

LE CONCEPT DE BIODIVERSITÉ : DE NOUVEAUX REGARDS SUR LA NATURE

CHRISTIAN LÉVÊQUE

Cruciale pour les biologistes, la question de la diversité biologique l'est aussi pour les Sciences de l'Homme et de la Société. Elle crée plus qu'une opportunité, une obligation pour les uns comme pour les autres, de travailler ensemble.

L'accroissement démographique, et l'exploitation massive des ressources à des fins spéculatives, engendrent une dégradation des milieux naturels. C'est le cas en particulier pour les milieux tropicaux où la transformation des paysages, et la destruction de certains biomes, ont pour conséquence la disparition de très nombreuses espèces végétales ou animales (Auroi, 1992 ; Wilson, 1988). Cette situation qui a prévalu pendant de nombreuses années dans l'indifférence quasi générale, suscite depuis quelque temps de nombreuses réactions. Certains y voient la destruction irrémédiable d'un patrimoine naturel, résultat de l'évolution biologique, qui s'est constitué au cours de millions d'années. D'autres y voient également la perte de ressources potentielles et jusqu'ici inexploitées ou tout simplement inconnues. D'autres encore se posent la question des conséquences éventuelles d'une réduction de la diversité biologique sur le fonctionnement des écosystèmes, et plus généralement sur les phénomènes régulateurs de la biosphère.

En réalité, la biodiversité sert de bannière à tous ceux qui s'inquiètent des conséquences éventuelles d'une dégradation géné-

rale de la nature. Sous des motivations diverses, mais animés par le même objectif qui est d'enrayer l'érosion du monde vivant, les scientifiques et les ONG ont développé un argumentaire complexe, et commencé à mettre en place quelques moyens d'action. Le concept de biodiversité, tel qu'il s'est progressivement construit, est à la fois le champ d'application de nouvelles conceptions de la nature qui se sont développées dans la pensée occidentale notamment, et le prétexte à une redécouverte et à de nouveaux développements des rapports homme/nature. La biodiversité n'est donc plus seulement une préoccupation de scientifiques, mais un véritable fait de société comme nous allons essayer de le démontrer. La question subsidiaire concerne le rôle que les spécialistes des Sciences de la nature sont maintenant appelés à jouer, compte tenu de cette nouvelle donne.

UN CONCEPT HOLISTIQUE

La diversité biologique, c'est la diversité des formes vivantes, y compris dans leur complexité génétique et biologique. Le terme "biodiversité" (raccourci de "diversité biologique") est d'usage récent. Il a reçu une large consécration lors de la Conférence de Rio, dans la mesure où la Convention sur la biodiversité a été l'occasion d'affrontements idéologiques et politiques qui ont été largement relayés par les médias.

Face à la gravité des problèmes, et pour essayer d'attirer l'attention du public et des politiques sur la nécessité de prendre des mesures, les défenseurs de la nature ont été

Christian Lévêque : Directeur de Recherches,
Département Eaux Continentales, ORSTOM,
213, rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

243

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 39.848 ex 1

Cote : B

26 JUL. 1994

amenés à rechercher et à développer trois grands ensembles de questions et d'arguments (figure 1) destinés à différents types d'interlocuteurs. Historiquement, c'est le souci de sauver certaines espèces de l'extinction ou certains milieux de la destruction qui fut à l'origine des mouvements de conservation de la nature. La dimension éthique, y compris dans ses aspects philosophiques et religieux, affiche pour principe que la biodiversité est un héritage de l'humanité et qu'il est de notre devoir de la protéger. Puis, les scientifiques qui s'interrogeaient depuis longtemps sur l'origine de la diversité du vivant, se sont demandés quel rôle pouvait jouer cette diversité dans le fonctionnement des écosystèmes, et quelles pourraient être les conséquences écologiques d'une réduction de cette diversité.

Cette dimension écologique se préoccupe également de la capacité des systèmes biologiques à retrouver un état comparable à leur situation initiale après qu'ils aient subi des perturbations d'origine naturelle ou anthropique. C'est ce que les écologistes appellent la "résilience". Enfin, dans la dimension économique, la dernière à avoir été explorée, on tente de quantifier en termes financiers les usages actuels et potentiels de la diversité biologique. Sans manichéisme excessif, on peut penser que ces trois dimensions sont également des points d'entrée différents selon les interlocuteurs : pour les scientifiques la dimension écologique est prioritaire, alors que les politiques sont plutôt concernés par la dimension économique et les ONG par la dimension éthique.

Ces différentes démarches ne sont en réalité pas indépendantes et poursuivent un même objectif qui est celui de la conservation et de la protection des milieux naturels et des espèces qu'ils abritent. En se posant la question de l'impact de facteurs d'origine naturelle ou/et anthropique sur la biodiversité, et en recherchant les moyens à mettre en œuvre afin de la préserver, on aborde directement les problèmes du développement durable qui furent au cœur des débats de la Conférence de Rio. On se demande si l'on peut évaluer le coût de tous ces impacts et qui va payer la protection et la conservation des milieux concernés. Le terme *umbrella concept* est parfois utilisé par les anglo-saxons pour qualifier cette vision relativement large de la biodiversité.

LES MOTIVATIONS ÉTHIQUES ET PHILOSOPHIQUES

La Conférence de Rio a bien mis en évidence que le débat sur l'environnement et la biodiversité était fortement animé, voire dominé, par des groupes de pression relevant des champs du moral, de l'éthique et du religieux. Pour certains, Dieu a créé la diversité de la nature, c'est sa propriété, et les hommes n'ont pas le droit de la détruire. D'autres, avec des arguments finalement assez proches, partent du principe qu'il faut que le public ait l'impression de commettre un préjudice, voire une infraction, en détruisant la biodiversité, pour que puisse s'imposer l'idée de conservation. Ehrenfeld (1988) a mis en avant cette notion qui ouvre la voie au sentiment de culpabilité, souvent utilisé par beaucoup de mouvements conservationnistes qui sont, ou ont été à l'origine, des mouvements moraux faisant appel à l'éthique.

En réalité, le débat philosophique autour de la biodiversité poursuit celui, encore largement d'actualité (voir par exemple l'appel d'Heidelberg) sur les relations que l'homme entretient avec la nature, et paraît coïncider avec un changement d'attitude dans les sociétés occidentales. En effet, pendant plusieurs siècles, ces sociétés ont considéré que la nature était au service de l'homme, et la domination de l'homme sur la nature s'est particulièrement affirmée lors de la révolution industrielle. Le

