

Changements globaux

par Jacques BLONDEL

Le changement climatique n'est qu'une des composantes de ce qu'il est convenu d'appeler "changements globaux". Jacques Blondel replace ici le réchauffement planétaire dans son contexte global à travers quelques exemples. Ces derniers montrent à quel point les problèmes soulevés par l'analyse des réponses des organismes à ces changements sont complexes. La question majeure reste la compatibilité des réponses adaptatives avec la vitesse des changements observés.

1 - Données obtenues par imagerie satellitaire à haute résolution.

La domination humaine des écosystèmes

Tous les organismes modifient plus ou moins profondément leur environnement et les humains ne dérogent pas à cette règle. Mais ce qui caractérise ces derniers par rapport à tous les autres êtres vivants, c'est que les effectifs de leurs populations, le cosmopolitisme de leur répartition et la puissance de leur technologie ont radicalement changé la nature et l'ampleur des modifications qu'ils imposent à leur environnement. C'est au point qu'aucun écosystème de la planète n'est totalement indemne d'influences humaines, même les plus extrêmes qui subissent les retombées de pollutions atmosphériques. On estime qu'entre un tiers et la moitié de la surface de la planète a été transformée d'une manière ou d'une autre par l'action humaine¹, que la concentration en CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 30%, passant de 280 ppm à 362 ppm depuis le début de la révolution industrielle, que la quantité d'azote atmosphérique fixée par les activités humaines est supérieure à celle de tous les autres êtres vivants et que plus de la moitié de l'eau douce accessible est utilisée par les humains, 70% de cette eau étant utilisée pour l'agriculture (VITOUSEK *et al.* 1997). Ces influences vont encore s'intensifier dans les prochaines décennies, car la dynamique démographique implique que, sauf accident majeur, la population mondiale devrait passer des quelques 6 milliards d'individus actuels à 9 milliards au milieu du XXI^e siècle, quelles que soient les échéances régionales de la transition démographique atten-

due dans la plupart des pays, même ceux dont la natalité reste très soutenue. C'est en tout cas ce que prévoient les différents scénarios démographiques des Nations-Unies (*Millennium Ecosystem Assessment 2005*, [MEA]) même si une décroissance de la population humaine devient plausible à la fin du XXI^e siècle. Le but de cet article est de préciser les contours de ce qu'on appelle « changements globaux ». Après avoir été longtemps controversée, voire niée, la réalité de ces changements n'est plus discutable, même s'il est difficile de les identifier, de les quantifier et de mesurer leurs conséquences et même si bien des incertitudes demeurent quant à leurs trajectoires à court et à long terme.

Par définition désormais acceptée par la plupart des chercheurs, les changements globaux se distinguent de toute forme de transformation ou perturbation naturelle des écosystèmes par trois caractères : le premier est qu'il s'agit de modifications de grande ampleur qui affectent de manière « globale » l'environnement de la planète, notamment la biosphère et l'atmosphère. Le deuxième est que ces modifications sont d'origine anthropique et le troisième est que leur inertie est telle que l'infexion de leurs trajectoires ne pourra se faire que sur des durées très longues, de l'ordre de plusieurs siècles à plusieurs millénaires. Leurs conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes est un sujet de préoccupation majeur pour les scientifiques chargés de les étudier, puis d'informer les acteurs qui devront ensuite prendre des décisions en matière d'information et d'action. Il ne s'agit pas ici d'énumérer la litanie des désastres que ces changements infligent ou risquent d'infliger à l'environnement ni de faire du catastrophisme, même si l'exposé qui suit n'a rien de particulièrement réjouissant. Il s'agit plutôt d'explorer comment l'humanité, telle qu'elle se compose et se comporte actuellement, exerce un impact tel que la structure et le fonctionnement des écosystèmes ne peuvent plus être compris et interprétés sans référence à son influence et comment l'anticipation des changements socio-économiques et politiques qui ne manqueront pas de survenir implique de repenser les fondements mêmes de notre culture.

2 - Le mot altération signifie « rendu autre » et ne comporte donc pas de jugement de valeur.

