

Actualités de la recherche

À propos de la conférence internationale « Biodiversité, science et gouvernance » : le point de vue d'un biométricien

Alain Pavé

Directeur du programme Amazonie du CNRS, CNRS-Guyane (UPS 2561), 16 avenue André Aron, 97300 Cayenne, Guyane française

Cette conférence¹ a été réunie à l'initiative de la France. Son objectif était de mobiliser la communauté scientifique et les mondes économique, technique et politique, afin d'estimer la diminution avérée de la biodiversité au niveau mondial, d'en évaluer les conséquences et d'envisager les mesures à prendre à la suite de cette évaluation. Le nombre de participants, de l'ordre de 1 200, et leur qualité sont une preuve de l'intérêt suscité par cette initiative. L'excellente organisation assurée par l'Institut français de la biodiversité a aussi été un facteur de succès².

Première constatation : une problématique pleine de contradictions

Avant cette conférence, les atteintes d'origine anthropique à la biodiversité, déjà constatées, ont mené à la rédaction et à la signature, au niveau international, d'une Convention sur la diversité biologique, la CDB (CNUED de Rio, 1992, et années suivantes pour les signatures). Or, la mise en œuvre de celle-ci n'a manifestement pas enrayeré les processus d'érosion enregistrés au niveau des populations, qui peuvent toucher une espèce

dans son ensemble³. En revanche, certains pays se sont dotés d'une législation censée préserver leur richesse biologique. Ce qui a d'ailleurs conduit à une limitation drastique de l'étude même de cette supposée richesse : c'est, par exemple, le cas du Brésil, où les chercheurs rencontrent de grandes difficultés, ne serait-ce que pour la prise d'échantillons sur le terrain. Curieusement aussi, la destruction des habitats ne jouit pas d'une même considération. Ainsi, si la déforestation a certes été limitée, il n'en demeure pas moins qu'elle est encore intense.

En fait, l'explication est simple. D'une part, il y a une ferme croyance dans les revenus espérés de la valorisation de cette diversité, en particulier dans le domaine pharmaceutique. Bien sûr, beaucoup de médicaments sont d'origine naturelle (de 70 à 80 %) et nous avons des arguments pour avancer une explication (Encadré 1). Mais les organismes qui les produisent sont-ils la propriété d'une personne, d'une population humaine, d'une compagnie industrielle ou financière, d'un État ? Sauf dans le cas d'un fort endémisme, on sait que les êtres vivants ne se limitent pas aux frontières que l'homme a dressées. Il est fort probable qu'une plante amazonienne produisant un principe actif, trouvée en un lieu précis, soit présente dans de nombreux autres endroits. C'est encore plus vrai des animaux. Néanmoins, le rêve de cet eldorado biologique est très présent. Certes,

Auteur correspondant : alain.pave@cnrs-dir.fr

¹ Cette conférence s'est tenue à l'Unesco, à Paris, du 24 au 28 janvier 2005.

² Il convient de préciser d'entrée que ce commentaire sur la conférence ne prétend en être ni un bilan global, ni un résumé, ni un compte rendu – et encore moins un verbatim à son sujet. Il ne fait que traduire l'opinion de l'auteur sur ce à quoi il a assisté en ayant une optique, sans doute partielle, de « biologiste-modélisateur », et il n'est de ce fait pas objectif. C'est ainsi qu'il faut le considérer et le lire.

³ On notera la focalisation sur ces niveaux d'organisation du vivant : organismes, populations et espèces. Ce sont les plus facilement observables. Rappelons qu'une population est un ensemble d'organismes ayant des caractéristiques très voisines et qui sont interféconds, pour les organismes sexués. Une espèce est l'ensemble des populations de ces organismes qui existent et ont existé. La notion d'espèce, assez immédiate pour les organismes supérieurs, est plus délicate pour les micro-organismes et même pour certains végétaux qui peuvent aisément former des hybrides.

Encadré 1. Un exemple : les substances naturelles biologiquement actives

La production métabolique de substances actives résulte du calage progressif des êtres vivants entre eux, à l'échelle des centaines de millions d'années de l'évolution. Pour survivre et se maintenir, une espèce doit « apprendre » à utiliser son milieu, sans l'épuiser ni le rendre impropre à la survie, à se protéger contre les agressions, à coexister, voire à coopérer avec d'autres espèces. C'est un subtil réglage entre exploitation, défense, compétition, coexistence et coopération. Dans ce jeu, les substances chimiques, produits du métabolisme, lui-même expression de génome, jouent un rôle important pour la protection par l'émission de substances répulsives, pesticides ou antibiotiques, pour la coopération, par la synthèse de « signaux » chimiques attractifs ou de composés utiles pour d'autres organismes (exemple des symbioses mycorhiziennes).

