

# Incertitude et environnement

## La fin des certitudes scientifiques

## Uncertainty and environment

## The end of scientific certainty

Paul ALLARD\*

L'incertitude constitue une dimension centrale de la réflexion concernant les questions environnementales, mettant radicalement en question les paradigmes déterministes qui ont prétendu faire de la connaissance, en particulier scientifique, le seul instrument des décisions et des régulations collectives.

### Résumé

L'incertitude a souvent été invoquée ces dernières années pour caractériser une forme d'impuissance de l'homme à maîtriser la nature. La science du XIX<sup>e</sup> siècle et d'une bonne partie du XX<sup>e</sup> était sûre de sa vérité. Aujourd'hui, la science est plus modeste : elle rappelle constamment que ses résultats ne sont que des vérités temporaires, qui peuvent être contestées à tout moment. Cette notion d'incertitude est incluse dans les concepts de nombreuses disciplines, de la physique à l'économie. L'environnement est un phénomène complexe, il ne peut échapper aux incertitudes des diverses sciences. Les décideurs sont à la recherche de solutions simples et sûres, l'incapacité des chercheurs à fournir des résultats sûrs est perçue négativement. L'incertitude scientifique génère de l'incertitude dans les options à suivre. En outre, les décisions sont prises *via* des processus qui intègrent les données scientifiques, mais aussi beaucoup de facteurs contradictoires, comme le coût, l'efficacité et des évaluations subjectives. Il est donc nécessaire de développer des méthodes pour gérer l'incertitude dans les approches scientifiques, comme dans les étapes de la prise de décision.

### Mots-clés

Incertitude. Environnement. Science. Décision. Complexité.

### Abstract

Uncertainty has often been invoked in recent years to characterize a form of man's impotence to control nature. The science of the nineteenth century and well into the twentieth was sure of its truth, science today is more modest, constantly reminding that its results are only temporary truths that can be challenged at any time. This notion of uncertainty is included in the concepts of many disciplines, from physics to economics. The environment is a complex phenomenon, it cannot escape the uncertainties of the various sciences. Policymakers are looking for simple and safe solutions, the inability of researchers to provide reliable results is perceived negatively. Scientific uncertainty generates uncertainty in the options to follow. In addition, decisions are taken by processes that incorporate scientific data but also many conflicting factors such as cost, efficiency, and subjective assessments. It is therefore necessary to develop methods to manage uncertainty in scientific approaches, same as in the stages of decision making.

### Keywords

Uncertainty. Environment. Science. Decision. Complexity.

\* Professeur d'histoire, Université de la Méditerranée, UMR 6012 ESPACE.

## Introduction

L'incertitude scientifique est un thème classique de l'épistémologie des sciences mais ce travail n'a pas la prétention de se placer sur le terrain épistémologique, il s'agit de présenter quelques réflexions à partir d'un ouvrage publié en 2008 sur le thème de l'incertitude et de l'environnement. Cette approche est justifiée par le fait que la plupart des phénomènes environnementaux qui peuvent avoir des impacts sur le long terme sont soumis à des incertitudes scientifiques fortes. C'est par exemple le cas pour l'évaluation des effets de la politique forestière sur les émissions de dioxyde de carbone et la capture du carbone. Corrélée à cette forte incertitude, la probabilité des irréversibilités dans la prise de décision est très élevée. En fait, les décisions prises face à de telles incertitudes n'affranchissent pas des erreurs *ex post* dont les conséquences ne peuvent pas être évaluées au préalable, de manière fiable, par une analyse probabiliste.

Les définitions proposées pour le mot incertitude sont multiples, car le mot est devenu largement polysémique, mais les deux plus usuelles sont : d'une part, ce qui est mal connu et, d'autre part, ce qui est imprévisible. La première définition est dans la lignée des scientifiques qui, à la suite de Bernoulli [1713], ont considéré que la science pouvait tout connaître :

« *L'incertitude n'est pas dans les choses mais dans notre tête : l'incertitude est une méconnaissance* ».

