

LE NOUVEL ÂGE DE L'ÉCOLOGIE

Dominique Bourg

Gallimard | *Le Débat*

2001/1 - n° 113
pages 92 à 105

ISSN 0246-2346

Article disponible en ligne à l'adresse:

<http://www.cairn.info/revue-le-debat-2001-1-page-92.htm>

Pour citer cet article :

Bourg Dominique , « Le nouvel âge de l'écologie » ,
Le Débat, 2001/1 n° 113, p. 92-105. DOI : 10.3917/deba.113.0092

Distribution électronique Cairn.info pour Gallimard.

© Gallimard. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Dominique Bourg

Le nouvel âge de l'écologie

S'est installée depuis une trentaine d'années une perception tronquée de l'écologie. J'entends par « écologie » les idées ou les analyses qui ont porté à la lumière la crise environnementale, et les institutions scientifiques ou profanes, gouvernementales ou non gouvernementales, qui ont incarné et promu ces mêmes idées ou analyses. L'écologie est en effet pour l'opinion publique d'emblée assimilée aux partis politiques verts, et tout juste renvoyée aux associations de défense de la nature. Or, les partis verts ont recueilli et interprété un héritage qui leur est largement antérieur ; quant aux associations, à l'inverse, elles sont dans leur principe, et empiriquement pour certaines, bien antérieures aux idées et institutions afférentes à l'écologie contemporaine. Les organisations porteuses de l'écologie politique apparaissent au début des années 1970, alors que les O.N.G. environnementales et les associations de défense de la nature existent pour certaines depuis bien plus longtemps déjà : le Sierra Club a été fondé aux États-Unis en 1860 ; en France, *grosso modo* à la

même époque, les peintres de l'école de Barbizon ont constitué le fer de lance de la première mobilisation en faveur de la protection du patrimoine naturel, en l'occurrence les paysages de la forêt de Fontainebleau ; l'U.I.C.N. a été créée en 1948, le W.W.F. en 1961, etc. Il me paraît d'autant plus important de contribuer à rectifier cette perception qu'une ère nouvelle s'annonce pour l'écologie avec l'adoption morale, et même ça et là effective, de la notion de développement durable par la communauté internationale¹, à l'initiative déter-

Je tiens à remercier Olivier Godard et Marcel Gauchet pour leurs critiques.

1. Je reprends ici la définition cadre du développement durable donnée par le rapport Brundtland : « le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » ; ce qui implique qu'on ne mette pas en danger « les systèmes naturels qui nous font vivre : l'atmosphère, l'eau, les sols et les êtres vivants » (CMED, *Notre avenir à tous*, Montréal, Éd. du Fleuve, 1988, pp. 51 et 53) ; cette notion ancre l'écologie dans un cadre résolument démocratique et humaniste (cf. p. XXII), elle incite même au développement des procédures participatives (cf. p. 10) ; elle comporte deux valeurs cardinales : le développement social et personnel et la durabilité écologique.

Dominique Bourg est notamment l'auteur de *L'Homme-artifice* (Paris, Gallimard, 1996) et de *Nature et technique* (Paris, Hatier, 1997). Il vient d'éditer, en collaboration avec Jean-Michel Besnier, *Peut-on encore croire au progrès?* (Paris, P.U.F., 2000).

minante de grandes institutions internationales comme l'Onu, la Commission européenne, les grandes O.N.G. environnementales et même la Banque mondiale. Je crois que l'avenir de l'écologie est en dehors de l'imaginaire révolutionnaire de l'écologie politique, un imaginaire bien vivant, si l'on en croit une enquête récente². Une situation qui n'interdit évidemment pas aux partis verts de prendre des initiatives intéressantes.

Je retracerai en premier lieu la genèse de la prise de conscience de la crise environnementale contemporaine et soulignerai la contribution limitée, au sens chronologique, de l'écologie politique, c'est-à-dire des partis verts institués. J'indiquerai ensuite quelles sont, à mes yeux, les oppositions inopportunes dans lesquelles se sont enfermés et continuent à s'enfermer nombre d'écologistes : celle entre l'environnement humain et la nature, celle entre l'environnement et le développement associé au marché et à l'industrie. Le dépassement de ces faux problèmes est nécessaire à l'épanouissement et à une plus large diffusion des idées et convictions écologiques.

Genèse de la conscience écologique

Les difficultés environnementales ne sont pas, de loin, un phénomène récent, le *Critias* de Platon témoigne déjà de leur souci³. La révolution industrielle leur a toutefois donné un tour nouveau. C'est d'ailleurs pourquoi s'est développée, à compter de la seconde moitié du XIX^e siècle, toute une réflexion critique nullement marginale, même si elle est oubliée aujourd'hui, à propos des relations nouées par la civilisation industrielle à la nature. Le livre le plus souvent cité à cet égard est *Man and Nature: Or, Physical Geography as Modified by Human Action* de George Perkins

Marsh ; publié à New York et à Londres en 1864, il a connu plusieurs éditions et deux traductions⁴. Marsh dénonce dans la civilisation industrielle une société destructrice de ses conditions naturelles d'existence et s'inquiète tout particulièrement de la déforestation. Ce type d'essai, par sa composante de géographie physique et son contenu scientifique, par exemple au sujet de la fonction des forêts, se démarque déjà de la contestation romantique plus traditionnelle de la société industrielle qui lui reproche, pour l'essentiel, d'avoir désenchanté le monde social et naturel⁵. Les choses sont encore plus claires avec toute cette littérature scientifique résolument écologique qui s'intéressera au soubassement énergétique des sociétés industrielles et, plus précisément, à l'épuisement des ressources minérales et fossiles ainsi qu'aux applications du second principe de la thermodynamique ; elle se développera plutôt à compter du début du XX^e siècle⁶. Il

2. Cf. l'enquête de Daniel Boy et de Bruno Villalba parue dans *Le Monde* du 15 janvier 2000 ; par ailleurs, le C.N.I.R. (organe interne des Verts) avait opposé en 1997 au projet d'alliance avec le parti socialiste une alliance avec l'extrême gauche. Plus généralement, voir le chapitre consacré par Jean-Pierre Le Goff aux origines françaises de l'écologie politique dans *Mai 68, l'héritage impossible* (Paris, La Découverte, 1998) ; D. Boy, V. Jacques Le Seigneur et A. Roche, *L'Écologie au pouvoir*, Presses de la F.N.S.P., 1995 ; et Guillaume Sainteny, *Les Verts* (Paris, P.U.F., 1997) ainsi que *L'Introuvable Écologisme français ?*, Paris, P.U.F., 2000.

