

Les dix péchés capitaux de la communication scientifique en matière de sécurité environnementale

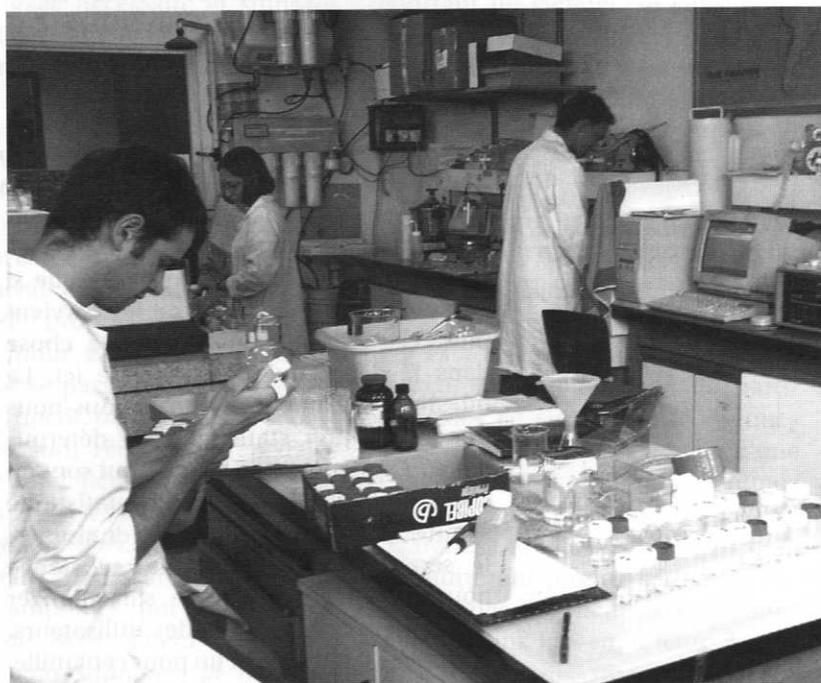
Le texte que nous publions ici est une bonne synthèse des problèmes de la communication scientifique confrontée aux risques environnementaux. Il a le mérite d'être écrit, sans langue de bois, par un homme qui a su rester proche du terrain. ¹ Eh oui, les mathématiciens modélisateurs de bon sens, cela existe !

**BERNARD
BEAUZAMY**

Quotidiennement, la presse rend compte d'inquiétudes qui apparaissent ici ou là : la preuve n'a pas été faite que telle substance n'était pas dangereuse, que les ondes n'avaient pas d'effet nocif, qu'une installation était sans effet sur l'environnement. Il faut donc poursuivre les études : c'est la conclusion invariable. Les études faites, on en réclame d'autres, sans pour autant apaiser le public ou les journalistes. Le nucléaire, la téléphonie mobile, sont des exemples évidents, mais aussi les problèmes de toxicité (amiante), de contamination (vache folle), et plus généralement d'influence de l'homme sur l'environnement (réchauffement climatique). Tout ce brouhaha, en définitive, crée plus d'inquiétude qu'il n'en calme. Je suis persuadé que la majorité de la population, aujourd'hui, pense que nous vivons plus dangereusement qu'il y a cinquante ans, alors que l'espérance de vie a considérablement augmenté : nous vivons en fait mieux et plus longtemps. Ce « décalage » entre les faits et l'opinion tient à ce que l'analyse scientifique est mal faite. On ne sait pas ce qu'on analyse, ni comment on l'analyse, si bien qu'en définitive le résultat est dépourvu de contenu. Voyons ceci de plus près.