L'autre acception peut être considérée comme plus angoissante : il existerait des phénomènes imprévisibles qui échappent au principe de causalité et ne sont connus qu'en termes de probabilités. Les deux acceptions se retrouvent dans le domaine scientifique : aux erreurs de mesure s'ajoutent les incertitudes liées aux propriétés des objets étudiés et à leurs interrelations.

L'incertitude est souvent invoquée depuis quelques années pour caractériser une forme d'impuissance de l'homme à maîtriser la nature. À la science « triomphante » du XIX<sup>e</sup> siècle et d'une bonne partie du XX<sup>e</sup> succède une science « modeste » qui ne cesse de rappeler que ses résultats ne sont que des vérités temporaires susceptibles d'être remises en cause à tout moment. Comme l'écrit Edgar Morin [1980] :

« *La connaissance progresse en intégrant en elle l'incertitude, non en l'exorcisant* ».

Désormais il n'est plus possible de s'appuyer sur les « certitudes » (ou supposées telles) de la science pour envisager l'avenir. La prospective, développée par Gaston Berger à la fin des années 50, n'a cessé de se développer et intègre les incertitudes en proposant différents scénarios pour décrire les futurs possibles.

Les décideurs sont en quête de solutions simples et sûres et perçoivent négativement l'incapacité des chercheurs à les leur fournir. Ils ont l'impression que ceux-ci ne leur renvoient que des probabilités et des estimations qui soulèvent parfois autant de questions que de solutions. Il est évident que l'incertitude scientifique génère une incertitude dans les options à suivre, et que ces incertitudes doivent désormais être reconnues comme étant une propriété intrinsèque des questions environnementales et non pas le résultat d'une défaillance de la part des chercheurs ou des décideurs. La complexité porte en elle-même des principes d'incertitude et il n'est plus possible d'affirmer que la connaissance en viendra à bout. L'incertitude n'est plus le fruit de notre ignorance, elle est une des caractéristiques des objets et des phénomènes étudiés. Il est donc nécessaire d'élaborer des méthodes de gestion de l'incertitude dans les approches scientifiques, comme dans les démarches de prise de décision.

On ne peut pas parler d'incertitude sans souligner ses conséquences sur le comportement des individus. L'angoisse naît des situations incertaines dans lesquelles les individus ne maîtrisent pas le contexte qui les entoure. Il ne faut donc pas négliger la dramatisation et les tensions qui peuvent être générées par les situations d'incertitude à titre individuel et collectif [Baggio, 2008].

Par ailleurs, l'incertitude ne porte pas sur les mêmes objets selon les lieux et les cultures. Les inquiétudes sur l'avenir varient, entre autres, selon le degré de développement économique et les représentations culturelles des relations homme/nature [Douglas, 1971 ; Douglas et Wildavsky, 1982]. Les incertitudes environnementales peuvent passer au second plan lorsqu'il s'agit d'assurer les besoins vitaux d'une population en eau potable, en nourriture et en soins par exemple.

Les incertitudes sont de nature différente, Silvio Funtowicz et Jerome R. Ravetz [Ravetz, Funtowicz, 1991] distinguent au moins trois catégories d'incertitudes :

- les incertitudes techniques (relatives aux mesures) ; les mesures inexactes parce que les conditions sont difficiles ou les appareils insuffisants ;
- les incertitudes méthodologiques (concernant le choix des instruments d'analyse) ;
- les incertitudes épistémologiques (liées à la conception d'un phénomène).

Dans notre ouvrage *Incertain et environnement* [Allard, Fox, Picon, 2008], nous avons regroupé la réflexion collective dans trois chapitres qui incluent les catégories précédentes dans les deux premiers chapitres, le troisième est consacré à l'incertitude sociale liée au fonctionnement des processus sociaux qui sont en jeu dans l'interaction homme/nature. Ces processus varient dans le temps et dans l'espace et ne se prêtent guère à une modélisation prédictive, ils interviennent fortement dans la gestion environne-

mentale et s'opposent parfois aux logiques scientifiques. En définitive les trois chapitres de l'ouvrage ont donc pour titre :

- les incertitudes techniques liées aux mesures et aux représentations ;
- les incertitudes liées à la structure des modèles et à leur validation ;
- l'incertitude dans la politique de gestion.