3. Voir le commentaire de Marcel Mazoyer et Laurence Roudart de ce texte dans *Histoire des agricultures du monde*, Paris, Ed. du Seuil, 1997, p. 122.

4. Cf. l'édition récente de David Lowenthal par The Belknap Press of Harvard University Press en 1965 ; cf. p. XXVII pour l'information sur ces éditions.

5. Cf. Michael Löwy et Robert Sayre, *Révolte et mélancolie. Le romantisme à contre-courant de la modernité*, Paris, Payot, 1992.

6. Pour l'histoire des idées économiques et écologiques, voir Juan Martínez-Alier, *Ecological Economics. Energy, Environment and Society*, Oxford, Blackwell, 1987, et, pour l'histoire du métabolisme industriel, voir Marina Fischer-Kowalski, « Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970 », *Journal of Industrial Ecology*, vol. 2, n° 1, pp. 61-78, et la contribution du même auteur dans D. Bourg et S. Erkman, *Proceedings Industrial Ecology and Sustainability*, Troyes, UTT, 2000, Cédérom.

convient dans ce contexte d'accorder une place toute particulière à l'œuvre du biologiste et urbaniste écossais Patrick Geddes, à qui l'on doit une des premières dénonciations virulentes du gaspillage des ressources naturelles et l'opposition entre le stade paléotechnique de l'économie et le stade à venir, néo-technique, caractérisé par une « meilleure utilisation des ressources et de la population pour l'amélioration de l'homme et de son environnement⁷ ».

La pensée écologique remonte ainsi à plus d'un siècle. Mais il n'en existe pas moins des problèmes résolument contemporains dont la gestation et la prise progressive de conscience ne commencent qu'après guerre. C'est en effet de cette époque que datent à la fois l'envolée des économies occidentales et de l'innovation technologique, ainsi que l'explosion de la démographie planétaire. Pour ne citer que quelques chiffres, la production d'aluminium a été multipliée entre 1930 et 1990 par 118, entre 1950 et aujourd'hui la population mondiale a plus que doublé et la consommation d'eau triplé ; ce sont, chaque année, mille substances de synthèse nouvelles qui sont diffusées dans le milieu, etc. Il résulte de ces trois causes un phénomène nouveau : l'impact massif des activités humaines sur la biosphère. Nous charrions par exemple chaque année plus de matière que toutes les forces de l'érosion réunies ; les émissions anthropiques de soufre, d'azote ou d'arsenic sont trois à quatre fois supérieures à leurs flux naturels. Or, c'est durant cette même période que l'on voit apparaître une nébuleuse d'idées nouvelles : en premier lieu, des dénonciations de la mise à mal de la planète et de l'épuisement des ressources naturelles, mais également une critique philosophique nouvelle du progrès technique aussi bien que des critiques de la croissance par des économistes en rupture de ban. Les accidents technologiques

nouveaux comme les marées noires ou les avaries de l'industrie chimique et, plus tard, nucléaire, viendront conforter ces courants de pensée émergents. Les grandes conférences internationales sous l'égide de l'Onu, de la première grande conférence intergouvernementale organisée en 1968 par l'Unesco sur l'utilisation et la conservation de la biosphère au sommet de la Terre en juin 1992 à Rio en passant par la conférence de Stockholm en 1972, viendront les relayer.

Les premières mises en lumière de la crise écologique sont le fait de naturalistes et scientifiques particulièrement clairvoyants. Je pense, en premier lieu, à Fairfield Osborn, président de la Société zoologique de New York, et à son *La Planète au pillage*⁸ paru en 1948 aux États-Unis, traduit en français l'année suivante. Il enjoint ses contemporains de cesser leur guerre contre la nature, perdue d'avance d'ailleurs, et à prendre conscience de leur appartenance à cette même nature. Il y va, selon lui, de la survie même de l'humanité. Dans *La Faim du monde*⁹, un essai de tonalité malthusienne traduit en français en 1950, l'écologue William Vogt revient sur le thème de la faim déjà abordé par Osborn. Il reproche essentiellement à la civilisation industrielle de détruire les sols et de susciter un emballement démographique. Il s'en prend encore à l'anthropocentrisme qui conduit l'homme civilisé à dénier son appartenance à la nature. Dès 1952, un rapport officiel nord-américain attirait l'attention sur le risque d'épuisement des ressources¹⁰.

7. In Patrick Geddes, *L'Évolution des villes. Une introduction au mouvement de l'urbanisme et à l'étude de l'ins-truction civique*, Paris, Temenos, 1994 (1915 pour l'édition anglaise originale), p. 72.

8. Paris, Payot, 1949.

9. Paris, Hachette, 1950.

10. Cf. M. Fischer-Kowalski, « Society's Metabolism », art. cité, p. 69. L'inquiétude concernant les réserves mondiales de pétrole semble même antérieure à cette date.

Les choses vont s'accélérer au cours des années 1960 et 1970. L'ouvrage de la journaliste et biologiste américaine Rachel Carson, *Le Printemps silencieux* (1962)¹¹, touche pour la première fois le grand public et à l'échelle internationale. Elle y décrit l'engrenage pesticides, mort des insectes, mort des oiseaux. Ce livre a contribué à la création par le gouvernement américain de l'Agence pour la protection de l'environnement et à l'adoption des premières grandes lois antipollution. Ensuite paraît en 1963 l'ouvrage de Barry Commoner, *Quelle Terre laisserons-nous à nos enfants ?*¹². Suivent en 1972 deux rapports : le rapport Meadows du Club de Rome, *Halte à la croissance*¹³, et *Nous n'avons qu'une terre*¹⁴, rapport signé par René Dubos et Barbara Ward. Ce dernier, rédigé à la demande de l'Onu en vue de préparer la conférence de Stockholm, résulte d'un vaste travail collectif et se tient à distance de tous les dévoiements d'un certain écologisme. Il se montre attentif à la misère planétaire et rejette toute condamnation primaire de l'anthropocentrisme ou de la science. Un demi-chapitre est déjà consacré à l'effet de serre. Le livre du naturaliste français Jean Dorst, *Avant que nature meure*¹⁵, publié en 1965, a également joué un rôle international significatif. Les publications proprement scientifiques des grandes signatures de l'écologie scientifique, par exemple celles des frères Odum ou de James Lovelock, contribueront puissamment à la mise au jour de la crise écologique.

