

# Modélisation en écotoxicologie

Programme national en écotoxicologie/Pnetox

## Compte rendu de séminaire

ALAIN WEILL

J'ai assisté le 25 mars 1999 au séminaire « Modélisation en écotoxicologie » organisé dans le cadre du Pnetox par le ministère chargé de l'environnement en coopération avec le club Crin (Club de liaison recherche-industrie).

M'intéressant aux questions d'environnement et convaincu que seule l'approche systémique de l'environnement et donc pluri- et interdisciplinaire permet de répondre le plus souvent aux diverses questions d'environnement posées, j'ai essayé non pas d'analyser les différents exposés de ce séminaire mais plutôt de proposer une vision synthétique. Certes le temps a passé, il ne s'agit donc plus d'une réaction à chaud, mais d'un essai de construction d'une appréciation générale.

Le premier exposé par François Ramade, professeur à l'université de Paris Sud, m'a semblé une bonne introduction des approches écosystémiques mettant en évidence l'importance d'explorer les différentes approches disciplinaires, mais aussi d'analyser les apports des différentes échelles d'observation.

Ont été présentés ensuite « Les modèles d'exposition », une approche technique sur les modèles de bioaccumulateurs (V. Lozeau, Institut français pour l'exploitation de la mer/lfrémer), puis une présentation des problèmes de spéciation (P. Behra, CNRS, Strasbourg) montrant la nécessité d'observer, d'analyser l'ensemble des zones où peuvent migrer les contaminants (dans leur forme d'évolution) en ne se contentant pas d'analyser une seule espèce et une seule zone.

Le développement « d'un outil européen » financé par l'Europe – la France ne participant pas au projet –, permettant de prévoir la concentration en diverses substances « officielles » dans un bassin versant a ensuite été présenté par T. Feitgel (Procter et Gamble).

Après avoir insisté sur l'« universalité » de l'outil, l'orateur a convenu que, dans certains cas, le modèle était relativement mal calé et qu'il aimerait que ce modèle soit également étendu à la France. Par ailleurs, détail humoristique, dans le prospectus publicitaire pour le logiciel, la carte de France est incluse. On aurait aimé avoir une étude comparative avec les modèles français concurrents comme ceux élaborés par le Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement/Piren-Seine qui présentent une résolution sans doute plus fine et qui sont plutôt des modèles de scénarios.

Puis, est venu l'exposé des « Modèles d'effets », relations structure et activité (F. Touffet Briens) et les modèles mécanistiques (E. Vindimian, Institut national de l'environnement industriel des risques majeurs/Ineris). M. Jarry (université de Pau) a alors

proposé l'apport de l'approche systémique du type dynamique de populations appliquée à l'étude des relations toxiques et dynamique des populations. La dynamique des systèmes écologiques complets prend en compte les interactions et les liens entre les différents éléments du système dans la modélisation écotoxicologique afin d'articuler, par exemple, les éléments qui relient les contaminants, les milieux et la santé humaine. Il s'est étonné que cette approche systémique, mise en place dans le Programme environnement interdisciplinaire vie et sociétés/Pirevs du CNRS, n'ait pas été développée dans le cadre de l'écotoxicologie.

Ensuite, sont venus des exposés dont je n'expliciterais pas les contenus, tel que l'évaluation des risques liés à l'emploi de produits chimiques (S. Rault, université de Caen), l'estimation multicritère de l'analyse des risques de produits chimiques par la méthode Siris (J.-M. Jouany, université de Rouen), une étude d'épidémiologie du cancer chez le flet et le dragonnet en estuaire et baie de Seine (C. Munsch, Ifremer), ainsi qu'un exposé sur les limites et les perspectives des modèles (J. Detvillers, Centre de traitement de l'information scientifique/CTIS).

Je ne m'étendrai pas sur les deux premiers exposés qui ont défini les différentes méthodes d'évaluation des risques et qui correspondent plutôt à l'état de l'art dans le domaine de « l'ingénierie de l'étude des risques », j'aurais beaucoup plus à dire sur les deux derniers exposés.

Concernant l'épidémiologie du cancer en baie de Seine, l'auteur justifie son approche comme purement expérimentale, n'ayant pas voulu faire de la modélisation a priori. Or, quand on analyse le protocole expérimental, il est patent qu'aucune stratégie d'échantillonnage n'a (tout au moins considérant l'exposé) été construite a priori. Il est bien dommage de considérer la modélisation comme « une perversion de la science », alors que de nombreuses approches de types phénoménologiques peuvent et doivent être des aides à la construction d'expériences, même si certaines hypothèses sont à réfuter a posteriori. Il peut ne pas s'agir forcément d'un modèle mathématique, mais plutôt d'un modèle conceptuel avec les différentes hypothèses que fait le chercheur sur le fonctionnement du système étudié. Ce type de modèles conceptuels est fondamental si on veut conduire une expérience. On peut rappeler ici que des connaissances sur l'atmosphère et la couche limite sont issues d'observations du comportement en vol des oiseaux de mer (Woodcock) et ont été partiellement confirmées par la suite. Le modèle conceptuel de Woodcock a permis à Willis et Deardorff de concevoir un modèle

ALAIN WEILL  
CETP/UVSQ-CNRS-IPSL,  
10-12 Avenue de l'Europe,  
78140 Velizy, France  
Tél. : 01.39.25.49.00 ;  
fax : 01.39.25.49.22 ;  
alain.weill@cetp.ipsl.fr

SI  
NATURES  
SCIENCES  
SOCIÉTÉS  
1999

— Vie scientifique

plus réaliste de simulation en cuve, puis un modèle numérique tridimensionnel (Deardorff). L'ensemble de ces modèles a ainsi conduit à construire des expériences de validation qui ont confirmé certains résultats, mais en ont infirmé d'autres. En tous cas, une approche duale modélisation-expérimentation nécessaire à l'approche des processus s'est constituée. L'ignorance a priori implique au moins d'avoir un schéma prospectif de fonctionnement probable des systèmes.