## La fin des certitudes scientifiques

Il ne s'agit pas de remonter aux origines de la pensée scientifique mais plutôt d'évoquer la période particulière qui, du <sup>xvi</sup>e siècle jusqu'à une période récente, a été dominée par le développement des sciences et la croyance en la possibilité de comprendre les lois de la nature afin de les utiliser au service de l'humanité. Cette croyance s'est accompagnée bien souvent de la certitude que les sciences étaient porteuses d'une vérité intangible et que toutes les découvertes scientifiques étaient autant de vérités définitives sur lesquelles on pouvait s'appuyer dans les années à venir. Ce scientisme, que Marcellin Berthelot aurait résumé, à la fin du <sup>xix</sup>e siècle, dans une phrase célèbre qui lui est attribuée, « *Le monde n'a plus de mystère !* », n'était certes pas partagé par tous les scientifiques. Mais il est vrai que cette vision d'un monde maîtrisé par la connaissance scientifique a été dominante et largement partagée par le grand public. L'idée de progrès s'appuyait sur les connaissances scientifiques élevées au rang de vérité suprême. En France, le positivisme d'Auguste Comte a vraisemblablement prédisposé les esprits à accepter, plus que dans d'autres pays, cette approche scientifique. L'école républicaine, porteuse de l'idée de progrès, a inlassablement diffusé dans le grand public cette croyance en une science porteuse de certitudes. Au plus haut niveau, Marcellin Berthelot, couvert d'honneurs et de titres, ne fut-il pas le responsable de l'enseignement supérieur ? Son entrée au Panthéon symbolisait le lien entre les valeurs républicaines et les valeurs de progrès portées par les sciences.

Ce lien entre une certaine conception de la science et une idéologie politique, centralisatrice, laïque, progressiste s'est développé tout au long du <sup>xix</sup>e siècle. On en retrouve les prémisses sous Napoléon III dans sa conception de la modernisation de la France sous la houlette d'un État qui s'appuie sur les grands corps des ingénieurs pour assurer l'endiguement des fleuves et mener à bien le reboisement de la France. La science et les techniques justifient les politiques étatiques. Les Républicains, porteurs d'une idéologie ouvertement progressiste et laïque, s'appuieront encore plus sur les sciences pour affirmer leur légitimité : les sciences répondent aux questions qui autrefois trouvaient des réponses dans les religions [Claeys-Mekdade, Allard, 2007]. Les incertitudes propres à la démarche scientifique étaient ainsi minorées, du moins dans les discours officiels jusqu'à une époque très récente.

Les changements sont venus de l'évolution des sciences elles-mêmes, désormais beaucoup plus enclines qu'autrefois à énoncer les incertitudes qui entourent les mesures, les concepts et les modèles utilisés.

Depuis quelques dizaines d'années, l'incertitude est donc venue se placer au centre des préoccupations. Les certitudes d'autrefois ont volé en éclats face à une nouvelle approche de l'incertitude. Celle-ci ne serait pas due à notre ignorance mais serait consubstantielle au monde. Les diverses disciplines scientifiques ont intégré l'incertitude dans leur conceptualisation.

**La physique des particules** est sans doute la première à intégrer le principe d'incertitude dans son champ conceptuel (Heisenberg). En mécanique quantique, il n'est pas possible de connaître exactement la valeur d'un paramètre sans la mesurer, et toute mesure a une dispersion statistique qui est intrinsèque au phénomène et n'est pas due à une imprécision de mesure. Si l'on fait plusieurs fois une mesure du même phénomène, on obtiendra plusieurs résultats différents ; seules les probabilités pour chaque résultat peuvent être prédites.

**L'économie** a introduit assez tôt l'incertitude dans ses raisonnements, notamment à propos des choix des acteurs, ce qui a donné naissance à la théorie des jeux et plus récemment à de nombreux travaux sur les fluctuations boursières. Les chaînes décisionnelles peuvent être incohérentes alors qu'elles paraissent logiques. Dans l'économie de l'information, l'incertitude est même au cœur du raisonnement. On retrouve également l'incertitude dans les modèles macroéconomiques, l'inscription des économies dans une dimension mondiale rend l'efficacité des modèles économiques plus aléatoire.