Avec Jacques Ellul et *La Technique ou l'enjeu du siècle*¹⁶, ouvrage qu'il réussit à faire publier en 1954 après quatre ans d'efforts, on approche les critiques philosophiques du progrès. Ellul n'en a pas moins été, avec Bertrand de Jouvenel, l'un des tout premiers instigateurs de la contestation écologique. Il déplore en effet dans cet ouvrage la destruction de la nature et des traditions et

annonce ainsi l'un des thèmes de l'écologie politique des années 1970. Plus largement, il refuse d'accorder à la modernité considérée en bloc une quelconque valeur et dénonce dans l'essor des techniques un procès liberticide, destructeur de toute forme de vie intérieure. La critique par Heidegger de la modernité technique et scientifique, conçue comme une entreprise d'arrondissement systématique de la nature réduite – l'humanité comprise – à un stock d'énergie, aura également puissamment contribué à la remise en cause de l'idée de progrès. D'autres œuvres s'emploieront par la suite à critiquer le progrès, sans toutefois accorder de place au thème de la destruction de la nature. Avec *La Dialectique de la raison* d'Adorno et Horkheimer¹⁷, l'école de Francfort mettra en évidence les retournements de la Raison : le culte du formalisme mathématique et la tyrannie de la vérité scientifique étoufferait toute velléité spirituelle ; Hannah Arendt fustigera dans la modernité industrielle la production d'une condition humaine atrophiée, Raymond Aron dénoncera les illusions du progrès, etc.

À ces deux premières traditions s'ajoute celle constituée par les critiques de la croissance. L'une des toutes premières est celle du statisticien et bio-économiste Nicholas Georgescu-Roegen. Dans *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), cet ancien élève de Schumpeter se fonde sur son analyse du second principe de la thermodynamique pour dénoncer, au nom des générations à venir, la fuite en avant des économies industrielles. Si la productivité de l'in-

11. Paris, Plon, 1963.

12. Paris, Éd. du Seuil, 1969.

13. Paris, Fayard, 1972.

14. Paris, Denoël, 1972.

15. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1965.

16. Paris, Armand Colin, 1954.

17. Paris, Gallimard, 1974.

dustrie peut croître de façon phénoménale dans les limites d'une période donnée, ce ne peut être qu'au prix d'une accélération tout aussi phénoménale du rythme d'épuisement du capital énergétique et minéral légué par l'histoire géologique de la biosphère. En outre, les rendements agricoles ne sauraient connaître une croissance en tous points comparable, car ils sont dépendants du caractère fini, régulier et immaîtrisable du flux solaire annuel. Or, l'homme est d'abord *homo agricola* avant de devenir *homo faber*. Par ailleurs, les gains quant à la productivité du travail agricole et quant aux rendements des terres, réalisés grâce à la mécanisation et à l'artificialisation de l'agriculture, contribuent à l'accélération du rythme d'épuisement de la dot de l'humanité historique en énergie de basse entropie. En conséquence, « la pression démographique et le progrès technologique, écrit-il, rapprochent *ceteris paribus* la course de l'espèce humaine de son terme, parce qu'ils occasionnent l'un et l'autre un épuisement plus rapide de cette dot¹⁸ ». Mieux vaudrait donc optimiser l'usage des énergies renouvelables et, par exemple, utiliser des automobiles fonctionnant avec des batteries solaires. D'autres critiques de la croissance suivront, par exemple celles d'I. Sachs, H. Daly, de R. Passet et R. Dumont en France, etc.

J'évoquerai, pour finir, le maître livre plus tardif (1979) de Hans Jonas, *Le Principe responsabilité*¹⁹ ; il aura réalisé une manière de synthèse des trois veines de pensée que nous venons d'évoquer – la critique écologique, la critique du progrès et celle de la croissance –, confirmant ainsi leur convergence potentielle. En outre, Jonas a réalisé cette synthèse dans un esprit totalement étranger à la spiritualité libertaire, héritée de mai 1968, de l'écologie politique européenne. Jonas a cherché à tirer les conséquences éthiques et, d'une façon moins heureuse, en

matière de politique publique, de la crise écologique²⁰.

Or, toutes les analyses que nous venons d'évoquer ne doivent rien à l'écologie politique, elles la précèdent d'ailleurs largement, pour la plupart. Par ailleurs, compte tenu de leur finalité, la prise du pouvoir ou la participation aux affaires, les partis politiques ne sont guère propices à l'épanouissement des idées. Au-delà des contraintes idéologiques auxquelles ils ne peuvent se soustraire, leur rôle est plus un rôle de médiation et d'implémentation. À quoi s'ajoute, avec les écologistes, une aura folklorique qui a sensiblement nui aux analyses écologiques, au sens scientifique du terme, absolument pertinentes dont de nombreux écologues et militants de la première heure étaient porteurs.

Il est temps de reconnaître aujourd'hui l'intérêt et le sérieux de ce corpus dont l'enjeu dépasse de loin tous les choix partisans et étroitement politiques. L'enjeu en question est un infléchissement sensible du cours de la civilisation industrielle, qui résulte de tendances de fond, et qui ne saurait être le produit d'une quelconque volonté politique particulière et partisane. Les problèmes environnementaux constituent désormais la toile de fond et l'horizon de toute action politique, indépendamment de son orientation particulière. Une réalité nouvelle que n'ont pas encore réellement enregistrée nombre d'acteurs de la scène politique.

Avant d'en arriver aux fausses oppositions auxquelles se complaisent beaucoup d'écologistes, je voudrais mentionner l'œuvre d'André Gorz, exception confirmant la règle. Dans le

18. Nicholas Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, 1971, p. 304, et, plus généralement, pp. 292-306.

19. Paris, Cerf, 1990.

20. Cf. Dominique Bourg, *Les Scénarios de l'écologie*, Paris, Hachette, 1996, pp. 57-77.

sillage de celle d'Ivan Illich, cette œuvre a précisément tenté de jeter un pont entre les analyses évoquées ici et l'écologie politique naissante²¹.