La recherche de substances actives, dont l'existence est un fruit du « hasard évolutif » ayant produit la biodiversité actuelle, a des fondements théoriques. Cependant, dans l'état de nos connaissances, si on peut expliquer de façon générale cette existence, il nous manque encore des outils opérationnels permettant de guider précisément la recherche de telles substances. C'est ce qui explique que, dans la phase actuelle, nous sommes le plus souvent conduits à appliquer des méthodes d'échantillonnage systématique et à faire des tris successifs (les *screenings*).

Des voies, non spécifiquement biologiques, peuvent être suivies, comme celle des études des savoirs traditionnels. Efficaces pour les produits et substances à intérêt agroalimentaire et les matériaux, elles ont montré leurs limites dans le domaine thérapeutique. En revanche, le développement de « l'écologie chimique » peut fournir des pistes nouvelles. En tout état de cause, nous ne pouvons plus faire l'économie d'une réelle biologie déductive encore largement à développer.

des bénéfiques peuvent être tirés de cette biodiversité, mais il est plus réaliste de les envisager tous (lutte biologique, production de cosmétiques, d'aliments, de matériaux) que d'attendre un hypothétique gros lot : la molécule qui guérirait tout et tous. Enfin, il faut remettre les choses en ordre. Quand une substance active est détectée, l'investissement nécessaire à la mise sur le marché est très important. Souvent même, c'est un produit dérivé qui est utilisé (en raison de sa plus grande activité et/ou de sa plus faible toxicité). Il est donc légitime que le laboratoire qui a consenti ce développement puisse l'amortir. On achoppe donc sur un écueil essentiel : comment identifier, évaluer et rétribuer les services que rend une ressource biologique ?

D'autre part, la recherche de terres agricoles et l'exploitation des ressources déjà répertoriées (de la même manière que pour les ressources halieutiques ou minières) ont sur les écosystèmes des incidences qui vont de perturbations plus ou moins grandes à la destruction pure et simple. Les pouvoirs politiques confrontés à la nécessité du développement économique, ne serait-ce que pour résorber la pauvreté de nombreuses populations, font ce choix, celui de l'homme. Pour ne prendre qu'un exemple, on sait que la nécessité de faire face à une demande alimentaire croissante, tout en limitant les impacts environnementaux et sanitaires de l'agriculture, va conduire à la recherche de nouvelles terres agricoles. Sans faire de provocation, on peut, par exemple, considérer comme un scénario plausible qu'environ 50 % de la forêt amazonienne va disparaître dans les cinquante prochaines années au bénéfice de terres à usage agricole. Se pose alors la question de l'aménagement et de la gestion des territoires : comment préserver l'essentiel, sous cette contrainte de développement ?

Enfin, il ne faut pas ignorer qu'en plus de ces dimensions économiques et politiques, les aspects culturels, religieux et affectifs sont omniprésents dans le vécu

de la biodiversité. Ceux-ci peuvent mener à des comportements passionnels qui ne sont pas, à des degrés divers, absents chez les scientifiques eux-mêmes. La *Deep Ecology* en est un exemple. Il faut en tenir compte : la vie de l'homme ne se limite pas aux frontières du développement économique, même s'il est durable.

Devant cette triple réalité, contradictoire, et les incertitudes qui demeurent, les choix ne sont évidemment pas simples, mais le pire est de laisser faire en croyant que les problèmes se résoudre d'eux-mêmes. C'est cette nécessité de la décision et de l'action qui mène aux concertations actuelles. C'est aussi la recherche des modes de régulation à mettre en place, associant le développement économique et social, l'usage et la gestion des richesses biologiques, le respect des croyances et les progrès culturels, qui constituera une structure de « gouvernance ». Dans tous ces registres, la recherche scientifique est interpellée. Elle interpelle aussi par ses résultats et les questions qu'elle se pose et qu'elle pose. La tenue de cette conférence est le résultat de ces convergences.