La figure 1 synthétise les processus interactifs qui conduisent à l'altération² du système Terre. La population humaine, par ses

effectifs, sa répartition et sa puissance technologique, est la variable motrice principale des changements globaux. Ses besoins vitaux, que l'on peut exprimer à travers différents types d'indicateurs comme par exemple « l'empreinte écologique » telle qu'elle fut définie par WACKERNAGEL & REES (1995) puis largement utilisée par de nombreux organismes (par exemple le WWF) nécessitent de nombreux usages et pratiques tels que l'exploitation des ressources, l'agriculture, l'industrie, les activités récréatives et les échanges de marchandises et de personnes. Toutes ces pratiques n'ont cessé de croître en importance et en consommation d'espace et d'énergie. L'accroissement de la population humaine associée à la légitime aspiration à une élévation des niveaux de vie, en particulier dans les pays émergents et ceux qui sont en quête de développement, entraînent une hausse de tous ces besoins comme l'expriment les simulations sur l'évolution de l'empreinte écologique. C'est au point que les pressions exercées sur les écosystèmes de la planète ont d'ores et déjà dépassé leurs capacités de régénération. La situation devrait encore s'aggraver car dans la logique des tendances actuelles du développement, il faudra qu'en 2050 la production alimentaire soit doublée en Asie et en Amérique Latine et sans doute quintuplée en Afrique. Pour arriver à de telles performances, il faudra accroître les surfaces cultivées au détriment des forêts et des jachères, et augmenter considérablement les rendements. L'accroissement de la population conduit donc à accentuer les pressions exercées par l'agriculture sur les écosystèmes, sans parler d'autres besoins émergents tels ceux liés à la production d'agrocarburants. Si l'on projette cette évolution sur le long terme, plusieurs risques liés à l'intensification de l'agriculture paraissent difficilement supportables par la biosphère, en particulier l'extension des superficies cultivées et l'aggravation des conflits d'usage. L'agriculture, prise au sens large, constitue en effet un secteur d'activité multifonctionnel central quant à son impact sur le changement global. Entre 2000 et 2050, la planète comptera vraisemblablement 3 milliards d'habitants de plus et beaucoup devront vivre de l'agriculture. Ils seront en grande partie les héritiers des populations pauvres actuelles. Ainsi, sous-alimentation, pauvreté et agriculture sont-elles indissociablement liées.

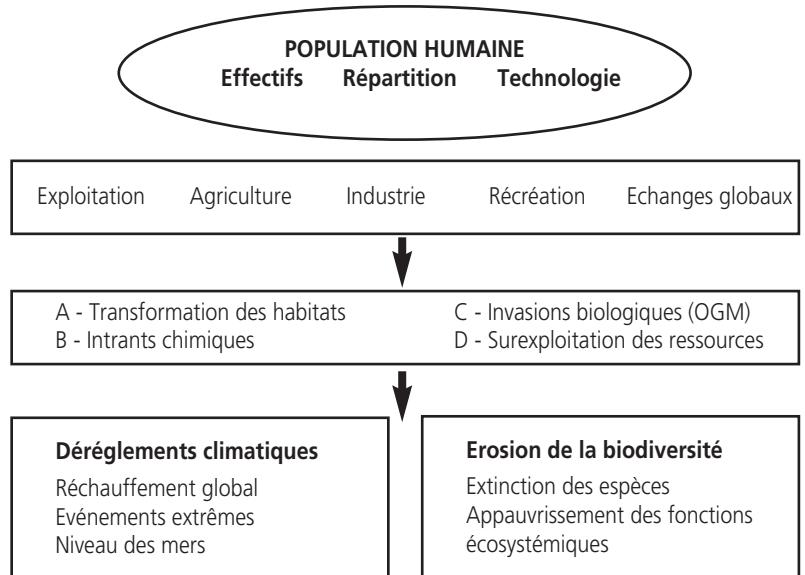
Les composantes des changements globaux

Les conséquences d'une emprise croissante de l'humanité sur la biosphère se déclinent en quatre rubriques majeures, désormais bien analysées, mais dont la description détaillée dépasserait le cadre de cet article (Cf. Fig. 1) :

1. La destruction et la transformation des espaces naturels par une multitude de facteurs, parmi lesquels la déforestation et la fragmentation des habitats, ont certainement les conséquences les plus lourdes. La destruction des forêts tropicales pluviales se fait actuellement au rythme moyen d'une quarantaine d'hectares à la minute (MEA).