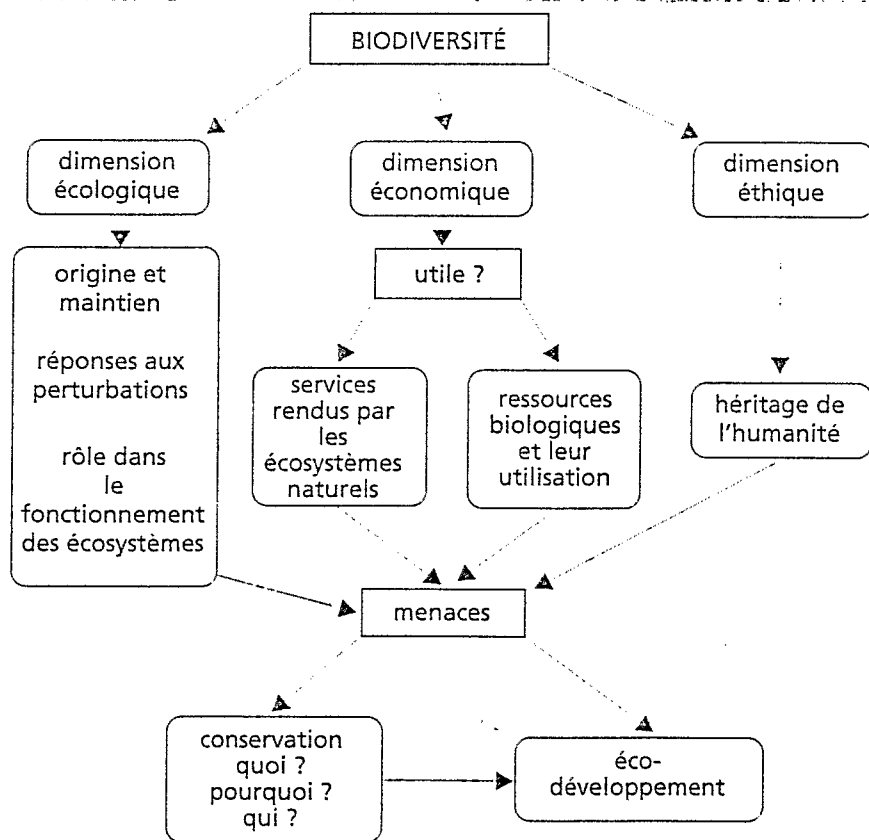


Figure 1 - Le concept de biodiversité comprend trois dimensions principales (écologique, économique et éthique) qui ne sont pas exclusives mais complémentaires. Pour chacune de ces dimensions, différents arguments sont avancés afin de convaincre les politiques et le public qu'il est nécessaire de préserver la biodiversité qui se trouve actuellement menacée par l'action de l'homme sur son environnement. Le but ultime de chacune des approches est similaire : il s'agit de promouvoir la conservation *in situ* dans un contexte de développement durable.

mythe du progrès dans la pensée moderne postule que la nature doit être maîtrisée afin de mieux l'exploiter. Des espèces maintenant protégées à grand prix étaient considérées comme nuisibles il n'y a pas si longtemps, et exterminées méthodiquement au nom du développement agricole (Cadoret, 1985). Cette vision utilitariste de la nature développée en Occident, s'est répandue dans le reste du monde par le biais de la colonisation et des systèmes économiques. Elle a connu d'une certaine manière son apogée après la Seconde Guerre mondiale, lorsque le développement des moyens techniques a permis aux hommes de réaliser des rêves fous : la mer d'Aral, les grands barrages hydroélectriques, l'assèchement d'immenses surfaces de zones humides, sont des témoins de cette idéologie, partagée par les divers systèmes politiques de l'époque, qui considéraient que le progrès de l'humanité passait par le progrès des sciences et des techniques et la maîtrise des éléments naturels.

Le principe selon lequel l'homme et la nature sont deux entités séparées, cette manière pouvant être un objet d'étude et d'expérimentation, est manifeste également dans l'évolution de la science écologique qui pendant longtemps s'est attachée à étudier des milieux vierges de l'emprise humaine, comme ce fut le cas pour le Programme Biologique International des années soixante. Il fut suivi dans les années soixante-dix par le Programme l'Homme et la Biosphère (programme MAB) qui, par contre, introduisait l'homme comme élément des écosystèmes. On retrouve cette idée que l'homme et la nature sont deux entités séparées, dans un rapport dominant-dominé, dans la conception des modèles de gestion (dite rationnelle, le terme est révélateur) des ressources vivantes, ne prenant en compte que la ressource et ignorant les acteurs sociaux.

Mais l'attitude de l'homme par rapport à la nature a beaucoup évolué, notamment dans les sociétés occidentales modernes pour lesquelles la nature est souvent devenue un lieu symbolique de loisir et de repos, de régénération et de contemplation. C'est un espace neutre où le citoyen oublie temporairement les oppositions sociales et les contraintes du tra-

vail productif (Bozonnet et Fischesser, 1985). L'importance croissante des villes, a certainement contribué à faire progresser cette vision auprès du grand public. D'autre part, si la société occidentale a pendant longtemps vécu sur la dualité homme-nature, pour d'autres sociétés au contraire, la survie de l'espèce humaine passe obligatoirement par la conservation des grands équilibres naturels. À l'extrême, certaines communautés rurales de tradition panthéiste, considèrent aussi que la nature est composée d'êtres avec lesquels l'homme entretient des relations parfois conflictuelles. Ce sont ces conceptions, avec des sensibilités diverses, qui animent beaucoup d'ONG ou de groupes de pression.

Sur un plan plus institutionnel, la Charte Mondiale de la nature adoptée par l'Assemblée de Nations Unies en 1982, reconnaît que le genre humain fait partie de la nature et que chaque forme de vie est unique et mérite le respect. Il est fait appel à la coopération internationale pour mettre en place des stratégies de conservation de la nature, mais cette initiative a eu en définitive assez peu d'impact, dans la mesure où les gouvernements n'étaient pas contraints à des engagements précis. L'UICN a proposé plus récemment des bases éthiques pour la conservation de la diversité biologique (McNeeley, 1989), attirant l'attention sur le fait que l'humanité est partie intégrante de la nature, soumise aux mêmes lois écologiques que les autres espèces. Il en découle en particulier la nécessité d'un profond respect de la nature : toutes les espèces ont le droit d'exister et la conservation des êtres vivants ajoute à la qualité de la vie. Dans cette perspective, on comprend qu'il soit nécessaire de préserver les processus écologiques qui conditionnent l'intégrité de la biosphère, et de promouvoir un développement qui ne mette pas en danger le renouvellement des ressources et l'équilibre des systèmes. Le concept de développement durable qui n'est pas très différent en réalité de celui d'éco-développement, fait notamment référence à notre responsabilité qui est de transmettre un héritage en bon état aux générations futures. Cette notion n'est pas neutre politiquement. Elle exige implicite-

ment un approfondissement des pratiques de démocratie participative, du niveau local jusqu'au niveau international. Elle suscite également une double interrogation :

■ quels sont les outils qui nous permettront de mettre ce concept en application sur le terrain ;

■ jusqu'à quel point peut-on poursuivre le développement sans mettre en danger l'équilibre homme/nature ?

LA DIMENSION ÉCOLOGIQUE

Combien d'espèces disparaissent-elles ?