Le débat scientifique : des progrès, mais encore un long chemin à parcourir

Il y a un large accord sur la donnée fondamentale : l'érosion de la biodiversité due à l'action anthropique n'est pas une impression ; c'est un fait avéré. La vitesse de cette érosion, si on la compare à des événements historiques, est du même ordre que celle enregistrée lors des « grandes extinctions » et bien supérieure aux taux de disparitions spontanées, sans influence humaine. Par exemple, le nombre d'espèces actuellement recensées de vertébrés supérieurs (mammifères et oiseaux) est de 13 900. Le faible nombre de découvertes de nouvelles espèces chaque année fait penser que nous sommes proches d'une connaissance exhaustive. À partir

Encadré 2. Diversité, complexité et stabilité des écosystèmes : quels rapports ?

Ce débat sur le lien entre diversité et complexité, d'une part, et stabilité des écosystèmes, d'autre part, a été lancé par R. May dans les années 1970 (May, R.M., 1973. *Stability and Complexity in Model Ecosystems*, Princeton (NJ), Princeton University Press). Ses résultats théoriques allaient à l'encontre du sens commun qui faisait plutôt penser qu'il y avait une corrélation positive : à une augmentation de la biodiversité, et celle supposée de la complexité qui en résulte, correspondrait une plus grande stabilité. Plusieurs expériences réalisées depuis, notamment sur des microcosmes et des mésocosmes, ou encore des observations *in natura*, semblent conforter le sens commun. Mais ces résultats portent sur des échelles de temps très courtes, comparées à celles des écosystèmes naturels. Très récemment, une étude paléontologique sur les fossiles coralliens, à l'échelle des temps géologiques, semble confirmer ce résultat (Kiessling, W., 2005. Long-term relationships between ecological stability and biodiversity in Phanerozoic reefs, *Nature*, 433, 410-413). Quant à la relation diversité-complexité, si on retient une définition première de la complexité structurelle – c'est en gros une fonction croissante du nombre d'entités et de relations entre ces entités –, elle est évidente, et c'est probablement plus la complexité qui joue que la diversité. Reste à préciser la relation entre diversité-complexité et stabilité (une entité de plus dans un système déjà très diversifié n'a sans doute pas la même incidence que dans un système peu diversifié).

des données du passé, on estime que le taux d'extinction spontané est de 109 par million d'espèces et par an⁴, soit 0,109 pour mille espèces et par an. En se ramenant à un nombre total plausible de 14 000 espèces existantes, le taux moyen d'extinction s'établit donc à environ 1,5 espèce par an ou 15 espèces par décennie. Or, le phénomène tend à s'accélérer : le taux annuel futur serait au moins de l'ordre de 2 700, c'est-à-dire 25 fois plus important. Ainsi, le nombre moyen d'extinctions annuelles serait de l'ordre de 37,5. Cette donnée, qui peut s'étendre à d'autres grands groupes animaux et végétaux, est à elle seule convaincante et explique l'attention que l'on peut – ou même que l'on doit – porter au phénomène. Pour le reste, nous n'en sommes qu'au début du débat scientifique ; et c'est normal, car la réelle prise de conscience de ce phénomène ne date après tout que de moins de 20 ans (ouvrage de Wilson en 1988⁵, réunion de l'IUBS-SCOPE-UNESCO à Harvard en 1990⁶ et Conférence de Rio en 1992). Ainsi, et même si les exposés faits lors de la conférence montrent que de bonnes pistes sont déjà tracées, il en reste de nombreuses qui demeurent ouvertes à la recherche.

Il convient tout d'abord d'estimer plus précisément les taux d'extinction, les vitesses d'apparition de nouvelles espèces, la corrélation entre extinction et apparition (e.g. : à une grande vitesse d'extinction ne correspondrait-il pas une grande vitesse de spéciation ?), la « durée de

vie moyenne » d'une espèce, et d'évaluer la précision de ces estimations.

Il reste également à préciser le rôle biologique et écologique de la biodiversité. Ainsi pense-t-on que la biodiversité et la complexité qui en résulte sont des facteurs de stabilité d'un écosystème (Encadré 2). On a aussi montré que certains systèmes diversifiés sont plus productifs en biomasse que des systèmes non diversifiés (cas des herbacés). Ce résultat peut être important pour les flux, notamment de carbone, dans les grands cycles biogéochimiques. Dans ce même ordre d'idée, il est souhaitable de cerner plus étroitement le rôle de la biodiversité dans ces grands cycles, et donc dans le changement climatique, et, inversement, d'examiner les effets de ces changements sur la biodiversité.