2. La généralisation de l'utilisation des intrants chimiques, engrains et pesticides, utilisés en agriculture, mais aussi toutes sortes de molécules de synthèse fabriquées par l'Homme et utilisées dans de multiples domaines. Tous ces produits chimiques, dont certains comme les PCB se sont massivement accumulés dans les sédiments et les chaînes trophiques, produisent des charges de polluants et de produits eutrophisants qui affectent la plupart des écosystèmes dont ils altèrent les cycles biogéochimiques. L'industrie chimique produit chaque année plus de 100 000 tonnes de produits représentant quelque 70 000 composés, dont un millier est nouveau (VITOUSEK *et al.* 1997). L'augmentation des composés azotés dans les eaux continentales contribue à l'eutrophisation des rivières et des estuaires, causant de multiples nuisances, y compris la prolifération d'algues toxiques. Dans les régions de grande concentration urbaine et industrielle, comme c'est le cas dans la zone Marseille-Fos, des composés organiques et oxydes d'azote favorisent la production d'ozone, polluant photochimique dont les effets sur la végétation et la santé humaine risquent de devenir préoccupants.

3. Les invasions biologiques, de plus en plus considérées comme un facteur de destruction et de banalisation de la biodiversité, car elles cassent les barrières biogéographiques qui contiennent les espèces dans leurs enveloppes naturelles de distribution. Dans la catégorie des espèces envahissantes on peut inclure les Organismes génétiquement modifiés (OGM) puisque qu'un organisme transgénique est nécessairement une



« forme de vie » nouvelle artificiellement introduite dans l'écosystème.

4. La surexploitation des ressources naturelles dont on pourrait donner de multiples exemples, l'un des plus dramatiques étant certainement celui de l'excès des prélèvements de poissons dans l'ensemble des océans. « *The 'fishing down' effect is ubiquitous. It describes the systematic extirpation of marine megafauna* » explique M. Jackson (2001). On assiste par ailleurs à une diminution généralisée de la taille des grands poissons, tous les records de taille des grandes espèces comme les thons, espadons ou marlins étant antérieurs à 1950 (G. BOEUF com. pers.). La capture sélective des poissons prédateurs modifient la structure et le fonctionnement des communautés en raison des mécanismes complexes de relations prédateurs-proies au sein des écosystèmes.

A toutes ces modifications de l'état initial des systèmes naturels sont associées les activités industrielles que chaque type de société a développées pour réaliser sa propre culture. Ces activités sont consommatrices de quantités croissantes d'énergie dont on sait maintenant les effets sur le climat global de la planète et les mutations économiques, sociales et politiques que leur épuisement va nécessairement entraîner. Tous ces changements sont maintenant bien documentés ; ils entraînent des altérations profondes du fonctionnement du système Terre, à commencer par de sérieux dérèglements climatiques et une perte irréversible de la biodiversité.

Fig. 1 :
Modèle illustrant les effets directs et indirects des activités humaines sur la planète Terre (modifié d'après Vitousek *et al.* 1997).

