

Un colloque sur la pluridisciplinarité dans les problèmes d'environnement : quelques enseignements et orientations pour l'avenir

D. BALLAY¹, B. BOBÉE², F. ERB³, P. FLORENT⁴, R. SEUX⁵,
D. TESSIER⁶, J.-P. VILLENEUVE²

Un colloque organisé du 14 au 16 mars 2001 à Québec par le Centre de Coopération interuniversitaire franco-québécoise (CCIFQ) et l'Institut national de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE) s'était fixé comme objectif de promouvoir la pluridisciplinarité dans l'approche des problèmes d'environnement en traitant des interactions entre les trois compartiments : air, sol et eau.

La pluridisciplinarité n'implique pas, bien sûr, qu'un chercheur prétende mettre en œuvre lui-même, toutes les disciplines nécessaires pour embrasser la complexité d'un problème d'environnement ; *a contrario*, il ne suffit pas de juxtaposer sur un même objet de recherche plusieurs approches disciplinaires. La pluridisciplinarité dépend en fait très largement de l'attitude du chercheur :

- elle suppose d'abord que le chercheur accepte de prendre le risque de travailler aux frontières de sa discipline d'origine, voire à l'interface de deux disciplines. C'est bien un risque parce que le terrain est moins sûr, mais on peut penser qu'il en est des disciplines comme des milieux physiques, c'est-à-dire que l'exploration des interfaces peut être particulièrement fructueuse et mérite donc d'être encouragée ;
- elle suppose aussi que le chercheur s'intéresse aux travaux qui se font dans d'autres disciplines que la sienne et se préoccupe de se donner les moyens de dialoguer avec les auteurs de ces travaux.

1. Conseil général du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Paris.
2. Institut national de la recherche scientifique, Eau, Terre et Environnement.
3. Professeur émérite, Université de Lille 2.
4. Professeur émérite, Université de Valenciennes.
5. École nationale de la santé publique, Rennes.
6. Institut national de la recherche agronomique, Versailles.

Le colloque a été un succès dans la mesure où les participants présents dans la salle appartenaient toujours en majorité à des disciplines différentes de celles des conférenciers.

Avant d'évoquer les enseignements et orientations relatifs à chacun des compartiments eau, sol et atmosphère et de souligner l'intérêt de bien les relier, les présentations et les débats du colloque incitent à formuler deux remarques générales :

- la première concerne la place des sciences biologiques. Lorsque nous travaillons dans le domaine de l'environnement, l'objectif final est d'assurer de bonnes conditions de vie aux organismes vivants, et tout particulièrement à l'homme.

Il est normal que de nombreux travaux de recherche visent des objectifs intermédiaires comme de réduire les émissions de tel ou tel polluant ou de comprendre sa circulation dans tel ou tel compartiment. Il est cependant essentiel de garder présent à l'esprit l'objectif final, dont les normes et limites réglementaires ne sont qu'une traduction incomplète et grossière, et de faire aussi souvent que possible le lien jusqu'aux effets sur les organismes vivants et sur l'homme ;

- la seconde concerne le facteur temps. Dans les questions d'environnement, il s'écoule presque toujours un temps important entre une action (qu'elle soit conçue pour être favorable à l'environnement ou constitue une menace pour l'environnement) et le moment où on peut en observer les résultats. On ne peut donc pas progresser par essai et erreur. Il faut au contraire construire une démarche consistant d'abord à comprendre les mécanismes en jeu puis à modéliser pour prévoir les effets à attendre de telle ou telle action.

Pour le sol, les travaux du colloque ont montré que la plupart des échanges entre celui-ci et le milieu extérieur mettent en jeu des phénomènes biologiques. Les mécanismes de réorganisation et de décomposition dans le sol par les êtres vivants sont encore mal connus. Le stockage ou le déstockage des éléments peut être très rapide, et la forme sous laquelle se trouve l'élément, évoluer rapidement. Les éléments peuvent être stockés dans des structures biologiques et les propriétés d'adsorption des constituants des sols sont très sensibles à l'environnement géochimique (pH, potentiel d'oxydoréduction). Les deux composantes — biologique et géochimique — doivent être prises en compte pour interpréter la biodisponibilité des éléments et leur impact environnemental. De plus, dans les sols, les changements de propriétés sont cumulatifs et affectent les transferts de manière durable et parfois non réversible vers les autres compartiments du milieu. Les efforts de recherche doivent donc passer par une connaissance des sols en relation avec leurs propriétés d'échange et de transfert, qu'il s'agisse de molécules, de particules solides ou d'êtres vivants (virus, bactéries, champignons), vers l'homme ou les autres milieux.

Par ses interventions, l'homme modifie le milieu à toutes les échelles. L'échelle du bassin versant élémentaire mérite une attention particulière en tant qu'unité de fonctionnement à l'échelle du paysage. Il est aussi nécessaire d'intégrer des échelles temporelles allant jusqu'à plusieurs cycles de végétation, dans des dispositifs de longue durée supérieure à 10 ans.

Les études doivent associer à la distribution spatiale des sols, une approche spatiotemporelle de leurs usages et des activités socio-économiques auxquelles ils contribuent. La mise au point de modèles de fonctionnement des systèmes naturels et anthropisés visant à effectuer des bilans environnementaux est indispensable.