I. INDÉMONSTRABLE INNOCUITÉ

Si l'on réfléchit un peu, on s'aperçoit que la preuve de l'innocuité d'une substance, d'une onde, d'une installation, ne peut *jamais* être apportée, quelles que soient la durée et l'ampleur des études qu'on y consacre. Prenons l'eau pure, ou, si vous préférez, la mayonnaise en tube,



ou n'importe quoi. Vous ne pourrez jamais conclure que l'eau pure est sans danger :

- Il y a une certaine fraction de la population qui est allergique à l'eau, même en faible quantité, que ce soit par contact ou par absorption ;
- N'importe qui ressent des troubles divers s'il a trop peu d'eau ou trop, et les valeurs-seuil ne sont pas les mêmes pour tout le monde ;
- Le mode d'absorption n'est pas indifférent : on peut la boire, mais non se l'injecter ;
- Sur les 1 500 personnes qui meurent chaque jour en France (environ), il y en a un certain nombre qui buvaient de l'eau avant leur mort. Il est donc légitime de se demander s'il y a un lien de cause à effet.

Ces arguments très simples sont

Toute substance est potentiellement dangereuse

1. Bernard Beauzamy est PDG de la Société de calcul mathématique (www.scmsa.com) et a été régulièrement confronté aux problèmes de la modélisation, qu'elle soit appliquée au climat ou aux problèmes de logistique. Nous vous laissons savourer son approche revigorante de ces problèmes.



Un détecteur de radioactivité

« Il faut avoir le courage politique de relever certains seuils »

applicables de manière très générale, et on en conclut que l'innocuité d'une substance ne peut jamais être démontrée, quelle que soit la masse des travaux qui y sont consacrés. Cette vérité élémentaire devrait être portée à la connaissance du public et des journalistes. Toute substance est potentiellement dangereuse, hors de ses limites d'utilisation, et ces limites sont différentes d'une personne à l'autre. Selon l'*Environmental Protection Agency*, aux USA, seuls 7 % des produits de consommation courante ont fait l'objet d'une étude toxicologique approfondie (Eric Vindimian²).

II. PROTECTION DÉTERMINISTE, OU PROTECTION STATISTIQUE ?

En mathématiques, nous avons un concept qui nous aide à savoir de quoi nous parlons : cela s'appelle un système d'axiomes. Les mathématiciens savent qu'à l'intérieur de tel système d'axiomes on peut démontrer telle chose, et que si l'on omet l'un d'entre eux on n'y parvient plus. C'est exactement la même chose dans le débat qui nous occupe ici. La question fondamentale est : voulons-nous une précaution statistique ou déterministe ? Expliquons ces termes, qui sont au coeur du débat. La précaution statistique signifie que l'on admet un seuil de risques. Il serait admis, pour une substance nouvelle, qu'elle doit être sans danger pour (mettons) 99,999 % des utilisateurs. Mais reste 0,001 %, soit un pour cent mille, et on me rétorquera que pour un million d'utilisateurs cela fait dix morts, soit dix morts de trop : c'est inacceptable socialement. Soit. Passons donc à la précaution déterministe : il faut tout contrôler. Mais on retombe sur les quatre arguments du paragraphe précédent qui font que, quoi qu'on fasse, il y aura toujours des morts, réelles ou suspectées. En pratique, les autorités sanitaires fixent en général des seuils : seuil de rejet, seuil de toxicité, etc. On considère que ces seuils, grâce à des études préalables, permettent de préserver une fraction très importante (mettons 99,9 %) de la population, de l'environnement, de l'écosystème, etc. De plus, ils intègrent des « facteurs de sécurité » très élevés : partout où l'on ne sait pas bien, on divise par dix, cent, mille, la dose acceptable. La notion de seuil est évidemment nécessaire d'un point de vue

réglementaire, mais elle est mal perçue du public : tous ceux qui sont juste au dessous considèrent qu'ils sont en danger. Alors, sous la pression des médias, le pouvoir politique abaisse le seuil, ce qui a évidemment un coût économique (il faut produire autrement). L'effet sur la population est entièrement négatif : ceux qui étaient juste au dessous du premier seuil clament qu'on leur a menti, et qu'ils étaient en danger, comme cela est maintenant reconnu (et ils réclament réparation), tandis qu'une fraction plus large de la population est maintenant à proximité du nouveau seuil ! Il est nécessaire de faire comprendre à la population qu'un seuil relève *toujours* de la précaution statistique : quoi qu'on fasse, si bas que soit le seuil, il y aura toujours des gens qui seront des victimes, comme expliqué au premier paragraphe. Il ne faut jamais abaisser un seuil sous la pression du public (ou des journalistes), s'il n'y a pas une raison scientifique absolument fondée pour cela. Bien au contraire, il faut avoir le courage politique de relever certains seuils, lorsqu'il apparaît, comme cela arrive souvent, que des études scientifiques complémentaires ont montré que le produit était moins dangereux qu'on ne le pensait initialement.