**Depuis quelques années également les mathématiques** se sont intéressées à l'incertitude. Le chaos peut surgir des équations différentielles. C'est une grande découverte des années 1960, due au météorologue E. Lorenz et au mathématicien David Ruelle. Pour des systèmes « bien choisis » d'équations différentielles, une petite perturbation des conditions initiales comme « le mouvement d'une mouette », selon Lorenz, entraîne après un temps fini un écart sur la solution du système qui est de l'ordre de grandeur de la taille de l'espace de configuration exploré.

**Dans le domaine des sciences de l'environnement** l'incertitude est devenue progressivement un élément essentiel de l'approche des phénomènes. La complexité porte en elle-même des principes d'incertitude et il n'est plus possible d'affirmer que la connaissance en viendra à bout. L'incertitude n'est plus le fruit de notre ignorance, elle est une des caractéristiques des objets et des phénomènes étudiés. Le cas du climat est souvent cité en exemple. Désormais, il est couramment admis que nul modèle théorique ne pourra réduire l'incertitude liée aux fluctuations météorologiques.

**Dans le domaine des risques naturels**, désormais les scientifiques ne conçoivent plus d'apporter des réponses définitives. Les modèles décrivant l'évolution des aléas laissent une large place à l'incertitude, notamment lorsque les phénomènes sont observés sur des chronologies assez longues. Du coup, la lutte contre les catastrophes éventuelles doit intégrer la part d'inconnu que recèle toute approche scientifique.

**Dans le domaine des sciences sociales**, la mise en cause des grandes théories explicatives des sociétés humaines, en levant l'hypothèse de l'existence de grands facteurs déterminants, a laissé la porte ouverte à des approches plus modestes, souvent liées à l'analyse empirique. L'évolution des phénomènes sociaux est de plus en plus perçue comme incertaine plutôt qu'obéissant à de grandes lois socio-historiques.

Les incertitudes sont donc présentes dans tout le processus d'appréhension des objets environnementaux et dans les pratiques gestionnaires. Nous pouvons ainsi distinguer, d'une part, les incertitudes liées aux mesures nécessaires pour quantifier les phénomènes environnementaux, d'autre part, les incertitudes engendrées par les modèles nécessaires pour étudier les interrelations entre les phénomènes environnementaux étudiés séparément par les diverses disciplines scientifiques en œuvre. Enfin, il est nécessaire de s'interroger sur les incertitudes liées au fonctionnement de la gouvernance, c'est-à-dire sur les processus sociaux mis en œuvre pour gérer les rapports entre la société et son environnement.

### Les incertitudes relatives aux mesures

Comme cela a été évoqué précédemment, la plupart des disciplines scientifiques intègrent une réflexion sur l'incertitude des mesures et chacune d'entre elles a développé des protocoles de validation. La recherche en environnement étant pluridisciplinaire, les incertitudes de mesure se cumulent et peuvent avoir pour conséquence une incertitude globale extrêmement forte. Ces incertitudes sont prises en compte et sont comprises dans des intervalles de confiance. Dans le cas de données spatialisées, les techniques d'interpolation sont évaluées et prises en compte. En ce qui concerne les sciences sociales, les incertitudes de mesure sont intégrées dans les protocoles d'enquête et dans l'évaluation des résultats. Les incertitudes sur les données qualitatives sont plus difficiles à évaluer. En histoire, la critique des sources constitue une part importante du travail, il s'agit d'évaluer la pertinence du document par une critique interne qui vérifie la cohérence du texte et des chiffres cités, et une critique externe par le recoupement des informations auprès de multiples sources. Ces méthodes permettent d'éviter de se fier à des sources déformées ou incomplètes. La lecture et l'interprétation des données anciennes constituent une part importante du travail des historiens. Par

ailleurs, l'évolution dans le temps des objets environnementaux revêt une telle importance qu'il est nécessaire d'utiliser des sources indirectes tels les récits, les savoirs locaux, qu'il est souvent difficile d'interpréter et qui n'en donnent pas moins des informations importantes entachées de nombreuses incertitudes. Il est ainsi très difficile de reconstituer les hauteurs des crues très anciennes, antérieures au XVI<sup>e</sup> siècle, d'après les rares témoignages qui nous sont parvenus [Pichard, 1995]. Le croisement des sources avec celles de l'archéologie et de la géomorphologie est également un moyen de limiter les incertitudes et d'éliminer les données non fiables.

