

DIVERSITAS : VERS UNE ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ GLOBALE

TALAL YOUNÈS

Le programme DIVERSITAS a pour objectif principal d'impulser un concept central fort et des objectifs clairement déterminés, afin de créer une synergie entre tous les organismes et équipes concernés par le thème de la biodiversité. Talal Younès, directeur exécutif de l'IUBS, en dessine ici les grand traits.

Résumé en français p. 270

L'adoption de la Convention internationale sur la diversité biologique en 1992, lors du "Sommet de la Terre" à Rio-de-Janeiro, représente en soi un fait marquant et unique. C'est bien la première fois qu'on voit un thème scientifique, celui de la biodiversité, confiné d'habitude aux milieux académiques et de la recherche, devenir en si peu de temps l'enjeu d'une négociation globale. Six ans seulement se sont écoulés entre l'émergence, lors du forum sur la biodiversité organisé en 1986 à Washington, du concept plutôt vague et confus de la biodiversité et la signature de la Convention par presque tous les États du monde, et sa ratification par suffisamment de pays (dont la France) pour, à ce jour, prendre effet.

Parallèlement à l'élaboration de cette Convention, un grand programme international de recherche sur la biodiversité, dénommé DIVERSITAS, a été lancé par l'Union internationale des sciences biologiques (IUBS), le Comité scientifique sur les

problèmes de l'environnement (SCOPE) et l'UNESCO. Ce programme, qui a pour objectif premier de combler les lacunes de connaissances et permettre une évaluation de la biodiversité globale, retrouve toute sa justification dans la Convention. Celle-ci, notamment dans son préambule, attire l'attention sur « ... le manque général d'information et de connaissance » relatives à la diversité biologique, et souligne « l'urgence qu'il y a à développer les capacités scientifiques, techniques et institutionnelles afin de fournir la base fondamentale pour la mise en place des mesures appropriées ».

Aussi, DIVERSITAS vise à créer une synergie interdisciplinaire entre les institutions et les équipes de recherche, promouvoir les études à long terme, les plus aptes à produire des résultats significatifs, dynamiser les sciences naturelles et en particulier la systématique. Il veut aussi encourager la création d'emplois et de programmes de formation pour les jeunes scientifiques dans leurs propres

pays, et effectuer un travail d'éducation montrant les liens entre environnement et développement.

Approuvé en 1991 par l'Assemblée Générale de l'IUBS, le programme DIVERSITAS reprend le cadre conceptuel élaboré lors du colloque IUBS-SCOPE sur « la fonction de la diversité biologique au sein des écosystèmes » (di Castri et Younès, 1990) organisé en 1989 à Washington (États-Unis). DIVERSITAS s'articule essentiellement autour de quatre piliers thématiques que sont la fonction, la structure, les mécanismes et la conservation de la biodiversité (Roberston *et al.*, 1993 ; di Castri *et al.*, 1992).

Le thème relatif aux aspects fonctionnels de la biodiversité traite des questions suivantes :

- Quel est le rôle de la diversité biologique dans le fonctionnement, l'équilibre et le maintien des écosystèmes ?
- Quel impact pourrait avoir un changement climatique sur la biodiversité ? et inversement, quel rôle la biodiversité pourrait-elle avoir sur la productivité des écosystèmes et leur résilience, et en fin de compte sur le changement climatique ?

Et partant de là, quelle est la signification fonctionnelle des espèces-clé, de la redondance spécifique des groupes dominants et des espèces rares ?

Le thème portant sur les mécanismes qui régissent la biodiversité, traite des questions touchant à l'origine, au maintien et à la perte de la diversité biologique. Très importante aussi, est la question de savoir quels sont les

RÉSUMÉ : DIVERSITAS : Vers une évaluation de la biodiversité globale.