Rien de tel qu'un scénario catastrophe pour attirer l'attention du public et des politiques. Certains scientifiques ont donc beaucoup insisté sur la destruction irrémédiable de millions d'espèces dans les décennies à venir afin de promouvoir l'idée d'une nécessaire

protection de la biodiversité. Des chiffres très alarmistes ont ainsi été avancés, indiquant que 5 à 25 % des espèces étaient menacées à moyen terme (Groombridge, 1992 ; Myers, 1993). Si les faits sont exacts, ils sont impressionnants. Mais la rigueur oblige à dire que tous ces chiffres ne sont que des extrapolations parfois hasardeuses, et que nous sommes dans une certaine mesure dans une situation comparable à celle que nous avons connue à propos de l'effet de serre : il y a des présomptions, mais il est impossible actuellement d'avancer des données précises et objectives sur le présent, et encore moins sur le futur. Ce qui est plus grave, c'est que certaines extrapolations soient parfois présentées comme des faits acquis (Simon et Wildavsky, 1993), alors que nous n'avons pas toujours (on pourrait dire pas souvent) de preuves irréfutables.

En réalité, l'inventaire des espèces vivantes est loin d'être achevé alors qu'il s'agit d'une activité ancienne. Le nombre total se situerait entre 3 et 30 millions (May, 1992),

voire 80 millions d'espèces, mais à l'heure actuelle, seulement 1,7 million ont été décrites et enregistrées (Groombridge, 1992). Les motifs de l'exploration du vivant (combien d'espèces et pourquoi toutes ces espèces ?) sont analogues à ceux des astronomes qui étudient l'origine et l'évolution de l'Univers, ou à ceux des biologistes moléculaires qui décodent la séquence du génome (May, 1992). Mais la science connaît mieux la systématique des étoiles que celle des organismes qui vivent sur Terre... Pour certains groupes comme les champignons, les nématodes et les insectes, seule une toute petite partie de la diversité est connue et décrite. Pour d'autres groupes comme les bactéries, les virus et les micro-organismes de manière générale, on se heurte à des problèmes de définition de l'espèce. Ce problème de l'inventaire du nombre d'espèces excite beaucoup l'imagination de certains chercheurs, mais n'est qu'un aspect très limité du débat sur la biodiversité.

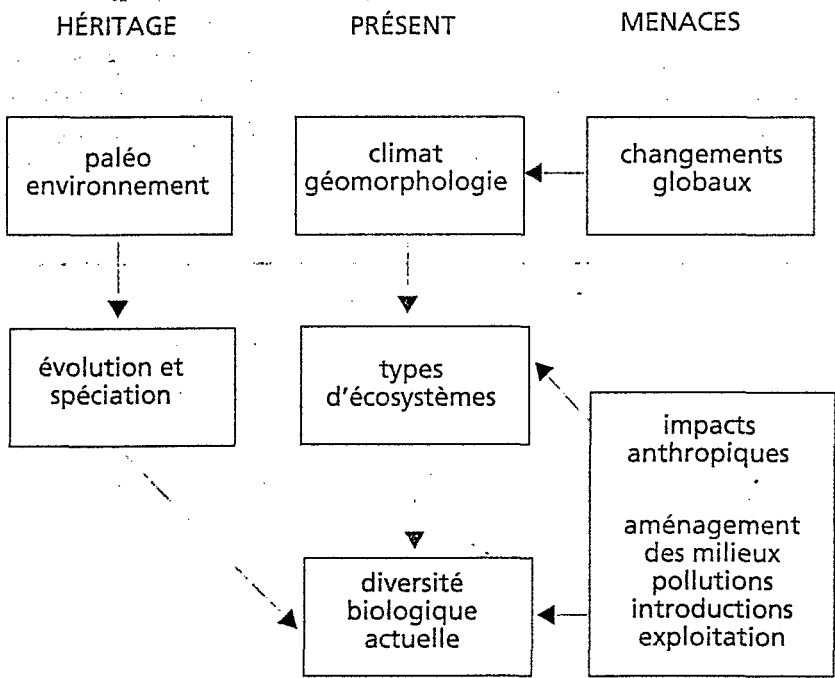


Figure 2 - La biodiversité est un héritage de l'évolution qui s'est constitué dans un contexte climatique et géomorphologique en perpétuel changement, favorisant ainsi la spéciation. Actuellement, la distribution géographique de la diversité biologique résulte à la fois de l'histoire des milieux, et des conditions climatiques et écologiques qui prévalent localement. Cet héritage est menacé à terme par les activités anthropiques, que ce soit de manière directe ou par le biais des changements globaux.

L'importance des facteurs historiques et édaphiques

La diversité biologique, exprimée par exemple par la richesse spécifique (nombre d'espèces), la composition spécifique ou la proportion relative des différentes populations, est fortement dépendante des conditions écologiques qui prévalent dans les systèmes étudiés (figure 2) et notamment des facteurs climatiques et édaphiques actuels. Mais la diversité biologique est également l'héritage d'une longue histoire évolutive des espèces et des peuplements, dans un contexte climatique et géomorphologique qui a évolué lui aussi. La prise en compte du "poids de l'histoire" pour expliquer la structure actuelle des peuplements et des écosystèmes, est sans aucun doute une préoccupation relativement récente en écologie dont on découvre progressivement tout l'intérêt. La crainte de changements climatiques rapides dans les prochaines décennies a relancé l'intérêt pour les recherches sur les paléoenvironnements et sur l'histoire géologique ou récente des sys-

tèmes, de leur faune et de leur flore, en partant du principe que comprendre le passé permettra de prévoir le futur. Ces recherches permettent de reconstituer la dynamique de la répartition des espèces et d'interpréter en termes qualitatifs la composition actuelle des faunes locales et régionales.

L'histoire explique également pourquoi une grande partie de la biodiversité est localisée en zone tropicale. On y trouve des milieux d'étude privilégiés où l'évolution a pu se poursuivre sur de plus longues périodes et dans des conditions climatiques plus clémentes durant les glaciations, que dans les zones nord tempérées où la presque totalité des espèces a été éliminée. On y trouve également des milieux et des modèles biologiques plus diversifiés, parfois différents de ceux des zones tempérées (forêts tropicales humides, récifs coralliens), et des situations encore moins dégradées que dans les pays fortement industrialisés.

Biologie moléculaire et écologie : une symbiose nécessaire

La question qui se pose maintenant avec plus d'insistance, lorsqu'on prend en compte la dimension temporelle des écosystèmes, est celle des mécanismes d'adaptation des espèces aux changements de l'environnement. En particulier, quelles sont les capacités des espèces et des systèmes à s'adapter aux changements climatiques ? On estime que la diversité génétique est la condition nécessaire pour créer la diversité biologique qui permettra aux espèces de mettre en œuvre des stratégies alternatives qui sont les réponses adaptatives aux changements de l'environnement. Les changements dans les contraintes environnementales sont en réalité les facteurs déterminants dans ce processus de l'évolution. On comprend alors que la diversité biologique concerne dans un système hiérarchique, les différents niveaux de l'organisation biologique : les niveaux du gène, de l'espèce, des peuplements, des écosystèmes (Barbault, 1990, 1993 ; Solbrig, 1991a, 1991b). Il y a entre ces différents niveaux une forte interdépendance, et le concept de

biodiversité suppose l'intégration des différentes approches disciplinaires traditionnelles pour mieux comprendre la dynamique de l'évolution et de l'adaptation qui s'inscrit également dans un système emboîté d'échelles spatiales (stations, écosystèmes, région, biosphère) et temporelles (de l'actuel aux centaines de millions d'années) (Barbault et Hochberg, 1992 ; di Castri et Younès, 1990). Même si quelques précurseurs avaient ouvert la voie, la réaffirmation dans le concept de biodiversité que biologie moléculaire et écologie ne peuvent répondre de manière indépendante aux secrets de la vie, et sont condamnées à s'entendre pour progresser, correspond en réalité à une orientation nouvelle des sciences de la vie.

