

# **CHRONIQUES de L'ENVIRONNEMENT**

La nature est-elle bonne ?



**Chronique 14 : Experts et contre-experts**

**ROGER PAPP**

Professeur honoraire de l'Ecole Centrale de Paris

**Conseil National des Experts en Environnement de l'Industrie Chimique**

CNEEIC

2013

# L'ensemble des Chroniques

- Chronique 1 Le bon vieux temps ?
- Chronique 2 La Nature est- elle bonne ?
- Chronique 3 Les produits naturels sont-ils meilleurs pour la santé ?
- Chronique 4 La peur de l'Apocalypse
- Chronique 5 Histoires de Dioxines
- Chronique 6 Un trou sur l'Antarctique
- Chronique 7 Histoire de chenilles et autres histoires
- Chronique 8 La dictature des modèles
- Chronique 9 L'Homme va-t-il disparaître ?
- Chronique 10 Greenwashing
- Chronique 11 Le droit gazeux et le principe de précaution
- Chronique 12 Le steak-frites est-il dangereux pour la santé ?
- Chronique 13 Au feu !!
- Chronique 14 Experts et contre-experts**

Liste des sigles utilisés

Table des unités utilisées

Les opinions exprimées dans ces chroniques n'engagent que leur auteur

© CNEIIC, 2013 tous droits réservés



## Préface

**Roger Papp a achevé la rédaction de ces chroniques quelques mois avant son décès en janvier 2012. Co-fondateur du CNEEIC, ingénieur industriel de grande réputation doté également de compétences scientifiques, pédagogiques et humaines reconnues, l'enseignement qu'il a dispensé tant à l'Ecole Centrale de Paris qu'aux sessions de formation du CNEEIC a toujours été basé sur une approche scientifique et technique rigoureuse et exhaustive.**

**Dans cet ouvrage, il se livre à un exercice délicat et salutaire de passage au crible de la plupart des thématiques environnementales trop souvent sujettes à controverse : les produits bio, la foi absolue dans les modélisations, l'influence des perturbateurs endocriniens sur la fertilité humaine, le rôle et les limites de l'expertise pour n'en citer que quelques uns.**

**Avec une grande honnêteté intellectuelle, les articles scientifiques publiés sur chaque thème sont passés en revue, commentés, dans le souci de dépasser les présentations trop souvent schématiques des médias ou la recherche du sensationnel.**

**Il s'apprêtait à publier en 2012 ces chroniques dans un ouvrage qui aurait représenté sa pensée, son opinion, sa contribution d'une qualité scientifique inestimable au débat sur l'environnement. Nous remercions son neveu Stéphane Papp de nous avoir autorisés à publier ces chroniques car c'est un honneur pour le CNEICC de rendre ainsi hommage à la contribution majeure qu'il a apportée à nos travaux.**

**Mars 2013,**

**Pierre Jomier, Président du Conseil Scientifique,**

**Michel Monzain, Délégué Général**

**Jacques de Gerlache, Président du CNEEIC**

*« Il se fait en ce moment une religion de la nature (dans un sens qui est celui de Jean-Jacques Rousseau) et elle est aussi redoutable. »*

*Pierre - Gilles De Gennes, Prix Nobel de physique*

## Chronique 14 : Experts et Contre-experts

Si il y a un métier qui ne connaît pas la crise, c'est bien celui des **EXPERTS**. Notre civilisation a besoin de plus en plus d'experts, et dans tous les domaines. Il peut sembler que ce métier soit nouveau: il n'en est rien. Depuis que le progrès existe, et dans tous les domaines, il a bien fallu des personnes compétentes pour l'imaginer, le mettre au point et le réaliser. Ce qui est nouveau, c'est la demande d'**EXPERTS INDEPENDANTS**. Cette demande traduit la méfiance de notre civilisation moderne vis à vis de la science, et des partisans du progrès, souvent assimilés à des apprentis sorciers, ce qui pourrait être effectivement le cas de certains d'entre eux ! Notons d'ailleurs que ceux qui critiquent la science en profitent cependant tous les jours ! Mais "tout progrès humain a nécessairement ce que l'on pourrait appeler sa *face sombre*, celle où l'on imagine les désastres qui pourraient en résulter... *Les descriptions apocalyptiques des sociétés contemporaines nous ont habitués à imaginer des victimes impuissantes, des consommateurs manipulés, des touristes trompés, des électeurs égarés et des travailleurs ignorants* » (Innerarity, 2010).

**Qu'est-ce qu'un expert indépendant ?** C'est une personne compétente dans le sujet traité, mais qui doit être indépendante des intérêts économiques et politiques. En d'autres termes, elle ne doit pas être intéressée de quelque manière que ce soit à la conclusion ou à la décision qui sera prise à la suite de ses avis.

Cette indépendance est quasiment impossible. Comment l'expert a-t-il obtenu ses compétences? Par l'expérience, et, dans un domaine nouveau, cette expérience ne peut s'acquérir que parmi les chercheurs qui travaillent sur le sujet. Ces chercheurs sont liés économiquement à une entreprise, soit comme salariés, soit comme conseillers. Rares sont les laboratoires universitaires qui n'ont aucun lien avec le milieu industriel ou économique, c'est à dire aucun contrat de recherche. La situation est la même en technologie. La Charte de Bologne, qui a été signée par 450 universités en 1988, affirme « *l'adhésion aux principes fondamentaux de responsabilité envers la société, d'indépendance de tout pouvoir extérieur, qu'il soit idéologique ou économique, et d'autonomie critique* ». L'intention est louable, mais la mise en pratique difficile. « *Un scientifique fonctionne toujours, consciemment ou non, comme l'avocat d'une certaine cause* » écrit Philippe Roqueplo. Et selon Axel Kahn, « *l'expertise indépendante est cependant l'exception plutôt que la règle.* » Sans oublier Alexis Carrel : « *l'éminence même d'un spécialiste le rend plus dangereux !* » (L'homme, cet inconnu, Plon, 1941).

Il est en effet difficile de recruter des experts à la fois compétents et effectivement distants des questions qu'ils ont à examiner. En outre, un industriel est toujours récusé : « *Un industriel n'est pas le mieux placé pour se poser des questions et être perspicace quand il risque de remettre en cause son produit et le chiffre d'affaires qui va avec,* » aurait déclaré un député à propos d'un laboratoire

pharmaceutique. L'industriel est pourtant le mieux placé pour se poser les bonnes questions ! Et faire preuve de prudence, s'il ne veut pas connaître de catastrophes. L'intérêt bien compris de l'industriel n'est pas de proposer des produits ou des procédés dangereux, qui lui coûteront fort cher en cas d'accident, et détruiront sa crédibilité ! Mais, bien sûr, on trouve des inconscients dans tous les métiers, les exemples ne manquent pas, qui sont rapidement élevés en règle générale ! Et le risque est encore plus grand quand les dommages sont diffus et que leurs sources ne peuvent être clairement identifiées.

Compte tenu de ces difficultés, l'Etat a créé ou développé ses propres ressources d'expertise, dans différents domaines<sup>1</sup>. Le Haut Conseil de Santé Publique, successeur depuis 2007 du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, l'INERIS, Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels, l'ANSES, qui a son équivalent européen avec l'EFSA, autorité européenne de sécurité des aliments, l'IVS, Institut de Veille Sanitaire, le BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, l'IFREMER, Institut Français de recherches pour l'exploitation de la mer, le CEA, Commissariat à l'Energie Atomique, le Service central de protection contre les rayonnements ionisants, SCPRI, l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'ADEME, Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie... Ces Agences ne sont pas « indépendantes des pouvoirs économiques et politiques » puisqu'elles dépendent de l'Etat. Aussi, pour les sujets controversés, et il y en a beaucoup, on voit surgir des associations « indépendantes », qui le sont encore moins, puisqu'elles agissent souvent de concert avec des lobbys « écologiques » ou ONG contestataires. Ces experts sont certes indépendants des intérêts financiers ou industriels, mais sont souvent « formatés » par les causes qu'ils défendent, quand ce ne sont pas des émanations directes de ces lobbys ou ONG. En conséquence, la plupart des expertises sont contestées par d'autres « experts » et le public se pose des questions. La situation est la même dans tous les pays démocratiques, ce qui est donc un signe de saine démocratie ! Il faut aussi rappeler que de nombreux philosophes de la fin du XXème siècle, tels Herbert Marcuse, un des inspirateurs des slogans de Mai 68, ont mis en cause la civilisation scientifique et technique, accusée de priver l'homme de son libre arbitre, de le manipuler et de le soumettre au contrôle des Etats. « *La science semblait avoir transformé le cauchemar apocalyptique d'une destruction du monde en possibilité bien réelle* » (Innerarity, 2010). La relève est assurée aujourd'hui par de nouveaux prophètes, comme Al Gore, qui ne se privent pas de prendre quelques libertés avec les faits. Le contrôle des Etats, dénoncé par Marcuse, est aujourd'hui bien vacillant : sur chaque sujet, deux armées d'attaquants et de défenseurs se déchainent. Mais le discours alarmiste est toujours plus écouté que le discours rassurant ! Le discours alarmiste introduit au minimum le doute, qui se transforme

---

<sup>1</sup> Le gouvernement a profondément remanié les agences de santé et d'environnement depuis la rédaction de cette Chronique. Il faut mentionner aujourd'hui l'ANSES, Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail qui remplace les anciennes AFSSA, AFSSE et AFSSET initialement citées par l'auteur.

en précaution. Ulrich Beck (2004) fait remarquer que « *le progrès des sciences a sapé le rôle des experts (...) Il devient impossible de dire, au nom de la science, qu'il n'y a pas de risque, même si nous ne le percevons pas (...) et lorsque nous sommes contraints d'admettre l'existence d'un danger que nous ne pouvons pas contrôler, et que nous n'avons pas prévu, nous privons de légitimité toutes les institutions qui promettaient implicitement de le contrôler* ». Selon Xavier Darcos, « *la science n'est plus aujourd'hui culturellement en position d'imposer son expertise ou ses solutions.* »

Finalement, le dernier mot revient aux Agences officielles, telles que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ; en France, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), ou l'EFSA en Europe. Mais si ces avis valent autorisations réglementaires, ils ne mettent pas fin aux contestations. Les conflits d'intérêts non déclarés entachent la présomption d'indépendance de ces Agences, comme vient de la démontrer l'interdiction récente et tardive d'un médicament par l'AFSSAPS, l'ex Agence Française de sécurité sanitaire des produits de santé devenue en 2012 l'ANSM, *Agence Nationale de Sécurité du Médicament*). La bataille des OGM en Europe a donné lieu à des échanges scandaleux, où certains experts désignés ont été traités de « vendus » ou de « pourris » ! Les procédures d'évaluation des OGM mises en place par l'EFSA ont fait l'objet de critiques récurrentes, en particulier en raison de conflits d'intérêts révélés pour des membres de l'Institution. Mais la suspicion de conflit d'intérêt est vite mise en avant pour discréditer certains experts, même lorsque ces conflits n'existent pas. L'interdiction d'importer des viandes provenant de pays où l'usage de substances hormonales dans l'élevage n'est pas interdit, est un autre exemple de controverse. Sur ce dernier point, les Etats Unis ont d'ailleurs obtenu gain de cause auprès de l'Organisation Mondiale du Commerce, qui demandait à l'Europe de justifier son refus. Si les substances hormonales ne se retrouvent peut-être pas dans la viande (au niveau de la précision des mesures), cette pratique diffuse dans l'environnement des perturbateurs endocriniens dangereux pour la faune sauvage et sans doute pour l'homme. Ce risque concerne principalement le pays producteur : l'OMC n'en a cure, bien que sa condamnation de la position européenne ait été levée ! Lorsque l'ADEME a publié en Octobre 2009 son rapport sur les avantages des agro-carburants pour l'effet de serre, le rapport était retiré dès le mois de novembre sous le flot des contestations ! Il y a de telles incertitudes dans la quantité de protoxyde d'azote émis par les cultures, dans un rapport de 1 à 10, dans l'évaluation des effets indirects, résultant des déforestations et du changement d'affectation des sols, sans compter les effets sur les coûts des produits agricoles, que l'on peut, selon les hypothèses, démontrer tout et son contraire. Comment chiffrer ce que Jean Ziegler, ancien rapporteur spécial de l'ONU pour le droit à l'alimentation des populations, qualifie avec fougue de « *crime contre l'humanité* » ? L'Etat ayant fait preuve d'un volontarisme étonnant dans la promotion des agro-carburants de première génération, il lui est difficile de ne pas tenir compte des investissements réalisés en France et des engagements pris.

« *Nous vivons dans un siècle où l'espérance de vie d'une vérité s'est considérablement raccourcie* » écrivait Serge Moscovici dans *La Société contre nature* (1972). Cette remarque se vérifie tous les jours, mais toutes les "vérités nouvelles" sont-elles vraies ? Cécile Klinger, dans *La Recherche* n°456, octobre 2011, remarque que le nombre d'articles scientifiques comportant des erreurs monte en flèche, et que le nombre d'articles rétractés a été multiplié par 15 entre 2001 et 2010 !