Trois faux débats

Considérons maintenant quelques-uns des débats dans lesquels la réflexion écologique s'est enfermée. Envisageons, en premier lieu, le conflit désormais classique entre l'environnementalisme, réputé anthropocentrique et humaniste, et le biocentrisme de la *deep ecology*. On oppose alors l'homme et l'environnement, d'un côté, à la vie et à la nature, de l'autre. Or, il y a là l'archétype même du débat stérile, propice à une guerre de positions idéologiques sans fin. Il est plus intéressant de simplement partir du constat suivant : nos responsabilités vis-à-vis de la nature ont profondément changé pour deux raisons. La première a été pour la première fois soulevée avec force par Hans Jonas : notre pouvoir de modifier le monde naturel, la vie en nous comprise, est désormais sans commune mesure avec celui dont disposaient les générations qui nous ont précédés. La seconde raison a été mise en lumière par Arne Naess, le fondateur de la *deep ecology* : ce que nous savons et ignorons quant à la biosphère nous contraint à nous penser comme appartenant résolument à la nature. Ces deux raisons ne nous conduisent toutefois nullement nécessairement aux conclusions respectivement tirées par Hans Jonas et Arne Naess.

Que signifie être responsable ? On ne saurait être, selon l'article 1384 du Code civil, « responsable » que « des choses que l'on a sous sa garde ». Autrement dit, il n'est de responsabilité que vis-à-vis des choses sur lesquelles on possède un pouvoir d'action ou de contrôle ; l'étendue de

nos responsabilités suit ainsi l'extension de nos pouvoirs. Sommes-nous alors devenus responsables de la nature ? La nature est-elle désormais, ainsi que le suggère Hans Jonas, « un bien confié à l'homme » parce que soumis « à notre pouvoir²² » ? Je crois qu'on ne saurait répondre affirmativement à ces questions. Nous sommes, en revanche, devenus les acteurs d'une responsabilité nouvelle, écologique, celle qui procède du pouvoir qui nous est donné de nuire à autrui, voire aux autres vivants, en transformant la nature.

Quelle est l'étendue de nos pouvoirs face à la nature ? Contrairement à ce que colporte la rumeur, nous n'avons nullement, et Dieu merci, la capacité de détruire la nature, quel que soit, d'ailleurs, le sens que l'on veut bien donner à ce mot. L'éventualité d'une telle destruction est absurde si l'on entend par nature l'ensemble des lois physiques. On ne saurait en ce sens agir autrement que naturellement. Mais il n'en va pas autrement si l'on entend par nature, de façon plus restrictive, la biosphère, à savoir l'ensemble des espèces naturelles et des milieux qui leur sont associés. Même si l'humanité s'employait à répandre tous les polluants les plus nocifs en sa possession et, *horresco referens*, à faire sauter dans les deux hémisphères tout l'arsenal nucléaire planétaire, c'est-à-dire environ un million de bombes d'Hiroshima, la biosphère ne disparaîtrait pas pour autant. Avec l'hiver nucléaire et l'interruption prolongée de la photosynthèse qui s'ensuivrait, nous susciterions,

21. Cf., par exemple, André Gorz, *Capitalisme, socialisme, écologie. Désorientations, orientations*, Paris, Galilée, 1991, et « L'écologie politique entre expertocratie et autolimitation », *Actuel Marx*, n° 12, 1992.

22. H. Jonas, *Le Principe responsabilité*, op. cit., p. 26. Jonas est lui-même revenu sur cette affirmation : cf. Hans Jonas, *Une éthique pour la nature*, Paris, Desclée De Brouwer, 2000, pp. 23-24.

certes, l'effondrement de notre civilisation, et peut-être la disparition de notre espèce, et à coup sûr celle d'un très grand nombre d'autres espèces, mais nous ne détruirions pas toute vie sur Terre ; la diversité de la vie bactérienne ne serait même guère affectée. Après quelques millions d'années au plus, il n'y aurait plus aucune trace de cette ultime folie²³. Pour situer l'ordre de grandeur de nos pouvoirs, il suffit de comparer l'énergie libérée il y a une soixantaine de millions d'années par le heurt entre un astéroïde et la Terre, à savoir 100 milliards de tonnes de T.N.T., soit cinq milliards de bombes d'Hiroshima, et celle que libérerait l'explosion de l'arsenal nucléaire planétaire, soit 12 milliards de tonnes de T.N.T., c'est-à-dire un million de bombes d'Hiroshima. Plus généralement, l'échelle de temps géologique propre aux phénomènes terrestres, l'extrême complexité des mécanismes régulateurs de la biosphère et le gigantisme de la nature dépassent nos possibilités d'action.

Il n'en reste pas moins vrai que nous avons le pouvoir de transformer d'une façon non négligeable notre environnement, d'affecter ainsi la vie de nos contemporains, de compromettre les conditions naturelles et biologiques d'existence des générations futures, et de condamner à disparaître un grand nombre d'espèces qui sans nous auraient joui d'un long sursis d'existence. La surexploitation actuelle des ressources halieutiques, que semble indiquer le plafonnement des capacités mondiales de pêche, voire leur décroissance, hypothèque par exemple la disponibilité de ces ressources pour l'avenir. La surexploitation des nappes phréatiques, au-delà de leur rythme de reconstitution, l'épuisement rapide de nombreux équilibres compromettent les possibilités alimentaires de l'humanité, compte tenu de l'importance de l'irrigation pour l'agriculture

mondiale. Les effets induits par l'augmentation des gaz à effet de serre risquent de pourrir la vie des générations à venir en multipliant, par exemple, les épisodes climatiques violents ou en occasionnant la remontée vers le nord de certaines maladies tropicales ; et ce, si l'on retient un scénario relativement optimiste, car avec la hausse potentielle et maximale de 5° de la température moyenne à la fin du siècle retenue par le Groupe des experts internationaux sur le changement climatique, on touche à la catastrophe majeure, d'autant que ce chiffre serait plus élevé sur les continents que sur les océans. Des manipulations génétiques à grande échelle du type épuration de gènes délétères pourraient altérer la variété du patrimoine génétique légué à nos descendants. La dissémination dans la nature de macromolécules diverses, du type D.D.T. ou P.C.B., et leur concentration le long des chaînes alimentaires ne présagent rien de bon pour l'avenir sanitaire de l'humanité et des autres espèces. Enfin, de quel droit accélérons-nous de façon vertigineuse l'érosion naturelle des espèces ? Le lecteur l'admettra aisément, la responsabilité écologique est tout sauf négligeable, même si elle n'est pas aussi exorbitante que le soutenait Hans Jonas en déclarant la nature soumise à notre pouvoir.