Changements globaux et dérèglements climatiques

Dans son quatrième rapport d'évaluation « *Climate change 2007* », le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) fait état pour le XXI^e siècle, d'une augmentation de la température de la planète située dans une fourchette de 1,4°C à 5,8°C en fonction des scénarios socio-politiques qui seront appliqués par les sociétés. A cette élévation des températures, d'ailleurs inégalement répartie sur la planète, sera associée une remontée du niveau de l'océan mondial de l'ordre de 30 à 60 cm. Lors de la période la plus froide de la dernière glaciation, il y a environ 20 000 ans, le niveau de la mer était en moyenne 120 m plus bas qu'aujourd'hui, ce qui permettait aux humains de ces époques d'habiter la grotte Cosquer au pied des Calanques. La fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires a fait remonter le niveau de l'océan mondial pendant plusieurs millénaires pour le stabiliser à son niveau actuel ou subactuel entre 6 000 et 3 000 BP³. Des observations géologiques et archéologiques permettent d'affirmer que le niveau moyen de la mer a peu varié (moins de 0,1 mm par an globalement) jusqu'à une période récente, mais depuis le début des années 1990, les satellites altimétriques qui surveillent en permanence les variations du niveau de la mer montrent que ce dernier s'est élevé de près de 3 mm par an, valeur significativement supérieure à celle mesurée par les marégraphes au cours du XX^e siècle et 20 fois supérieure à celle des derniers siècles. Des prévisions de l'élévation du niveau des mers au cours des prochaines décennies pour différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et d'expansion démographique révèlent que quel que soit le scénario proposé par le GIEC, la hausse du niveau de la mer, d'environ 20 cm au cours du XX^e siècle, se poursuivra au cours des prochains siècles à une vitesse qui dépendra des réponses apportées par les humains au réchauffement climatique, mais qui sera en général supérieure à ce que nous connaissons aujourd'hui. Cette élévation est due à deux processus : la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires et la dilatation thermique des masses océaniques due à la chaleur accumulée dans l'océan, jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 1000 mètres. Le réchauffement de l'océan explique environ 25% de la hausse du

niveau de la mer des 50 dernières années (*Lettre du Changement global*, n°19). Au réchauffement du climat et à l'élévation du niveau des mers sont associées une multiplication et une aggravation des événements dits extrêmes, cyclones, inondations, sécheresses, incendies, canicules. La fréquence des anomalies annuelles de température a considérablement augmenté depuis le début des années 1990 et les experts du GIEC sont unanimes pour associer ces phénomènes au dérèglement climatique global (WALTHER *et al.* 2005).

Changements globaux et biodiversité

D'une manière générale, la transformation des espaces naturels pour les besoins des sociétés humaines est la force principale conduisant à l'érosion de la diversité biologique (VITOUSEK *et al.* 1997). On ne reviendra pas ici sur la définition du concept de biodiversité qui relève des sciences de la nature comme celle de l'Homme et de la société (Cf. BLONDEL 2005a). Malgré tous les efforts consentis par la communauté scientifique, notamment depuis la Conférence de Rio de 1992, pour en faire l'inventaire et comprendre ses fonctions, nous sommes encore bien loin de savoir ce qu'elle est et ce qu'elle fait dans les systèmes écologiques. La raison essentielle tient au fait que la biodiversité qui se voit et se laisse décrire, en particulier celle qui touche le grand public parce qu'elle concerne les grandes et belles espèces qu'on dit « patrimoniales », n'est que la partie émergée de l'iceberg, la biodiversité réellement fonctionnelle, celle qui fait tourner les écosystèmes étant essentiellement invisible et largement inconnue. Par ailleurs, plus que les espèces ou les populations en elles-mêmes, ce qui importe surtout, ce sont les interactions entre elles et l'ensemble des processus qui assurent les échanges de matière et d'énergie au sein des systèmes écologiques. La variabilité génétique des populations, gage de leur adaptabilité au changement, est aussi une composante essentielle de la biodiversité.

Nous savons maintenant que l'extinction des espèces et des populations se fait à un rythme accéléré, au point que de nombreux chercheurs estiment que près de 50% des espèces de la planète pourraient avoir dis-