La plupart de ceux qui s'intéressent à l'environnement commencent seulement à prendre conscience de l'**importance des transferts de polluants par voie atmosphérique**. Cette prise de conscience est dérangeante parce qu'elle oblige à revoir l'évaluation des pratiques et des technologies qui réduisent les rejets vers l'eau ou le sol mais envoient vers l'atmosphère une partie des polluants. Elle est aussi dérangeante pour les spécialistes de l'eau habitués à raisonner dans le cadre du bassin versant, parce que les transports de pesticides, de mercure ou de composés azotés ignorent les limites de ces bassins. Les communications présentées oralement ou sous forme d'affiches nous ont montré que des travaux très intéressants sont réalisés mais que globalement, l'effort de recherche paraît encore très en-dessous de ce qui serait souhaitable.

Le **transfert de polluants par voie atmosphérique** ne se limite pas à des problèmes locaux mais concerne les pays, voire la planète. Il faut donc se pencher sur l'origine des grandes pollutions et les traiter à leur source.

Ces transferts par voie atmosphérique concernent le transport des particules par le vent dans la couche limite terrestre au voisinage des surfaces solides ou fluides. Les particules proviennent notamment des fumées ayant pour origine les productions industrielles et domestiques, des pulvérisations d'origine agricole, de l'érosion des sols par le vent... Les échanges entre le sol, l'eau et l'atmosphère induisent des réactions chimiques dans le sol.

Comme tous ces transferts dépendent de la géométrie de la surface terrestre et des gradients de température entre l'air et le sol, la création localement de barrières artificielles est une première réponse pour aider à résoudre les problèmes. Pour aider à la création de ces barrières artificielles, les connaissances physiques de base existent chez les aérodynamiciens, biologistes, chimistes, géologues, hydrologues et pédologues. Des modélisations sont possibles à partir des résultats existants dans plusieurs disciplines et elles peuvent être développées grâce à une coopération pluridisciplinaire. En particulier, les modèles météorologiques doivent être adaptés aux échelles locales et non plus seulement planétaires.

S'agissant du **compartiment eau**, les pollutions diffuses sont moins maîtrisées que les pollutions ponctuelles. Elles entraînent souvent des effets cumulatifs dans le temps et dans l'espace, illustrées, par exemple, par les concentrations retrouvées dans les organismes aquatiques (espèces benthiques, moules, mousses, etc.) ou par l'augmentation des taux de polluants (pesticides, métaux) dans les ressources en eau. Il importe donc de développer des méthodes biologiques permettant de déceler précocement les atteintes du milieu eau et des écosystèmes aquatiques par les toxiques.

Ce qui est vrai en milieu rural, avec des pollutions d'origine agricole ou avec les phénomènes d'érosion, l'est aussi en milieu urbanisé avec les rejets par temps de pluie. Il s'agit là de pollutions dues à des événements de durée limitée dont la gestion est généralement mieux maîtrisée (par exemple, gestion en

temps réel des débordements d'eaux usées). Ce thème doit cependant faire l'objet de recherches complémentaires.

Par ailleurs, il convient de reconsidérer l'approche par bassin versant dès lors que la contamination des eaux par certains polluants atmosphériques dépasse largement cette délimitation.

Les résultats analytiques ne donnent que des informations partielles sur la toxicité ; il importe donc de confronter ces données avec des études écotoxicologiques sur les polluants concernés. L'approfondissement de la compréhension des mécanismes de toxicité devrait s'appuyer sur un renforcement des études de spéciation pour permettre une meilleure évaluation du risque. Enfin, le développement des biomarqueurs est indispensable pour déceler le potentiel toxique de certaines pollutions diffuses, dans un but de prévention.

Il est légitime que chaque compartiment fasse l'objet d'investigations qui mobilisent le plus souvent de nombreuses disciplines pour comprendre son fonctionnement et élucider des mécanismes complexes d'évolution de contaminants en son sein. Mais, il est aujourd'hui pertinent et indispensable de **développer des études aux interfaces**. La notion de bilan nécessite l'évaluation des flux entrants et sortants de chaque compartiment. La prise en compte la plus large possible des écosystèmes et de leurs interactions devrait permettre d'éviter des reports de contamination d'un compartiment à l'autre, eau vers atmosphère par exemple, lors de la mise en œuvre de préconisations ou de solutions technologiques par suite d'une évaluation insuffisante.

Ceci nécessite une évolution des comportements des différents acteurs. Le fonctionnement des équipes et la conception des programmes de recherche devraient privilégier la démarche fédérative autour de projets complémentaires et cohérents.

Les méthodes d'évaluation des risques illustrent cette démarche fédérative. Elles peuvent aider les chercheurs travaillant sur les compartiments air, sol et eau à structurer leurs travaux dans une approche prenant plus globalement en compte les impacts sur l'environnement et les écosystèmes. En développant l'évaluation des expositions aux contaminants de l'environnement par les différentes voies, on cernera mieux les dangers et les risques encourus. Mais un effort important doit être fait pour intégrer les dimensions sociologiques et économiques des solutions ou des orientations proposées afin de mieux organiser le débat et obtenir l'adhésion des acteurs et de l'opinion.

Il y a cependant encore du chemin à parcourir car il reste notamment à mieux prendre en considération, dans l'approche des problèmes d'environnement, l'histoire, les sciences de l'homme et de la société.