La seconde raison qui nous conduit à repenser nos relations à la nature et les responsabilités qui leur sont attachées est la prise de conscience de notre appartenance à la biosphère. Cette dernière est comparable à une immense usine à

23. On peut imaginer un scénario encore plus funeste. Les développements conjoints et futurs de la robotique et des génies génétique et moléculaire (les nanotechnologies) recèlent en effet une possibilité plutôt effrayante désignée par le mot « écophagie » : un dérapage occidental qui conduirait des microorganismes artificiels, surdotés par la sélection naturelle, à déstabiliser la biosphère dans son ensemble.

recycler aux régulations complexes, dont les différentes composantes ne cessent de passer de l'inorganique à l'organique, et *vice versa* ; les équilibres en sont divers et instables. Or, le substrat biophysique de nos sociétés est précisément constitué par les flux de matière et d'énergie que nous ne cessons d'échanger avec le reste de la biosphère. Il n'est de vie humaine possible, en un sens qui dépasse même la pure acception biologique de la vie, sans vie animale. Nous ne saurions même séjourner à quelques-uns dans l'espace pour une période limitée, mais un tant soit peu durable, sans emporter avec nous un petit fragment de biosphère, ne serait-ce que sous la forme de divers micro-organismes. Et c'est pourquoi nous ne pouvons que souscrire au premier des principes formulés par Arne Naess dans son article fondateur de 1973²⁴. Le principe en question consiste dans le refus de la conception de l'homme-dans-l'environnement. L'homme ne peut être, selon Naess, compris en dehors de son appartenance à la biosphère, de façon purement isolée. Il appartient, dans son essence même, à un réseau global de relations, tissé dans et avec la biosphère. En revanche, contrairement à ce qu'affirme Arne Naess, l'acceptation de cette première proposition ne débouche pas nécessairement sur le second des principes prônés par le même Naess et les tenants de la *deep ecology*, à savoir l'égalitarisme biosphérique censé déboucher sur un droit égal de toutes les espèces à l'existence²⁵. Il n'y a guère là qu'une forme inédite d'universalisme abstrait, débouchant sur la dénégation des limites et conditions inhérentes à l'action humaine. Cette prétendue reconnaissance ne saurait donner lieu à la moindre réalité juridique. Il n'est de système de droit positif qui ne réponde aux trois fonctions suivantes : la capacité d'ester en justice, celle de trancher un conflit et celle de se

déclarer bénéficiaire de l'action judiciaire. Or, seuls des agents humains sont capables d'exercer ces fonctions. L'idée d'un droit égal de toutes les espèces à l'existence n'a aucun sens, relativement à toutes les pratiques juridiques envisageables²⁶. Et il n'en va guère autrement sur un plan strictement moral. Notre sollicitude morale pour les autres espèces n'échappe pas non plus à la centralité pratique de notre espèce. La disparition des espèces vivantes, quelles qu'elles soient, sans parler de celle des individus, est un phénomène naturel, nécessaire à la perpétuation de la vie dans un univers naturel aux équilibres transitoires. Elle ne peut acquérir un sens moral que lorsqu'elle résulte de nos actions²⁷.

J'en viens à un autre lieu commun de la littérature écologique, l'opposition entre le marché et l'industrie, d'un côté, et le respect de la biosphère de l'autre. Concernant le marché, si l'on veut bien dépasser la vulgate qui tient lieu de libéralisme aujourd'hui, on peut aisément s'entendre. Le marché n'est ni une fin en soi, pas plus que la richesse matérielle d'ailleurs, ni un opérateur magique. Les récents incidents et accidents (poulets à la dioxine, naufrage de l'*Erika* ou du *Ievoli-Sun* et autre vache folle) suffisent à nous rappeler l'importance d'un encadrement juridique et politique du marché ; toute la difficulté provenant aujourd'hui de l'émergence de nouvelles modalités de régulation, échappant pour partie

24. « The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A Summary », initialement paru dans *Inquiry*, 1973, n° 16, pp. 95-100.

25. *Ibid.*, pp. 95-96.

26. Je renvoie le lecteur à mon analyse des critiques de l'anthropocentrisme in *L'Homme-artifice*, Paris, Gallimard, 1996, pp. 316-345.

27. Pour plus de détails, cf. D. Bourg, *Les Scénarios de l'écologie*, *op. cit.*, pp. 47-56, et « Environnement, morale et politique », *Revue européenne des sciences sociales*, t. XXXVIII, 2000, n° 118, pp. 7-14.

aux anciens États-nations. Mais le marché n'en reste pas moins le seul outil économique efficace que nous connaissions²⁸. On ne peut que déplorer, à cet égard, certaines des réactions suscitées par la proposition du gouvernement français d'introduction modeste d'un marché de permis d'émissions polluantes. La réaction la plus étonnante étant celle de Dominique Voynet qualifiant ces permis de « réalité cynique et brutale » et assimilant leurs partisans à « ceux qui ne veulent rien faire »²⁹. Réflexions curieuses quand on connaît l'efficacité avec laquelle ces permis ont entraîné la réduction des émissions de soufre aux États-Unis. Que leur mise en place à l'échelle mondiale constitue un procès complexe, que le choix de certaines modalités d'application, et tout particulièrement une part trop grande accordée aux échanges internationaux au détriment des mesures domestiques, puisse poser de sérieux problèmes d'équité internationale ne permettent nullement d'en rejeter le principe. Les rejeter aujourd'hui est le plus sûr moyen de faire échouer la dynamique de Kyoto et, donc, de ne rien faire.