3 - BP = Before Present

paru autour du milieu du XXI^e siècle (VITOUSEK *et al.* 1997, SALA *et al.* 2000), avant même d'avoir été découvertes et décrites. Le déclin des populations est généralisé bien que variable selon les groupes. Il est particulièrement sévère chez les amphibiens, les vertébrés des milieux aquatiques, marin et d'eau douce, ainsi que chez les oiseaux insulaires (BALMFORD *et al.* 2003). Le paléontologue STEADMAN (1995) estime que plus de 2000 espèces d'oiseaux, soit près du quart de l'avifaune mondiale, ont été exterminées par les humains dans les archipels de l'Océan Pacifique lors de la conquête de ce dernier par les Polynésiens, il y a plus de 3000 ans. Le déclin de la biodiversité dû à l'Homme ne date donc pas d'aujourd'hui. On estime à partir des archives fossiles que le taux naturel d'extinction des espèces est de l'ordre d'une espèce sur mille et par millénaire, mais ce taux a été multiplié par mille au cours de la période historique et on s'accorde à prévoir qu'il sera plus de dix fois plus sévère dans un proche futur (MEA 2005). L'incertitude qui entoure les conséquences de cette érosion de la diversité biologique et la gravité des problèmes qu'elle soulève justifie que l'acquisition des connaissances en ce domaine soit faite avec le plus grand soin et le maximum d'objectivité. C'est ce but que s'est assigné le *Millenium Ecosystem Assessment* pour établir un « état des lieux » de la biodiversité à l'échelle mondiale. La qualité du document est garantie par le système d'acquisition des données qui repose sur des outils efficaces de contrôle et de recouplement des données par des chercheurs indépendants. L'aspect le plus préoccupant de cette érosion est certainement la perte de diversité génétique, donc la diminution de l'aptitude des organismes à s'adapter aux changements en cours et à venir, ainsi que l'émergence de nouveaux « possibles évolutifs » (BLONDEL 2005b).

Les dérèglements climatiques ont de multiples effets sur les organismes : ils modifient les aires de distribution des espèces en les obligeant à pratiquer une traque à l'habitat, laquelle n'est possible que s'il existe une continuité des habitats, ce qui est de plus en plus problématique dans les paysages fragmentés par les multiples usages de l'espace⁴. Si une remontée en latitude et/ou en altitude est possible pour beaucoup d'espèces, notamment celles qui ont un bon pouvoir de dispersion, comme l'ont déjà montré de nombreuses études (e.g. PARMESAN *et al.* 1999,

THUILLIER 2007, CHUINE & THUILLIER 2005), il n'en va pas de même pour celles qui vivent en conditions extrêmes comme l'ours polaire qui est probablement condamné à l'extinction avant la fin de ce siècle. D'autres effets dont on commence seulement à mesurer l'importance sont des modifications dans les traits d'histoire de vie des espèces comme l'époque de reproduction et la fécondité, le comportement migratoire et bien d'autres traits démographiques, physiologiques et comportementaux. On sait par exemple que l'augmentation du CO₂ favorise la croissance des végétaux, mais la composition chimique des tissus s'en trouve modifiée dans le sens d'une diminution de sa qualité nutritive pour les insectes herbivores et l'ensemble des chaînes trophiques. Les réponses aux changements globaux, et notamment celles des végétaux à l'augmentation du CO₂ étant différentes d'une espèce à l'autre, l'une des conséquences les plus imprévisibles et peut-être les plus préoccupantes de ces phénomènes, est le changement des interactions entre espèces au sein des communautés qui aura des effets encore imprévisibles sur la structure et la dynamique de tous les écosystèmes terrestres. Il s'agit là d'un problème presque totalement inconnu que la communauté scientifique commence à peine à défricher.

Nous ne savons pas comment seraient et comment fonctionneraient les écosystèmes si toutes les espèces déjà disparues existaient encore. A plus forte raison pour celles qui vont disparaître dans les années et décennies à venir. D'où une mobilisation de la communauté scientifique à travers de nombreux programmes visant à élucider le rôle des espèces dans les écosystèmes (LOREAU *et al.* 2002). Ces recherches se déploient à toutes les échelles d'espace, depuis les travaux à grande échelle qui relèvent de la macro-écologie aux recherches en enceintes contrôlées comme les écotrons. Toutes les composantes des changements globaux interviennent isolément ou en synergie pour modifier le fonctionnement des systèmes écologiques et éroder la biodiversité, d'où la mise en place d'une recherche de type intégratif pour aborder ces questions par l'observation et l'expérimentation. Un agenda de travail a été dessiné dans le cadre de la Stratégie nationale pour la biodiversité. Il fixe les principaux objectifs à atteindre et s'attache à sensibiliser le grand public, le monde agricole, le monde industriel et les

4 - L'une des fonctions du programme NATURA 2000 et de la Trame verte du Grenelle de l'Environnement est précisément d'assurer la continuité territoriale qui permettra aux espèces de suivre la progression de leurs habitats en réponse aux changements du climat.

responsables de la santé publique sur tous ces problèmes qui concernent les domaines de l'alimentation, de la santé, de l'environnement et de la culture.