L'évaluation du nombre total d'espèces, dans tous les ordres, présentes sur la planète (de 5 à 30 millions, voire à 100 millions) doit être améliorée. S'il n'est pas très réaliste, ni même d'un intérêt primordial, de faire un inventaire complet et détaillé, d'ailleurs quasiment impossible à établir, une évaluation globale plus précise serait très utile. Une question – qui traîne sans doute dans la tête de nombreux collègues – mériterait d'être posée : si on diminuait au hasard, par exemple de 50 %, la diversité spécifique sur la planète, quelles en seraient les conséquences ? On répondra qu'en l'absence d'estimations globales, on ne peut pas se lancer dans une telle spéculation. Mais qu'est-ce qui empêche de se forger une biosphère théorique et d'étudier divers cas de figure ?

Autre point : bien que, depuis la réunion d'Harvard en 1990, on soit censé considérer la biodiversité à différents niveaux d'organisation – du gène à l'écosystème – et que la diversité fonctionnelle soit aussi en débat, on parle surtout de diversité spécifique, concept taxonomique, et, au mieux, de diversité au niveau des populations, qui en est la traduction fonctionnelle. Quant aux aspects génétiques, voire génomiques, ils n'ont pas été beaucoup présents dans les débats, alors qu'ils sont fondamentaux et qu'ils se développent beaucoup. Il en va de même du niveau écosystémique, niveau également important

⁴ Cette unité a été choisie pour rendre compte de la vitesse de l'érosion de la biodiversité afin de pouvoir comparer celle-ci entre les différents groupes qui sont de tailles très différentes. Les données sont extraites de : Chivian, E. (Ed.), 2003. *Biodiversity: Its Importance to Human Health*, Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School. On notera cependant que le taux d'apparition de nouvelles espèces n'est pas précisé.

⁵ Wilson, O.E. (Ed.), 1988. *Biodiversity*, Washington (DC), National Academic Press.

⁶ Solbrig, O.T. (Ed.), 1991. *From Genes to Ecosystems: A Research Agenda for Biodiversity. Report of a IUBS-SCOPE-UNESCO workshop*, Cambridge (Mass.), IUBS.

Encadré 3. Vers des technologies biomimétiques ou bio-inspirées

Ces deux termes nous viennent de la biomécanique et de l'informatique. On parle de « biomimétisme » lorsque l'on construit un dispositif technologique ressemblant à une entité vivante (exemple d'un bras mécanique). Les technologies « bio-inspirées », très voisines, ne se limitent pas à imiter une entité, mais aussi des processus, biologiques, écologiques et évolutifs. Il en va ainsi, par exemple, des algorithmes génétiques, qui miment des processus de mutation-sélection pour résoudre des problèmes d'optimisation. Ces relations entre biologie et technologie ne sont pas nouvelles ; elles remontent au moins aux années 1940, avec l'invention de la cybernétique par Norbert Wiener. Cette dernière a été principalement développée pour mettre en correspondance les processus de régulation physiologiques et technologiques (la célèbre notion de « rétroaction » vient de la cybernétique). Plus tard, on a parlé de « bionique », mais ce mot est tombé en désuétude. Résultats de près de quatre milliards d'années d'évolution, les systèmes biologiques exhibent des originalités et inspirent des solutions qui peuvent être utiles dans nombre de domaines de l'activité humaine. Cette « ressource » intellectuelle est loin d'avoir été exploitée. Le programme Amazonie du CNRS souhaite encourager ce type de réflexion.

où s'expriment les potentialités des espèces en fonction des contextes biologiques, écologiques et géophysico-chimiques dans lesquels elles se situent. Il faut donc ouvrir l'éventail des niveaux d'analyse.

Lorsque l'on considère la biodiversité du point de vue des sociétés humaines, on a tendance à n'en voir que le côté positif et à ignorer qu'elle présente à la fois des facettes avantageuses (ressources alimentaires ; matériaux ; produits pharmaceutiques et cosmétiques ; valeurs symboliques, esthétiques, culturelles, voire culturelles ; sources d'inspiration technologique, comme le montre l'exemple des technologies « biomimétiques » ou, pour reprendre le vocabulaire des informaticiens, « bio-inspirées » (Encadré 3)) et d'autres négatives (agents pathogènes, toxiques et allergènes). Il y a lieu de bien préciser ces relations homme-nature et homme-produits de la nature, ainsi que leurs déclinaisons technologiques, économiques, sociales, culturelles et sanitaires.