Le programme DIVERSITAS a été lancé par IUBS, l'UNESCO et le SCOPE afin de promouvoir la collaboration internationale dans le domaine de la recherche et de la formation sur la diversité biologique. Le cadre conceptuel du programme comprend quatre thèmes majeurs qui sont : la fonction de la biodiversité au sein des écosystèmes ; son origine, maintien et perte ; l'inventaire et la surveillance de la biodiversité, ainsi que la conservation des parents sauvages des plantes cultivées et des animaux domestiqués.

Concernant le thème "inventaire et surveillance de la biodiversité", le programme propose la mise en place d'un réseau mondial de biodiversité, comprenant des sites représentatifs des principaux biomes de la biosphère ; l'utilisation de doubles inventaires (intensif et/ou extensif) selon le site ; ainsi que l'identification d'espèces, ou de groupe d'espèces, indicateurs, et l'élaboration de méthodes d'échantillonnage standards.

processus d'extinction des espèces, les raisons et les modalités de la réduction de la diversité génétique de telle ou telle espèce, de tel ou tel groupe ?

Le thème relatif à la "conservation de la biodiversité des parents sauvages de plantes cultivées et d'animaux domestiques" traitera de la question de savoir où et comment conserve-t-on la biodiversité ? Quels rôles pouvons-nous accorder aux jardins botaniques et zoologiques, banques de germoplasmes, réserves de la biosphère et parcs naturels dans une approche globale de la conservation, conçue comme un outil de gestion de la biodiversité ?

Enfin, quant à l'amplitude globale de la diversité biologique, on se pose la question de savoir quelle valeur accorder aux estimations avancées du nombre global des espèces, variant selon les auteurs de quatre à quatre-vingt millions, voire cent millions d'espèces. Une question d'autant plus légitime que nous ne disposons nulle part au monde d'une base de données intégrée et cohérente sur les 1,4 million d'espèces supposées connues ! Nous ne disposons pas non plus d'une connaissance fiable de la distribution bio-géographique de la biodiversité, ni de la valeur de son changement spatio-temporel. Quant au taux d'érosion de la biodiversité (due à la disparition de populations isolées, de sous-espèces, d'espèces, voire d'écosystèmes entiers), il est tout aussi mal défini, même si certains scientifiques avancent qu'un quart des espèces serait en passe de disparaître d'ici trente ans ou que le rythme de leur extinction serait mille fois plus rapide aujourd'hui que durant les

temps géologiques. Ces incertitudes tiennent au fait que le domaine marin (Grassle *et al.*, 1991), la diversité des micro-organismes (Hawkworth et Colwell, 1992), de même que les zones tropicales, les plus riches de la planète, ont été peu explorées.

De ce constat est née l'idée du dernier thème de *Diversitas* concernant le travail d'inventaire et de surveillance (*monitoring*) (di Castri *et al.*, 1992 ; Roberston *et al.*, 1993), nécessaire pour une meilleure évaluation de la biodiversité globale et la compréhension de sa distribution à travers l'espace, et son changement au cours du temps.

La diversité biologique, résultat ultime des processus d'évolution, est l'expression de la variété de la vie sur Terre à tous les niveaux, de l'échelle moléculaire et génétique à celles des espèces, des écosystèmes, des paysages et de la biosphère elle-même. C'est pourquoi *Diversitas* s'intéresse à tous les êtres vivants de la planète, et notamment à ceux qui, faute d'études, ont gardé une bonne part de leurs secrets : plantes non vasculaires (mousses, lichens et champignons), invertébrés et micro-organismes (Hawkworth et Colwell, 1992), l'Union Internationale des Sociétés de Microbiologie (*IUMS*) est d'ailleurs associée au programme, qui repose également sur le projet MIRCEN de l'Unesco sur la biotechnologie microbienne.