### Les incertitudes liées à la structure des modèles

L'environnement peut être caractérisé comme un système de relations. Les organismes ne peuvent exister que dans la mesure où ils occupent une niche dans un écosystème, et, réciproquement, l'écosystème n'existe qu'en fonction des relations entre les organismes qui le composent. L'environnement se définit donc aussi par des relations entre les différentes composantes de la nature : cycles, flux, réseaux, chaînes trophiques, effets directs ou en boucles... mais également compétition et association, dépendances et complémentarités, emboîtements et différenciations. La modélisation est alors rendue nécessaire pour synthétiser de grandes masses de données et les relations entre phénomènes observés. Certains modèles ne servent qu'à quantifier des relations entre phénomènes. Mais d'autres modèles servent à faire des prévisions de phénomènes et à évaluer des scénarios d'aménagement. Dans ces cas, l'incertitude liée au fonctionnement du modèle représente un enjeu majeur pour le gestionnaire qui doit faire un choix à partir des résultats de la modélisation. La modélisation de l'environnement doit tenir compte de la complexité. Or les variables qui caractérisent les objets environnementaux ont des influences réciproques entre elles, ce qui rend les modèles plus complexes.

### Les incertitudes épistémologiques

Les incertitudes épistémologiques sont plus difficiles à caractériser. Elles proviennent de notre capacité limitée à savoir et à comprendre. Celle-ci peut prendre une forme active ou passive. L'ignorance active est, par exemple, en jeu quand un évaluateur se rend compte des champs dans lesquels ses connaissances sont limitées, mais n'a aucune idée de l'importance relative de ces champs de sorte qu'il n'a donc aucune manière correcte d'inclure ces derniers dans l'analyse. L'ignorance passive est en jeu quand on ne se rend pas compte de ce qu'on ne sait pas.

Le développement de la prospective, en particulier sous l'influence de Gaston Berger, dans les

années 60, a révélé la fragilité épistémologique de nos constructions théoriques. La réflexion sur l'avenir a montré à quel point celui-ci était incertain, ne serait-ce que parce que toute diffusion de connaissances sur l'avenir entraîne une réaction de la part des acteurs qui modifient leur comportement afin d'éviter la réalisation de ce qui a été prédit.

## Les incertitudes liées à la gestion sociale de l'environnement

Les approches scientifiques sont entachées d'incertitudes inhérentes à la nature même de la connaissance scientifique mais l'expérimentation permet de soumettre les hypothèses scientifiques à des vérifications incessantes qui tendent à diminuer les incertitudes. Il n'en va pas de même dans le domaine social. Les politiques environnementales, et donc en définitive l'action de l'homme sur la nature, ne relèvent pas que de la logique scientifique.

Le contexte dans lequel sont prises les décisions gestionnaires est incertain, il dépend de nombreux facteurs, qui peuvent être subjectifs ou liés à des rapports de force politiques et à des contraintes économiques. Il n'obéit pas aux règles probabilistes. Les décideurs ont des systèmes de valeurs différents. Or un système de valeurs impose de ne choisir que les actions compatibles avec lui, au détriment parfois de la rationalité. Les décisions sont prises selon des processus qui intègrent certes les données scientifiques mais résultent surtout de facteurs contradictoires, tels que les coûts, l'efficacité, ainsi que les appréciations subjectives. Les rapports de pouvoir entre les groupes décisionnaires, État, collectivités territoriales, intérêts privés, mouvements associatifs, entraînent souvent des compromis qui ne tiennent pas compte des propositions des experts scientifiques.

Le principe de précaution a souvent été évoqué comme une stratégie d'orientation des décisions à mettre en œuvre. En réalité, même à l'intérieur de ce principe, un choix représente toujours le résultat d'une interaction de différents éléments, dont une partie dépend de l'incertitude liée à l'impact de tel ou tel choix : choix techniques, conflits d'intérêts, enjeux économiques, protection judiciaire, perception du risque...