On en vient donc à la biodiversité ayant valeur d'usage pour les sociétés humaines. Une question se pose à son propos : quelle part de la biodiversité totale représente-t-elle ? Précisons que l'expression « valeur d'usage » n'est pas limitée aux aspects économiques, mais intègre toutes les utilisations mentionnées ci-dessus, et peut-être d'autres qui ont été oubliées. Puisqu'on parle d'inventaire, a-t-on un inventaire précis de toutes les espèces en question ? Ces espèces sont « privilégiées » dans la perception qu'a l'homme de cette biodiversité : peut-on les catégoriser par type d'usage et, pour une partie, leur attribuer une valeur économique globale⁷ ? On notera que, lorsqu'on se livre à cette analyse, on ne peut plus se limiter au niveau espèce, on doit aussi examiner tous les niveaux d'organisation du vivant. Ainsi pourrait-on

⁷ On peut signaler que d'excellents travaux ont été menés sur ces questions, mais localement, notamment au Cameroun, par le Cirad, sous la direction de J. Weber. L'un des jeunes doctorants que j'ai rencontré sur le « terrain » à l'époque a fait partie des « nominés » au concours « jeunes chercheurs » de l'IFB (Guillaume Lescuyer). Il reste à multiplier et à coordonner ce type de travail pour aboutir à une vue globale.

s'interroger sur la valeur, en l'occurrence économique et sanitaire, d'un gène microbien produisant un antibiotique. De même, on pourrait évaluer la valeur d'usage et de service d'un écosystème, sachant que, dans ce cas, les usages et les services sont le plus souvent multiples (cf., par exemple, le multi-usage des forêts). Même si elle est critiquable, et c'est peut-être sa principale qualité, l'approche de Costanza *et al.* (1997)⁸ mérite d'être approfondie et étendue dans son principe. La science étant une activité éminemment sociale, nous devons bousculer nos présupposés idéologiques pour objectiver notre sujet d'étude et ne pas craindre a priori le résultat.

Toujours dans cette optique, un atelier intitulé « Biodiversité, une nouvelle frontière pour l'innovation » a été organisé (Encadré 4). Les aspects biotechnologiques, ingénierie du vivant et ingénierie écologique ont été évoqués, intégrant la biomimétique et les technologies bio-inspirées évoquées ci-dessus. Cette initiative est à souligner et montre une évolution dans la pensée d'une partie de la communauté scientifique s'attachant à l'étude de la biodiversité, traditionnellement peu encline à ce type d'approche.

Enfin, les mécanismes de diversification et de disparition demandent à être mieux cernés, qu'ils soient spontanés ou d'origine anthropique. C'est à ce prix qu'on évitera un certain flou dans les réflexions, un certain empirisme dans les solutions et... quelques pétitions de principe.

Sur les plans théorique et méthodologique, il reste beaucoup à faire et c'est peut-être d'ailleurs là que réside la grande faiblesse des démarches actuelles. Par exemple, il est significatif de constater que, durant la conférence, aucun exposé n'ait été consacré aux théories sur la biodiversité, en particulier à la théorie neutraliste de la biodiversité (Hubbell, 2001⁹) et aux débats qu'elle

⁸ Costanza, R., *et al.*, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, 253-260.

⁹ Hubbell, S.P., 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*, Princeton (NJ), Princeton University Press.

Encadré 4. Les thèmes abordés durant la conférence

I. Séances plénières

1. Enjeux de la science et de la gouvernance de la biodiversité
 - 1.1. Introduction : défis de la science et de la gouvernance de la biodiversité
 - 1.2. Création et maintien de la biodiversité sur la Terre
 - 1.3. Mondialisation de l'économie et évolutions actuelles de la biodiversité
 - 1.4. La biodiversité : pour un rapprochement entre science, politique et grand public
2. État et évolution de la biodiversité dans le monde
 - 2.1. Disparition d'espèces et état de la biodiversité dans le monde
 - 2.2. Difficulté de l'inventaire et de la classification de la biodiversité
 - 2.3. Pistes politiques pour la préservation de la biodiversité
3. Avantages sociaux, économiques et écologiques de la biodiversité
 - 3.1. Biodiversité et services liés à l'écosystème
 - 3.2. Biodiversité et santé
 - 3.3. Économie et valeur de la biodiversité et des services liés à l'écosystème
 - 3.4. Biodiversité et changements climatiques
4. Biodiversité et gestion des ressources vivantes
 - 4.1. Biodiversité marine et gestion durable de la pêche
 - 4.2. Biodiversité et agriculture
 - 4.3. Biodiversité et forêts
 - 4.4. Dimensions culturelles et exploitation locale de la biodiversité