Les experts sont censés présenter l'état de l'Art sur un sujet, en évaluant les risques ou l'absence de risque. On retrouve dans cet exercice les difficultés de mise en œuvre du principe de précaution, voire même du principe de prévention. Évaluer les risques est un exercice difficile, surtout lorsque ceux-ci ne se sont pas encore manifestés : « *le savoir projectif sur les effets des actions humaines sera toujours en retrait par rapport à l'éventail des effets réels,* » écrit Olivier Godard. L'histoire abonde de prévisions catastrophistes qui ne se sont pas révélées exactes, mais aussi de catastrophes que personne n'avait prévues. Les études et les tests peuvent se révéler en effet peu efficaces lorsque les effets indésirables n'apparaissent que longtemps après l'exposition et bien que les méthodes prédictives progressent constamment. Cela pourrait être le cas pour l'exposition aux ondes électromagnétiques des téléphones portables pour les enfants. Un certain nombre d'experts appellent à la prudence. Même chose pour les nanotechnologies, bien qu'il en existe des milliers dans la nature ! Mais ce n'est pas une preuve d'innocuité pour toutes leurs formes ! Une bataille d'experts se livre actuellement sur le thème des perturbateurs endocriniens : elle divise les toxicologues, qui admettent une relation monotone croissante entre la dose et les effets, et les endocrinologues, qui admettent que de très faibles doses peuvent avoir des effets plus importants que des doses plus fortes. Ces effets « paradoxaux » peuvent sans doute s'expliquer par des mécanismes de toxicité différents. Les perturbateurs endocriniens peuvent avoir des affinités pour plusieurs récepteurs hormonaux. Les premières phases du développement de l'embryon et du fœtus semblent des périodes beaucoup plus sensibles. « *La remise en cause de la dose journalière admissible par l'exposition aux faibles doses s'explique par plusieurs arguments. Le premier est l'effet à une dose très faible, voire par une simple présence. Le second est celui de l'exposition chronique qui par le biais de l'accumulation devient une dose toxique pour l'organisme. Le troisième est celui des effets paradoxaux, c'est-à-dire fort à faible dose mais faible ou nul à forte dose* » (Barbier, 2011).

Autre exemple : l'exposition aux UV est cancérigène pour l'homme. Cet effet est connu de longue date pour le rayonnement UVB (longueur d'onde entre 280 et 315 nm). Mais la démonstration de la mutagénicité des UVA (315-400 nm) est plus récente. L'exposition aux UVA était considérée comme ne présentant aucun danger pour la santé, pouvant donc être utilisée pour favoriser le bronzage, et même bénéfique, car permettant la synthèse de la vitamine D. Mais la dose



nécessaire à cette synthèse est faible, et une exposition importante peut entraîner des cancers cutanés. L'activité mutagène des UVA est connue depuis moins de 10 ans. Le risque cancérigène des UVA a amené les Pouvoirs Publics à revoir la réglementation des appareils de bronzage. Mais les effets étant différés dans le temps, l'augmentation constatée du nombre de cancers de la peau risque de durer longtemps. Un homme né en 1953 a dix fois plus de risque d'être atteint d'un mélanome cutané qu'un homme né en 1913 alors que le facteur est de six pour la femme (AFSSE 2005). Même dilemme pour les nanotechnologies. A noter qu'il existe aussi des UV-C (280 à 100 nm), heureusement absorbés par l'atmosphère et n'atteignant pas le sol. Heureusement car ils sont mortels pour l'homme ! On utilise des lampes à UV-C pour la stérilisation, comme l'irradiation par les rayonnements ionisants.

*« Il y a expertise scientifique dès lors que les sciences sont convoquées pour éclairer, justifier ou fonder au moins partiellement une décision. L'expression d'une connaissance scientifique ne revêt donc une valeur d'expertise que dans la mesure où elle s'articule à un processus décisionnel et c'est précisément cette articulation qui lui confère valeur d'expertise »* explique Philippe Roqueplo. Si l'expert est censé avoir l'état des connaissances les plus récentes, il lui faut aussi en mesurer leurs insuffisances. Mais à la première controverse sur des techniques nouvelles, il apparaît deux camps de vrais ou faux experts, les uns insistant sur les risques, les autres tentant de répondre aux critiques. La position des premiers est beaucoup plus confortable. La population des experts est donc variée : outre les scientifiques, pour ou contre, on trouve aussi les porte parole des lobbys et groupes de pression, dont la position est plus sociologique, politique, que scientifique. Mais ces derniers sont ils vraiment des experts ? Et tous les experts méritent ils ce nom ?

*« Dès lors qu'il s'agit d'expertise sur une question complexe, écrit Philippe Roqueplo (2004), chacun fait parler la science »* et, c'est un fait, chacun la fait parler à sa façon ; d'où les fameuses querelles d'experts . Nombreux d'ailleurs sont ceux qui se croient autorisés à s'ériger en haut-parleurs des sciences et il en résulte parfois un véritable tohu-bohu qui, loin de guider les politiques, les incite à penser qu'ils n'ont aucune raison de faire confiance à l'un plutôt qu'à l'autre, voire les incite à suivre aveuglément les oracles incontrôlés de tel ou tel gourou ! » Mais ce qu'on demande aux experts n'est pas de dire « la vérité scientifique », qui d'ailleurs est changeante, mais de donner leur « intime conviction » fondée sur leur savoir, leurs connaissances, et leur expérience. Etienne Klein, physicien au CEA, regrette d'ailleurs la mode des simplifications excessives qui rend l'exercice difficile : *« avec nos explications laborieuses, nos arguments compliqués, nous ne parvenons pas à nous faire entendre dans un climat qui préfère les demi-vérités simples aux vérités complexes »* (La Tribune du 3 janvier 2011). Si le temps n'est plus à la « vérité scientifique révélée » il n'est pas non plus aux simplifications abusives, dans des domaines souvent complexes, pourtant pratiquées tous les jours par des médias qui doivent tout dire en trois minutes.

Les règles de la démocratie voudraient que les conclusions fassent l'objet d'un consensus parmi un large éventail de représentations d'experts. Mais ce consensus est difficile à obtenir : un exemple concret peut être donné avec les commissions mises en place pour évaluer les risques sanitaires des activités nucléaires dans le Nord Cotentin. En 1997 en effet, paraissait dans le *British Medical Journal* un article de J.F. Viel et D. Pobel faisant état d'un excès de leucémies dans la population des moins de 25 ans dans la zone. La commission mise en place pour vérifier ou infirmer cette tendance, comprenait un large et inhabituel panel de participants. Ont ainsi participé aux travaux des chercheurs universitaires, les autorités de contrôle, les opérateurs industriels, des experts de quatre pays européens, et trois associations, dont la CRIIRAD, (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la RADioactivité), créée après la controverse de Tchernobyl en 1986. Les résultats de ces travaux publiés en 1999 feront apparaître que l'excès de leucémies signalé par l'article Viel-Pobel est en réalité mille fois plus faible: 0,0017 cas contre 2 pour la période 1978-1996. Mais bien que la CRIIRAD ait approuvé la méthodologie utilisée, l'association s'est désolidarisée du rapport au vu des résultats ! (Godard, 2007). *“les donneurs d'alerte sont surtout des militants. Leur jugement est obscurci par leur militantisme. Ils refusent systématiquement toute étude ou toute information qui ne va pas dans leur sens”*(André Aurengo, membre de l'Académie Nationale de Médecine.) (*Dossiers et documents du Monde* n°395, 2010). Les militants sont souvent passionnés par leur sujet et la passion ignore parfois la raison !

### **De (vrais) experts contestés : le GIEC**

La crédibilité du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat, le GIEC, a été sérieusement écornée pendant l'hiver 2009-2010.

A deux semaines de la conférence de Copenhague sur le climat, un fichier comportant 1.073 courriels aurait été piraté depuis les ordinateurs du Climate Unit Research de l'Université de West Anglia, Norwich en Grande-Bretagne. D'après un lecteur attentif de ces textes, un choix savant a été effectué pour que les courriels soulignent les incertitudes des chercheurs, par opposition aux affirmations répétées du GIEC que le réchauffement climatique est certain à 90% et qu'il est provoqué par les émissions anthropiques de gaz à effet de serre<sup>2</sup>.

Mais qui peut s'étonner que des scientifiques doutent ? C'est leur métier ! Cette « fuite » juste au moment de la conférence de Copenhague, n'était certainement pas innocente, et elle a fait couler beaucoup d'encre... Un journal britannique s'est particulièrement déchainé. Il faut dire que ce journal avait parmi

---

<sup>2</sup> Des réévaluations indépendantes du rapport ont pourtant minimisé l'importance de ces erreurs qui ont été sans doute montées en épingle par des adversaires du GIEC : <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/500216002.pdf>:

ses titres de gloire le fait d'avoir détecté une grossière erreur dans le rapport du GIEC de 2007.

Dans ce rapport - qui lui a valu le Prix Nobel de la Paix, partagé avec Al Gore - le GIEC avait annoncé « *que les glaciers de la chaîne de l'Himalaya reculent plus vite que les autres glaciers du monde et, si les taux de retrait se maintiennent, la probabilité est très élevée de les voir disparaître d'ici 2035, voire avant, si la tendance se poursuit.* » Or, cette affirmation ne reposait sur aucune base scientifique sérieuse ; elle avait été avancée en 1999 par un article de l'hebdomadaire *New Scientist*, et répétée par le World Wide Fund for Nature, (WWF), en 2005. Mais, plus surprenant, reprise par le GIEC. Grossière erreur, déclare le glaciologue autrichien Georg Kaser, de l'Institut de glaciologie d'Innsbruck, participant aux travaux du GIEC, qui affirme avoir signalé l'erreur en 2006, mais sans succès. Un rapport publié en 1996 par le glaciologue russe Vladimir Kotlyakov, à la demande de l'Unesco, estimait qu'en 2350, la surface des glaciers aux latitudes moyennes se serait dramatiquement réduite. Trois cents ans d'écart, cela ne fait pas très sérieux ! Mais ce n'est pas la seule erreur faite par le GIEC : Il s'est aussi trompé dans ses prévisions sur l'impact de la fonte des glaciers sur l'alimentation en eau du Gange. Le Gange dépend en premier lieu de la pluie de mousson et la fonte des glaces de l'Himalaya a un impact faible.

Philip D. Jones, du Climate Research Unit de l'Université de West Anglia aurait écrit : *"La communauté scientifique me descendrait en flammes si je disais que le monde s'est refroidi depuis 1998. D'accord, c'est vrai, mais ce ne sont que 7 ans de données et ce n'est pas significatif au niveau statistique."* En effet, ce n'est pas significatif pour l'évolution générale du climat. Mais alors, pourquoi vouloir le cacher ?

### **Une courbe en crosse de hockey**

Les écrits du GIEC sur les températures du globe, ont déjà fait l'objet de nombreux commentaires : ses rapports de 1990 et 1995 contenaient une courbe des températures mondiales de l'an 1000 à 1990, qui montrait des températures supérieures à celles d'aujourd'hui aux alentours de 1100, période appelée « optimum médiéval ». Emmanuel le Roy-Ladurie (1983) écrit : « *oui, il y a bien eu un petit optimum médiéval, (chaleurs comparables à celles des bonnes années 1900- 1950, voire un peu plus tièdes encore), il s'étend de 800 à 1200 de notre ère environ.* » Puis vint le « petit âge glaciaire », vers 1650, là encore confirmé par de nombreux écrits du temps, et également par l'historien du climat Emmanuel Le Roy Ladurie, « *si net au 17<sup>e</sup> siècle, il intéresse les années qui courent, grosso modo entre 1560 et 1850* ». Le petit âge glaciaire, a entraîné bien des famines en France, et certains historiens y voient une des causes de la Révolution de 1789.

Mais en 1998, Michael Mann publie une autre courbe dans la revue *Nature*. Très différente : l'optimum médiéval et le petit âge glaciaire ont disparu. Et cette

courbe, qui a été baptisée « en crosse de hockey », se termine effectivement par une élévation de température inquiétante entre 1900 et 2000. Si la courbe du 20<sup>e</sup> siècle correspond effectivement à des mesures, les températures antérieures sont calculées à partir de données biologiques, comme les cernes des arbres. Les cernes permettent de calculer l'âge de l'arbre, mais la température de chaque année, déduite de leur largeur, entraîne une grande incertitude, qui n'a pas manqué d'être soulignée ! Vincent Courtillot et Jean Louis Le Mouél, membres de l'Académie des Sciences, écrivent : « *une ré-analyse des anneaux d'accroissement des arbres (Grubb et al, 2008) confirme que la célèbre courbe en crosse de hockey de Mann est fautive (à cause notamment d'un biais lié à l'épaisseur de ces anneaux en fonction de l'âge de l'arbre)* » La courbe a cependant été reprise par le GIEC. « *L'existence d'une période plus chaude que la période actuelle, en l'absence de gaz à effet de serre anthropiques, fut considérée comme gênante par ceux qui soutenaient que le réchauffement actuel ne pouvait être expliqué que par les activités humaines* », écrit Richard Lindzen, physicien de l'atmosphère au Massachusetts Institute of Technology. On peut aussi faire remarquer que des températures de plus de 300 ans ne représentaient peut-être pas la température moyenne de la Terre telle qu'elle est déterminée aujourd'hui à l'aide de nombreuses mesures réparties à la surface du globe, et dont certains experts contestent d'ailleurs la représentativité. Devant les critiques, le rapport du GIEC de 2007 ne conserve de la courbe de M. Mann que les dernières années, courbe qui se termine par la hausse inquiétante. Les critiques continuent cependant. La hausse des températures entre 1900 et 2000 n'est pas continue. Entre 1910 et 1940, on a gagné 0,4°C. Mais de 1940 à 1970, la température est en baisse. Elle croît à nouveau entre 1970 et 2000 de 0,4°C, (Philip Jones 2000, 2001, cité par Lomborg, 2004). Si la hausse de 1970 à 2000 peut s'expliquer par une augmentation de l'effet de serre, celle du début du siècle doit trouver d'autres explications. Teijll et Lassen publient en 2000 deux courbes juxtaposant la température du globe et l'activité solaire qui se recouvrent de façon étonnante. Les « arrangements » du GIEC ne font pas l'unanimité parmi les scientifiques qui participent aux travaux, et ils expliquent l'embarras relatif au refroidissement constaté récemment. Le manque de transparence se retourne contre le GIEC, qui y perd son crédit. D'autant plus que des reproches du même genre sont formulés pour la courbe historique de la concentration atmosphérique en gaz carbonique, pour faire coïncider les courbes de concentration en CO<sub>2</sub> et les températures. Mais les climato-sceptiques ne reculent pas non plus devant certains « arrangements » : A vouloir trop prouver... James Lovelock considère que les « bons sceptiques » sont nécessaires pour faire avancer la science. « *Une bonne science a besoin de critiques pour la faire évoluer* » (Interview par Leo Hickmann, Le Guardian, 29 mars 2010).

