difficiles à mettre en évidence, lorsque les agents en cause ont une faible toxicité ou lorsque l'exposition est faible. Dans le cas particulier des cancérogènes génotoxiques, réputés agir sans seuil, même une faible exposition peut entraîner la survenue de cancers, qui, même si le risque individuel est très faible, peuvent se traduire à l'échelle d'un pays par des centaines ou des milliers de cas nouveaux chaque année.

L'opinion publique manifeste par ailleurs un souci de plus en plus marqué pour les risques environnementaux. Pour répondre à l'exigence de transparence que requiert le débat public, et prendre en compte l'incertitude toujours présente à un moment de l'évaluation, l'Académie des sciences des États-Unis a proposé en 1983 une démarche d'évaluation des risques. Cette démarche en quatre étapes est de plus en plus employée par de nombreuses institutions internationales. Le principe en est résumé sur la figure ci-contre.

L'un des points clef de la démarche est de bien différencier et de séparer l'évaluation du risque de sa gestion. Ceci permet en principe d'éviter que les hypothèses nécessairement faites aux différentes étapes du processus de l'évaluation des risques ne soient influencées, de manière plus ou moins consciente, dans un sens qui les rendent plus faciles à gérer par le décideur.

Denis Bard

### Recherche

**Épidémiologie  
Expérimentation**  
Effets néfastes sur la  
santé de l'exposition  
à un agent

Connaissance  
sur les méthodes  
d'extrapolation de  
haute et basse dose  
et de transposition  
de l'animal à  
l'homme

Mesures de terrain  
Estimation des  
expositions, définition  
des populations

## Évaluation du risque

## Gestion du risque

### 1<sup>re</sup> étape

#### Identification du potentiel dangereux

L'agent est-il la cause de l'effet néfaste observé ?

L'évaluation est par de l'épidémiologie du temps. Dans le pic de survenue se manifeste entre 5 et 15 ans après l'exposition, il semble difficile d'attendre le résultat d'un ensemble d'études aux conclusions convergentes pour prendre une décision de protection du public. D'autre part, les risques chroniques environnementaux étant souvent faibles, les risques relatifs sont fréquemment à la limite de la sensibilité de l'épidémiologie, avec pour résultat des études aux conclusions divergentes. Les données de l'expérimentation animale *in vivo* ou *in vitro* prennent alors toute leur importance. Mais elles introduisent une incertitude de taille, celle des conditions de transposition des résultats d'une espèce à l'autre, à la fois en termes d'effets et de relation dose-effet.

### 2<sup>e</sup> étape

#### Estimation de la relation dose-effet

Quelle est la relation entre la dose et la réponse ?

L'évaluation du risque sanitaire lié à l'environnement et l'établissement de niveaux d'intervention posent le plus souvent le problème du risque à basse dose. Les données précises sur l'exposition manquant fréquemment dans les études épidémiologiques, on est conduit à utiliser les résultats des expérimentations, où les doses administrées sont élevées. Les pratiques usuelles de mesure du risque à basse dose différencient deux approches bien distinctes, selon qu'il s'agit d'effets avec ou sans seuil. Dans le premier cas de figure, on applique à la dose expérimentale la plus faible dont on dispose une série de facteurs de « sécurité », aboutissant à un niveau de dose dont on est raisonnablement sûr qu'il ne produira pas d'effet. Ces facteurs prennent en compte la variabilité intra et interspécies, et on admet que l'espèce humaine est au moins aussi sensible que l'espèce la plus sensible. Dans le cas d'effets sans seuil, on extrapole à l'aide de modèles mathématiques les données du domaine observable à celui des très faibles doses. L'inconvénient majeur est l'absence de critères permettant de choisir un modèle particulier. Or les estimations obtenues peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur d'un modèle à l'autre.

### 3<sup>e</sup> étape

#### Évaluation des expositions

Quelles sont les expositions actuelles ou prévisibles ?

Il s'agit ici de décrire et de quantifier aussi précisément que possible les expositions des populations, par groupes pertinents d'âge et de sexe, puisque la sensibilité à une même dose unitaire peut varier selon le groupe ; l'exposition dans un groupe d'âge donné peut également varier au sein d'une même population. Par exemple, les habitudes alimentaires, ou l'ingestion de poussière du sol varient largement entre groupes d'âge. Faut de données, on est amené à faire des hypothèses. La formalisation de ces hypothèses, sur un plan général, s'effectue de deux manières. La première consiste à prendre pour référence l'hypothétique *individu le plus exposé*, au risque d'estimations très exagérées ou applicables au mieux à un très petit nombre de sujets. L'alternative est la conduite d'études au cas par cas ou le choix d'hypothèses médianes.

### 4<sup>e</sup> étape

#### Caractérisation du risque

Quelle incidence actuelle ou prévisible de l'affection étudiée dans une population donnée ?