II. Ateliers

1. Gouvernance de la biodiversité
2. Agricultures et biodiversité : politiques, organisations et pratiques
3. Éducation environnementale et communication sur la biodiversité
4. Documenter la biodiversité : entraves, stratégies et infrastructures
5. Pour faire face aux enjeux à l'horizon de 2010 : financer la recherche pour la connaissance et la conservation
6. Pour une approche intégrée de la biodiversité
7. Biodiversité et zones urbaines
8. Biodiversité et santé des populations : une dimension écologique pour le futur
9. Diversité microbienne et société
10. Biodiversité : défis pour la gestion des pêches
11. Biodiversité, une nouvelle frontière pour l'innovation
12. Indicateurs de la biodiversité et les « objectifs 2010 » : problématiques scientifiques
13. Diversité biologique, diversité culturelle : enjeux autour des savoirs locaux
14. Modes d'appropriation et systèmes de gestion de la biodiversité
15. Gérer durablement la biodiversité tropicale et subtropicale : forêts et îles

engendre¹⁰. Autre exemple, la mise en perspective à l'échelle de l'évolution est aussi peu représentée. Il est

¹⁰ Chave, J., 2004. Neutral theory and community ecology, *Ecology Letters*, 7, 241-253.

D'autres contributions et suggestions ont été faites pour une approche un peu globale de la « question » de la biodiversité. Pour ne prendre qu'un exemple récent à propos de ce débat, on pourra consulter le site web de l'Académie d'agriculture de France : allocution du nouveau président, J.-C. Mounolou, datée du 5 janvier 2005 (rubrique « séances »), et une note de conjoncture (rubrique « publications ») : « Hasard, nécessité et biodiversité : une assurance pour la vie ». Site web : <http://www.academie-agriculture.fr/> Cette note est une version abrégée d'un ouvrage en cours d'édition, intitulé *Hasard, nécessité et biodiversité : vers une théorie générale de la biodiversité*. On peut également citer l'article suivant : Pavé, A., à paraître. Modelling living systems, their diversity and their complexity. Some methodological and theoretical problems, *Académie des sciences, Comptes rendus Biologies*.

également intéressant de noter que les problèmes méthodologiques (modélisation¹¹, conception d'indicateurs¹², approches intégrées et multiéchelles, etc.) ont été peu évoqués. Même remarque à propos des dispositifs de terrain, d'observation et d'expérimentation nécessaires

¹¹ À noter qu'en assemblée plénière de la conférence, et à part quelques illustrations lors d'exposés scientifiques, seul le ministre chargé de la Recherche y a fait allusion. . . Les modélisateurs, présents dans la salle, l'ont noté.

¹² Cette notion d'indicateurs de la biodiversité (et plus généralement de l'environnement) est sans doute plus proche de celle d'observables des automaticiens que de celles des indicateurs socioéconomiques. Elle doit résulter d'une réflexion méthodologique et théorique sur la question, et non pas s'appuyer uniquement sur des outils statistiques aussi bons soient-ils, mais qui, pour la majorité d'entre eux, n'ont pas été faits pour cela. Ils peuvent cependant débroussailler le terrain.

à ces travaux. La question a été soulevée, mais aucune session n'y a été consacrée.

On pourrait dire que la phase exploratoire est terminée. Le fait est prouvé. Cette conférence a permis de récapituler les nombreux résultats acquis. Elle devrait marquer la fin de cette phase. Il serait maintenant nécessaire de franchir une nouvelle étape.

La présence affirmée des composantes sociales, économiques et politiques, mais une communication scientifique encore laborieuse

Le ton a été donné dès le premier jour par la présence d'hommes politiques de premier plan et de nombreuses représentations diplomatiques. En premier lieu, on notera le discours volontariste du président de la République française et de plusieurs ministres : Recherche, Agriculture, Affaires étrangères et Coopération. Nous soulignerons aussi la présence du président de la République de Madagascar et son discours très engagé et plein d'un humour qui permet de faire mieux passer des messages forts vers les pays du Nord. Quant à lui, le ministre de l'Environnement du Costa-Rica a donné un exemple de gestion intégrée de la biodiversité, donc d'un mode de gouvernance, au niveau de son État. Enfin, dans la droite ligne de leurs actions et de leur politique, le directeur de l'Unesco¹³, en son nom et en celui de l'ONU, a rappelé les grandes orientations de ces deux organisations qui, il faut le souligner, sont souvent en avance par rapport aux États.