Mais tout inventier est une tâche gigantesque, compte tenu bien sûr des ressources humaines et financières insuffisantes, et un travail de surveillance nécessite un engagement de recherche sur le long terme, souvent difficile à réaliser. Aussi, une série de

colloques scientifiques organisés en 1991, à la station forestière d'Harvard, à Petersham (Massachusetts, États-Unis (Solbrig, 1991) et en 1992 à l'UNESCO à Paris puis à La Selva, au Costa-Rica (Robertson *et al.*, 1993), ont eu pour objectif de définir les approches, modalités et moyens nécessaires pour parvenir à une évaluation de la biodiversité globale de la planète. Ainsi, un réseau pilote d'inventaire et de surveillance a été proposé, et un nombre limité de sites de recherches sélectionnés (di Castri *et al.*, 1992). Ce réseau comprendrait, sans y être limité, quelques-unes des trois cents Réserves de la Biosphère dont le concept a été lancé au début des années soixante-dix par le programme l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'Unesco.

Pour recenser la biodiversité et comprendre ses fonctions écologiques, il est essentiel de pouvoir comparer la composition spécifique et la structure des écosystèmes appartenant aux mêmes biomes des cinq continents, par exemple aux forêts tropicales humides, aux savanes tempérées ou aux déserts. Il est également nécessaire d'effectuer des comparaisons entre biomes différents. Pour éviter les erreurs liées à l'extrapolation de résultats obtenus sur des surfaces forcément réduites, il a été proposé de recourir à un double inventaire "extensif" et "intensif".

L'inventaire "intensif" doit prendre en considération l'ensemble des groupes taxinomiques (taxons) représentant les êtres vivants (voir l'encadré 1). Dans chaque biome, un emplacement est choisi sur lequel, pour chaque taxon et chaque biotope, un inventaire exhaustif de la richesse spécifique et de la composition floristique, faunistique et microbienne (diversité alpha) est réalisé, ainsi qu'une analyse de la structure dans l'espace des communautés vivantes et de son évolution au fil du temps (diversité bêta). Parallèlement à l'inventaire "intensif" pratiqué sur un petit nombre de sites représentatifs dits "sites de référence", on propose un inventaire "extensif" qui consiste en un recensement limité pour chaque taxon à un sous-ensemble d'espèces présentes sur le site. L'analyse et la comparaison d'inventaires intensif et exten-

LA SÉLECTION DES TAXONS

L'un des objectifs clés de DIVERSITAS est d'aider à gérer les effets des activités humaines et des éventuels changements globaux de l'environnement (Barbault, 1994) sur la biodiversité. Aussi, les critères que fournit l'écologie, notamment le rôle fonctionnel des êtres vivants dans les écosystèmes, doivent être pris en compte pour sélectionner les groupes qui seront étudiés dans l'inventaire global. Ainsi, cette sélection devrait comprendre toutes les guildes fonctionnelles majeures (producteurs, herbivores, carnivores, parasites, mutualistes, pathogènes, saprophages), toutes les formes de croissance des plantes vasculaires et des champignons, et toute la gamme de tailles et de formes animales ; les espèces ou les groupes clés des différents types d'écosystèmes ; des espèces endémiques comme des espèces cosmopolites ; des groupes riches et pauvres en espèces et des groupes abondants ou au contraire rares (Solbrig, 1991).

Les bousiers (insectes coléoptères de la famille des scarabéidés) offrent un exemple de taxon particulièrement intéressant. Ils sont très bien représentés dans toutes les forêts tropicales, avec près de cent espèces. En tant que consommateurs des excréments des grands vertébrés, ils forment une guilda bien définie et au rôle écologique fondamental. Leur inventaire et leur suivi paraissent possibles car les taxinomistes connaisseurs de ce groupe existent dans toutes les régions du monde. Faciles à collecter, ils sont influencés par les modifications des écosystèmes, comme la fragmentation des habitats ou l'introduction d'espèces étrangères, et peuvent donc servir d'indicateurs de changements écologiques.