Le dernier exposé m'a littéralement désolé. Il s'agissait de prôner la mise en place de modèles statistiques très évolués pour analyser la toxicité de nouvelles molécules de façon à limiter en particulier les essais sur les animaux. J'ai compris qu'une fois analysés les avis des experts connaissant les molécules proches de ces nouvelles molécules (premiers exposés de la session sur les modèles d'analyse de risques), des

techniques d'analyse statistiques très évoluées étaient réalisées sur les molécules proches des molécules connues, de telle sorte qu'in fine des « indices » de toxicité soient établis. J'ai eu l'impression d'un exercice ludique de la part des statisticiens sans intérêt « scientifique » préalable, alors que d'autres questions, sans doute importantes, restent posées : quels sont les effets d'interaction (effets de synergie possibles) entre la nouvelle molécule et des molécules qui seraient présentes dans les différents milieux ?

À la fin de l'exposé, la nécessité de la modélisation en écotoxicologie, en particulier dans une approche systémique, pour prendre véritablement en compte le compartiment santé, qui a été à peine évoqué dans ce séminaire, m'est clairement apparue. Mais sans doute, ce séminaire mettait-il en prospective une étape nécessaire : intégrer l'écotoxicologie dans des modèles de l'environnement.

## Représentation des sciences et des technologies chez les leaders d'opinion

### Synthèse d'étude

RAPHAËL ELMALEH

RAPHAËL ELMALEH  
Consultant à  
la Cité des sciences  
et de l'industrie  
Tour Helsinki, apt. 6-3 PA,  
50, rue du Disque  
75013 Paris  
Tél./fax : 01.44.23.74.00 ;  
elmraph@yahoo.fr

Clonage, Internet, viagra... : pas un jour désormais sans que sciences et technologies ne fassent parler d'elles. Par des découvertes, par des applications facilitant nos vies quotidiennes, par les débats que ces innovations suscitent aussi, comme les manipulations génétiques, parfois enfin par des drames comme Tchernobyl. Phénomène économique, social, éthique et politique, la recherche sous ses multiples aspects relève du fait culturel total. Quelles sont les conséquences de cette explosion des sciences et des techniques sur nos façons de voir le monde ? En particulier, comment ceux et celles que l'on appelle les leaders d'opinion, se représentent-ils cette irruption et les changements qui l'accompagnent ? C'est, entre autres, à ces questions que la Cité des sciences et de l'industrie apporte des réponses avec une étude réalisée cette année auprès d'une cinquantaine de personnalités françaises, essentiellement des chefs d'entreprise et des responsables des médias, dans une moindre proportion des hauts fonctionnaires, des syndicalistes, des politiques.

Premier résultat, première surprise : les participants ont dans leur grande majorité une vue positive, et pour certains enthousiaste, des développements scientifiques et technologiques actuels. Et lorsqu'ils émettent des réserves, c'est très souvent en les attribuant à l'opinion générale. Ils sont nombreux à déclarer que sciences et technologies apportent « évidemment plus de bien que de mal », même si ils/elles comprennent « les peurs des gens ». Tout se passe comme si l'adhésion à une sorte de « valeur-sciences-et-technologies » constituait un devoir pour les élites.

Second résultat : cette adhésion à une science comme valeur, une valeur socialisée pour ne pas dire banalisée, n'est plus simplement l'attribut des élèves d'écoles scientifiques et d'ingénieurs, mais elle est affirmée, et parfois avec plus de force encore, par les participants ayant une formation littéraire, journalistique ou juridique. Même ceux qui, trente ou quarante ans après, demeurent « traumatisés » par tel professeur de mathématiques ou de géologie, parlent sans timidité de disciplines qui autrefois les « ennuyaient ». Si cette tendance se confirme, il y a là un petit séisme culturel « au pays de l'homme de lettres et de l'ingénieur d'état ». Sciences et technologie sont perçues par beaucoup comme seules rescapées, avec le marché et la démocratie, des grandes mythologies universelles du siècle. Et, ajoutent quelques participants : « On n'est encore qu'au début » d'une « révolution » ou selon d'autres, d'un « changement de monde ».

Troisième résultat : la science est considérée par les participants comme une alliée dans la marche des femmes vers l'égalité. « Les questions de la maîtrise du corps... dit l'une d'elles, les batailles sur l'avortement et la contraception... c'est à travers ça que je me suis posée la question de savoir en quoi la science pouvait me toucher dans ma vie personnelle et dans un combat plus large ». Reste, notent certains, un monde scientifique encore sexiste dans sa pratique quotidienne, ses reconnaissances et même ses objets d'étude.

Quatrième résultat : Einstein, et ce qu'il représente, n'est plus la figure dominante de l'imaginaire scienti-