Par ailleurs, on ne saurait aussi simplement souscrire que dans le passé à l'équation marché = expression de la liberté individuelle. La possibilité de choisir des biens sur un marché reste fondamentale, mais elle interfère désormais avec un phénomène nouveau : le resserrement des liens d'interdépendance, compte tenu des pouvoirs nouveaux conférés aux individus par les technologies contemporaines. Du coup, nos actions les plus quotidiennes, les plus anodines peuvent porter à conséquence bien au-delà du cercle de nos proches et même influencer indirectement sur la qualité de vie des générations futures. Les consommations de masse afférentes à l'économie de marché amènent les citoyens les plus modestes à compromettre

l'usage à venir de certaines ressources naturelles. L'intensité du trafic automobile menace, par exemple, la variété des usages que l'on tire du pétrole et contribue en outre à l'effet de serre anthropogénique. Les enquêtes concernant la relation entre la santé publique et la pollution atmosphérique ont établi que le passage d'un niveau de base à un niveau plus élevé de pollution, dans la région parisienne et durant les périodes estivales, s'accompagnait d'une augmentation de 25 % des hospitalisations pour asthme chez l'enfant, de 22 % des visites pour asthme effectuées par S.O.S.-Médecins de Paris, de 23 % des arrêts de travail à E.D.F.-G.D.F. pour causes cardio-vasculaires, etc. Des chiffres qui sont loin d'être négligeables. La responsabilité des uns et des autres est somme toute assez claire : lorsque, dans une telle situation, j'utilise ma voiture pour me déplacer à Paris et dans la région parisienne, alors que je dispose de transports en commun, je contribue à distance à infliger un surcroît de nuisances à un grand nombre de personnes. Considérons un autre exemple, plus étroit quant aux agents concernés, à savoir l'utilisation d'antibiotiques comme additifs aux aliments distribués aux volailles, bétail et autres poissons, afin d'accélérer leur croissance ; elle porte atteinte à la santé publique en favorisant la sélection de souches bactériennes extrêmement résistantes. En dehors du domaine environnemental et sanitaire, le phénomène des virus informatiques, c'est-à-dire la possibilité pour un seul individu de nuire à des millions d'autres, illustre on ne peut mieux le resserrement du monde.

28. Voir d'ailleurs ici même l'article de Jean-Charles Hourcade.

29. Cf. *Le Monde* du 21 janvier 2000.

 Industrie, société, nature

Il n'est plus possible, non plus, de se satisfaire d'une opposition frontale entre industrie et environnement. L'écologie industrielle ouvre la possibilité de repenser de fond en comble et, plus encore, de transformer les relations entre industrie/société/nature³⁰.

À l'origine de ce nouveau paradigme, il y a un constat extrêmement simple : les écosystèmes naturels fonctionnent de façon quasi cyclique alors que les systèmes industriels et sociaux épuisent des ressources d'un côté et accumulent des déchets de l'autre ; aucun système ne saurait, au sein de la biosphère, fonctionner ainsi durablement. Dépasser cet état de choses exige au préalable que l'on connaisse le substrat biophysique de nos activités et donc que l'on sache analyser et décrire les échanges de flux de matière et d'énergie entre nos systèmes industriels, au sens des sociétés industrielles, et la biosphère. Ces échanges constituent ce qu'on appelle le métabolisme industriel.

Qu'est-ce que cela signifie concrètement et immédiatement ? Que l'on va chercher à optimiser les flux de matière et d'énergie en cherchant en premier lieu à transformer les déchets de certaines productions ou activités en ressources pour les autres, sur le modèle de la symbiose industrielle de Kalundborg, localité portuaire située à une centaine de kilomètres de Copenhague ; en s'efforçant, en second lieu, de minimiser les pertes de matière par dissipation ; en cherchant, troisièmement, à dématérialiser les produits et les services, par exemple en ne vendant plus des biens mais en les louant, ce qui est une façon de disjoindre les flux financiers des flux de matières ; quatrièmement, en s'efforçant

de décarboniser l'énergie. Or, les réalisations conformes à chacun de ces objectifs doivent pouvoir se traduire en gains de productivité. D'où l'intérêt des industriels pour l'écologie industrielle. À plus long terme, le but ultime est de produire et de recycler comme le vivant lui-même.

Au bout du compte, c'est un changement de civilisation qui s'annonce peut-être. Cet imaginaire technique naissant tire son origine de la prise de conscience de l'impossibilité où nous sommes de poursuivre le programme d'artificialisation de la nature exalté par le chancelier Bacon dans *La Nouvelle Atlantide* : « reculer les bornes de l'empire humain en vue de réaliser toutes les choses possibles ». Un programme dont on peut trouver l'écho contemporain dans l'interprétation du principe de l'équité entre générations par les économistes Solow et Hartwick. « Selon la définition de Solow (c'est-à-dire que la consommation *per capita* doit rester constante dans le temps), nous avons établi que la règle de l'investissement de l'épargne (c'est-à-dire investir tous les bénéfices nets tirés des ressources naturelles et épuisables du capital reproductible) implique l'équité intergénérationnelle³¹. » L'équité en question exige alors de la génération actuelle qu'elle lègue à la suivante des capacités productives au moins égales à celles qu'elle a elle-même reçues. Autrement dit, il incombe à la généra-

30. Voir ici même l'article de Suren Erkman.

31. Cf. J. M. Hartwick, « Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources », *The American Economic Review*, vol. 67, n° 5, Nashville, décembre 1977, pp. 973-974 ; voir à ce sujet O. Godard, « Le développement durable : paysage intellectuel », *Natures, sciences, sociétés*, vol. 2 (4), octobre 1994, pp. 314-315, et J.-P. Maréchal, « Le développement durable dans la pensée néoclassique », *Stratégies énergétiques. Biosphère & société*, Genève, Georg, 1996, pp. 223-230. R. M. Solow semble, quant à lui, beaucoup plus nuancé, cf. « The Economics of Resources or the Resources of Economics », *The American Economic Review*, vol. 64, n° 2, Nashville, mai 1977, pp. 10 et 11.

tion présente de substituer aux ressources naturelles consommées, et donc au capital naturel détruit, du capital reproductible, c'est-à-dire des artefacts et des techniques. Un raisonnement qui semble présupposer la possibilité quasi indéfinie d'une telle substitution, ce qui constitue une manière d'énoncé métaphysique, car relatif à l'être en général, nullement évident. Qu'est-ce qu'un tel programme signifie concrètement ? Que nous finirons par substituer aux sols détruits des cultures hydroponiques, à l'eau des rivières et des mers par trop polluée des piscines hermétiques pour nos loisirs et des systèmes fermés de recyclage de nos propres eaux usées pour nos consommations courantes, à l'air des villes un air artificiel et, pour finir, à la biosphère elle-même une immense technosphère, sur le modèle de l'immense serre de Biosphère II dans le désert de l'Arizona.