III. LES ÉTUDES FINISSENT TOUJOURS PAR MONTRER UN RÉSULTAT INQUIÉTANT

L'AFSSE (Agence française de sécurité sanitaire environnementale) s'intéresse, dans un rapport récent³, aux dangers potentiels causés par le téléphone mobile (risques de cancers). Elle constate qu'il n'y a rien à constater, mais conclut évidemment qu'il faut poursuivre les études. Si on les poursuit assez longtemps, elles finiront bien par montrer quelque chose d'inquiétant. Sur les milliers de rats qu'on mettra en présence d'ondes de faible ou de forte puissance, de micro-ondes, ou à qui on injectera des substances diverses, il s'en trouvera bien un pour développer un cancer, ou au moins une rougeur sur une patte. Cela suffira aux spécialistes pour clamer qu'il y a danger. La multiplication des 3 études n'est pas un gage d'honnêteté, puisqu'on ne retient que celles qui sont inquiétantes. La multiplication des expérimentations, dont on ne retient que les résultats dangereux, ne peut qu'in-

2. Eric Vindimian : *Comment fixer les niveaux de substances toxiques à ne pas dépasser dans l'environnement ?*

Exposé fait dans le cadre du séminaire conjoint INERIS-SCM, le 11 novembre 2002.

3. Avis de l'AFSSE sur la téléphonie mobile, saisine 1/2002, 16 avril 2003.

quiéter le public. On lui dit : dans telles circonstances, où l'on a injecté telle substance dans le cerveau, le rat a développé telle variante de la maladie de Creutzfeld Jacob. Mais on ne dit pas combien de rats n'ont rien développé du tout, si bien que la probabilité d'attraper la maladie de cette manière, pourtant bien particulière, reste infime. Les journaux reprennent l'information sous la forme « la maladie de la vache folle est transmissible à l'homme », et il en résulte un délire collectif. On pourrait tout aussi bien titrer : « danger, le verre d'eau tue ! », parce qu'il y a beaucoup plus de gens morts en buvant un verre d'eau que de gens morts de la maladie de C. J. Pour y remédier, on pourrait obliger les scientifiques (et les journalistes qui en rendent compte) à publier les conditions expérimentales, comme le font les statisticiens lors des sondages : nous avons interrogé un panel de 805 personnes. Ici, il faudrait préciser : nous avons travaillé sur *N* rats, et, sur ces *N*, dans telles conditions, nous avons observé telle réaction. Ne pas se contenter des résultats inquiétants, mais les donner tous.

IV. MÉCONNAISSANCE DES ARGUMENTS STATISTIQUES RELATIFS À LA SANTÉ PUBLIQUE

Cela fait maintenant plus de dix ans que la téléphonie mobile existe, et a des millions d'utilisateurs. Or la fréquence des cancers et des tumeurs n'a en rien augmenté. Mais cet argument statistique, qui n'est pas politiquement correct, n'est jamais employé. De même, on montre à la télévision une école, voisine de pylônes portant des antennes, où quelques cas de cancers sont apparus. Mais on ne montre pas les écoles, tout aussi voisines d'antennes, où il n'y a pas de cancers, ni les écoles, éloignées des antennes, où il y a des cancers. Il faut à l'opinion et aux journalistes une relation de cause à effet entre antenne et cancer. Pourtant, ces arguments statistiques simples seraient de nature à rassurer l'opinion. Lui dire tout simplement que, depuis que la téléphonie mobile existe, la santé publique ne s'est pas dégradée mettrait fin au débat.