Les courriels piratés semblent indiquer que les rapports du GIEC veulent prouver sans véritables preuves, en effaçant les données qui ne vont pas dans le sens souhaité. Mais est-ce vraiment nécessaire ?

Richard Lindzen, climato-sceptique notoire, trouve une explication de ce comportement dans le rôle confié au GIEC : « *Officiellement, le GIEC résume la littérature scientifique spécialisée sur le climat tous les cinq ans. A première vue, il s'agit d'une tâche simple et innocente. On peut raisonnablement se demander pourquoi ce travail requiert le déplacement incessant, durant cinq ans, de centaines de scientifiques à travers le monde. En réalité, le rôle du GIEC n'est pas simplement de résumer, mais plutôt de présenter un état de la science qui soutienne le processus de négociation ayant pour but de contrôler le niveau des gaz à effet de serre. Il s'agit d'une mission politique plutôt que scientifique.* » (Lindzen, 2008). « *Le cahier des charges du GIEC clôt d'emblée le débat en affirmant qu'il y a un réchauffement et qu'il est d'origine humaine. Cette ambiguïté constitue un péché originel* » (Le Point n°1962, 22 avril 2010) Mais pourquoi Philip Jones penserait-il que « *La communauté scientifique me descendrait en flammes si je disais que le monde s'est refroidi depuis 1998* » ? Probablement par crainte de voir se réduire la manne financière attribuée aux laboratoires travaillant sur le sujet. Richard Lindzen dit avec humour : « *Si un scientifique demande des crédits pour étudier le comportement des grenouilles, il a intérêt à préciser - en relation avec les changements climatiques* » !

Outre la remarque sur le rôle politique du GIEC, une autre explication est résumée dans une phrase attribuée à Sir John Houghton, ancien Président du GIEC, à l'époque de la suppression de « l'optimum médiéval et du petit âge glaciaire » : « *Si nous n'annonçons pas de catastrophes, personne ne nous écouter* » (« Unless we announce disasters, no one will listen »). Martin Béniston, Professeur de l'Université de Fribourg et de Genève, et Vice-Président du groupe de travail « impacts » du GIEC entre 1992 et 1997 ne dit pas autre chose. « *Je suis ouvert à toute solution, [sur une nouvelle organisation du GIEC] pour autant que soit maintenue cette dynamique de pression sur les opinions publiques et les décideurs afin qu'ils ne lâchent pas le morceau. Nous étions quasiment à bouts touchants à Copenhague. Plus on tardera à prendre les décisions qui s'imposent, plus il sera difficile de faire face à certains des impacts du réchauffement climatique* » (Interview *Swissinfo.ch* du 18 fév. 2010). Pour « maintenir la pression », il faudrait donc cacher tout motif supposé de démobilisation. Bjorn Lomborg (2004) a minutieusement étudié les étapes successives des rapports du GIEC, et constate que le texte est de plus en plus affirmatif, car il supprime, au fil des étapes de sa rédaction, tout ce qui peut introduire le doute. Le GIEC pense-t-il qu'il s'adresse à des « décideurs » stupides ? Le GIEC semble ignorer le principe de précaution : il lui faut des certitudes à 90% !

Le Conseil Inter-académique chargé d'enquêter sur les méthodes du GIEC à la suite de ces dysfonctionnements a remis son rapport en août 2010. Il demande que le processus de rédaction des rapports soit amélioré, que les conclusions du rapport ne soit assorties de probabilité que si « *les faits sont suffisamment évidents* », et que soient mises en place des règles de déclaration de conflits

d'intérêt, reconnaissant ainsi que des conflits d'intérêt peuvent exister au sein du GIEC. Mais les membres étant désignés par les Etats, peut-être pour soutenir leur politique en matière de changement climatique, leur « indépendance » ne va pas de soi ! Le Conseil demande aussi « *de s'assurer que les controverses authentiques soient bien reflétées dans les rapports* », une assurance contre la pensée unique qui semble bien nécessaire !

En France, l'Académie des Sciences a été sollicitée pour donner un avis sur le changement climatique. Elle n'a pas été en mesure de parler d'une seule voix. Le document, intitulé *Libres points de vue d'Académiciens sur l'environnement et le développement durable*, a été publié en novembre 2009. Plusieurs académiciens expriment leur « intime conviction » sur le changement climatique, y compris certains climato-sceptiques. Ce document est tout à l'honneur de l'Académie, et sa lecture est beaucoup plus convaincante des nécessités d'agir que celle du rapport du GIEC. Certains relèvent que la focalisation actuelle sur les seuls gaz à effet de serre laisse dans l'ombre de nombreuses incertitudes. Citons en particulier Jean Dercourt, Professeur Emérite de l'Université Pierre et Marie Curie : « *Il est indéniable que l'augmentation de la population mondiale et des activités industrielles et agricoles entraîne un accroissement de ces gaz à effet de serre. Toutes les mesures prises pour diminuer la pollution qui en découle sont bienvenues. En revanche, attribuer l'augmentation de la température aux gaz à effet de serre principalement ou à eux seuls mérite que toutes les autres causes soient examinées avec autant d'études et d'attention que la communauté scientifique a portées à ces gaz. Affirmer que cette lutte contre la pollution interviendra pour éviter l'élévation des niveaux des mers, réguler l'extension des déserts, stabiliser les zones écologiques, etc., est une toute autre affaire.* » L'argument en général avancé pour justifier la focalisation sur les seules émissions anthropiques de gaz à effet de serre est que seul ce facteur est sous le contrôle de l'homme. Cet argument n'est pas sans valeur, mais le recours à des modèles numériques de la Planète suppose néanmoins que tous les facteurs déterminants soient pris en compte, si on veut accorder quelque confiance aux résultats obtenus par les modèles à l'horizon de la fin du siècle.

L'opinion d'Académicien la plus pragmatique et sage est celle de Jacques Villain, qui, il est vrai, n'est pas un « expert » du climat, puisque ce Normalien est un physicien du solide et un ancien chercheur du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble.

« *Tout le monde est d'accord pour reconnaître que les incertitudes sont grandes, écrit Jacques Villain, mais quelles que soient les incertitudes, on ne peut ignorer le fait que, à partir du XXème siècle, l'ordre de grandeur du réchauffement de la terre résultant des activités humaines n'est pas à priori négligeable. Sa valeur précise est en effet la somme de contributions dont certaines [comme l'effet des nuages] sont difficiles à évaluer, mais dont d'autres sont calculables et importantes.*

*Supposer que les diverses contributions vont se compenser, ce serait un acte de foi non justifié. »*

« *Supposer que les diverses contributions vont se compenser est un acte de foi non justifié* » : cette simple phrase peut remplacer tous les rapports « arrangés » du GIEC. Mais elle condamne aussi les annonceurs de catastrophes !

## **Les abeilles et les insecticides systémiques**

Les apiculteurs constatent une mortalité inquiétante des abeilles. Et accusent les insecticides systémiques, du type néonicotinoïdes, l'imidaclopride, le premier commercialisé, le fipronil, l'acétamipride, la clothianidine, le thiaclopride ou le thiaméthoxam, d'en être responsables. Les insecticides systémiques sont appliqués par enrobage des semences, ce qui évite les pulvérisations aériennes polluantes, et ils sont véhiculés dans la plante par la sève. Leur efficacité suppose leur présence à faible dose dans la plante, et donc dans le pollen visité par les abeilles. Devant être efficaces à faible dose, leur toxicité est plus élevée que celle des insecticides classiques. Ainsi la DL<sub>50</sub> pour les abeilles (dose mortelle pour 50% des abeilles exposées), est de 27.000 nanogrammes par abeille pour le DDT, de 160 ng/abeille pour le carbofuran, de 10 ng/abeille pour la deltaméthrine, un pyréthrianoïde de synthèse, de 5 ng/abeille pour le thiaméthoxam, de 4,2 pour le fipronil, de 4 pour la clothianidine et de 3,7 pour l'imidaclopride. De nombreux groupes d'experts ont tenté d'évaluer le risque, et de déterminer les causes des troubles constatés. Mais depuis trente ans, de nombreuses pathologies ont touché les abeilles dans le monde entier avec des causes multiples. Des importations d'abeilles en masse ont favorisé la diffusion de ces troubles. Dans les années 90, le sud de l'Inde a connu une hécatombe de ses abeilles provoquée par un virus. Des scientifiques américains ont identifiés de nombreux virus pouvant toucher les abeilles. Aucun phytosanitaire systémique n'était utilisé en Inde. De nombreux autres facteurs peuvent donc être mis en cause. Dont l'acarien *varroa*, connu pour affaiblir considérablement le système immunitaire des abeilles.

## **Une étude qui semble disculper les insecticides systémiques**

Une étude de l'AFSSA de Sophia Antipolis, demandée par le Ministère de l'Agriculture en 2001, a été menée de 2002 à 2005. Le rapport final *Enquête prospective multifactorielle des troubles des abeilles* a été publié en 2006. L'étude a porté sur 5 ruchers dans 5 départements différents. Dans chaque rucher, 5 colonies ont été suivies au cours de 4 visites annuelles : sortie de l'hiver, printemps, été, automne. En cas de mortalité constatée par l'apiculteur, des visites et analyses complémentaires ont été faites, ce qui s'est produit une fois dans la période. L'étude s'est attachée à rechercher toutes les causes possibles de troubles, non seulement l'impact des insecticides agricoles, mais aussi des agents pathogènes comme par exemple l'agent de la nosérose, *nosema sp*, un

champignon microscopique, l'acarien de la varroase, présent dans tous les ruchers étudiés, ainsi que des virus, une trentaine identifiés !

L'étude relève des pratiques inadaptées, alors que les analyses de fipronil et d'imidaclopride n'ont été positives, ni dans le pollen de tournesol, ni dans le miel (mais d'autres études relèvent la présence de ces substances dans les pollens). Extraits :

*« Des pratiques apicoles inadaptées ont été constatées à plusieurs reprises, mises en hivernage de colonies pas assez peuplées et/ou avec des provisions insuffisantes, colonies affectées de maladies qui n'ont été ni identifiées, ni traitées (loque américaine, loque européenne, mycose avec un seuil d'infestation très élevé), absence de prophylaxie. Le traitement de la varroase a été négligé dans certains ruchers. Absence de traitement dans 5 exploitations, traitements non autorisés dans 7 autres (coumaphos). Disponibilité de nourriture insuffisante à proximité des grandes cultures, longues périodes de disette entre les miellées de colza et celles de tournesol. »* L'utilisation de coumaphos est une mauvaise pratique apicole, à proscrire selon les experts. Le rapport souligne le risque de nourriture insuffisante lié aux monocultures. Les abeilles sont à la diète entre deux floraisons. Cette cause est mise en avant par de nombreux experts, et se conjugue avec l'action des pesticides, les monocultures étant les plus concernées.

Lors de l'épisode de mortalité des abeilles, la recherche de résidus de phytosanitaires a révélé la présence d'endosulfan et de fluvalinate dans les abeilles mortes. Le premier a sans doute été utilisé pour protéger les arbres fruitiers de la zone, mais le second est un produit utilisé par l'apiculteur lui-même contre la varroase.

On peut interpréter les résultats de cette étude de 2 façons : les troubles constatés peuvent provenir de multiples causes, nosema, varroase, virus, mais aussi, la sensibilité analytique de la mesure des insecticides systémiques dans le pollen ou dans les abeilles pourrait être insuffisante au regard de la concentration produisant des effets. Cette sensibilité analytique est de 1ng/g pour l'imidaclopride et 0,2 ng/g pour le fipronil, mais seulement depuis 2003 et la mise au point d'une méthode de dosage sensible par le CNRS. L'AFSSA (2009) indique une limite de détection de 0,015 ng/abeille et une limite de quantification de 0,05 ng/abeille pour l'imidaclopride. L'INERIS retient une dose sans effet de 0,25 nanogramme par abeille, supérieure à la limite de quantification. Mais peu de laboratoires obtiennent la sensibilité analytique nécessaire à l'évaluation des effets.

Mariano Higes et coll. de l'Université de Madrid attribuent les désordres constatés en Espagne comme en France à un changement de la nature de l'agent de la nosérose, habituellement *nosema Apis*, avec l'apparition de *nosema ceranae*, originaire d'Asie : *« Les résultats nous permettent de confirmer la présence du microsporide nosema ceranae agissant en parasite de l'Apis mellifera en Espagne, et c'est probablement le principal responsable du problème sanitaire*



*que présentent nos exploitations apicoles actuellement. C'est la première fois que l'on dénonce, en Espagne et en Europe, la capacité du nosema ceranea à parasiter l'Apis mellifera, et c'est la première fois qu'on établit un lien avec un cadre clinique concret.* » F.Delbac et coll. de l'Université Blaise Pascal de Clermont Ferrand mettent en cause une synergie entre fipronil et *nosema ceranea* : « Cette étude montre une synergie fipronil-nosema ceranae qui laisse penser que la nosérose est une pathologie à dominante opportuniste et que le fipronil, lors d'intoxication chronique, affaiblit suffisamment l'abeille et notamment son intestin, favorisant la mise en action des spores de Nosema. »

Une récente étude américaine, menée par des scientifiques des Universités de New York, de Pennsylvanie et de l'Illinois, démontre que le pollen, via les fleurs butinées, est un vecteur de transmission de virus entre abeilles, les abeilles malades déposant des excréments infectés sur les fleurs. Une recherche de protéines spécifiques dans les abeilles mortes, réalisée par l'Université du Montana, identifie un virus de la famille des *iridoviridae* et *nosema ceranea* dans tous les échantillons. La synergie serait donc celle d'un couple nosema virus. Ces études semblent en tous cas indiquer que les pesticides incriminés ne sont pas la seule cause des troubles, thèse qui semble à présent mieux admise aujourd'hui.