Un tel programme présuppose également que l'on parvienne réellement à maîtriser la biosphère. Or, deux obstacles majeurs s'opposent au principe d'une telle maîtrise. En premier lieu, l'instabilité caractéristique de nombreux systèmes physiques, à commencer par l'atmosphère, c'est-à-dire leur sensibilité aux petites variations pouvant affecter leurs conditions initiales, interdit d'en connaître précisément lesdites conditions et donc d'en prédire et maîtriser l'évolution à long terme. Par ailleurs, nous ne cessons de découvrir que la maîtrise immédiate des effets de l'action n'exclut nullement la survenue de conséquences à moyen et long terme totalement imprévisibles et souvent dommageables. Force est, d'ailleurs, de constater que nous n'avons, à l'exception de l'effet de serre anthropogénique, prédit aucune des pollutions globales que nous connaissons³². Nous n'avons anticipé ni la déplétion de la couche d'ozone ni l'accumulation du D.D.T. et d'autres molécules de synthèse dans

les graisses animales avec pour effet de perturber le système endocrinien, ni l'accélération de l'érosion de la biodiversité, ni les effets de la pollution nucléaire. Et il eût été par exemple impossible de prédire au moment de leur invention, en 1928, les effets des C.F.C. sur les molécules d'ozone : la chimie de l'ozone stratosphérique était alors inexistante. La raison en est que les artefacts que nous produisons reposent sur quelques lois de la nature, alors que leur immersion dans le milieu les fait interagir avec toutes les autres, interactions dont nous ne pouvons connaître à l'avance les effets³³.

La réponse de l'écologie industrielle à l'impasse des économies modernes ne réside pas dans un impossible renoncement à notre entreprise d'artificialisation, objectif illusoire, mais dans la proposition d'une autre compréhension du procès d'artificialisation. L'orientation donnée à nos techniques par l'écologie industrielle rompt en effet avec la volonté d'extension indéfinie de l'empire humain, sans toutefois renoncer à la sophistication des programmes technoscientifiques. Le projet qui anime l'écologie industrielle est, nous l'avons vu, d'amener les systèmes industriels et, plus généralement, nos économies, à fonctionner de façon quasi cyclique, à l'instar des écosystèmes naturels. L'objectif ultime n'est donc plus de substituer à la biosphère une hypothétique technosphère globale, mais, au contraire, de boucler autant que possible la technosphère sur elle-même, afin de perturber le moins possible les grands cycles biogéochimiques. Pour ce faire, ce nouveau paradigme technique vise à reprogrammer des bactéries ou à recourir aux nanotechnologies pour jouer le

32. Cf. Arnulf Gruebler, *Technology and Global Change*, Cambridge University Press, 1998.

33. Cf. par exemple Philippe Roqueplo, *Climats sous surveillance*, Paris, Économica, 1993, pp. 261-290.

rôle des décomposeurs nécrophages et coprophages au sein des écosystèmes ou encore à trouver de nouveaux procédés de fabrication fonctionnant par addition et non par extraction de matière, s'inspirant de la biochimie ou recourant à des nano-robots afin d'agencer la matière à froid et à l'échelle atomique ou moléculaire, etc.

Un retournement métaphysique

Nous avons bien affaire, avec l'écologie industrielle, à un nouveau programme technico-scientifique, qui rompt tout autant avec l'esprit qu'avec la lettre du programme baconien. De Bacon à Hegel, la modernité technique et scientifique semble n'avoir assigné à l'action humaine d'autre fin que la négation du donné, de ce qui advient naturellement, spontanément, à l'existence. Le donné naturel était, par définition, promis à une transformation technique et ne pouvait être considéré qu'à ce titre. Toutes les choses naturelles apparaissaient par principe comme sujettes à manipulation. L'écologie industrielle relève, en revanche, d'une métaphysique qui s'apparente à celle du *es gibt* heideggérien ou encore à celle du *es fällt* de Wittgenstein. Peu m'importent ici les œuvres respectives de Heidegger et de Wittgenstein, aux antipodes d'ailleurs l'une de l'autre, mais la reconnaissance de la primauté inaliénable du donné naturel que suggèrent ces deux expressions célèbres. Il n'y a aucun sens à vouloir maîtriser la nature, il n'est en effet de maîtrise technique que fondue dans des processus qui l'englobent et la dépassent. Or, en cherchant à quasiment fermer les cycles de matières de la société industrielle sur eux-mêmes, l'écologie industrielle reconnaît implicitement la primauté du donné naturel et,

plus encore, son altérité indépassable. La nature n'est plus conçue comme devant s'effacer au profit d'un empire humain en constante expansion. Elle nous préexiste et nous survivra ; elle doit être reconnue comme telle.

Ce retournement métaphysique semble inséparable d'une autre éthique. Refuser de substituer indéfiniment du capital technique au capital naturel, c'est en effet reconnaître l'altérité de la nature et en respecter la valeur. Mais on peut aller plus loin et discerner dans le refus de la négation absolue du donné, et donc dans le renoncement au fantasme de la toute-puissance, un rejet du mythe révolutionnaire de la transformation radicale de la condition humaine. Le projet d'une domination industrielle et technique sans reste de la nature partage avec le projet révolutionnaire la dénégation de toute espèce de donné, en l'occurrence humain ; la condition humaine apparaît elle-même comme de part en part transformable.