IL NE FAUT PAS SE CONTENTER DES RÉSULTATS INQUIÉTANTS, MAIS LES DONNER TOUS

V. MÉCONNAISSANCE DES LOIS FONDAMENTALES DES PROBABILITÉS

Le hasard ne réclame pas l'homogénéité, mais crée la disparité. Si le cancer est dû au hasard, il est normal que le taux de cancers varie significativement d'une ville à l'autre. Il serait anormal que toutes les villes de 10 000 habitants aient le même nombre de cancers. Il existe des tests statistiques qui permettent de déterminer quelles déviations sont significatives et lesquelles ne le sont pas. En tout état de cause, l'apparition de 4 cas de cancers sur une population de 2 000 habitants (par exemple une école) ne justifie pas sa mise en relation avec la proximité d'une antenne : on peut aisément trouver des communautés de 2 000 habitants, éloignées de toute antenne, où il y a beaucoup plus de cancers. De la même façon, les tempêtes enregistrées en France en 1999 n'ont absolument rien d'anormal ni d'inquiétant, comme le dit Météo France⁴, mais il se trouve quantité de gens pour croire que le climat est dérégulé (et, bien entendu, que c'est l'homme qui est à l'origine de ce dérèglement).

VI. DES MODÈLES TROP PRÉCIS POUR ÊTRE HONNÊTES

Les scientifiques (et nous pensons surtout ici aux ondes hertziennes,^{3,5}) veulent faire des études extrêmement détaillées. Ils voudraient par exemple pouvoir décrire complètement le champ électromagnétique à tout endroit, à tout instant, pour voir s'il respecte bien les normes de sécurité imposées. Mais cette description est évidemment impossible parce que la situation est trop complexe (bâtiments, réverbérations, etc.), si bien que d'innombrables études extrêmement détaillées vont être nécessaires. De surcroît, ce que les scientifiques ne voient pas, c'est que ces études détaillées vont en réalité susciter la méfiance

du public, qui est persuadé que sous ce monceau de chiffres on lui cache quelque chose. L'objectif devrait être de répondre à la demande du public, sous une forme

4. S. Planton et P. Bessemoulin : « Le climat s'emballe-t-il ? ». *La Recherche*, octobre 2000. 5. Marie-Françoise Lalancette : *La lettre du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine*. Lettre n°18, décembre 2001. 5. Marie-Françoise Lalancette : *La lettre du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine*. Lettre n°18, décembre 2001.

simple : nous sommes partout à 20 % de la norme autorisée. Il suffit donc de dimensionner les études pour valider ou réfuter une conclusion de ce type. Il n'est pas nécessaire d'entrer trop finement dans les détails. L'approche du problème, tout entière, doit être « grossière » et non pas fine. Elle doit être homogène : il ne faut pas que tel module soit fin et tel autre grossier, sans quoi toute l'approche est mise en question. Elle doit surtout être robuste, pour être convaincante : compte-tenu des insuffisances sur les données, compte-tenu des variantes qui peuvent être faites sur les diverses hypothèses (tel mode de propagation, etc.), nous sommes en mesure de vous affirmer que le champ ne dépasse nulle part 20 % du seuil autorisé. Point final. La notion de modèle robuste est très mal comprise aujourd'hui. Ce qu'on voit typiquement, c'est la démarche suivante : on écrit les lois fondamentales de la physique (équations de Maxwell, Navier-Stokes, etc.), en négligeant ce qu'on ne sait pas incorporer (réverbérations, frottements, échanges, etc., suivant le cas). Après quoi on discrétise (toutes les secondes, tous les mètres, etc., selon la capacité de calcul de l'ordinateur), après quoi on alimente en données (tous les 30 km !) suivant la disponibilité de celles-ci. Mais évidemment sur une large échelle ce qu'on avait négligé localement n'est plus négligeable, si bien que l'approche est globalement incorrecte. Le résultat ne s'apparente pas à un château fort, mais bien plutôt à des festons de dentelle posés sur un tumulus de sable...