### **Une étude qui trouve des résultats « préoccupants »**

Une toute autre méthode a été utilisée par l'INERIS et le comité scientifique et technique de l'étude multifactorielle des troubles des abeilles (2004), qui a succédé au groupe « abeilles ».

S'inspirant de la méthodologie générale appliquée en Europe pour l'analyse des risques présentés par les substances chimiques, les auteurs du rapport calculent une dose d'exposition probable des abeilles à l'imidaclopride, dose appelée PEC pour « Predicted Environmental Concentration », et comparent cette valeur à une dose d'exposition sans effet appelée PNEC pour « Predicted No Effect Concentration ». Un rapport entre les 2 valeurs inférieur à 1 indique une absence de risque.

Le choix de cette méthode soulève quelques objections : la méthode est destinée à protéger les écosystèmes et les espèces les plus fragiles, et non une seule espèce, en l'occurrence les abeilles. Des adaptations sont donc nécessaires. En outre, le calcul des doses sans effet et des doses d'exposition suppose de faire quelques hypothèses. Et la méthode n'est pas habituelle pour les produits phytosanitaires : elle ne dispose donc d'aucune possibilité de validation et de comparaison avec d'autres phytosanitaires. Et malgré le nom du comité, elle n'est pas multifactorielle, car la démarche n'évalue les risques éventuels que d'une seule substance.

La NOEC (« NO Effect Concentration » ou concentration sans effet toxique), retenue par l'étude, est de 0,25 nanogramme par abeille. Au-dessus de cette dose,

l'imidaclopride peut provoquer des effets sub-létaux conduisant indirectement à la mort, par exemple des abeilles désorientées qui meurent faute de pouvoir retrouver leur ruche. La dose validée n'entraînant pas d'effets sub-létaux est donc de 0,25 ng d'imidaclopride. Mais les données varient de 0,25 à 2,5. Pour la toxicité chronique, la DL50 (mortalité) est de 0,012 ng par abeille (Rappel : la DL50 48h est de 3,7 ng/abeille).

Pour le calcul de la PNEC, la valeur précédente est divisée par des facteurs d'incertitude de 5 ou 10. Les PNEC varient de 1,2 picogramme par abeille (facteur 10 appliqué à une DL50 et non à une NOEC) dans le cas d'une intoxication chronique par voie orale, à 50 picogrammes (facteur 5) dans le cas d'une intoxication sub-létale en plein champ.

La méthode suppose que l'on calcule les doses d'exposition, c'est-à-dire les quantités ingérées par les abeilles d'après la quantité de pollen et la concentration en imidaclopride du pollen. L'étude considère les pollens de maïs et de tournesol. Et deux catégories d'abeilles : les nourrices et les butineuses. Cela fait beaucoup de scénarios.

Finalement, le rapport PEC/PNEC trouvé va de 2,1 à 9 pour la consommation de pollen par les nourrices, alors qu'il est de 0,07 à 0,2 pour les butineuses (pour rappel, le rapport doit être inférieur à 1).

Mais le principe de la détermination des PNEC est d'affecter un facteur d'incertitude décroissant en fonction du nombre de données de toxicité disponibles, toxicité aiguë ou chronique, nombre de niveaux trophiques représentés... Dans le cas présent, il s'agit d'une seule espèce, l'abeille, et les données de toxicité sont nombreuses. Le facteur d'incertitude n'est donc pas nécessaire, s'il est appliqué à une NOEC.

L'étude retient une NOEC sub-létale de 0,25 ng par abeille et 0,012 ng par abeille pour la toxicité chronique. J.M. Bonmatin, du CNRS d'Orléans, indique que des effets sub-létaux sont observés à des concentrations de quelques nanogrammes par gramme (ppb) et la mortalité chronique est observée à 0,1 ppb. Il indique aussi que l'imidaclopride remonte dans les fleurs à des doses de 7 ppb et dans le pollen à des doses de 2 à 3 ppb. Avec ces chiffres, le rapport PEC/PNEC serait sans doute inférieur à 1 (voir plus loin). Cela établi, la méthode ne tient pas compte de l'accumulation possible du polluant dans la ruche, qui n'a pas été mesurée.

Un des membres du groupe "abeilles" émet un certain nombre de remarques fort pertinentes sur la méthodologie: « *R. Delorme juge la méthode utilisée et l'étude du CST intéressante. Cependant il ne partage pas les conclusions du rapport car les résultats utilisés sont souvent maximalisés et les coefficients de sécurité n'ont pas été choisis avec précision. Il tient à faire remarquer au Groupe abeilles que l'application de la méthode du CST à l'ensemble des insecticides et acaricides, y compris ceux utilisés par les apiculteurs dans les ruches comme le*

*coumaphos et l'amitrazé, conduiraient aux mêmes conclusions qu'avec l'imidaclopride. Le CST ne dispose d'aucun recul historique concernant l'appréciation des résultats de sa méthode et il faudrait avant toute décision faire tourner les mêmes scénarios avec plusieurs insecticides connus afin d'obtenir des valeurs de références. »* Sages remarques ! Tous les insecticides sont toxiques pour les insectes, et l'abeille est un insecte ! Remarquons tout de même que les insecticides néonicotinoïdes ont des toxicités pour les abeilles plus élevées que les autres. C'est la rançon d'un effet "systémique" : il faut que l'effet se diffuse dans la plante par la sève à partir de la semence traitée. De plus, alors qu'il est déconseillé d'appliquer les insecticides classiques dans les périodes de floraison, pour protéger l'abeille et les insectes pollinisateurs, cette précaution ne peut s'appliquer aux insecticides systémiques.

### **Une étude met l'accent sur la toxicité à très faible dose des insecticides systémiques de la famille des néonicotinoïdes.**

Le Centre de biophysique moléculaire du CNRS d'Orléans met l'accent sur la toxicité à très faible dose des insecticides incriminés, tout en reconnaissant que d'autres causes peuvent interférer : *"Bien entendu, tous ces problèmes ont diverses origines, chaque cause pouvant s'ajouter et agir en synergie avec les autres. Une des causes parmi les plus argumentées résulte de la contamination des pollens et des nectars par de telles substances actives. »* (Martin et Bonmatin, 2008). Le laboratoire revendique des sensibilités analytiques élevées : les limites de détection LOD et de quantification LOQ sont respectivement de 0,3 et 1 ng/g pour l'imidaclopride ; elles sont de 0,07 et 0,2 ng/g pour les fipronils. Il a constaté que *«les fonctions vitales des abeilles sont perturbées par de très faibles concentrations induisant des effets sublétaux ou des intoxications chroniques. Ces concentrations se situent dans une gamme de 0,1 à 10 ng d'imidaclopride par g de nourriture et la situation semble plus sensible encore pour le fipronil. Ici, des études ont montré que l'exposition chronique au fipronil, pendant 11 jours, avec des doses allant de 0,075 à 0,3 ng/abeille, provoque encore des effets létaux. En outre, une mortalité importante a également été observée dans des conditions de laboratoire, après 11 jours, à 0,01 ng/g de fipronil dans l'alimentation des abeilles. »*

Qu'en est-il des concentrations rencontrées dans les cultures ? Les concentrations d'imidaclopride dans 71 échantillons de pollen de cultures traitées sont de l'ordre de 2 ng/g (maïs) à 3 ng/g (tournesol). Ces concentrations sont donc 20 à 30 fois supérieures à celles qui induisaient des mortalités par intoxication chronique en laboratoire. Et une autre étude fait état de la contamination possible de plantes à fleurs voisines lors des semis.

Les autorités suisses (et l'AFSSA) ont également noté une dispersion des substances pendant le semis de maïs : *« Lors du semis de maïs, la poussière de clothianidine provenant des sacs de semences et de l'abrasion a été ainsi expulsée*

*par les semoirs pneumatiques. L'air évacué, pollué par la poussière de désinfectant, a été transporté par le vent jusque dans le champs voisins sur des plantes en fleurs telles que le colza, les dent-de-lion ainsi que dans les cultures fruitières.* » (OFAG Office Fédéral de l'AGriculture Traitement des semences avec des nicotinoïdes. *Risques pour les abeilles*, 2009). Des règles destinées à éviter ces dispersions ont été édictées. Le « Monitoring des abeilles en Suisse » a montré la grande sensibilité des abeilles aux néonicotinoïdes. La clothianidine n'est pas autorisée en France.

### **Des avis contradictoires qui ne facilitent pas la prise de décision.**

Les exemples de l'imidaclopride et du fipronil et des insecticides néonicotinoïdes illustrent la difficulté des pouvoirs publics à prendre une décision quand les expertises se contredisent. Le Ministère de l'Agriculture a imposé un moratoire à leur utilisation pour certaines cultures. La période d'interdiction montrera si les ruches retrouvent leur bonne santé, ce qui ne semble pas encore le cas ! Mais ce ne sera pas une preuve irréfutable de l'action ou du défaut d'action des insecticides systémiques, car il existe d'autres insecticides systémiques autorisés comme le thiaméthoxam, dont le Conseil d'Etat semble annuler chaque année les autorisations de mise sur le marché ! J.M.Barbançon membre du CST abeilles, affirme que *« les ruches transhumées sur des miellées autres que celles du tournesol échappent aux dépopulations, ont une récolte et un comportement normaux. »* Mais on trouve aussi des ruchers sains à proximité de cultures intensives, ce qui accrédite des causes multifactorielles, comme la synergie virus-varroa, mise en évidence par l'Université du Montana. Les abeilles australiennes semblent échapper à ces épidémies : l'acarien varroa est absent d'Australie ! L'hypothèse d'une responsabilité des pesticides seuls n'est donc plus à l'ordre du jour. A noter que les abeilles « de ville » semblent en très bonne santé : mais peut être font elles l'objet de soins plus attentifs ?

### **De l'usage des statistiques**

Dans le domaine de l'expertise, les statistiques jouent souvent un rôle majeur, mais les règles de validité de l'exercice sont parfois peu respectées.

De nombreuses études mettent en regard un effet et une cause supposée, sans trop se soucier de savoir s'il existe un lien, ou s'il existe d'autres causes possibles. Cet exemple, en forme de plaisanterie, illustre le propos : *« Il est bien connu que la démographie allemande décline, que le nombre de bébés qui naissent chaque année est en baisse. Et on trouve aussi de moins en moins de cigognes dans le pays. C'est bien la preuve que les bébés sont apportés par les cigognes ! Et qu'ils ne naissent pas dans les choux, dont la culture n'est pas en déclin... »*

Bien sûr, il n'y a aucun lien de cause à effet. Corrélation ne vaut pas causalité ! Une association statistiquement significative retrouvée dans plusieurs

études concordantes ne suffit pas pour établir le caractère causal d'une relation. D'autres critères sont nécessaires. Ce sont les « critères de causalité » (AFSSET, 2009). Et l'utilisation des statistiques n'est justifiée que si un mécanisme de cause à effet plausible est proposé. Mais ce lien existerait-il, il est aussi peu probable que cette cause soit unique. Les statisticiens ont beaucoup de mal avec les causes multifactorielles. Oublier une cause essentielle parmi d'autres, invalide les conclusions. L'échantillon doit aussi être statistiquement représentatif. De multiples « biais » sont possibles, qui faussent les résultats. Et de nombreuses publications s'affranchissent allègrement de ces règles.

*« Cette démarche scientifique d'établissement de la causalité est d'autant plus importante qu'en ce qui concerne les expositions environnementales chroniques à faible dose et les maladies multifactorielles, les facteurs de confusion sont particulièrement nombreux. »* écrit le sénateur Gilbert Barbier (2011).

Le docteur David Khayat, oncologue à l'hôpital Pitié Salpêtrière, a ainsi affirmé, sur la base d'une étude américaine, que les personnes présentant des mélanomes de la peau étaient toutes grandes consommatrices de jus d'orange. Le jus d'orange serait donc cancérigène ! Le lien est la présence de furo-coumarines et de psoralènes dans le jus d'orange. Les furo-coumarines sont des photosensibilisants. Leur structure chimique leur confère une capacité importante d'absorption dans le spectre des ultra-violet, ce qui augmente le risque d'exposition au soleil, et elles ont la propriété de stimuler fortement la production de mélanine, le pigment responsable de la couleur de la peau. *« Parfait parallélisme entre l'incidence des mélanomes et la consommation de jus d'orange »* ! Mais il est aussi évident que les personnes qui consomment du jus d'orange s'exposent volontiers au soleil ! Et l'orange n'est pas le seul aliment contenant des psoralènes. On en trouve aussi dans le céleri, que le docteur Khayat recommande cependant, le cerfeuil, le persil, le fenouil, les figues, les clémentines et mandarines, les pamplemousses, les citrons, la bergamote... et le soleil qui n'a pas besoin de furo-coumarines pour être dangereux et cancérigène en exposition prolongée ! Bon exemple de statistiques de type « cigognes et bébés » ! Interrogé par une journaliste, le docteur fait remarquer qu'il utilise le conditionnel, et qu'il applique un principe de précaution... (Dr David Khayat : *Le vrai régime anti-cancer*).