Plus largement, on peut, en outre, s'interroger sur la contradiction potentielle entre les leçons que l'on peut tirer des difficultés écologiques que nous connaissons et le vieil imaginaire révolutionnaire qui a autant nourri la gauche historique que les hérauts et protagonistes des révolutions industrielles successives : les scientifiques, les ingénieurs et les capitaines d'industrie. Ces derniers ont partagé avec les révolutionnaires la foi en notre capacité à maîtriser et à conformer le monde à nos désirs, au sens de la réalité physique pour les uns et de la réalité sociale pour les autres. Marx avait d'ailleurs réalisé la synthèse de ces deux aspirations révolutionnaires : il attendait des sciences et techniques qu'elles nous permettent de dépasser la rareté et la division sociale du travail, sources, selon lui, des malheurs de l'humanité, et donc qu'elles rendissent possible l'avènement

de l'homme nouveau. En revanche, nous mesurons aujourd'hui les limites de nos pouvoirs, nous savons que nos techniques peuvent à moyen terme engendrer des effets imprévisibles et indésirables, que la complexité du vivant et, plus généralement, de la biosphère ne cesse de nous jouer des tours. Mieux vaudrait également tirer sur un plan politique les conséquences de la finitude de notre puissance. Cela ne signifie évidemment pas qu'il faille se satisfaire de l'état du monde, mais qu'il nous est, par exemple, impossible de réduire l'idée de justice à la suppression des seules aliénations économiques ; il est des perversions qui n'ont rien d'économique, elles peuvent être politiques, professionnelles, familiales. Nous savons en outre que les efforts pour instaurer la justice seront toujours à reprendre et qu'il n'est pas d'homme radicalement nouveau à l'horizon...

L'écologie industrielle apparaît ainsi porteuse d'une spiritualité nouvelle, en un sens du mot « spiritualité » proche de celui que pouvait lui donner Lynn White dans son fameux article sur « *the historical roots of our ecological crisis* », c'est-à-dire celui d'une disposition fondamentale et originelle vis-à-vis des choses en général³⁴. Si le projet dont elle est porteuse venait à se réaliser, il infligerait un démenti aux analyses de Heidegger selon lesquelles la « domination illimitée » de la technique est « irrésistible »³⁵.

Cela ne signifie pas non plus qu'elle puisse seule résoudre toutes nos difficultés. Le développement durable comporte, bien sûr, d'autres dimensions, auxquelles correspondent d'ailleurs autant de leviers pour sa mise en œuvre. Il ne saurait, en effet, y avoir de développement durable sans un aménagement du territoire plus attentif au métabolisme régional. Il ne saurait y avoir de développement durable sans une éducation à l'environnement instillant dans les esprits

les exigences éthiques nouvelles dont il a été plus haut question. La dimension juridique est évidemment essentielle : les sanctions pénales, les normes et les principes pollueur-payeur et de précaution sont des instruments déterminants de l'infléchissement de nos comportements. L'adhésion non contrainte des agents économiques à des normes non juridiques du type ISO 14 000 constitue également un facteur décisif. De même, le poids des grandes O.N.G. comme le W.W.F. et l'impact d'une foule d'associations fondées sur la libre adhésion des individus sont loin d'être négligeables. Sur un plan politique, les procédures de contrôle démocratique des choix technologiques de type représentatif comme le Technology Assessment ou participatif³⁶ comme les conférences de citoyens et la Commission nationale du débat public, peuvent notablement contribuer à infléchir le cours de nos sociétés. Sur un plan économique, les instruments recourant à des degrés divers d'encadrement du marché en direction du développement durable ne manquent pas : les écotaxes, les permis négociables d'émissions polluantes, les certificats verts³⁷ et le *green pricing*³⁸.

Je voudrais, pour finir, accorder une place toute particulière à l'économie de fonctionnalité selon Walter Stahel : l'objectif est d'atteindre la

34. *Science*, 10 mars 1967, vol. 155, n° 3767, pp. 1203-1207.

35. Cf. *Langue de tradition et langue technique*, Bruxelles, Lebeer Hossmann, 1990, p. 29.

36. Voir ici l'article de Jacques Theys et Cyria Emelianoff sur la ville durable.

37. Une directive européenne va imposer aux producteurs d'énergie un pourcentage de production tiré de ressources renouvelables, les certificats verts fonctionneront alors à la manière des permis négociables pour permettre aux industriels de s'adapter à cette contrainte en fonction de leurs capacités propres, en vendant ou achetant une part de ces certificats.

38. C'est-à-dire la possibilité offerte aux usagers par le marché de payer par exemple plus cher une électricité produite par une source renouvelable d'énergie.

plus haute valeur d'usage possible en consommant le moins de matière et d'énergie possible, et ce en poussant à l'extrême la notion d'économie de services, c'est-à-dire en substituant à la vente des services celle des biens, là où c'est sensé³⁹. Tel industriel ne vend plus, par exemple, ses solvants, mais les loue ; les usagers n'achètent plus des automobiles mais des kilomètres, non plus tel appareil électronique ou même telle pièce de mobilier, mais les services et usages qu'ils sont censés rendre. L'intérêt du producteur s'en trouve sensiblement déplacé : il doit éviter au maximum la dissipation de ses solvants ; le fabricant d'automobiles ou de meubles se doit de fabriquer les objets les plus durables possibles, lesquels ne peuvent alors qu'être modulaires. Les producteurs tirent, en conséquence, un flux financier non plus de la production, mais de la maintenance des biens, laquelle est en outre plus exigeante en main-d'œuvre que leur fabrication. Il y a donc disjonction des flux de matières et des flux financiers, les premiers pouvant être réduits sans que cela entrave la croissance. Les comportements des acteurs devraient être également affectés. Ils ne seront plus les propriétaires d'un monde d'objets dont ils peuvent user et abuser. Qu'advient-il,

alors, du sens moderne de la propriété ? On se retrouve ainsi dans un cas de figure proche de celui de l'écologie industrielle : des mesures techniques, ici en matière de gestion, semblent devoir drainer des valeurs et comportements nouveaux.



Le temps est venu de reconnaître la liberté de l'imaginaire technique, social et spéculatif de l'écologie pour lui permettre d'informer de la façon la plus large possible l'imagination politique. Et sur le plan plus réduit de la vie politique française, on ne pourrait que se réjouir de voir l'ensemble des formations politiques s'emparer avec le sérieux requis des enjeux environnementaux.

Dominique Bourg.

39. Cf., par exemple, W. Stahel in T. Jackson (éd.), *Clean Production Strategies. Developing Preventive Environmental Management in the Industrial Economy*, Lewis Publishers, 1993, pp. 261-291, et « The Functional Economy : Cultural and Organizational Change », in D. J. Richards, *The Industrial Green Game. Implications for Environmental Design and Management*, Washington, National Academy Press, 1997, pp. 91-100.