Le président de la République française a fait des propositions concrètes pour la création : (i) d'un GIEB (Groupe intergouvernemental d'experts sur la biodiversité), analogue au GIEC (IPCC); (ii) d'un programme européen sur la biodiversité dans les « régions d'outre-mer » (qualifiées, au niveau européen, d'ultra-périphériques¹⁴); (iii) d'un label sur la biodiversité (sorte d'appellation d'origine contrôlée ou d'indication géographique protégée); (iv) du Parc national de la Guyane. Il propose, en outre, de définir une stratégie nationale sur la biodiversité. Enfin, il faut souligner la présence d'industriels (ex. Lafarge, Novartis) : leurs interventions

traduisent une sensibilisation du monde industriel à la question de la biodiversité, à son intérêt, ne serait-ce que pour « l'image de marque », mais aussi pour en tirer des profits ; la biodiversité se vend bien et cela n'a rien de honteux. De nombreuses autres personnalités sont intervenues. Est-il besoin de le dire ? Aucune n'a mis en doute l'urgence du problème.

En matière de communication scientifique, des progrès restent à faire ; les exposés sont souvent trop spécialisés : pas de « grande synthèse » qui puisse faire comprendre à un large public, et même à des scientifiques, le problème à son niveau global. Bien qu'on ait disposé partout d'un excellent service de traduction simultanée, trop de scientifiques non anglophones, en particulier des Français, ont tenu à s'exprimer en anglais, pas toujours bon d'ailleurs. Snobisme mal placé. Dans ce contexte, cela était quelquefois choquant : de nombreux participants qui venaient d'Afrique francophone ou du Canada, eux, s'exprimaient systématiquement dans un excellent français.

Conclusion

Cette conférence a été à l'image de ce qu'on pouvait en attendre : une forte mobilisation internationale sur les thèmes de la biodiversité. On ne glosa pas sur les éternels absents qu'ont été les politiques américains. Les scientifiques d'outre-Atlantique étaient, eux, très présents. Donc, pas de déception majeure, plutôt une bonne impression d'ensemble.

Sur le plan scientifique, en revanche, rien de bien surprenant par rapport à ce qu'on pouvait espérer. Les idées nouvelles qui sont actuellement débattues ont même été peu présentes. Ainsi, les questions ayant trait à la bio-complexité et à la biologie intégrative n'ont été évoquées que de façon très allusive et dans un seul atelier¹⁵. Il a été aussi fort peu question d'ingénierie des systèmes complexes. On l'a déjà souligné, mais il est bon de le répéter, les problèmes relatifs aux dispositifs de terrain et aux plateformes technologiques pour la recherche auraient pu faire l'objet d'un atelier spécial ; ils ont été un peu abordés dans l'atelier 4, mais sous une forme encore très conservatrice et documentaire.

¹³ Ce n'était pas l'objet du discours, mais il faut rappeler que l'Unesco joue un rôle important pour la préservation de la biodiversité et la prise en compte des relations homme-nature, en particulier par son programme MAB (*Man And Biosphere*) et les réserves de la biosphère lancées par ce programme. R. Barbault l'a fort justement rappelé lors de son intervention à la dernière séance.

¹⁴ Il s'agit des territoires hors du proche continent européen et relevant d'une nation européenne (en l'occurrence, Espagne, France et Portugal) : Canaries, Açores, îles des Caraïbes, la Réunion, îles du Pacifique, Guyane française, etc.

¹⁵ Il s'agissait de l'atelier 6 : « Pour approche intégrée de la biodiversité », animé par Y. Le Maho. On a vu là quatre conceptions d'une « approche intégrée » : (i) étude pluridisciplinaire d'un même objet biologique ; (ii) intégration évolution-développement des organismes (dite « évo-dévo »), repartant, en gros, du paradigme de l'ontogenèse qui résume la phylogénèse ; (iii) intégration de la complexité d'un objet biologique (exemple de l'effet d'une drogue sur un réseau métabolique) ; (iv) intégration des niveaux d'organisation biologique, du gène à l'écosystème, ou même simplement du gène à la cellule et à l'organisme.

Cette remarque vaut aussi pour les aspects méthodologiques. Une nouvelle étape devrait privilégier des approches plus quantitatives, mieux conceptualisées, mieux mises en perspective temporelle et mieux situées dans l'espace, grâce à une méthodologie et à des dispositifs à mettre en œuvre. Il faut aussi penser à développer une théorie encore embryonnaire. Il n'est plus nécessaire d'allonger la liste des observations dispersées, mais de les cibler sur la base de cette réflexion. Et c'est sans doute là une grande déception à la fin de cette conférence : dans la déclaration des scientifiques, ces progrès majeurs à faire sont peu soulignés.