Dans l'article du Dr Mc Grath, (2003) qui établit un lien entre l'aluminium des anti-transpirants et les cancers du sein, deux courbes montrent que depuis 1940, l'incidence du cancer du sein est parallèle à celle de la vente d'anti-transpirants et de déodorants. Encore un "parfait parallélisme" ! Ce genre d'argument déconsidère l'article, car beaucoup d'autres choses ont augmenté entre 1940 et 2000, à commencer par le traitement hormonal de la ménopause, THM, accusé de favoriser les cancers du sein en exposition prolongée et abandonné depuis quelques années. Et l'aluminium n'est pas classé cancérigène par le Centre International de Recherches sur le Cancer. Il n'est pas non plus considéré comme un métallo-œstrogène. En outre, les cancers du sein semblent diminuer depuis

l'abandon de la THM, constat effectué aux Etats Unis, et en France par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie et l'Institut Curie (*Journal de l'Institut Curie*, nov.2008). Cet article du Dr Mc Grath est toujours abondamment cité, et incite les fabricants de déodorants anti-transpirants à se proclamer "sans aluminium" même lorsque ce n'est pas le cas.

Autre exemple : selon des chercheurs danois, (Haldorsson et al, 2010) la consommation d'édulcorants augmenterait le risque de grossesse prématurée de 27% ! Ce résultat est obtenu par examen des habitudes de 59.334 femmes enceintes danoises... Mais de nombreuses autres causes peuvent être évoquées : Goldenberg et al. (2000) indiquent que jusqu'à 80 % des femmes qui accouchent avant 30 semaines de gestation présentent des signes d'infection bactérienne du liquide amniotique ou des membranes. Les infections virales ou bactériennes sollicitent aussi le système immunitaire qui est moins disponible pour accepter les gènes paternels, des « corps étrangers » qui doivent être acceptés par le système immunitaire maternel. Autres causes avancées : l'exposition au soleil, le stress, un âge avancé de procréation, une fécondation in vitro, l'obésité, des facteurs génétiques... Le taux de naissances avant terme est de 12,7% aux Etats Unis et de 6,2% en France. Le suivi médical n'est sans doute pas indifférent. Comment évaluer dans ces conditions l'effet d'édulcorants alors qu'aucune relation de cause à effet n'est proposée ?

Dernier exemple : D. Ganmaa, de l'Université de Yamanashi, (Japon), et Akio Sato, de la Harvard School of Public Health (USA) (2005) publient deux courbes montrant l'augmentation de l'incidence du cancer du sein dans 40 pays, en fonction de la consommation de viande et de la consommation de lait journalière. La première indique des incidences de 20 à 60 pour 100.000 femmes, lorsque la consommation de viande est de 50 grammes par jour, (Chine, Corée, Philippines), et 80 à 120 lorsque la consommation est de 300 g/j (USA, Uruguay). Pour la consommation du lait, l'incidence passe de moins de 60 pour 100.000, pour 200 g par jour de lait, à 70-90 lorsque la consommation est de 600 à 800 g par jour. On serait tenté de faire les mêmes remarques que pour le jus d'orange. La consommation de viande est un indicateur de style de vie qui comprend beaucoup d'autres facteurs possibles favorisant le cancer. Plusieurs études épidémiologiques ont montré effectivement un lien entre la consommation fréquente de viande bien cuite ou grillée, qui contient des amines aromatiques hétérocycliques AAH, et certains types de cancers, dont le cancer du sein. Mais la formation des AAH dépend du mode de cuisson et du type de viande, très différents entre la Chine et les USA. Pour le lait, les auteurs remarquent que la production de lait dix mois sur douze, avec des vaches gestantes plus souvent, a augmenté effectivement la teneur en œstrogènes du lait de vache. Mais la FAO estime que le sulfate d'estrone, principal œstrogène, n'est pas bio-accessible pour les humains et qu'il est donc inactif... La consommation élevée de viande et de lait est sans doute un élément du style de vie « nord-américain », mais cela ne prouve pas qu'elle soit la

cause des incidences élevées de cancer du sein. On peut rappeler que le traitement hormonal de substitution de la ménopause était aussi un élément de ce style de vie, et qu'il est un candidat plus sérieux.

Dans le domaine du cancer, les statistiques sont particulièrement difficiles à interpréter. Pour plusieurs raisons : la durée qui s'écoule entre exposition et apparition d'un cancer, entre 10 et 30 ans, voire plus. Il faut donc reconstituer les conditions d'exposition du passé, exercice difficile lorsque plusieurs substances sont suspectées. L'agriculteur peut-il se rappeler à quels pesticides il a été exposé depuis 30 ans ? Des modifications génétiques peuvent être transmises d'une génération à l'autre, par exemple du fait d'une exposition *in utero*. Des constatations statistiques demandent donc à être confirmées par des tests appropriés, qui font souvent défaut ! En outre, une étude statistique ne vaut que si le nombre de sujets étudiés est suffisant. On appelle puissance de l'étude la probabilité de détecter une différence, si elle existe réellement. Cette probabilité dépend du nombre de sujets, et elle est souvent très insuffisante.

### **Quand les statistiques prédisaient la fin prochaine du genre humain !**

Une étude statistique de 1992 a fait grand bruit, celle d'Elisabeth Carlsen, une scientifique danoise de l'Université de Copenhague, faisant état d'une baisse de la qualité du sperme humain de près de 50% entre 1940 et 1990 : 113 millions de spermatozoïdes par millilitre en 1940 contre 66 en 1990 (voir aussi le Chronique 9). A raison d'une décroissance de 0,94% par an, le genre humain pouvait (peut être) avoir disparu au milieu du siècle ! Pour arriver à ce résultat inquiétant, E. Carlsen a utilisé 61 études publiées entre 1938 et 1991, portant sur 14.947 hommes de toutes origines et continents. Cette étude est citée, donc confortée, par deux spécialistes de renommée mondiale, Niels Skakkebaeck de Copenhague, et Richard Sharpe d'Edimbourg, dans un article du magazine *The Lancet* en 1993 : *Les estrogènes sont ils responsables de la diminution de la qualité du sperme humain et des désordres constatés dans le système de reproduction masculin ?* (*Lancet* 1993, 341, 1392-1395). Cet article sera commenté plus de mille fois, et malgré le caractère interrogatif de l'étude, la plupart des commentaires affirment que la fertilité de l'homme diminue fortement ! Le sujet va mobiliser toutes les agences de santé officielles de la planète, l'OMS, l'OCDE, les Pouvoirs Publics, l'industrie, et des laboratoires du monde entier. L'hypothèse « oestrogènes » est abondamment relayée par les médias. Dolores Lamb, Présidente de l'American Society of Reproductive Medicine, estime que l'étude était problématique, et qu'elle a créé des alarmes dans la société, sans souligner les faiblesses et insuffisances inhérentes aux données utilisées et à leur analyse (Kolata, 2011) .

Car, en 1992, on était loin d'avoir identifié tous les facteurs qui influencent la qualité du sperme humain. Variations journalières pouvant aller jusqu'à 75% pour un individu du jour au lendemain, délai d'abstinence, (une journée de moins sur

cinq peut entraîner une différence de 13.000 spermatozoïdes par millilitre !), variations saisonnières, la production d'été étant aux deux tiers de celle de l'hiver, en Europe et aux Etats Unis. Cette variation n'existant pas dans les pays où il fait chaud toute l'année ! Importantes différences d'origine génétique entre les pays du Nord et ceux du Sud, etc.

Bjorn Lomborg, « l'écologiste sceptique », lui-même statisticien, fait remarquer que pour obtenir la fameuse courbe de décroissance de la qualité du sperme humain, Elisabeth Carsen a utilisé une cohorte de New Yorkais pour construire le point haut de la courbe, pour les années 1940, mais qu'elle les a omis pour le point bas de 1990, alors que la qualité du sperme à New York était restée constante. D.J. Handelsman, de l'Université de Sydney, qualifie d'« *extravagant claims* » (affirmations extravagantes), les résultats de E. Carlsen. Il fait remarquer que l'hétérogénéité des sujets étudiés ne permettait pas d'agrèger les données, ce qui a pourtant été fait. Même remarque de Jens Peter Bonde (2011), de l'Université de Copenhague : E. Carlsen a utilisé des données issues de lieux et de périodes non comparables, ce qui est une violation du premier principe de validité des analyses statistiques de tendance. L'utilisation de médianes plutôt que de moyennes arithmétiques, infirmerait la décroissance. L'étude a été refaite en 1995 et 1998. G.W. Olsen (1995) et R. Golden et al. (1998) ont trouvé que seules les données des vingt dernières années de l'étude Carsen étaient utilisables, ce qui représentait 80% des cas utilisés, et ont conclu à un *statu quo*, sinon une amélioration de la qualité du sperme (G.W. Olsen : *Have sperm counts been reduced 50% in the last 50 years ? A statistical model revisited.*) Des études statistiques contradictoires avec les mêmes données ! On s'étonne que des professeurs d'Université réputés aient pu conforter une étude d'une aussi piètre qualité ! Mais l'américaine Shanna Swan a refait l'exercice, en évitant les biais trop évidents, et sa publication en 2000, confirme le déclin de la qualité du sperme humain dans les pays occidentaux, qui devient, dès lors, une thèse admise par la majorité des experts.

Devant le flot de critiques de l'étude Carlsen, l'Université de Copenhague a lancé en 1995 une étude de 15 ans dont les résultats ont été publiés en Mars 2011 sur un site officiel du gouvernement danois, et repris par la revue américaine *Epidemiology* (Bonde, 2011). De 1995 à 2010, les examens effectués sur 5.000 jeunes conscrits danois de même âge, de même origine géographique, ne montrent aucun déclin de la qualité du sperme, en nombre de spermatozoïdes ou en volume. La valeur médiane se situe entre 40 et 45 millions de spermatozoïdes par millilitre, ce chiffre était de 40 en 1996, 35 en 2006, 50 en 2007 et 49 en 2010. Plus de déclin depuis 15 ans au Danemark !

Jens Peter Bonde, qui commente ces chiffres dans *Epidemiology*, écrit que ces nouveaux résultats ne reflètent évidemment pas les données des années antérieures, mais que c'est une coïncidence troublante de constater que le déclin



aurait pris fin, juste au moment où un programme d'études sérieux est mis en œuvre.

L'« extravagance » de l'étude d'E. Carlsen de 1992 est donc assez probable. Mais l'étude a donné lieu à la psychose des « perturbateurs endocriniens », activée par le livre de Théodora Colborn en 1996 : *l'homme va-t-il disparaître ?* Des dizaines de laboratoires ont travaillé cette thématique, des tests ont été mis au point, des réglementations ont été prises... Cette étude discutée aura fait avancer la science, dans un domaine important de santé publique !

**En particulier, un consensus semble admettre que la période prénatale est une période critique pour l'enfant, et peut engager la santé de l'adulte.**

Jensen et al (2004) font état d'une étude sur 1.770 jeunes hommes dont les mères ont fumé pendant la grossesse. On relève des baisses de concentration spermatique, de la production de sperme, et une réduction de la taille des testicules. L'expérience tragique de la thalidomide a montré que seuls les enfants dont la mère avait pris le médicament, même à très faible dose, entre la 5<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> semaine de grossesse, souffraient de malformations. A contrario, le médicament n'avait eu d'effet ni sur les femmes adultes, ni sur d'autres enfants, même si les prises avaient été conséquentes, du moment qu'elles n'avaient pas eu lieu au cours de cette fenêtre temporelle cruciale où se forment les membres de l'enfant. Des constats identiques ont pu être faits pour le distilbène (diéthylstilbestrol), un médicament prescrit pour éviter les interruptions de grossesse, qui a provoqué des cancers chez les filles exposées *in utero*. Plus que la notion de dose, c'est donc le moment de l'exposition qui a le plus d'influence (B. Jégou et al 2009), (Barbier, 2011). Des expositions à des substances toxiques transmises par le sang de la mère peuvent donc affecter la santé de l'adulte. Et particulièrement lorsque certaines fonctions de l'enfant se mettent en place. De longue date, on connaît les dommages causés par l'alcool chez les femmes enceintes. Mais la liste des substances à éviter s'est beaucoup allongée, jusqu'à comprendre des produits de soins corporels, des huiles essentielles de plantes, et des médicaments ! Le sénateur Gilbert Barbier indique qu'un logo est à l'étude pour les produits grand public, pour éviter aux femmes enceintes et en âge de procréer de s'exposer à de tels produits.

La thèse de Jean-Pierre Dupuy, qui affirme que l'homme ne réagit que lorsqu'il est convaincu d'une catastrophe prochaine, (*Pour un catastrophisme éclairé*, Le Seuil, 2002), aura été vérifiée ! Mais le catastrophisme peut-il vraiment être éclairé ? On peut aussi se demander pourquoi l'équipe danoise a attendu 15 ans pour publier les résultats qui infirment la publication de 1992 !

## **Les amalgames dentaires, l'aluminium, peuvent-ils provoquer la maladie d'Alzheimer?**

Plus récemment, Marie Grosman et André Picot (2007) ont fait état d'un lien statistique entre le nombre d'amalgames argent-mercure portés par les individus, et la maladie d'Alzheimer. Les vapeurs de mercure des amalgames endommageraient le cerveau. Arguments avancés:

- La géographie mondiale de la maladie d'Alzheimer semble bien correspondre à celle de la maladie carieuse, et de l'utilisation généralisée de l'amalgame dentaire ;
- Le cerveau est la principale cible des vapeurs de mercure provenant des amalgames dentaires ;
- Le cerveau des malades d'Alzheimer possède des concentrations mercurielles plus élevées que celui des témoins, fait contesté par d'autres études ;
- Des rats exposés à des vapeurs de mercure, à des valeurs équivalant à quelques amalgames dentaires, montrent dans leur cerveau les mêmes perturbations que celles observées post-mortem dans les cerveaux de 80% des malades d'Alzheimer, l'importance des lésions étant corrélée à la concentration mercurielle du cerveau.