Lors d'une étude de type intensif, il devrait être possible, entre autres, d'évaluer le nombre d'espèces de bousiers, leur répartition dans les écosystèmes, leur abondance relative, la structure de leurs peuplements et leurs places dans les réseaux trophiques. Les études sur les sites "extensifs" permettraient, en comparant l'abondance relative des bousiers et les structures de leurs peuplements en différents lieux, de mieux connaître les facteurs biogéographiques et écologiques influençant ces insectes.

sif sur le même site permettraient de définir une série de facteurs de corrections (l'étalonnage) de ce dernier, qui serait ensuite pratiqué dans d'autres sites appartenant à la même région biogéographique, dits "sites collaborateurs", et des emplacements particuliers, dits "petits sites" sélectionnés pour l'étude des conséquences de la fragmentation des milieux et de l'isolement des populations vivantes, sujet relié au thème de l'érosion de la biodiversité prévu dans DIVERSITAS.

Ainsi, en comparant les données du site intensif et des sites extensifs de chaque biome, il serait possible d'évaluer la biodiversité à l'échelle d'une vaste région (diversité gamma) et de déterminer l'influence des facteurs biogéographiques et écologiques (facteurs biotiques, influence de l'homme) sur la biodiversité. Tout cela implique l'utilisation de protocoles d'échantillonnage reconnus, standardisés pour chaque taxon (par exemple trappes adaptées à la capture des insectes coprophages). L'élaboration de manuels méthodologiques et de packs d'échantillon-

nage est également indispensable pour le travail sur le terrain – le coût de dix manuels a été estimé à 1,1 million de dollars –, de même que la formation de taxinomistes, qui manquent dans la plupart des pays. Ces protocoles constitueront également l'outil de base des observations de surveillance qui succéderont à l'inventaire proprement dit. Ils permettront par exemple de quantifier les modifications d'abondance de certains groupes d'organismes, notamment des invertébrés, et de les relier aux changements du paysage induits par les activités humaines (défrichements, constructions, etc.), par les conditions climatiques extrêmes et d'autres perturbations, changements que l'on peut caractériser grâce aux photographies aériennes et aux images spatiales.

Parmi tous les biomes continentaux, le colloque de Paris a recommandé de n'en retenir dans un premier temps que cinq : forêts tropicales humides, savanes tropicales, forêts caducifoliées tempérées, steppes et toundra. Plusieurs critères ont présidé à ce choix : richesse des biotopes, existence des biomes

dans les deux hémisphères, dans les pays en développement comme dans les pays développés, variété des écosystèmes de ces biomes, diversité des activités humaines qui s'y rapportent, disponibilité locale de personnel et de savoir-faire scientifique et technique. Le colloque de la Selva a proposé que les sites soient choisis en concertation étroite avec les pays concernés, si possible dans les réserves de la Biosphère existantes ou potentielles, parmi une liste proposée lors de ce colloque (voir l'encadré 2). Le réseau pilote comprendrait cinq sites de référence, environ trente sites "collaborateurs" et sept "petits" sites. De plus,

LE COMITÉ DE COORDINATION DU PROGRAMME DIVERSITAS

Le Comité de coordination du programme Diversitas comprend les coordinateurs des différentes composantes du programme, ainsi que des représentants ex-officio de l'IUBS, du SCOPE et de l'UNESCO.

Présidé par F. di Castri, France, ce comité comprend en outre, Harold Mooney (États-Unis) Robert Barbault et Pierre Lasserre (France), David Hawksworth (Grande-Bretagne), Madhav Gadgil (Inde) et Eduardo Fuentes (Chili).

LA SÉLECTION DES SITES DU RÉSEAU

Le colloque de La Selva proposait, à titre indicatif, une liste d'une cinquantaine de sites servant à l'inventaire de la biodiversité, pour chacun des cinq biomes retenus dans le réseau pilote (di Castri *et al.*, 1992). Ces emplacements répondent à plusieurs critères : ils représentent les différentes aires biogéographiques et écologiques du globe, incluent à la fois des écosystèmes peu perturbés et d'autres dégradés, ont fait l'objet d'études taxinomiques, topographiques, historiques, etc. ; enfin, ils sont relativement accessibles et bénéficient de l'intérêt des autorités des pays où ils se trouvent localisés.