Changements globaux et santé humaine

Les changements globaux entraînent de sérieux risques sanitaires dont on commence seulement à entrevoir les risques potentiels et que les communautés scientifiques concernées abordent avec d'autant plus d'attention que les maladies ne connaissent pas de frontières dans un monde où l'intensité et la rapidité des échanges intercontinentaux des personnes et des marchandises ne cessent de croître (THOMAS *et al.* 2007). De nombreuses maladies autrefois cantonnées dans certains espaces géographiques risquent ainsi de se propager rapidement et largement, constituant pour certaines d'entre elles une menace sérieuse de pandémie dévastatrice. C'est peut-être l'une des conséquences les plus préoccupantes de la mondialisation. La liste des maladies émergentes infectieuses ne cesse de s'allonger avec le Sida, la maladie de Creutzfeldt-Jakob (maladie de la vache folle), le Sras, la grippe aviaire, le Chikungunya, la maladie du Nil Occidental, la fièvre d'Ebola, la dengue hémorragique, la maladie de la langue bleue et d'autres encore non identifiées. La réapparition de pathologies que l'on croyait éradiquées dans nos pays comme la tuberculose, les trypanosomiases, sans parler de l'extension de ces maladies vers de nouveaux territoires que le réchauffement climatique leur permettra de conquérir sont également de nouveaux défis. On pense en particulier aux modifications possibles de la carte épidémiologique des arboviroses (infections dues aux virus véhiculés par les moustiques) qui peuvent coloniser la planète et occuper des niches jusqu'alors occupées par d'autres espèces. Dans certains cas, la combinaison de plusieurs facteurs peut transformer en bombe à retardement le risque sanitaire encouru. On pense par exemple à un changement sanitaire résultant d'une combinaison de facteurs démographiques, évolutifs (adaptation des agents pathogènes), épidémiologiques, écologiques par modification du climat et des habitats, et socio-culturels liés à des comportements et pratiques d'hygiène éventuelle-

ment favorables à la transmission des maladies. La proximité des sociétés animales et humaines a toujours existé et a été à l'origine d'épidémies, puis de l'acquisition par les sociétés humaines des résistances correspondantes. Mais les densités d'individus dans les élevages industriels et leur proximité de sociétés humaines qui sont souvent elles-mêmes d'une grande densité, particulièrement en Asie, mais aussi en Europe occidentale, y compris dans l'espace méditerranéen, multiplient les probabilités d'épidémies. Ces problématiques devraient amener la recherche vétérinaire et la recherche médicale humaine à collaborer plus étroitement car l'épidémiologie devient un domaine clé de compréhension des mécanismes de transmission et un outil de prévention.

L'utilisation de nouveaux espaces par l'agriculture, l'élevage et la production d'agrocarburants risque de mettre en circulation de nouvelles maladies qui pourraient bénéficier d'un espace mondial de prolifération, notamment dans le cas de certains virus passant de l'animal à l'Homme. Dans la mesure où l'extension de l'élevage amènera les animaux domestiques à côtoyer des réservoirs de virus constitués par la faune sauvage, les risques d'épidémie s'accroîtront. Enfin, le réchauffement climatique pourrait modifier les aires de présence des vecteurs et étendre les maladies à de nouveaux espaces. La région méditerranéenne est à cet égard particulièrement exposée à l'émergence ou la ré-emergence de nouvelles pathologies.