La démonstration ne fait pas uniquement appel à la statistique, et elle est assez convaincante. D'ailleurs, des troubles neurologiques sont effectivement observés chez des travailleurs exposés à des concentrations élevées de mercure. Mais l'exposition liée aux amalgames dentaires peut-elle être qualifiée d'exposition à des concentrations élevées ?

L' AFSSAPS, Agence Française de sécurité sanitaire des produits de santé, avait réfuté ces arguments dans un rapport de 2005 :

- Il constate tout d'abord que les particules d'amalgame ingérées ont une faible bio-accessibilité, c'est à dire qu'elles sont largement éliminées, de même que les ions mercure qui auraient pu se former ;
- 10% au plus des vapeurs de mercure sont absorbés par les poumons ;
- Toutes les études confirment que la quantité de mercure provenant des amalgames réellement absorbée est, en moyenne, de 5 µg/j et que celle-ci reste très en deçà des valeurs reconnues comme toxiques. Par comparaison, une consommation journalière faible de 50 g de poisson de mer contenant 300 µg/kg de méthylmercure, correspond à une dose ingérée de 15 µg/j, et le méthylmercure est plus bio-accessible que le mercure des amalgames, ce qui veut dire que la fraction absorbable par l'organisme est plus élevée ;
- une étude réalisée sur 101 sujets [Saxe, 1999] n'a pas mis en évidence de différence significative de concentrations de mercure dans le cerveau

entre les porteurs d'amalgames et les non-porteurs, contrairement à ce qu'affirme l'étude Grosman-Picot ;

- Aucune étude épidémiologique sur la population générale ne permet de définir un groupe à risque particulier pour l'effet neurotoxique du mercure, contrairement au méthylmercure, pour lequel le groupe sensible est constitué par les femmes enceintes et les enfants ;
- Les résultats d'une étude de Saxe et coll. 1999 ne confirment pas l'hypothèse selon laquelle la présence d'amalgames faciliterait la détérioration des performances cognitives à long terme et la survenue de démence et, en particulier, de la maladie d'Alzheimer.

L'AFSSAPS critique au passage une étude très utilisée par les adversaires des amalgames dentaires, l'étude dite de Tübingen (1997). Vingt mille personnes recrutées par voie d'annonce ont reçu un questionnaire et des appareils de prélèvement de salive. Le but était de corrélérer la concentration en mercure de la salive et le nombre d'amalgames dentaires. Mais le questionnaire ne permettait pas de préciser l'importance des amalgames, leur âge, etc. facteurs ayant probablement une influence. D'autre part, la concentration en mercure de la salive est très variable dans le temps, et constitue donc un paramètre peu utilisable statistiquement. L'étude se proposait de calculer ainsi la dose absorbée par le porteur d'amalgame et de la comparer aux doses résultant de la nourriture, de l'air, de la boisson, estimées à 12 µg/j. Mais le fait que la dose des amalgames et celle de la nourriture ne soit pas de même nature, mercure métal ou méthylmercure, et donc de bio-accessibilité différente, n'a pas été pris en compte. En conclusion dit l'AFSSAPS, « *cette étude qui souffre d'insuffisances méthodologiques majeures, n'a qu'une utilité marginale pour l'appréciation du risque lié à la libération de mercure par les amalgames dentaires.* » L'étude de Tübingen illustre le fait que l'on peut facilement tout démontrer avec les statistiques !

Le rapport du Sénat n°261 de 2001 (Gérard Miquel, sénateur) écrit : « *L'Office ne peut que confirmer que la grande majorité des études internationales consacrées à l'amalgame dentaire dénie les effets néfastes, sur la santé des patients, des doses de libération de mercure. L'Office regrette que la poursuite des débats sur ce sujet sorte, parfois, du strict champ scientifique* ». Il faut cependant remarquer que dans l'industrie où le personnel peut être en contact avec le mercure, certaines personnes, dont les fonctions d'élimination sont insuffisantes, sont déclarées inaptes à ces postes de travail. Les individus sont donc plus ou moins sensibles au mercure. Le sénateur Gérard Miquel ne sera pas ravi d'apprendre que l'Union Européenne a décidé de réévaluer le risque mercure des amalgames en 2011 !

Le problème des amalgames dentaires est avant tout un problème d'environnement. Mais l'autorisation récente de lampes électriques fluo-compactes qui en contiennent chacune 5 milligrammes, permet de se poser des

questions sur la cohérence des politiques environnementales dans l'Union Européenne. En outre, les composites qui remplacent le plus souvent les amalgames ne sont pas sans défauts. Le composite dentaire bis GMA, pour bisphénol A glycidyl méthacrylate, relargue du bisphénol A, substance suspectée d'effets endocriniens, et donc à déconseiller pour les enfants. Des chercheurs ont déjà mesuré les concentrations de bisphénol A de la salive, reproduisant les errements de l'étude de Tübingen. Les biberons en polycarbonate viennent d'être interdits en France, car susceptibles de relarguer du bisphénol A<sup>3</sup>. D'autres composites relarguent du formaldéhyde. Et on accuse aussi les composites de devenir poreux avec le temps, perdant ainsi leur rôle protecteur.

On retrouve une controverse identique pour les effets neurotoxiques de l'aluminium et un lien possible avec la maladie d'Alzheimer. L'aluminium est effectivement un neurotoxique, de même d'ailleurs que d'autres métaux, tels que le manganèse et le plomb. L'aluminium est accusé de causer des troubles graves neurologiques : l'encéphalopathie, des perturbations des fonctions psychomotrices, des perturbations ou lésions évocatrices de la maladie d'Alzheimer (Institut de veille Sanitaire, 2004). Ces troubles ont été effectivement constatés chez des patients dialysés soumis à de fortes doses d'aluminium. Un changement du traitement de floculation de l'eau à Chicago dans les années 1970, (remplacement du flocculant sulfate de fer par du sulfate d'alumine), a entraîné une épidémie d'encéphalopathies chez les patients dialysés. La teneur en aluminium de l'eau pouvait atteindre 400 µg/l. Lorsque la concentration en aluminium du liquide de dialyse est élevée, l'aluminium passe du liquide de dialyse dans le sang. Et comme pour le mercure, on affirme que le cerveau des malades d'Alzheimer contiennent des quantités d'aluminium supérieures à la moyenne, ce que conteste le Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au travail. Des études épidémiologiques récentes de l'INSERM dans la région bordelaise (Etude Paquid, 2004), associent des troubles à des teneurs en aluminium dans l'eau supérieures à 100 µg/l, alors que la norme est de 200. Mais elles sont contestées, car l'apport principal d'aluminium dans l'organisme, par les aliments, n'a pas été pris en compte. Or l'apport par l'alimentation est évalué entre 2,5 et 13 mg par jour contre 0,2 mg par l'eau de boisson, en supposant de consommer 2 litres par jour d'eau au maximum de la norme de 200 µg/l (InVS 2004). Encore une étude statistique biaisée ! L'Institut de Veille Sanitaire conclut : *« les observations sont peu nombreuses et le plus souvent, il n'y a pas de corrélation entre les teneurs en aluminium de l'organisme et la présence de plaques séniles, ce qui ne plaide pas en faveur d'un lien direct entre l'aluminium et la maladie d'Alzheimer. »*

L'aluminium est aussi accusé d'être cancérigène. De nombreuses études ont concerné les travailleurs des électrolyses de l'aluminium. Mais les électrolyses de l'aluminium utilisent des anodes en graphite et brai de houille susceptibles

---

<sup>3</sup> Cette mesure a été étendue par la Loi du 24 décembre 2012, « visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphenol A ».

d'émettre des hydrocarbures aromatiques polycycliques, (HAP), dont certains sont des cancérigènes reconnus. En 1987, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé l'électrolyse de production d'aluminium comme processus cancérigène certain pour l'homme, du fait de l'exposition aux HAP. (Ces HAP sont également émis par les combustions de charbon et de bois, ou la fumée de tabac, processus « cancérigènes » par conséquent) « *Après revue de la littérature, L'ATSDR (1999) conclut que le risque accru de cancer dans l'industrie de production de l'aluminium est dû à la présence de carcinogènes connus, tels les HAP et non à l'aluminium ou ses composants.* » (Institut de Veille sanitaire, 2004). Et le CIRC n'a pas classé l'aluminium parmi les substances cancérigènes.

### **La controverse des retombées de l'accident de Tchernobyl**

Le 26 avril 1986, au cours d'essais, imposés au site de façon militaire, dirons les experts, essais destinés à tester « la sécurité du réacteur » (?), et après que toutes les sécurités aient été débranchées, le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine) a subi un emballement qui va provoquer une explosion de vapeur, puis d'hydrogène, et émettre dans l'atmosphère un nuage de matières radioactives, en particulier de Césium 137 et de Strontium 90. Le réacteur, en effet, n'est pas confiné dans une enceinte étanche. Le nuage se dirige vers la Suède puis atteint l'Europe de l'Ouest. En France, le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI), dirigé par le Professeur Pierre Pellerin, annonce le 29 avril, alors que le nuage atteint la France, « *qu'aucune élévation de radioactivité constatée ne justifie de mesures d'hygiène publique.* » Le journal télévisé de France 3, le lendemain, fait état d'un anticyclone qui « aurait protégé » la France. Information sans doute exacte, car le « nuage » a été plus concentré dans la partie Est de la France. Mais pour illustrer son propos la présentatrice a eu l'idée de placer un STOP sur sa carte à la frontière ! D'où la polémique selon laquelle « *le nuage se serait arrêté à la frontière* » phrase que les Pouvoirs Publics Français n'ont évidemment jamais prononcée (Le Professeur Pellerin gagnera tous les procès en diffamation, en première instance, en appel, et en Cassation, faits peu rapportés par les médias, qui se font un plaisir de citer cette phrase inventée à toute occasion). D'où vient cette mauvaise plaisanterie, destinée à discréditer le SCPRI ? Wikipédia l'attribue à Noël Mamère. Le journal *Libération* du 2 mai 1986 cite le Pr Pellerin : « *Une augmentation de la radioactivité a été enregistrée sur tout le territoire mais sans aucun danger pour la santé* ». Mais le 12 mai 1986, changement de ton : « *Les Pouvoirs Publics Français ont menti. Le nuage a bien survolé une partie de l'hexagone : le Professeur Pellerin en a fait l'aveu 2 semaines après l'accident* ». Peu importe que dans les autres pages du même journal, on trouve des informations qui contredisent cette thèse. Ce gros titre a permis à Noël Mamère de traiter le Professeur Pellerin de « triste personnage » sur Antenne 2, le 22 octobre 1999. Voilà comment on peut « jeter aux chiens » selon une formule célèbre, l'honneur d'un Professeur de médecine de l'Université Paris Descartes,

inventeur de nombreuses mesures de radioprotection, et qui fut le premier au monde, en 1955, à remarquer que la thyroïde captait rapidement l'iode radioactif !

Avec le passage du nuage de Tchernobyl, les médias ont été d'autant plus critiques que les réactions ont été différentes de chaque côté de la frontière franco-allemande : des salades et des épinards sont jugés contaminés en Allemagne alors que les mêmes légumes étaient consommables en Alsace, ce qui pouvait choquer à juste titre. La raison en était simple : les normes étaient différentes en France et en Allemagne. La France fait partie du club des « nucléaires », comme les Etats Unis et le Royaume Uni. Au contraire, l'Allemagne est plutôt contre, et ses normes sont plus sévères. Les länder allemands ont d'ailleurs fixé à cette occasion des normes particulières, au grand dépit de l'instance fédérale. En Suède, pays touché par le nuage en première ligne, des rennes seront abattus, et la population priée de ne pas consommer les fruits et légumes des jardins et des campagnes, en particulier les airelles sauvages !

Il faudra attendre 1996 pour qu'une Directive Européenne unifie les doses acceptables de radioactivité et de rayonnement en Europe. Selon Georges Charpak (2005), la dose moyenne reçue par la population française du fait de l'accident de Tchernobyl aurait été comprise entre 0,025 millisieverts, à l'Ouest, et 0,4 millisieverts, (mSv), à l'Est. Il faut rappeler que la dose moyenne reçue par les Français chaque année est de 3,3 mSv, variant de 1,5 à 6 mSv suivant les lieux : 24,2 % de cette dose sont dus aux examens médicaux et 42,4% aux émanations de radon du sol ou des eaux souterraines. Un examen médical par scanner correspond à une dose de 10 millisieverts... (Voir Chronique 11). James Lovelock écrit dans « La revanche de Gaïa » que la dose reçue par la population européenne du fait de l'accident de Tchernobyl a réduit son espérance de vie de 3 heures. Et 10 millisieverts réduiraient cette espérance de 4 jours, sans toutefois donner les bases de son calcul, qui est sans doute discutable ! Mais on peut donc comprendre que le SCPRI ait pu être rassurant. Et aussi regretter que le service n'ait donné que les moyennes des relevés. En voulant rassurer, le SCPRI a pris le risque d'être accusé de défaut de transparence. Le Professeur Pellerin, accusé et amer, dira : « *Etait-il préférable de dire que la dose reçue était la même que celle que l'on reçoit en vacances en Bretagne, ou en voyage en avion ?* » En effet, l'exposition de la population aux rayonnements cosmiques est évaluée à 0,3 mSv par an au niveau de la mer. A l'altitude de croisière d'un avion, le rayonnement cosmique est 150 fois plus élevé qu'au niveau de la mer, car l'atmosphère absorbe une partie de ce rayonnement (IRSN 2007). Un Parisien reçoit 1 mSv en 17 mois, mais la même dose est reçue en 9 mois en Limousin et au cours de 7 vols Paris-Tokyo ou Paris-San Francisco ([www.Sievert system.org](http://www.Sievert.system.org)). Un kilo de granit a une activité de 1.000 Becquerels et le corps humain une activité de 100 Bq par kilo soit 7.000 Bq pour un individu de 70 kilos. Cette activité correspond à une dose « interne » de 0,25 mSv/an ! Les hommes ne savent pas qu'ils sont radioactifs, par l'eau qu'ils boivent

et le carbone 14, le potassium 40, qu'ils avalent tous les jours avec leurs aliments, en particulier les fruits et légumes « bons pour la santé » !