Entres autres, on trouve ainsi, pour les forêts tropicales humides (treize sites sont suggérés), Manaus, au Brésil, Barro Colorado au Panama, et les réserves de la biosphère de Cordillera Volcanica Central à la Selva au Costa Rica, Mananara Nord à Madagascar, et Sinharaja au Sri Lanka ; pour les savanes et les forêts sèches

tropicales (huit sites), les Parcs nationaux de Kakadu en Australie, Serengetti en Tanzanie et Kruger, en Afrique du Sud ; pour les steppes tempérées (quatre sites), la réserve de la biosphère de Costera del Sur, en Argentine, et celle de la prairie Konza, aux États-Unis ; pour les forêts tempérées froides (cinq sites), le parc national de Fiordland, en Nouvelle-Zélande, et celui du Pacific Rim, sur la côte Ouest du Canada ; pour les forêts tempérées caducifoliées (six sites), la réserve de Berezinskiy, en Belarus, et celle des Montagnes de Changbai, en Chine ; enfin pour la toundra (sept sites), la réserve de la biosphère de Svalbard, en Norvège, et celle de Noatak, en Alaska.

De plus, des sites de faible superficie (environ 500 ha), très modifiés par l'homme, par exemple à Taiwan, pourraient servir à étudier les effets de la fragmentation des écosystèmes sur les espèces et l'évolution des petites populations.

la biodiversité marine faisant l'objet d'une grande attention, quinze sites du domaine marin sont en cours de sélection en collaboration avec le programme COMAR (COastal MARine) de l'UNESCO, les réseaux européen (MARS) et nord-américain (NAML) des stations de biologie marine.

Un Comité directeur est en charge de la coordination de DIVERSITAS (voir encadré 3), et de la nomination des membres de comités responsables de la mise en œuvre et du bon

fonctionnement de chacune de ses composantes thématiques. D'autre part, certains pays membres de l'IUBS organisent leur contribution à Diversitas en développant leurs programmes nationaux Diversitas (Younès, 1994), comme la Chine (Zhas, 1994), la France (Barbault, 1994), le Japon (Kawanata *et al.*, 1993) et la Russie, et en proposant l'organisation de réseaux régionaux DIVERSITAS, comme c'est le cas pour le réseau Pacifique-Asie, et le réseau Ibero-Américain. ■

FORUM INTERNATIONAL BIODIVERSITÉ : SCIENCE ET DÉVELOPPEMENT. VERS UN NOUVEAU PARTENARIAT

Ce Forum organisé par l'Union Internationale des Sciences Biologiques (IUBS) et l'Académie des Sciences de France, a pour ambition de faire le point des connaissances et de favoriser la communication entre scientifiques, décideurs et médias. Il sera également l'occasion de mettre en valeur la dimension éthique et culturelle de la conservation et de l'utilisation de la diversité biologique.

Thèmes :

■ La Biodiversité à la lumière de la Science

La toile de fond conceptuelle de *Diversitas*, le Programme IUBS-SCOPE-UNESCO sur la Diversité Biologique, sera présentée lors du Forum. Ainsi, seront abordés les thèmes scientifiques relatifs au rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes, les mécanismes de son origine, maintien et perte, ainsi que les facteurs qui déterminent sa variation dans l'espace et le temps.