Les estimations de risque à dose donnée sont combinées

aux données d'exposition, ce qui permet de décrire et de quantifier le problème de santé publique. Pour être compréhensible et utilisable, la caractérisation du risque doit présenter une estimation de risque pour chaque circonstance d'exposition, mais aussi préciser clairement les hypothèses retenues à chaque étape du processus et les justifier. Dès lors, le décideur comme le public peuvent connaître l'incertitude qui s'attache à l'évaluation de risque.

Décisions et actions des instances sanitaires ou des entreprises

Évaluation des conséquences sanitaires, économiques et sociales des choix de protection

Élaboration de choix réglementaires ou de réparation

tion du problème à résoudre et de développer une expertise collective.

Reconnaître la légitimité des craintes exprimées par la population est un pas sans lequel aucune démarche de concertation n'est possible. D'aucuns penseront que cette inquiétude n'est ni fondée, ni rationnelle. Mais il n'y a pas de forme unique de rationalité. Un minimum de tolérance s'impose donc ici.

### Nécessité de définir le problème et les critères de décision

L'autre étape indispensable est d'obtenir un consensus sur la manière de définir le problème. Ainsi, il existe de très nombreuses façons de poser la question de l'exposition aux champs électromagnétiques de basse fréquence en termes de risques sanitaires. Mais on constate que le problème n'est défini qu'à travers des solutions supposées : enterrer les lignes de transport de l'électricité, fixer des normes d'exposition, évacuer les populations le long des lignes, ou supprimer les expositions inutiles qui peuvent l'être à coût nul. Mises bout à bout, ces solutions ne sont guère cohérentes.

La formulation la plus communément exprimée concerne les lignes de transport d'électricité. Sous prétexte que cette source de champs électromagnétiques est particulièrement visible, on ne voit qu'elle, on ne discute que d'elle. Mais si les champs étaient nocifs il faudrait alors traiter le problème globalement, en tenant compte des nombreuses sources d'exposition.

Plus l'incertitude est grande et plus le processus décisionnel doit être formalisé, consigné et débattu publiquement. Il est désormais crucial d'explicitier les critères quantitatifs et qualitatifs utilisés pour asseoir les décisions, organiser les débats et accroître leur lisibilité. Le plus inacceptable n'est pas que le décideur se trompe alors qu'il fait face à l'incertain, mais que sa démarche décisionnelle ne soit ni transparente, ni cohérente, ni explicite. Dès lors, il prend le risque d'être accusé d'avoir délibérément sacrifié la santé sur l'autel de la compétitivité économique ou des contraintes budgétaires.

### L'essentiel : la confiance

L'exigence démocratique s'accroît et s'applique tout particulièrement aux décisions d'amé-

nagement du territoire qu'il s'agisse des réseaux routiers, électriques, ferroviaires ou des choix d'implantation de décharges industrielles.

En l'absence de position scientifique tranchée, il faut que la population sache que le problème est sérieusement pris en considération. En santé publique, la confiance est une nécessité sans laquelle rien n'est possible. La confiance ne se décrète évidemment pas. Elle se mérite, elle se gagne par des démonstrations concrètes de la volonté de mener un processus transparent et cohérent d'évaluation des risques mettant la préservation de la santé au cœur des préoccupations et des valeurs à défendre. *In fine* la façon la plus simple de définir la question des champs électromagnétiques est celle d'une conduite à tenir face à un risque faible, non observable et incertain. La réponse ici n'est plus technique, mais politique, au sens noble du terme. Chacun sent et sait que les sociétés démocratiques sont réticentes aux arguments d'autorité et qu'il vaut mieux désormais regarder les risques en face et en débattre en adultes.

C'est dire l'importance des changements nécessaires dans notre système de santé publique caractérisé par une grande dispersion des responsabilités. Le problème du principe de précaution sanitaire, c'est qu'aucun organisme de santé publique n'est le dépositaire déclarée ni de sa définition, ni de son application. Le changement de paradigme rend nécessaire un changement organisationnel.

Dans notre pays, il n'existe pas d'autorité unique qui soit clairement responsable de la protection et de la sécurité sanitaire. Créer la confiance passe par l'instauration d'une organisation qui soit porteuse d'une telle responsabilité dans le cadre d'un dispositif interministériel. Cette organisation doit avoir un pouvoir d'alerte, une capacité d'évaluation des risques et une fonction de médiation sanitaire. Sur un problème comme celui des champs électromagnétiques, laisser face à face un industriel puissant et des associations jouant leur rôle naturel, c'est créer des conditions d'explosion sociale.

Le principe de précaution suppose l'existence d'un dispositif social, organisationnel et scientifique dont la mise en œuvre concerne la relation environnement-santé au premier chef.

William Dab