Des industriels en France se sont inquiétés de possibles retombées de poussières radioactives dans les filtres de leurs compresseurs d'air de grand débit, pour la santé des personnels de maintenance. Une usine de Lavéra (Bouches du Rhône) a analysé la radioactivité des particules déposées sur les filtres de ses compresseurs d'air de 40.000 m<sup>3</sup>/heure. Avec des résultats négatifs. Mais quelques sites d'altitude à l'Est de la France, ou en Corse, ont subi des retombées plus élevées. L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire indique que des dépôts de césium 137 ont affecté l'Est de la France de façon très hétérogène : « *les deux tiers Ouest du territoire présentent des dépôts homogènes inférieurs à 5.000 Becquerels/m<sup>2</sup>, alors que dans la partie Est du pays, les dépôts sont très hétérogènes et peuvent atteindre 40.000 Bq/m<sup>2</sup>.* » (L'activité surfacique en France avait atteint le niveau de 4.000 Bq/m<sup>2</sup> en 1963, du fait des essais nucléaires américains et soviétiques, pour décroître ensuite après l'arrêt de ces essais, IRSN, 2007). Ces hétérogénéités peuvent être dues à des épisodes de pluie pendant le passage du nuage.

Mais on continue à citer : « *le nuage s'est arrêté à la frontière* » même dans les écrits d'une ancienne ministre de l'Environnement, ce qui est quand même surprenant !

L'augmentation constatée des cancers de la thyroïde, vient également alimenter le débat. Mais cette augmentation a commencé en 1977 et elle pourrait plutôt être liée à l'utilisation d'œstrogènes de synthèse en contraception et dans le traitement de la ménopause, ou à un excès d'examens radiologiques. Le taux de cancers de la thyroïde est de 3,1 pour 100.000 pour les hommes et de 5,7 pour 100.000 pour les femmes, et l'augmentation concerne surtout les femmes, ce qui accrédite la thèse des œstrogènes. La courbe des cas constatés est quasi linéaire et ne montre aucune discontinuité qui pourrait être liée à l'accident de Tchernobyl. En outre la cartographie des cas ne recoupe pas celle des expositions aux rayonnements ionisants les plus élevées en France. L'incidence varie d'un facteur 3 selon les départements : les taux les plus bas sont observés dans la Somme et le Doubs et les plus élevés dans le Tarn et le Calvados (P.Vacher et L. Chérie-Challine 2000). Et ces augmentations sont observées dans tous les pays développés, même au Canada et aux Etats Unis, qui n'ont pas été affectés par le nuage de Tchernobyl. La justice a estimé le 7 septembre 2011, après dix ans d'instruction, que le nuage de Tchernobyl n'a pas eu d'effets sur la santé des populations en France, ordonnant un non-lieu en faveur du Professeur Pellerin.

Mais le lien entre cancers de la thyroïde et exposition à l'iode 131 par l'intermédiaire de l'alimentation, en particulier du lait contaminé, a bien été constaté autour de Tchernobyl, particulièrement pour les enfants, bien que la durée de vie de l'iode 131 soit courte (demi vie de 8 jours). Cette durée de vie courte a entraîné des expositions faibles en France, même dans les régions les plus

exposées. Les études nombreuses réalisées depuis 1990 en France ne permettent, ni de confirmer, ni d'infirmer une relation avec les retombées de Tchernobyl, dans la mesure où l'excès estimé est inférieur aux incertitudes sur l'estimation du nombre de cancers spontanés et n'est donc a priori pas détectable (P. Verger, 2000).

Le procès fait au SCPRI fera le bonheur de la CRII-RAD (Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité). Mais cette indépendance est relative : ce sont en général des contestataires ou des militants qui font appel à ses services. Sans mettre en doute l'honnêteté des résultats de mesures, il peut y avoir des différences dans les commentaires qui les accompagnent. A un Maire qui s'étonne que l'eau potable de sa commune soit radioactive sans qu'il en ait été informé, on ne lui dira pas qu'une eau de source très vendue en France encore aujourd'hui avait indiqué sur ses étiquettes dans les années 1920 : « eau naturellement radioactive » en guise de publicité, et qu'une autre, aussi connue, portait sur son étiquette la mention « Source Radium, autorisée par l'Etat », mention qui serait saugrenue aujourd'hui. Et « *que dans de vastes régions du monde, où des milliers d'êtres humains sont exposés à des doses pouvant atteindre 100 millisieverts par an, c'est à dire 10.000 millirems, aucune variation n'a été constatée dans la fréquence des leucémies ni des tumeurs, des malformations, ni en France, ni dans les régions du monde où les doses sont cinquante fois plus élevées* » (Guy de Thé, Académie de Médecine 1999). En fait, dans toutes les régions de France où on peut trouver du radon dans les sols, ou dans les zones volcaniques riches en radioéléments, uranium, thorium, et leurs produits de filiation, on peut s'attendre à trouver des eaux de source radioactives. La vieille cité romaine de Bath en Grande Bretagne possède des eaux thermales très radioactives et les Romains trouvaient à ces eaux des vertus thérapeutiques, renommée qui s'est prolongée jusqu'au 18<sup>e</sup> siècle ! En France, la radioactivité des eaux douces est faible. Mais certaines eaux minérales ou de source, dans des régions riches en uranium ou thorium, peuvent avoir une radioactivité plus élevée. Le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 précise que la consommation de l'eau de boisson ne doit pas entraîner une dose totale indicative (DTI) de 0,1 mSv/an pour une consommation de 730 litres. Cette DTI représente 10% de la dose totale admise dans l'Union Européenne due à l'alimentation, soit 1 mSv/an (Dans la pratique en France, cette dose totale est en moyenne 5 fois plus faible, mais avec des écarts importants selon les régions). La DTI de 0,1 mSv/an est supposée non dépassée si l'activité en tritium est inférieure à 100 Bq/l, l'activité totale en rayonnement  $\alpha$  est inférieure à 0,1 Bq/l, et l'activité  $\beta$  est inférieure à 1 Bq/l. Certaines sources, qui dépassaient la dose, se sont équipées de moyens de la réduire. Mais qui consomme 730 litres d'eau minérale par an ?



## Pesticides et cancers

Les avis d'experts varient avec le temps. Un exemple : le DDT. La substance a été déclarée non cancérogène en 1978 par le National Cancer Institute des Etats-Unis. Puis classée cancérogène en 1993, ce qui a été démenti en 2001 (Académie de Médecine, 2007). Mais son métabolite principal, le DDE, est classé aujourd'hui en catégorie 2B par le CIRC, c'est-à-dire, « cancérogène probable, données suffisantes sur animaux ». Trente ans après son interdiction, le DDT a été choisi « comme meilleure solution » par l'OMS parmi douze insecticides disponibles pour lutter contre la malaria. Dans un communiqué du 15 Septembre 2006, l'OMS écrit : « *Lutte anti paludique : l'OMS estime que l'utilisation du DDT a l'intérieur des habitations est sans danger pour la santé* » . « *Grâce à la position claire de l'OMS sur la question, nous pouvons enfin couper court aux mythes et prétendues données scientifiques qui n'ont fait qu'aider les vrais ennemis, les moustiques, qui mettent en danger la vie de plus de 300 millions d'enfants chaque année* » écrit le sénateur américain Tom Coburn, un des acteurs les plus engagés dans la lutte antipaludique, dans ce même communiqué. Après onze ans d'un régime alimentaire comportant 20 mg/kg de DDT par jour, des singes rhésus n'ont présenté aucun trouble (J.Mouchet 1994). On est loin du « printemps silencieux » de Rachel Carson, livre culte.

La laine de verre était classée cancérogène possible par le Centre International de Recherches sur le Cancer en 1988, puis a été déclassée en 2002, faute d'études concluantes. Mais on se pose toujours la question.

Le rapport conjoint de l'Académie de Médecine, de l'Académie des Sciences, du Centre International de Recherches sur le Cancer, OMS Lyon 2007, sur les causes de cancers, écrit : « *Plusieurs pesticides ont été accusés de causer des cancers chez l'homme, mais aucun des pesticides utilisés actuellement n'est cancérogène chez l'animal ou chez l'homme* (Siemiatycki et al, 2004). » Les pesticides donnent toujours lieu à des suspicions de troubles neurologiques, de troubles de la reproduction, et de cancers.

Et si ces affirmations font débat, c'est que l'on a utilisé dans le passé des pesticides cancérogènes, comme les pesticides arséniés, aujourd'hui interdits. Tous les pesticides sont toxiques, et les applicateurs se protègent insuffisamment. Une étude de grande ampleur, Agrican, portant sur 182.000 personnes dans 11 départements se propose depuis 2005 de clarifier la relation entre pesticides et santé des agriculteurs. Une étude limitée à 6.000 personnes dans le département du Calvados avait montré en 1995 que le risque général de contracter un cancer en milieu rural était moindre qu'en milieu urbain, notamment pour les affections du poumon, de l'œsophage et de la vessie, selon le Pr Gauduchon, de l'Université de Caen, coordinateur de l'étude Agrican. "*Mais un certain nombre de tumeurs pourraient se trouver en excès limité en milieu agricole* », en citant la prostate, les cancers du sang et les lymphomes non hodgkiniens. "*Il existe un risque limité mais confirmé*". Une revue de la littérature sur les lymphomes non hodgkiniens

effectuée en 1992 par Shelia Hoar Zahm, épidémiologiste au National Cancer Institute des Etats Unis, va dans le sens d'une association entre ces tumeurs et l'exposition aux pesticides. Une étude (Van Maele-Fabry et al, 2006) fait état d'une augmentation significative du nombre de cancers de la prostate chez les travailleurs exposés aux pesticides. Mais la causalité de la relation n'ayant pu être établie, cette étude ne permet pas d'imputer cette augmentation aux seuls pesticides. Pour l'OMS (2002), le lien est faible, le mécanisme inconnu, et d'autres recherches sont nécessaires. Dans la plupart des études, les résultats sont contradictoires. Et les constats correspondent à des expositions anciennes, compte tenu du délai d'apparition des cancers, de 20 à 30 ans. Les agriculteurs peuvent-ils connaître exactement les substances auxquelles ils ont été exposés 20 ou 30 ans auparavant ? Ces études ne tiennent donc pas compte d'autres facteurs pouvant avoir une incidence : l'âge, l'exposition à d'autres agents cancérigènes, comme les mycotoxines, les antécédents familiaux, les déséquilibres alimentaires... Une autre étude de 13 ans aux Etats Unis, *The Agricultural Health Study*, a porté sur 90.000 agriculteurs des Etats de l'Iowa et de North Carolina. Les conclusions sont les mêmes : l'incidence de cancers est moindre, avec une exception pour le cancer de la prostate.

### **Pesticides et maladie de Parkinson**

Certains pesticides sont actuellement suspectés d'être une cause d'apparition de la maladie de Parkinson chez les agriculteurs. Terry Brown (2006), de l'Institute of Environment and Health de l'Université de Leicester, (GB), publie dans *Environment and Health Perspectives* les conclusions qu'il tire d'une revue des études épidémiologiques disponibles. Il rappelle que de nombreux facteurs peuvent être à l'origine de la maladie, dont certains neuroleptiques. Des cas de maladies de Parkinson ont été diagnostiqués chez des personnes ayant consommé des drogues illicites contenant de la méthyl phényl tétrahydropyridine MPTP, ce qui a fait progresser la connaissance des mécanismes de la maladie. L'analogie entre le MPTP et l'herbicide Paraquat laisse supposer des effets similaires en exposition longue. La roténone a des actions neurotoxiques qui laissent également supposer des effets du même type. Des tests avec la roténone ont fait apparaître sur les rats des désordres analogues à ceux de la maladie de Parkinson, résultats publiés dans *Nature Neuroscience* en 2000. Des syndromes parkinsoniens sont aussi diagnostiqués chez des soudeurs ou des personnels exposés à de fortes concentrations de manganèse. L'article conclut cependant « *qu'il n'apparaît pas de relation « consistante » entre exposition aux pesticides et maladie de Parkinson* ».

L'équipe 708 de l'Inserm de l'Université Pierre et Marie Curie a comparé les profils d'exposition de 224 cas atteints de maladie de Parkinson et de 557 sujets témoins. L'exposition aux insecticides, en particulier aux organochlorés, semble plus fortement associée au risque de maladie de Parkinson. L'étude conclut à un

doublément du risque (x 2,4), par rapport aux sujets témoins. Mais les pesticides organochlorés en cause, la dieldrine et le maneb, ne sont plus utilisés aujourd'hui. L'étude cite aussi le cuivre, les carbamates fongicides, les phénoxy herbicides (2-4 D, 2-4-5 T, aujourd'hui interdits), (Alexis Elbaz *Professional exposure to pesticides and Parkinson's disease* Annals of Neurology 2009). Le risque semble lié à la durée d'exposition, ce qui est normal. Et comme souvent, l'apparition de la maladie survient avec des délais de 20 ans, ce qui ne facilite pas l'estimation de l'exposition à des substances spécifiques, et l'identification de celles-ci.

La Harvard School of Public Health a effectué une enquête sur 140.000 personnes entre 1982 et 2001. Les chercheurs s'attendaient à constater un plus grand nombre de cas de maladies de Parkinson parmi les agriculteurs. Or les sujets classés « agriculteurs » ne montrent pas un nombre de cas plus élevé que les non agriculteurs ! Une étude de la clinique Mayo de Rochester (Minnesota) sur 240 personnes du Minnesota montre au contraire un risque multiplié par 2,4. James Bower de cette même clinique, indique aussi un risque multiplié par 4 pour les personnes ayant subi un traumatisme crânien. La maladie de Parkinson touche environ 23 personnes sur 10.000 en France.