Rôle fonctionnel de la biodiversité

Face à l'érosion de la biodiversité, de nouvelles questions ont surgi également en écologie, dont celle de savoir quelles seraient les conséquences de la diminution de la diversité sur le fonctionnement des systèmes écologiques. Certains la formulent parfois de manière un peu brutale : à quoi servent toutes ces espèces, dont certaines remplissent en apparence des fonctions identiques et redondantes sur le plan écologique. Il s'agit en réalité de déterminer quelle proportion d'espèces peut disparaître sans qu'il y ait modification significative du fonctionnement des écosystèmes. Or sur cette question du rôle fonctionnel de la biodiversité, les écologistes sont en général mal à l'aise car ils ne l'avaient pas posée jusqu'ici de manière aussi explicite. Quel rôle par exemple jouent les espèces rares dans les écosystèmes ? Sont-elles une alternative comme certains le pensent, une forme d'assurance, dans la mesure où elles seraient susceptibles de remplacer des espèces habituellement abondantes, si ces dernières venaient à faire défaut. La biodiversité est-elle un gage de stabilité et de résilience des écosystèmes ? Quel rôle joue-t-elle dans la productivité des écosystèmes ? Autant de questions dont la formulation relativement nouvelle devrait susciter de fructueuses voies de recherches.

La biodiversité, nouvel avatar des sciences de l'évolution

Une meilleure prise en compte de la variabilité temporelle et de l'hétérogénéité spatiale des écosystèmes rendue possible par la banalisation des outils informatiques, les interrogations quant au rôle fonctionnel de la biodiversité, témoignent d'une évolution majeure de l'écologie au cours des deux dernières décennies. Il s'agit bien d'un nouveau regard sur la nature de la part des écologistes, qui ne se contentent plus de raisonner en termes de flux moyens, mais cherchent à comprendre la complexité des processus, et sont amenés pour cela à aborder simultanément les différents niveaux hiérarchiques de la biologie.

Néanmoins, et pour toutes les raisons évoquées ci-dessus, on peut considérer la biodiversité comme une extension et un approfondissement des recherches sur l'évolution qui constituent en réalité la préoccupation majeure des sciences de la nature depuis la remise en cause du créationisme au XIX^e siècle. C'est la connaissance du passé et du futur de la diversité du vivant qui est en cause. On essaie de comprendre comment les espèces évoluent et quels sont les mécanismes (génétiques, biologiques, modifications de l'habitat) impliqués dans la diversification du monde vivant. On cherche également à mettre en évidence comment la biodiversité se structure et se maintient (c'est le champ de l'écologie) ainsi que les causes passées (voir l'intérêt pour la disparition des dinosaures) et présente des processus d'érosion, sachant que l'homme, ce qui est nouveau, joue maintenant un rôle prépondérant.

LA BIODIVERSITÉ : UN ENJEU ÉCONOMIQUE

Les faits marquants de ces dernières années, sont d'une part d'avoir pris conscience que la biodiversité était devenue un véritable enjeu industriel et commercial, et d'autre part la redécouverte qu'elle était un élément essentiel de notre vie quotidienne.

Une immense "bibliothèque" génétique

Ce sont les retombées économiques que l'on peut attendre de la biodiversité, que ce soit sous forme de ressources naturelles, de molécules à usage pharmaceutique et/ou industriel, ou de gènes, qui furent au centre des discussions de la Convention sur la biodiversité. Pour l'industrie des biotechnologies qui développe actuellement des techniques permettant de transférer des gènes entre espèces différentes, la nature est en effet une grande "bibliothèque génétique". Les espèces sauvages pourraient ainsi acquérir une valeur économique par le simple fait des gènes qu'elles contiennent et qui seraient potentiellement utilisables pour faire évoluer le patrimoine génétique des plantes cultivées et des animaux domestiques. Or beaucoup de plantes cultivées proviennent de pays du tiers-monde où l'on rencontre encore de nombreuses espèces sauvages, cousines des espèces cultivées, dans les aires géographiques d'origine où elles ont prospéré et se sont croisées avant d'être domestiquées par l'homme (Chauvet et Olivier, 1993).

La biodiversité : un enjeu Nord-Sud

Les industriels ont réclamé un libre accès aux ressources biologiques, c'est-à-dire aux "matières premières" génétiques, considérées comme un patrimoine commun de l'humanité. Ils ont vu dans les brevets, un moyen de protéger et de faire reconnaître comme leur propriété des variétés ou des produits mis au point le plus souvent après de longues et coûteuses recherches. En revanche, dans les pays du Sud, la biodiversité a pu apparaître comme un grand réservoir de gènes ou de molécules que les industriels allaient breveter et revendre avec grand profit. Il n'était donc pas question d'accepter le libre accès aux ressources biologiques, mais de monnayer cet accès en revendiquant un droit de propriété sur les ressources naturelles tout en demandant un libre accès au matériel génétique amélioré ainsi que des transferts de biotechnologies.

La convention sur la biodiversité reconnaît la totale souveraineté des États sur

leurs ressources biologiques, abandonnant ainsi la notion de patrimoine commun de l'humanité. Certains pays revendiquent aujourd'hui le droit de propriété, qui leur donne en fait la possibilité de gérer leur patrimoine comme ils l'entendent. Ces États, bien que responsables de la conservation et de l'utilisation durable de leur diversité biologique, ont le droit de détruire leurs ressources s'ils le jugent nécessaire, et celui de réclamer des redevances aux industriels qui tireraient un produit dérivé des ressources locales. Vu de cette manière, il s'agit d'un nouvel épisode des relations Nord-Sud, d'autant qu'avec la question des ressources génétiques, il y a reconnaissance implicite par le Nord qu'il a un intérêt matériel immédiat à la préservation de la biodiversité du Sud.

La convention insiste sur le libre accès aux produits issus des biotechnologies, et sur un partage équitable des dividendes entre les industriels et les pays dont sont originaires les ressources biologiques qui feront l'objet d'innovations technologiques. Chaque pays peut sur la base d'un simple contrat confier à une entreprise privée le soin d'explorer, puis éventuellement d'exploiter, ses ressources biologiques. C'est ce qui se passe à l'heure actuelle au Costa Rica où la firme multinationale Merk a payé un million de dollars à l'Institut National de la Biodiversité (INBio) du Costa Rica, pour obtenir le droit d'analyser des centaines de plantes et d'animaux afin d'y rechercher des produits pharmaceutiques. En échange du droit de prospecter, Merk garantit au pays (en l'occurrence INBio) des redevances sur les produits développés à partir des ressources collectées. On évolue donc vers le cadre classique de l'échange de matières premières contre de l'argent et des techniques, et vers un mode de fonctionnement économique calqué sur le mode d'exploitation-production du secteur pétrolier (Hermitte, 1992).

Peut-on breveter les ressources biologiques ?

Cette attitude a été confortée par l'évolution récente du droit des brevets dans les pays développés, qui a rendu possible de breveter des gènes et des organismes vivants.