VII. LES JOURNALISTES NE REPRÉSENTENT PAS L'OPINION

En France, sauf situation électorale, on n'a pas accès direct à l'état de l'opinion. Les sondages et enquêtes sur les questions environnementales sont extrêmement difficiles à réaliser. On a donc tendance à accorder une importance excessive aux informations apportées par les journaux, qui ne représentent pas nécessairement l'état de l'opinion. Les journalistes accentuent les aspects spectaculaires et ils passent sous silence les aspects rassurants. Pour y remédier, il est nécessaire que les organismes publics en charge de questions relatives à la sécurité environnementale rédigent des communiqués courts et précis, en demandant aux jour-

nalistes de les respecter strictement. Il ne faut pas hésiter à utiliser la procédure du « droit de réponse ». Le journal a décrit un phénomène de manière qui paraît contestable : l'organisme public envoie un communiqué, que le journal devra reproduire précisément. Une bonne partie des inquiétudes du public proviennent d'informations fallacieuses, propagées et entretenues par des journalistes. On s'aperçoit, presque à chaque fois, que les faits réels sont connus des organismes publics en charge de ces questions (CEA, INERIS, INSERM, Météo France, SHOM, etc.) et que la vérité a été publiée dans des revues internes à ces organismes, mais elle ne circule pas auprès du grand public, qui reste persuadé qu'on lui cache quelque chose.

VIII. UN MODÈLE N'EST PAS LA RÉALITÉ

L'outil principal pour les prédictions, quelle qu'en soit la nature, est la modélisation. Faire un modèle c'est, à partir de faits, d'informations, de lois plus ou moins connues, plus ou moins empiriques, prévoir comment les choses vont évoluer. Mais un modèle comporte toujours une part d'hypothèses et une part d'incertitudes. Les hypothèses portent sur le comportement (on pense que telle chose se produira de telle manière) ; les incertitudes portent sur les données. Un modèle est une construction intellectuelle ; il ne représente pas la réalité. Il représente un scénario possible, ou plusieurs. Il donne des indications sur ce qui peut se passer : sous telles hypothèses, telles choses peuvent arriver. Mais rien de plus, et un modèle ne devrait jamais être utilisé pour fonder une décision politique. Comme la Société de calcul mathématique vit de la fabrication de modèles, on voudra bien accepter que j'en sois le principal critique !

IX. LES SCIENTIFIQUES PEUVENT SE TROMPER OU ÊTRE MALHONNÊTES

L'histoire regorge d'erreurs commises par des scientifiques en toute bonne foi (et, à titre personnel, je réclame le droit d'en commettre : la science ne progresse