Une politique de gestion doit s'appuyer non seulement sur des modèles de phénomènes environnementaux, mais aussi sur des modèles d'interaction sociale qui conduisent vers un choix et qui intègrent les différents « pôles de pouvoir ». D'où l'intérêt d'associer les sciences sociales à la gestion des risques par exemple.

## Gouvernance : comment gérer l'incertitude ?

L'incertitude est donc difficile à gérer par les autorités politiques. Le cas de la prévention des inondations en est une illustration. En effet, au XIX<sup>e</sup> siècle, l'État s'est porté garant de la sécurité des Français, en particulier dans le cas des inondations. Cette volonté politique peut être mise en relation avec l'article 2 de la Déclaration des droits de l'homme qui précise que les citoyens ont le droit à la sûreté. Napoléon III a affirmé de manière spectaculaire ce droit et cette mission de l'État en venant sur les lieux de la catastrophe lors des inondations de 1856 dans les vallées de la Loire et du Rhône. Ce voyage débouche sur la loi du 28 mai 1858 dont l'article 1<sup>er</sup> spécifie qu'« Il sera procédé par l'État à l'exécution des travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations ». Dans son discours au corps législatif, Napoléon III avait auparavant déclaré [Picon et al., 2006] :

« Je tiens à honneur qu'en France les fleuves, comme la révolution, rentrent dans leur lit, et qu'ils n'en puissent plus sortir ».

Cette phrase résume à elle seule l'attitude de l'État qui dispose du monopole de l'expertise grâce aux grands corps d'ingénieurs d'État. L'État sait et agit en connaissance de cause, ce qui exclut la notion d'incertitude. Au XIX<sup>e</sup> siècle, le scientisme, comme cela a été évoqué précédemment, fait écho à ces politiques de prévention des catastrophes naturelles. Ce paradigme scientifique-technique est également celui du siècle suivant. Mais ce paradigme est depuis quelques années battu en brèche et le principe de précaution, dans sa définition française, inclut désormais la notion d'incertitude depuis 1995 :

« L'absence de certitude, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économique acceptable\* ».

La précaution présuppose une situation d'incertitude, ce que O. Godard nomme un « univers controversé » [Godard, 1993], car des perceptions et des intérêts divergents s'affrontent, que le flou des connaissances et l'ignorance de l'ampleur du danger ne permettent pas de trancher. L'incertitude ne signifie pas absence totale de connaissance et il s'agit de construire des faisceaux d'indices convergents. Le choix des mesures et surtout leur suivi doivent donner lieu à confrontations des points de vue les plus différents possibles. Aujourd'hui, les menaces

\* Article L. 110-1 du Code de l'environnement. L'expression « principe de précaution » a été employée pour la première fois dans la loi dite Barnier de 1995.

qui concernent la démarche de précaution se trouvent moins du côté de l'abus de mesures restrictives que du côté du retour en force d'un rationalisme à courte vue étayé par l'expertise classique.

On peut craindre que face à l'incertitude des réponses scientifiques, l'État ne cherche à se désengager partiellement des responsabilités qu'il ne peut plus assumer avec succès. Désormais, pour les pouvoirs publics, il faut redonner aux populations une culture du risque, et apprendre à limiter la vulnérabilité afin de pouvoir résister à d'éventuelles catastrophes que les politiques de prévention ne prétendent plus pouvoir éviter.

## Conclusion

Le monde anglo-saxon a mieux intégré l'incertitude dans la notion d'environnement que les chercheurs français. La notion d'un environnement qui interagit avec un individu se retrouve très tôt dans la pensée anglo-saxonne, chez Dewey [1981 (1925)] par exemple, dans le premier tiers du <sup>xx</sup>e siècle. Pour Dewey, le questionnement moral présuppose l'incertitude de la connaissance et le caractère problématique des situations, plutôt que de les nier ou de chercher à les occulter. La situation morale est forcément marquée d'incertitude et de conflit [Dewey, 1988]. La pensée anglo-saxonne échappe assez généralement à la notion de déterminisme [Letourneau, 2010] qui reste plus présente dans la recherche française du fait de ses traditions universitaires et de la séparation étroite des disciplines. Dans le domaine