En effet, jusque dans les années soixante-dix, il était admis que les organismes n'étaient pas brevetables, dans la mesure où ils étaient assimilés à des produits de la nature. Mais en 1980 la Cour Suprême des États-Unis décidait que la distinction entre l'animé et l'inanimé n'est pas opératoire en droit des brevets : la matière vivante, dans la mesure où elle doit son existence à la seule intervention de l'homme est en soi brevetable. Cette décision qui s'appliquait à une bactérie génétiquement modifiée destinée à dégrader les hydrocarbures est à l'origine de la reconnaissance explicite de la brevetabilité des organismes vivants. En 1985, les États-Unis acceptent la brevetabilité d'un maïs, en 1987 d'une huître, et en 1988 d'une souris transgénique.

En 1988 également l'Office européen des brevets accepte la brevetabilité des végétaux, puis en 1992 la brevetabilité de la souris transgénique ayant acquis divers gènes de cancer.

Cette décision a été précédée de longs débats, qui se poursuivent actuellement, autour de la notion philosophique de bioéthique. Il est nécessaire en effet de préciser les limites de la brevetabilité, notamment en ce qui concerne l'être humain. Mais dans ces discussions, il semble que l'on ait trop souvent confondu éthique et protection juridique (Gallochat, 1994). Le brevet n'est pas une licence d'exploitation, mais une garantie que l'invention brevetée ne sera pas reproduite sans l'accord de l'inventeur. La réelle question est de savoir si l'on doit ou non réglementer les recherches, car l'interdiction de breveter n'empêche pas actuellement la poursuite de ces recherches, ni l'utilisation et la diffusion d'organismes génétiquement modifiés dans la mesure où les travaux non divulgués ne sont pas sanctionnés. En bref, le refus d'accorder des brevets, en encourageant le secret, risquerait d'avoir pour effet de ne plus permettre aucun contrôle sur les produits issus des manipulations génétiques et leur dissémination.

Pour d'autres juristes cependant, le fait que les choix éthiques d'une société ne soient pas effectués au sein du droit des brevets

mais dans des législations spécifiques est discutable car il peut avoir pour conséquence de dresser la société civile contre l'industrie (Hermitte, 1993). Que certaines inventions soient exclues de la brevetabilité est une indication des limites de l'adhésion de notre société au droit des brevets, et s'inscrit dans la recherche d'une certaine cohérence des principes généraux dans l'ensemble de l'ordre juridique.

Donner un prix à la nature

Depuis quelques années, des économistes encouragés par des écologistes qui espèrent trouver des arguments économiques pour préserver la biodiversité, se sont attachés à développer des méthodes d'évaluation de la biodiversité qui ne doit pas être confondue seulement avec les ressources biologiques. Il faut distinguer en particulier valorisation de la biodiversité et valorisation des ressources génétiques qui n'obéissent pas aux mêmes règles (Joly et Trometter, 1994). Si l'existence des ressources biologiques dépend de l'existence de la biodiversité, cette dernière, et notamment la diversité spécifique ou la diversité des écosystèmes, peut également avoir une valeur économique.

De manière générale, cette évaluation économique se réalise dans le cadre de l'analyse coût-avantage qui est un outil de décision : face à un choix, elle permet de sélectionner les différentes options possibles et de définir un optimum économique (Glachant et Lévêque, 1993). Pour adapter cette analyse coût-avantage au cas de la biodiversité, les économistes ont été amenés à définir une typologie des valeurs (Angel *et al.*, 1992 ; Lévêque et Glachant, 1992). Il est de tradition par exemple de distinguer des usages directs et des usages indirects des milieux naturels et de leurs ressources, et de les évaluer en termes monétaires (Lévêque et Glachant, 1992). Cependant, dans la pratique, l'évaluation économique est difficile et présente des risques de biais importants, ce qui limite pour l'instant son intérêt pour orienter les stratégies de préservation.

PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ

Identifier les principales menaces

Dans un milieu donné, et à un instant donné, la biodiversité est la résultante de l'évolution qui crée de nouvelles espèces, et de phénomènes d'extinction qui éliminent d'autres espèces. L'extinction des espèces est un phénomène naturel, mais à l'heure actuelle les contraintes se sont fortement accrues : les milieux naturels sont fortement sollicités par les activités humaines, et disparaissent à une vitesse inquiétante dans de nombreuses régions du monde ainsi que les espèces qui leurs sont inféodées. Si la biosphère a connu dans le passé des périodes critiques marquées par la disparition de groupes entiers, à aucun moment semble-t-il cette érosion n'a été aussi rapide que celle observée actuellement. L'héritage est donc menacé et la question qui s'est posée rapidement est celle de l'évaluation des conséquences prévisibles des activités humaines sur le monde vivant, que ce soit à l'échelle globale (climat) ou régionale (habitats) (figure 3).

Les menaces sur la nature sont assez bien identifiées, et cataloguées dans quelques grands ensembles : la destruction ou la transformation des habitats ; les pollutions (McNeeley, 1992) ; l'introduction d'espèces exotiques ; la surexploitation des milieux et des ressources, pour la recherche de devises par exemple, peut également conduire à la destruction de certains biomes, l'exemple le plus connu étant celui de la forêt tropicale produisant du bois d'exportation. Il faut y ajouter les conséquences des changements globaux liés en particulier aux modifications climatiques résultant de l'émission de gaz à effet de serre. C'est avec l'agriculture que les sources de conflit sont les plus nombreuses. L'agriculture intensive du Nord, détruit les haies, pollue les eaux et épuise les sols, tandis que l'usage d'un nombre limité de variétés sélectionnées tend à appauvrir la diversité génétique. Dans le Sud, la nécessité d'utiliser de plus en plus de terres pour répondre à l'accroissement de la population, ainsi que la dégradation de terres jusqu'ici cultivées, sont souvent responsables de la déforestation et de

l'érosion des sols. C'est donc au niveau du développement agricole que l'on doit réfléchir en priorité aux moyens à mettre en œuvre pour préserver la biodiversité.

Conserver les écosystèmes, par et pour les hommes qui les habitent

La préservation de la biodiversité concerne la diversité génétique, la diversité des espèces, la diversité des écosystèmes. Ces différents niveaux sont étroitement corrélés mais ne sont pas synonymes. Même s'il est possible d'envisager de préserver des espèces indépendamment de leur milieu d'origine (conservation *ex situ*), la conservation de la diversité biologique exige avant tout la conservation *in situ* des écosystèmes et le maintien de populations viables d'espèces dans leur milieu naturel. Il ne s'agit plus seulement de protéger quelques espèces menacées, mais bien toute la biodiversité compte tenu en particulier de son utilisation potentielle.