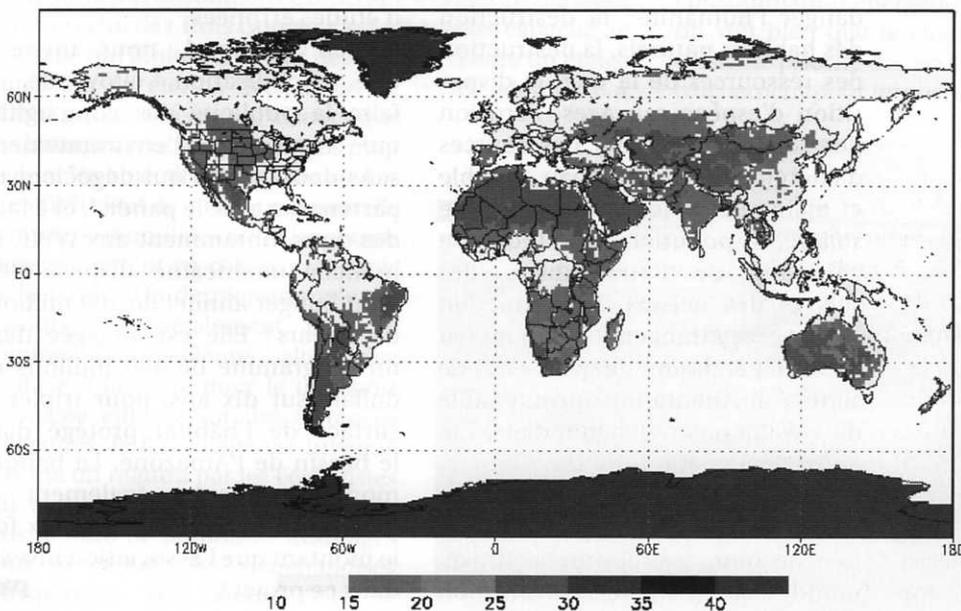
jamais de manière linéaire). Un passé récent a vu l'apparition de « scientifiques médiatiques », qui se font filmer en blouse blanche devant un ordinateur, et annoncent un nouveau danger pour l'homme : la mer monte, l'atmosphère se réchauffe, l'air est pollué, etc. Il serait bon de remettre tout ceci en perspective. Par exemple, les mesures réalisées par l'EPSHOM à Brest font état d'une élévation moyenne du niveau de la mer, sur 200 ans, de l'ordre du millimètre par an (sans qu'on en soit réellement sûr)⁵ : cela ferait 10 cm en un siècle ; on est bien loin des mètres annoncés par une certaine presse. Pour parvenir à ces prédictions alarmistes, les scientifiques utilisent bien sûr des modèles, mais ils « oublient » d'en préciser les incertitudes et les insuffisances. La presse fait le reste.

X. LE PUBLIC PEUT ÊTRE IGNORANT OU ABUSÉ

Il est complètement légitime que les gens s'interrogent pour savoir si leurs enfants sont en sécurité dans leur école, alors que des émetteurs sont situés à proximité ; il est complètement légitime que les politiques reprennent cette interrogation et que les scientifiques s'efforcent d'y répondre (voir en particulier la consultation du RNRT⁶). Mais une certaine fraction du public est ignorante ou abusée, et il ne faut pas faire semblant de l'ignorer. Bien au contraire, il faut en tenir compte. – Pour une certaine

fraction, il s'agit, par tous moyens, de lutter contre la civilisation industrielle (nucléaire, téléphonie, amiante, etc.) et tout procès est bon à prendre. Aucun argument scientifique ne les convaincra jamais. A ceux-là, il est bon de ne pas répondre de manière trop détaillée. Il vaut mieux répondre : nous sommes partout à 20 % du seuil autorisé, que se mettre à discuter à perdre haleine avec des gens qui, de toute façon, ne sont pas réceptifs à des arguments scientifiques. – Pour une certaine fraction, qui a effectivement subi un dommage (maladie par exemple), il s'agit d'obtenir une compensation financière supérieure. On voit des fumeurs faire des procès aux fabricants de tabac. Comme la précaution (nous l'avons vu plus haut) est nécessairement statistique, il se trouvera nécessairement un petit nombre de personnes qui, quel que soit le seuil fixé, développeront des maladies. Ces maladies seront prises en charge par la Sécurité sociale, sans qu'il soit besoin d'en rechercher précisément la cause (qui est, du reste, impossible à établir en général). – Pour une certaine fraction enfin, il s'agit de gens qui n'ont subi aucun dommage mais voient là une occasion de recevoir de l'argent. Beaucoup de plaintes s'adressant aux industriels de l'amiante proviennent de gens qui n'ont développé aucune pathologie. Sur ce dernier point, c'est au système judiciaire de revoir son fonctionnement. Il est difficilement concevable que quelqu'un puisse recevoir compensation pour un dommage qu'il n'a pas subi.

6. Réseau national de Recherche sur les Télécommunications : l'étude et la validation d'outils de référence pour la simulation des champs électromagnétiques à proximité des émetteurs radio, 2002-2003.



Carte du réchauffement obtenu par modélisation. « Pour parvenir à ces prédictions alarmistes, les scientifiques utilisent bien sûr des modèles, mais ils « oublient » d'en préciser les incertitudes et les insuffisances. La presse fait le reste. »