de la gestion, l'administration reprend souvent ses droits afin de diminuer les incertitudes liées à la concertation. Ainsi les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) créés en 1992 sont-ils, à l'origine, élaborés, suivis et révisés par une Commission Locale de l'Eau (CLE). Mais la loi du 30 décembre 2006 permet au préfet de modifier librement le SAGE s'il se heurte à un projet d'aménagement ou d'activité. La cohérence administrative se substitue à la gestion participative dans laquelle le débat est ouvert entre les acteurs locaux et les scientifiques. On peut y voir la permanence d'un esprit technocratique qui s'appuie sur les travaux des experts et qui laisse peu de place à l'incertitude en privilégiant souvent les grands aménagements. Il est donc intéressant de favoriser les travaux de recherches pluridisciplinaires sur l'environnement afin de croiser les regards. En particulier, il est nécessaire d'analyser les processus sociaux de prise de décision, le rôle des acteurs politiques, des citoyens et des experts. Les enjeux, le poids des héritages historiques, les contraintes économiques sont autant d'approches qui permettent d'apporter des nuances et de mieux comprendre comment s'organisent les relations complexes entre la société et son environnement. D'une manière plus générale, la gestion de l'incertitude doit cependant éviter deux écueils, celui de l'immobilisme qui consiste à ne rien faire sous prétexte que les scientifiques ne proposent pas une seule solution à un problème, ce qui serait une application très restrictive du principe de précaution ou, inversement, de négliger les avis des scientifiques sous prétexte que, les experts n'étant pas d'accord, tout est possible.

## References

- Allard P, Fox D, Picon B (dir.). *Incertitudes et environnement*, Société d'Écologie Humaine – UMR Espace, Edisud, Aix-en-Provence 2008 : 478 p.
- Baggio S. « Effet de l'incertitude et de la proximité au risque dans la représentation sociale des victimes de l'inondation », in Allard P, Fox D, Picon B (dir.), *Incertitudes et environnement*, Edisud, Aix-en-Provence 2008.
- Bernoulli J. *Ars conjectandi, opus posthumum*, Basileae : impensis Thurnisiorum fratrum, 1713.
- Claeys-Mekdade C, Allard P. Managing the environment and metamorphoses of the State: the French experience, *Desenvolvimento e medio ambiente*, n° 16, Edition UFPR, Brésil 2007 : 39-54.
- Dewey J. *Experience and Nature*, in Jo-Ann Boydston et al. (dir.), *John Dewey: The Later Works, 1925-1953*, v. 1, Southern Illinois University Press, Carbondale, 1981 [1925].
- Dewey J., Three independent factors in morals, dans J. Dewey, *The later works*, v. 5, 1929-1930, Jo-Ann Boydston ed., Southern Illinois University Press, Carbondale (Ill) 1988 : 279-288, dans Gouinlock J, *The Moral Writings of John Dewey*, Prometheus Books, New York 1994 : 157 p.
- Douglas M. *De la souillure*, Éditions Maspero, Paris 1971.
- Douglas M, Wildavsky A, *Risk and culture*, California University Press, Berkeley and Los Angeles 1982.
- Godard O. Stratégies industrielles et convention d'environnement. De l'univers stabilisé aux univers controversés, *INSEE méthode*, Paris 1993.
- Letourneau A. Pour une éthique de l'environnement inspirée par le pragmatisme : l'exemple du développement durable, *Vertigo*, vol. 10, n° 1, avril 2010, 16 pages.
- Morin E. *La vie de la vie*, Seuil, Paris 1980 : 471 p.
- Pichard G. Les crues sur le Bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydroclimatique, *Revue géographique des pays méditerranéens*, n° 3A, Université de Provence, Aix-en-Provence 1995 : 105-15.
- Picon B, Allard P, Claeys-Mekdade C et al. Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône : les « catastrophes » de 1856 et 1993-1994, Éditions du Cemagref 2006.
- Ravetz JR, Funtowicz SO. *Uncertainty and quality in science for policy*, Kluwer Academic Publishers, Boston 1991.