La création de réserves pour assurer la conservation *in situ* qui est recommandée par la convention sur la biodiversité, est une solution souvent préconisée. Elle n'est cependant en réalité qu'un palliatif à court terme. Si des changements climatiques importants surviennent dans les prochaines décennies, les espèces disparaîtront ou seront remplacées par d'autres dans les aires protégées. Ce qui est important finalement, c'est de conserver des espaces de liberté dans lesquels la dynamique de l'évolution pourra continuer à s'exprimer. Toutefois la création d'espaces protégés, doit tenir compte de la diversité des perceptions culturelles de l'environnement. Créer des zones protégées desquelles l'homme est exclu, n'est pas forcément le meilleur investissement sur l'avenir. Or, pendant longtemps, l'homme a été considéré comme l'ennemi. La situation devient en particulier ingérable lorsqu'il est nécessaire de déplacer des populations pour constituer les réserves, créant ainsi un sentiment de frustration, et une hostilité parfois ouverte des populations concernées. Pour essayer de répondre en partie à ces préoccupations, les réserves de la Biosphère mises en place sous l'égide de l'UNESCO

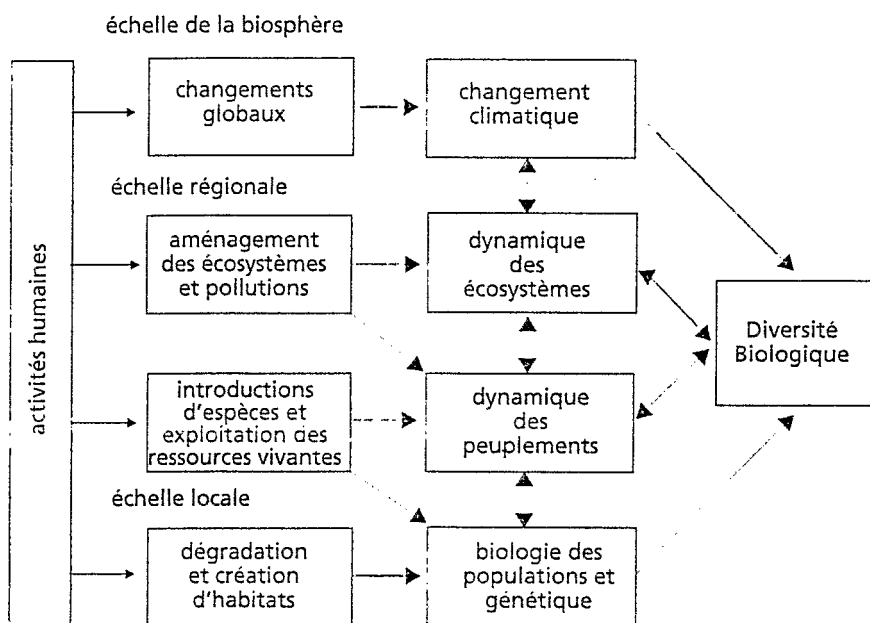


Figure 3 - Plusieurs types d'activités humaines, agissant à différentes échelles spatiales, affectent les différents niveaux hiérarchiques de la diversité biologique.

essaient de tenir compte de l'intérêt culturel et économique des populations locales pour les projets de conservation. On y autorise la poursuite des activités traditionnelles d'exploitation des ressources locales, cherchant ainsi à concilier la protection de la biodiversité avec la mise en valeur du territoire.

Savoirs traditionnels et gestion de la biodiversité

Au cours de ces dernières années, on a accordé beaucoup d'intérêt aux savoirs naturalistes traditionnels, ainsi qu'aux relations existant entre les cultures humaines et la conservation de la biodiversité. Les hommes ont en effet utilisé une grande variété de ressources biologiques, dans des milieux très divers, en mettant en œuvre des techniques spécialement adaptées. Cet ensemble de connaissances et de comportements constitue un patrimoine culturel qui s'est transmis de génération en génération. « Si les sociétés traditionnelles ont vécu jusqu'à présent au sein d'une nature que nous, Occidentaux, pouvons juger hostile, c'est essentiellement grâce aux savoirs et savoir-faire naturalistes qu'elles ont accumulés depuis des millénaires et dont nous reconnaissons aujourd'hui la valeur intrinsèque » (Scheps, 1993).

Les recherches en ethnobiologie ont permis de mieux connaître les modes d'utilisation ou de gestion traditionnelle de la nature et des ressources naturelles. Certains chercheurs pensent en effet qu'ils sont beaucoup mieux adaptés à la préservation de la biodiversité que les modèles de gestion centralisée d'origine occidentale. C'est ainsi que dans les îles d'Océanie, les tabous visent à contrôler les effets des activités humaines dans des milieux clos et fragiles, assurant ainsi la préservation d'espèces rares. Il en est de même des interdits qui pèsent sur les forêts sacrées en Afrique de l'Ouest. Ce "regard amical" sur la nature par rapport à l'attitude occidentale, est riche d'enseignement. Car l'occident ici n'est plus en position de donner des leçons, mais se présente comme le demandeur d'un dialogue qui l'éclairerait (Bonnemaison, 1993).

Si de nombreux enseignements peuvent être tirés de ces savoirs populaires, il ne

faut cependant pas oublier que dans de nombreuses régions du globe l'accroissement démographique, et les changements économiques et politiques, ont profondément modifié les comportements sociaux. Des systèmes de gestion qui étaient adaptés à certains types de contraintes, ne le sont probablement plus dans les conditions actuelles.

La question du libre accès aux ressources vivantes

Dans quelles conditions une gestion traditionnelle ou non de la nature peut-elle s'exercer ? Les ressources naturelles vivantes et la biodiversité sont généralement considérées comme une propriété commune que l'on s'approprie par la cueillette ou l'usage. L'imposition de règles d'usage peut créer des conflits violents. Mais par opposition, l'accès non contrôlé aux ressources en propriété commune peut être la cause d'une rapide surexploitation, connue sous le nom de tragédie des communaux (Hardin, 1968). Le spectre d'une telle situation a conduit les tenants de l'économie néoclassique, à suggérer de privatiser la ressource ou d'en faire contrôler l'accès et l'usage par une autorité centrale, et ce mouvement de pensée est actuellement dominant dans les négociations internationales concernant l'environnement et la gestion des ressources naturelles. Mais propriété commune n'est pas synonyme de libre accès, et dans de nombreuses sociétés des règles coutumières, y compris les croyances et les droits lignagers, permettent en réalité de réguler l'accès aux ressources naturelles là où la propriété commune a survécu (Weber, 1993). Ce débat occulte en réalité les divers modes d'appropriation de la nature par les sociétés, qui sont brièvement les représentations, les usages, les modalités d'accès et de contrôle de l'accès, les modalités de transfert, et les modalités de répartition ou de partage (Weber, 1993 ; Weber et Reveret, 1993). Les lois foncières et les modèles de gestion centralisée exportés par l'Occident ont en réalité souvent été à l'origine de la disparition des modes traditionnels de gestion de l'accès aux ressources dans les pays du Sud, sans répondre pour autant aux objectifs affichés de protection de ces ressources.

Protéger la biodiversité : un autre pari de Pascal ?

Mais l'intérêt pour la préservation de la biodiversité est également lié à la prise de conscience qu'en l'absence de limites imposées à la destruction des milieux naturels, l'érosion de la biodiversité pourrait en dernier recours être préjudiciable à l'homme lui-même. Il y a là une peur intuitive, car mal argumentée scientifiquement, d'un monde vivant très simplifié dans lequel l'homme ne retrouverait plus les conditions indispensables à son bien-être physique et moral. Un point important de la Convention est donc l'affirmation qu'il faut anticiper et prévenir à la source les causes de la réduction de la diversité biologique, et que l'absence de certitudes scientifiques ne doit pas être invoquée pour différer les mesures de protection qui seraient nécessaires pour y parvenir. À lui seul ce sentiment que la diversité biologique est nécessaire à la survie de l'humanité, justifie ce principe de précaution, qui sera sans doute l'objet de beaucoup d'exégèses, et qu'il faudrait probablement qualifier de devoir de prudence dans la mesure où l'on ne sait pas si c'est réellement le cas.