Une approche hiérarchisée couvrant les différents niveaux d'organisation et les différentes échelles d'expression de la biodiversité, dans l'espace et dans le temps, sera adoptée pour traiter les sujets suivants :

- Unité et diversité du vivant, C.S. Holling (États-Unis)
- Fonction écologique de la biodiversité, P.S. Ramakrishnan (Inde)
- Inventaire et suivi de la biodiversité planétaire, B. Tinker (Grande-Bretagne)

■ La Biodiversité et le développement

Afin d'intégrer les approches scientifiques de la Biodiversité, les problèmes de gestion, d'utilisation ou de conservation des ressources biologiques aquatiques et terrestres et les besoins du développement économique et industriel, le Forum couvrira également les sujets suivants :

- Conservation de la biodiversité, G. Halfeeter (Mexique)
- Biodiversité, agriculture, élevage et foresterie, Marianne Lofent (France)
- Biodiversité, aquaculture et pêches, E.A.Huisman (Pays-Bas)
- Biodiversité et industrie (pharmaceutique, biotechnologie...), R. Beachy (États-Unis)
- La biodiversité en zone urbaine et périurbaine, R. Folch (Espagne)
- La biodiversité : aspects éthiques et culturels, J. de Rosnay (France)
- Promouvoir un nouveau partenariat

Afin de parvenir à ce que les problématiques de la Biodiversité puissent être utilisées comme autant d'éléments de base pour le développement, le Forum a pour objectif, de promouvoir un nouveau partenariat entre scientifiques, décideurs politiques, acteurs clés de l'économie, et utilisateurs.

Date : 5 au 9 septembre 1994.

Lieu : UNESCO, Paris, France

Contact : Dr. Talal Younés, Directeur exécutif de l'IUBS, 51 Bd de Montmorency, 75016 Paris

Tél. : 45 25 00 09

Fax : 45 25 20 29

Références

- Di Castri F. et Younés T. (1990). Fonction de la diversité biologique au sein de l'écosystème, *Acta Oecologica*, 3, 429-444.
- Robertson, Vernhes J. et Younés T. (1993). *Diversitas*, IUBS-SCOPE-UNESCO. Programme on Biological Diversity : a Progress Report, *Biology International* 26, 21-22.
- Di Castri F., Robertson Vernhes J. et Younés T. (1992). Inventorying and monitoring biodiversity. A proposal for an international network, *Biology International*, n° spécial, 27.
- Grassle J.-F., Lasserre P., McIntyre A. D. et Ray G.C. (1991). Ecosystem function of marine biodiversity, *Biology International*, n° Spécial, 23.
- Haxksworth D.L., et Colwell R.R. (1992). Biodiversity amongst microorganisms and its relevance, *Biology International*, 24, 11-15.
- Robertson Vernhes J. et Younés T., (eds) (1993). Inventorying and monitoring biodiversity under the *Diversitas* programme, *Biology International*, 27, 3.
- Solbrig O.T., (ed) (1991). *From Genes to ecosystems : a research agenda for biodiversity*, Paris, IUBS, 124 p.
- Di Castri F., Robertson Vernhes J. et Younés T. (1992). The network approach for understanding global biodiversity, *Biology International*, 25, 3.
- Younés (1994). *Diversitas : the national dimension*, *Biology International*, 28, 1-2.
- Zhao S. (1944). Biodiversity study in China *Biology International*, 28, 23-28.
- Barbault R. (1994). Biodiversity dynamics and environment : *Diversitas - France : a research programme for the Rio challenges*, *Biology International*, 28, 18-22.
- Kawanabe H., Ohgushi T. & Higashi M. (1993). Symbiosphere : ecological complexity for promoting biodiversity, *Biology International*, n° spécial, 29.

ABSTRACT : DIVERSITAS : towards inventorying and monitoring global biodiversity

The IUBS-SCOPE-UNESCO Programme on Biological Diversity aims at promoting international collaboration in the area of biodiversity research and training. The *Diversitas* conceptual framework consists of four major themes : ecosystem function of biodiversity, its origins, maintenance and loss ; inventorying and monitoring, and conservation of wild relatives of cultivated plants and domesticated animals.

Concerning biodiversity inventorying and monitoring, *Diversitas* proposes the establishment of an international network for global biodiversity, consisting of a number of sites representatives of the major biomes of the biosphere, the use of intensive and extensive inventorying, and the identification of indicator species or groups of species, as well as the development of standard methods.