J'oserais¹⁶ dire que nous sommes encore dans le champ des naturalistes, ce qui n'a rien de péjoratif, et pas encore dans le domaine des sciences « modernes » ni encore moins dans celui des sciences de demain, qui seront marquées par une extension des démarches interdisciplinaires, bien sûr à l'intérieur des sciences de la nature, mais impliquant aussi d'autres secteurs, en particulier les sciences de l'homme et de la société ainsi que les sciences pour l'ingénieur. La conception et l'installation de dispositifs d'observation et d'expérimentation de grande ampleur, le développement d'une modélisation pointue et efficace et une nécessaire démarche théorique marqueront également les progrès futurs.

Il reste à la communauté scientifique à construire un discours convaincant, à mettre en place les groupes d'experts efficaces qui permettront de convaincre le monde social, économique et surtout politique de la nécessité d'investissements lourds. Il faut passer d'un comportement où la compétition inter-individuelle, ou interinstitutionnelle¹⁷, reste forte et s'exprime trop en dehors de la communauté concernée, à un regroupement plus coopératif et collectif.

Enfin, peu de « grandes questions » ont été énoncées. Cette communauté, qui compte nombre de chercheurs et d'équipes de valeur, doit mieux se structurer pour « peser ». La question de la biodiversité le mérite ; et pas seulement sur le plan scientifique. En outre, comme on l'a déjà souligné, une vision globale de celle-ci doit émerger, et ne pas s'exprimer uniquement sous une forme comptable.

Pour ce qui est de la gouvernance, beaucoup reste à faire, d'autant plus qu'elle est en grande partie dépendante de réponses scientifiques, que ces dernières résultent des sciences de la nature ou des sciences de l'homme ou de la société. La proposition d'un GIEB est un premier pas, mais on ne peut se limiter à cela. Si, pour le climat, les indications sont simples (diminuer les émissions de GES et mettre en place des règles et des instances internationales qui œuvreront pour cela), en revanche, pour la biodiversité, le problème paraît bien plus délicat. Encore une fois, il est nécessaire d'élaborer un cadre synthétique, de simplifier, quitte à schématiser dans un premier temps.

Sur le plan opérationnel, pour ce qui est des organismes de recherche, en coordination avec l'Agence nationale de la recherche, on peut proposer qu'ils contribuent surtout à la structuration du système de recherche, que ce soit en interne ou en coopération interorganisme. On ne peut nier l'importance qu'a eue le programme national Dynamique de la biodiversité et environnement, lancé dans les années 1990 par le CNRS, sous l'initiative de R. Barbault, et soutenu successivement par les programmes Environnement et Environnement, vie et société du CNRS. Ce fut l'un des premiers au monde sur le sujet.

L'Institut français de la biodiversité devrait prendre le relais. Mais tout n'est pas réductible à ce GIS, aussi bon soit-il, et il ne faut pas que son existence soit l'excuse pour abandonner d'autres formes d'actions internes et en coopération. Il faut évidemment soutenir le travail de fond, sur des thématiques « classiques », mais surtout inciter les équipes à s'investir pour limiter les points faibles, dont quelques exemples ont été donnés dans ce texte : se focaliser sur quelques « grandes questions », mieux développer les aspects méthodologiques et théoriques, ainsi que les dispositifs d'observation et d'expérimentation. Mais il y en a sans doute bien d'autres. Ce qu'il faut à tout prix éviter, c'est un morcellement des actions ; on a vu ce que cela donne pour les recherches sur l'environnement : redondances inutiles, déperdition d'énergie, etc. Trois à quatre grands programmes fédérateurs et travaillant en synergie seraient une configuration raisonnable.

¹⁶ Cette phrase est personnalisée, car l'affirmation faite peut être vue comme peu flatteuse et non partagée par un grand nombre, alors qu'elle ne fait qu'énoncer un constat très compréhensible étant donné la « jeunesse » de la question. Passer par là était nécessaire.

¹⁷ Il est, par exemple, significatif de constater que six organismes de recherche ont publié, au moment de la conférence, une plaquette intitulée *La Recherche dans l'Outre-mer tropical français : une démarche interorganismes de concertation et de coopération scientifiques*. Évidemment, on y parle beaucoup de biodiversité et de thèmes associés. Bien qu'il soit spécifié à l'intérieur que cette initiative n'exclut pas d'autres coopérations, au moins localement, elle marque peut-être trop fortement un territoire, dans le contexte actuel.