Le nécessaire développement d'un droit de la nature

Le nombre de conventions internationales protégeant les espèces végétales et animales est important. Mais les différents textes, y compris la convention sur la biodiversité, ne valent que par la bonne volonté des États de les appliquer en respectant leur engagement (Tanon, 1993). Chaque État est libre de se conformer ou non aux dispositions, et l'accès aux ressources génétiques par exemple, relève de la réglementation de chaque État. Ainsi que le souligne avec force Chemillier-Gendreau (1989), « Le droit est pour le moment, d'une inefficacité notoire quant à la préservation et au sauvetage de l'environnement ». L'une des raisons avancées est que le droit est une activité devant contribuer à la paix sociale qui est essentiellement pensée comme une relation entre individus et entre groupes, et à laquelle la nature est étrangère. Il en résulte que « le rapport des sociétés modernes à la nature

s'exprime dans une grande incertitude juridique ». Impuissant à interdire, le droit se contente le plus souvent de régler des relations d'homme à homme dans le cadre de sanctions sous forme de réparations financières, la protection de la nature étant accessoire. Il en résulte par exemple, que lorsqu'un acteur économique doit choisir entre prendre des mesures de prévention épargnant l'environnement ou courir le risque d'être condamné pour la dégradation de ce même environnement, il fera un petit calcul de rentabilité. Il faut alors que le risque de sanction soit très élevé pour qu'il envisage d'opter pour la prévention (Chemillier-Gendreau, 1989). Un véritable droit de la protection de la nature et de la biodiversité devrait pouvoir gérer un dommage écologique sans qu'un individu (ou un groupe) désigné puisse se considérer comme victime.

Dans des situations particulièrement conflictuelles, certains pays peuvent se sentir menacés dans leurs intérêts vitaux par des voisins qui ne respecteraient pas (ou ne pourraient pas faire respecter) certaines mesures indispensables pour la protection de l'environnement global ou régional. Une intervention relèverait alors de la légitime défense. Certains ont pu parler du « droit d'ingérence écologique », ou plutôt du principe de « devoir d'intervention écologique » (Cans, 1993) qui fait l'objet d'une réflexion par les juristes. Ce devoir d'intervention présenterait l'originalité de relever selon les cas de l'assistance ou de l'application d'un droit pénal international.

QUEL RÔLE POUR LES SCIENCES DE LA NATURE ?

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles le concept de biodiversité a, de manière générale, suscité l'intérêt des spécialistes des sciences de la nature. Face à un processus de marginalisation résultant d'un certain désintérêt de la part de leur pairs et du public pour les recherches naturalistes, les chercheurs relevant de ce domaine ont vu dans la biodiversité un ultime recours. Par son côté "écologie catastrophe" qui fait toujours recette, elle a suscité l'intérêt des médias et du public,

redonnant espoir à des disciplines en perdition comme la systématique, qui a trouvé là une occasion de rappeler, de manière parfois un peu malhabile, combien elle était indispensable aux sciences de la nature. Pour les scientifiques impliqués dans les études d'impact et de suivi à long terme, eux aussi mal considérés par leurs pairs en raison de leur approche trop souvent descriptive et conjoncturelle, il y avait une opportunité de valoriser les connaissances qu'ils avaient acquises concernant les conséquences des activités humaines sur la biodiversité.

Cependant l'intérêt suscité par la biodiversité ne présume en rien du rôle que peuvent (doivent) jouer les sciences de la nature dans la préservation de la biodiversité. Si les causes de l'érosion sont bien identifiées, et résultent pour l'essentiel des activités humaines, les remèdes doivent porter en priorité sur les causes, c'est-à-dire sur les modèles de société et de développement économique. En d'autres termes, alors que les naturalistes ont avec un succès certain défendu l'idée qu'il était urgent de protéger la nature, les véritables solutions ne sont pas entre leurs mains, mais dans celles des politiques et surtout des sociétés et des valeurs morales qu'elles défendent. Ce transfert de responsabilités peut avoir deux conséquences importantes. La première serait une tendance à la surenchère de la part des scientifiques pour conserver l'initiative en la matière, avec par exemple une utilisation plus systématique de scénarios catastrophes. C'est dans une certaine mesure ce que nous avons vécu à propos des changements climatiques. La seconde, qui pose la question du rôle des scientifiques dans la société, serait de considérer que la question étant posée, il faut maintenant passer à l'action sans pour autant avoir besoin de toutes les données scientifiques nécessaires que nous aurons de toute façon beaucoup de difficultés à acquérir. Il s'agirait alors d'une interprétation quelque peu abusive du principe de précaution.

Une vision plus optimiste réside dans la nouvelle relation amicale avec la nature qui paraît se développer en Occident, et qui pose en termes différents les relations que la société entretenait jusqu'ici avec les spécialistes des

sciences de la nature. La demande vis-à-vis des scientifiques n'est plus tant d'assurer la chronique nécrologique des espèces et d'assister impuissants aux grandes catastrophes écologiques, que de réhabiliter les milieux dégradés, dans leur intégrité biologique. La réinstallation du saumon, par exemple, est devenu le symbole et l'objectif de qualité de l'écosystème fluvial européen. L'écologiste est ainsi partiellement revalorisé dans sa fonction sociale, et peut trouver dans la biologie de la conservation, un débouché finalisé aux spéculations théoriques qu'il avait conduites jusque-là.

L'écologie est d'ailleurs naturellement préparée à apporter son tribut à la société. Elle n'est pas seulement une science de la nature, car depuis ses origines elle a toujours été plus ou moins confusément une science de l'homme. Les objets qu'elle étudie sont à la fois naturels et sociaux et il est difficile d'éliminer tout jugement de valeur, dont le point de vue particulier de l'observateur sur l'objet d'étude, « ce qui constitue bien l'écologie comme la plus humaine des sciences de la nature » (Deléage, 1992a et b). Si l'on doit reconnaître le bien-fondé d'un tel point de vue, il convient néanmoins de ne pas entretenir une trop grande confusion entre l'écologie scientifique et l'écologie politique, au risque d'y perdre objectivité et crédibilité. Or, la tentation est grande pour le scientifique interpellé sur les causes et les solutions à apporter à des désordres écologiques pouvant engendrer à leur tour des désordres sociaux et politiques, de mélanger les rôles. L'écologie est en train de devenir la science unitaire de cette entité globale qu'est la biosphère mais nous savons également qu'elle est marquée de fortes influences culturelles (Thuillier, 1988), et il convient donc d'être vigilants quant aux conclusions auxquelles elle peut nous conduire.