L'étude réalisée dans les Etats de l'Iowa et de North Carolina, *The Agricultural Health Study*, ne constate pas d'incidence plus élevée de maladie de Parkinson chez les 90.000 agriculteurs étudiés.

S. Costello et al. (2009) de la School of Public Health de l'Université de Los Angeles (UCLA) a étudié les cas de maladie de Parkinson relevés chez les personnes exposées de la « Central Valley » de Californie et relève que l'exposition de longue durée au Maneb et au Paraquat augmente le risque de 75%.

Alexis Elbaz, de l'hôpital de la Salpêtrière à Paris, reconnaît les limites de ces études épidémiologiques, tant que l'on ne connaît pas les mécanismes conduisant à la maladie. Le cas sans équivoque du MPTP devrait permettre des études par la modélisation QSAR relation entre la structure de la molécule et l'activité, bien que ces techniques soient incertaines en toxicologie. Mais l'étude du Dr Elbaz n'a pas mis en évidence un risque associé au Paraquat, molécule pourtant semblable à celle du MPTP, et mise en cause dans d'autres études ! « *Les études cas-témoins pour leur part semblent discordantes et ne permettent pas de conclure sur le rôle effectif des pesticides dans la survenue d'une maladie de Parkinson* » affirmait le Dr Isabelle Tron (2001).

## **Références de la Chronique 14 : Experts et Contre-experts**

Académie de Médecine, Académie des Sciences, Centre International de Recherches sur le Cancer OMS Lyon (2007) Rapport Les causes de cancer en France

Académie des Sciences (2009) Livres points de vue d'Académiciens sur l'environnement et le développement durable.

AFSSA (2007) Dossier 2007-3845 Cruiser

AFSSA (2009) Saisine n°2009-SA-0040 Mortalité d'abeilles en Pyrénées Atlantiques (Mai 2008 à Peyrehorade, Hastingués et Sames)

AFSSAPS (2005) Le mercure des amalgames dentaires. Actualisation des connaissances. Mise en place d'un réseau d'évaluation pluridisciplinaire. Recommandations.

AFSSE (2005) Evaluation des risques liés à l'exposition aux ultra-violets

ARET (2002) Colloque Perturbateurs endocriniens et effets toxiques Mai 2002

Barbier G. (2011) Rapport sur les perturbateurs endocriniens. Le temps de la précaution. Rapport n°765 Sénat

Beck Ulrich (2004) La dynamique politique de la société mondiale du risque. Conférence au séminaire Economie de l'environnement et du Développement Durable de l'IDRI,

Béniston Martin (2010) le changement climatique ; Interview swissinfo du 18/02/2010

Bonde J.P. (2011) Trends in sperm counts. The saga continues. Epidemiology, Vol 22, N°5, Sep 2011, 617-619

Bonmatin J.M. et al (2005) Quantification of imidacloprid uptake in maize crops. Journal of Agricultural and food chemistry, 53; 13; 5336-5341

Brown T. (2006) Pesticides and Parkinson disease. Is there a link? Environment and Health Perspectives 114 (2) feb. 2006

Carlsen E. (1992) Evidence of the decreasing quality of semen during the last 50 years. British Medical Journal, 305, 1392-1395

Challenges n°206 1<sup>er</sup> Avril 2010 « Climat pourri » p 45

Charpak Georges et coll. (2005) De Tchernobyl en Tchernobyls p 226, Odile Jacob

Comité Scientifique et technique de l'étude multifactorielle des troubles des abeilles (2004) Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles : rapport final

Commission d'étude de la Toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole Groupe abeilles Séance du 25 Mars 2004

Costello S. et al (2009) Parkinson's disease and residential exposure to Maneb and Paraquat from agricultural application of Central Valley of California. American Journal of Epidemiology 2009, 169, (8), 919

De Thé G (1999) Energie nucléaire et santé. Avis de l'Académie de Médecine du 22 Juin 1999.

Elbaz A. (2009) *Professional exposure to pesticides and Parkinson's disease* Annals of Neurology

Etude de Tubingen (1997) Etude de Tübingen concernant les amalgames dentaires première & deuxième partie signé du groupe de recherches en analyses de l'environnement de l'Université de Tübingen Dr E. Roller, Dr H.D. Weiss et K.H. Maier »

Friis- Christiansen E and K.Lassen (1991) Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate. Science, Vol 254, n°5032, 698-700

Ganmaa D. et Akio Sato (2005) the possible role of female sex hormones in milk, from pregnant cows, in the development of breast, ovarian, and corpus uteri cancers. Medical hypothesis, 65, 1028-1037

Godard Olivier et T.Hommel (2007) Contestation sociale et organisation de l'expertise scientifique des risques environnementaux et sanitaires. Politique et Sociétés. Vol 26 n°2-3, 27-43

Goldenberg TI et al (2000) Intra uterine infection and preterm delivery New England Journal of medicine 342; 1500-1507

Grosman M. et A. Picot (2007) Le mercure des amalgames dentaires. L'un des principaux facteurs étiologiques de la maladie d'Alzheimer ?

Institut National du Cancer (2009) Nutrition et prévention des cancers. Des connaissances scientifiques aux recommandations.

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire IRSN (2007) Bilan de l'Etat radiologique de l'environnement français en 2005.

Jégou B. (INSERM Rennes) Les hommes deviennent-ils moins fertiles ?  
[www.larecherche.fr](http://www.larecherche.fr)

Jégou B. Jouannet P, A. Spira (2009) La fertilité est-elle en danger ? La Découverte

Kolata G. (2011) No decline in sperm counts, after all, Danish data show. The New York Times 6 Juin

Lebailly P. I. Baldi (2007) Cancers et pesticide. Etude Agrican s Suppl Revue du Patricien Vol 57, 40-44

Le Roy Ladurie E. (1983) Histoire du climat depuis l'an mil. Flammarion

Le Treut Hervé, Jean Marc Jancovici (2004) L'effet de serre. Allons-nous changer le climat ? Flammarion

Le Treut H. (2008) Le réchauffement climatique. Modèles, impact et solutions Le Prisme n°1 ENS Cachan

Lindzen Richard (2008) Science du climat. Est-elle, de nos jours, apte à répondre aux questions ? Colloque Euresis

Lomborg Bjorn (2004) L'écologiste sceptique. Le véritable état de la planète. (Traduction française de l'édition anglaise de 2001). Le Cherche Midi

Lovelock James (2007) La revanche de Gaïa (Flammarion)

Loyen J et al (IRSN) Stratégie analytique des eaux destinées à la consommation humaine.

Mackowiak C. (2009) Le déclin des abeilles domestiques en France. Thèse de la faculté de Pharmacie de Nancy I

Mouchet J. (1994) Le DDT en santé publique Cahiers Santé 1994 ; 4 ; 257-262

OMS/IPCS (2002) Global assessment of the state of the science of endocrine disruptors WHO/PCS/EDC/02.2

Roqueplo P. (2004) L'expertise scientifique dans le contexte d'une politique de précaution. Economie et humanisme n°368 Mars Avril 2004

Roqueplo P. (1997) Entre savoir et décision, l'expertise scientifique. Conférence débat INRA 9 avril 1996. Editions INRA

Schmitt Pierre (1986) le nuage de Tchernobyl se serait arrêté aux frontières. <http://www.dossiersdunet.com/spip.php?article750>

Tron Isabelle (2001) ORS Bretagne. Effets chroniques des pesticides sur la santé. Etat actuel des connaissances

Tron Isabelle, Ferragu Cécile (2010) ORS Bretagne. Pesticides et santé. Etat des connaissances sur les effets chroniques en 2009.

Vacher Pierre et L.Chérie-Challine (2000) Evaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France. Rapport IPSN et InVS, réf IPSN/00-15a

oooooooooooooooooooooooooooo

## Liste des sigles utilisés dans ce document

**ADEME** Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie

**AESN** Agence de l'eau Seine Normandie

**AFSSA** Agence française de sécurité sanitaire des aliments

**AFSSAPS**, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

**AFSSET** Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail,

**AIRPARIF** Organisme de surveillance de la qualité de l'air en Ile de France

**ANSES** Agence Nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail (ex AFSSA, AFSSET)

**ARET** Association pour la recherche en toxicologie

**ATSDR** Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (Edite la base de données toxicologiques du Ministère Fédéral de la Santé des Etats Unis)

**CEA** Commissariat à l'énergie atomique

**CEMAGREF** Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement

**CERN** Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire

**CIRC** Centre International de Recherches sur le cancer (OMS/ONU)

**CITEPA** Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

**CNAM** Conservatoire National des Arts et Métiers

**CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique

**CRIIRAD** Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

**CSTEE** Comité Scientifique sur la Toxicité, l'Ecotoxicité, et l'environnement de L'Union Européenne

**DL 50** Dose létale pour 50% des sujets exposés

**EAWAG** Institut suisse des sciences et des technologies de l'eau

**ECB** European Chemical Bureau de l'Union Européenne (Ispra, Italie)

**ECHA** European Chemicals Agency . Agence Européenne des Produits Chimiques. (Helsinki Finlande)

**EDEN** Endocrine Disruption research (Europe)

**EFSA** Autorité européenne de sécurité des aliments. (European Food Safety Authority)

**ENPC** Ecole Nationale Supérieure des Ponts et Chaussées

**FAO** (Nations Unies) Food and Agriculture Organisation

**FDA** Food and Drug Administration (Etats Unis) Agence de l'alimentation et des produits de santé

**GIEC** Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat

**HAP** Hydrocarbures aromatiques polycycliques

**IAEA** International Atomic Energy Agency (Agence Internationale pour l'Energie Atomique)

**IARC** International Agency for Research on cancer (CIRC)

**IFPRI** International Food Policy Research Institute

**IFREMER** Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

**INED** Institut National d'Etudes Démographiques

**INERIS** Institut National de l'environnement Industriel et des Risques

**INRA** Institut National de Recherches Agronomiques

**INRS** Institut National de la Recherche Scientifique

**INSEE** Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

**INSERM** Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**InVS** Institut de Veille Sanitaire

**IPCC** Intergovernmental Panel on Climate Change

**IPCS** International Programme of Chemical Safety (UNEP/WHO)

**IPIECA** The International Petroleum Industry Environmental Conservation Association

**IRD** Institut de Recherche pour le développement

**IRIS** Integrated Risk information System (base de données toxicologiques de l'US EPA)

**IRSN** Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

**IUPAC** International Union of Pure and Applied Chemistry

**JECFA** "Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives" désigne le comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires.

**JRC** Joint Research Centre de l'Union Européenne (ECB, Ispra, Italie)

**LOAEL** lowest observed adverse effect level. Niveau le plus faible d'observation d'un effet adverse.

**NIH** National Institutes of Health des Etats-Unis.

**NOAEL** No Observed Adverse Effect Level. Niveau sans effet observé

**NOEC** Non Observed Effect Concentration. Concentration sans effet observé

**NRC** National Research Council (USA) Organisme de Recherches pour la National Academy of Sciences, la National Academy of Engineering et l'Institute of Medicine. Il existe aussi un NRC Canada

**NTP** National Toxicology Programme (Ministère de la Santé des Etats-Unis)

**OCDE** Organisation de coopération et de développement économique.

**ODP** Ozone depletion potential. Potentiel de destruction d'ozone.

**OFEG** Office Fédéral suisse des eaux et de la géologie.

**OMS** Organisation Mondiale de la Santé (ONU)

**ONEMA** Office National de l'Eau et des milieux aquatique

**PBL** Netherlands Environmental Assessment Agency

**PCB** Polychlorobiphényles

**PNEC** Predicted No Effect Concentration. Concentration au dessous de laquelle aucun effet adverse n'est anticipé.



**PNUE ou UNEP** Programme des Nations Unies pour l'Environnement (United Nations Environmental Programme)

**PRG** Pouvoir de réchauffement global

**RAIS** Risk Assessment Information System, du Oak Ridge National Laboratory (USA)

**RASFF** The EU Rapid Alert System for Food and Feed

**RAPEX** EU rapid alert system for all dangerous consumer products, except food

**RDA** Recommended Dietary Allowance, (USA) publiées par le US National Research Council, (NRC) Food and Nutrition Board

**RIVM** National Institute for Public Health and the Environment (Pays-Bas)

**TNO** Organization for Applied Scientific Research (Pays-Bas)

**UFIP** Union Française des Industries Pétrolières

**UNEP** United Nations Environment Programme. Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**US-EPA** Environmental Protection Agency des Etats-Unis

**WCRF** World Cancer Research Fund. Fond Mondial de recherches contre le cancer.

**WHO** World Health Organisation : Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

**WMO** World Meteorological Organisation (Organisation météorologique mondiale ONU)

oooooooooooooooooooooooooooo

## Unités de masse utilisées

Unités de masse (moins de 1 gramme)			
1 milligramme	mg	$10^{-3}$ mme gra	0,001 gramme
1 microgramme	$\mu$ g	$10^{-6}$ mme gra	0,000001 gramme
1 nanogramme	ng	$10^{-9}$ mme gra	0,000000001 gramme
1 picogramme	pg	$10^{-12}$ mme gra	0,000000000001 gramme
1 femtogramme	fg	$10^{-15}$ mme gra	0,000000000000001gramme

Unités de masse (plus de 1 kilogramme)			
1 tonne	t	$10^3$ kilogrammes	1000 kg
1 kilotonne	Kt	$10^6$ kilogrammes	1000000 kg
1 mégatonne	Mt	$10^9$ kilogrammes	1000000000 kg
1 gigatonne	Gt	$10^{12}$ kilogrammes	1000000000000 kg
1 tératonne	Tt	$10^{15}$ kilogrammes	1000000000000000 kg