Pour remplir cette fonction sociale, les spécialistes des sciences de la nature doivent néanmoins se rendre à l'évidence : le temps des plaisirs solitaires est terminé. Pour s'imposer, les recherches sur la biodiversité nécessitent une nouvelle organisation, une restructuration du paysage scientifique et de la gestion de la recherche autour de programmes, d'équipes

multidisciplinaires, de sites ateliers et d'observatoires, de moyens lourds et plus généralement d'outils à la hauteur des enjeux. Il est indispensable que la collaboration entamée entre les Sciences de la nature et les Sciences de l'Homme et de la Société, se renforce et se banalise. Plus encore que par le passé, les scientifiques ont à rendre des comptes à une société qui les entretient et les interpelle. Il faut communiquer et dialoguer, justifier les choix, faire part des incertitudes. L'enjeu est énorme, car il concerne tout simplement le devenir des sciences de la nature. En réalité le thème de la diversité biologique peut être un formidable challenge pour les biologistes mais également pour les sciences de l'homme et de la société car il pose de vraies questions scientifiques et donne un nouveau cadre conceptuel aux recherches sur le vivant. Mais c'est également un problème de société : quels indispensables équilibres trouver entre les contraintes économiques, les nécessités du développement, et la protection de la nature ?

CONCLUSION

À la croisée des chemins, entre les Sciences de la nature très longtemps marginalisées et soucieuses de retrouver l'écoute de la Société, et les Sciences de l'Homme qui redécouvrent la complexité mais également la richesse des relations homme-nature, le concept de biodiversité se nourrit du sentiment plus ou moins diffus que les conséquences des activités anthropiques sur le milieu naturel risquent de mettre en péril l'avenir de l'humanité. La préservation de cet héritage qu'est la biodiversité, remet profondément en cause les choix des modèles économiques, et interpelle les bases mêmes des sociétés occidentales, que ce soit au niveau des représentations de la nature ou des valeurs morales qu'elles entendent privilégier. On est donc en droit de s'interroger sur la portée réelle des mesures de protection qui pourront être prises, sachant que la juridiction internationale reste très insuffisante et que les intérêts économiques en jeu sont considé-

rables. L'avenir dépendra nécessairement de la manière dont la société et les scientifiques vont s'organiser pour se faire entendre des politiques. ■

Références

- Angel M., Glachant M., Lévêque F. (1992). La préservation des espèces : que peuvent dire les économistes, *Économie et statistique*, n° 258-259, 113-119.
- Auroi C. (1992). *La diversité biologique. La vie en péril*. Collection "Dossiers de l'environnement", Société suisse pour la protection de l'Environnement.
- Barbault R. (1990). *Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*, Paris, Masson, 270 p.
- Barbault R. (1993). Une approche écologique de la biodiversité, *Nature, Sciences, Sociétés*, (1), 1, 322-329.
- Barbault R., Hochberg M.E. (1992). Population and community level approaches to studying biodiversity in international programs, *Acta Oecologica* (13), 137-146.
- Bonnemaison J. (1993). Porter sur la nature un regard amical. *Savoirs 2, Le Monde Diplomatique*, 55-56.
- Bozonnet J.P., Fischesser B. (1985). La dimension imaginaire dans l'idéologie de la protection de la nature, 193-207, in Cadoret A. (éditeur) : *Protection de la Nature : histoire et idéologie. De la nature à l'environnement*, Paris, Éditions l'Harmattan.
- Cadoret A. (éditeur) (1985). *Protection de la Nature : histoire et idéologie. De la nature à l'environnement*, Paris, Éditions l'Harmattan.
- Cans C. (1993). Du droit d'ingérence humanitaire au principe d'un devoir d'assistance écologique, *Les cahiers de l'Agence Environnement-Développement, Rio : et après ? n° 2* : 108-112.
- Chauvet M. et Olivier L. (1993). *La biodiversité, enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique*, Paris, Éditions Sang de la Terre, 416 p.
- Chemillier-Gendreau M. (1989). Le droit international et le rapport des sociétés modernes à la nature, pp 31-43, in *Le rapport à la Nature, L'homme et la Société*, n° 91/92.
- Deléage J.-P. (1992a). Aux origines de la science écologique : à propos de quelques ouvrages récents. *Rev. Hist. Sci.*, (45), 477-490.
- Deléage J.-P., (1992b). *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, Paris, Éditions La Découverte.
- di Castri F. et Younés T. (1990). Fonction de la diversité biologique au sein de l'écosystème, *Acta Oecologica*, (11), 429-444.
- Ehrenfeld D. (1988). Why put a value on biodiversity ? pp 212-216, in Wilson E.O. (ed.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D.C.
- Gallochat A. (1994). Peut-on breveter le vivant ? *La Recherche*, (25) 261, 56-60.
- Glachant M., Lévêque F. (1993). *L'enjeu des ressources génétiques végétales. Aspects scientifiques, écologiques et économiques*, Les éditions de l'Environnement.
- Groombridge B. (ed.) (1992). *Global Biodiversity. Status of the earth's living resources*, London, Chapman et Hall.
- Hardin G. (1968). The tragedy of the commons, *Science*, (162), 1243-1248.
- Hermite M.-A. (1992). La gestion d'un patrimoine commun : l'exemple de la diversité biologique, pp 120-128, in Barrere M. (ed. sc.), *Terre, patrimoine commun*, Paris, La Découverte.
- Hermite M.-A. (1993). L'animal à l'épreuve du droit des brevets, *Nature, Sciences, Sociétés*, 1 (1), 47-55.
- Lévêque F., Glachant M. (1992). Diversité génétique, *La Recherche*, n° 239, janvier 1992, 114-123.
- May R. (1992). L'inventaire des espèces vivantes, *Pour la Science*, n° 182, décembre 1992, 30-36.
- McNeely J.-A. (1989). *The economic benefits of conserving biological diversity*, IUCN, Gland, 18 pp.
- McNeely J.-A. (1992). The sinking ark : pollution and the worldwide loss of biodiversity, *Biodiversity and Conservation*, (1), 2-18.
- Myers N. (1993). Questions of mass extinction, *Biodiversity and Conservation*, (2), 2-17.
- Scheps R. (1993). Introduction, in *La Science sauvage. Des savoirs populaires aux ethnosciences*, Paris, Flammarion, Collection Point Sciences.
- Simon J.-L., Wildavsky A. (1993). Facts not species, are periled, *The New York Times*, May 13, 1993.
- Solbrig O.T. (1991). *Biodiversity. Scientific issues and collaborative research proposals*. MAB Digest, Paris, UNESCO.
- Solbrig O.T. (1991). *From genes to ecosystems : a research agenda for biodiversity*, Paris, IUBS.
- Tanon M.-L. (1993). Deux conventions peu contraignantes. *Savoirs 2, Le Monde Diplomatique*, pp 27-28.
- Thuillier P. (1988). *Les passions du savoir. Essai sur les dimensions culturelles de la science*, Paris, Fayard, Collection Le temps des Sciences.
- Weber J. (1993). Des barbelés dans la forêt, *Courrier de la Planète*, 19, 19-22.
- Weber J., Reveret J.-P. (1993). Bien communs : les leures de la privatisation, *Savoirs 2, Le Monde Diplomatique*, 71-73.
- Wilson E.O. (1988). *Biodiversity*, Washington DC, National Academy Press.