Conséquences socio-économiques et politiques des changements globaux

Cette question d'une importance cruciale ne saurait être qu'effleurée ici tant elle est complexe. Dans 50 ans, selon toute vraisemblance, la plus grande partie de la population humaine de la planète habitera dans des villes et près de 60% de l'humanité vivra à moins de 100 km des côtes (VITOUSEK *et al.* 2007). Dans ce contexte, l'ampleur et les variations spatiales de l'intensité des changements globaux ne vont pas manquer d'entraîner de multiples problèmes sociaux-économiques et politiques. Il se pourrait que les tensions soulevées directement ou non

par les changements globaux se traduisent par les déplacements de près de 50 millions de réfugiés écologiques d'ici 2010. D'ores et déjà, des réfugiés écologiques commencent à quitter certaines régions, notamment les populations des petits états insulaires du Pacifique qui sont de plus en plus menacés par la montée des eaux. Des migrations écologiques de populations exposées aux risques d'inondations ou à des sécheresses prolongées vont entraîner de profondes distributions dans l'espace des populations humaines en fonction de facteurs variés tels que les disponibilités en espaces productifs, et la localisation des emplois, sans parler des tensions que ne manqueront pas de provoquer l'acquisition de ressources essentielles qui vont se raréfier comme l'eau douce.

La conclusion qu'on peut tirer de la situation actuelle, notamment au vu des informations scientifiques qui nous parviennent quotidiennement, par exemple les conclusions du quatrième rapport du PNUE sur l'avenir de l'environnement mondial (GEO4), est que nous sommes entrés dans une période de grande turbulence qui devrait nous faire réfléchir sur les nouveaux rapports au monde qu'il va falloir inventer et qui appelle six commentaires :

1. Il faut se faire à l'idée que le risque et l'incertitude sont inhérents à la vie. Les systèmes naturels ont développé des mécanismes de résistance et de résilience qui leur permettent de se perpétuer et de se renouveler. Apprendre à les comprendre et à les assumer permettrait de s'engager sur le chemin d'un renversement ou d'un renouveau culturel que les défis qui se profilent vont nécessairement entraîner.

2. Les tendances et prévisions sur l'évolution des changements globaux (au sens le plus large donné à cette expression) nécessitent malheureusement de repenser à la hausse toutes les mesures actuellement envisagées pour atténuer leurs conséquences.

3. Le concept de développement durable sera un oxymore tant que le(s) sens du mot développement ne sera (seront) pas repensé(s) et que l'incertitude ne sera pas acceptée et gérée dans un esprit de solidarité et de partage des risques.

4. Le concept de durabilité doit nécessairement être associé à ceux de solidarité et de globalité, car la solidarité est la meilleure assurance contre les risques que la crise de l'environnement va entraîner.

5. La modération n'est pas antinomique du développement dès lors que le concept de développement ne se limite pas à sa dimension quantitative et matérielle.

6. Un renouveau culturel ne sera possible qu'au prix d'un développement considérable de l'effort de recherche, ce qui nécessite d'exploiter, de valoriser les gisements d'intelligence et d'en explorer de nouveaux pour construire de nouvelles approches scientifiques et développer de nouvelles technologies. Nous avons un urgent besoin de faire faire un bond aux frontières du savoir, responsabilité qui relève de la communauté scientifique, car c'est elle et elle seule qui est aux avant-postes de la production des connaissances.

J.B.

Jacques BLONDEL
Directeur
de recherche émérite
CEFE – CNRS
1919 Route
de Mende
34293 Montpellier
cedex 5
Mél : jacques.
blondel@cefe.cnrs.fr

Conclusion

L'implication de toutes les composantes des changements globaux dans tous les compartiments de la vie de nos contemporains implique une concertation étroite entre les chercheurs des sciences humaines et sociales, et ceux des sciences de la nature. Il est nécessaire en particulier de consacrer un effort tout particulier en modélisation et simulation des effets des changements globaux sur les grands équilibres de la biosphère tels que les échanges océans - atmosphère, le cycle du carbone, la régulation du climat et l'usage des molécules chimiques de synthèse dans la gestion des espaces agricoles. La fonction de ces modèles sera de proposer des scénarios qui tiennent compte des plages d'incertitude liées aux estimations de phénomènes de grande ampleur et d'une grande complexité. La perspective d'un réchauffement général de la planète auquel seront associés des risques de refroidissement local, d'un accroissement de la variabilité de la température et des précipitations, de l'avènement d'événements climatiques extrêmes, du risque de montée des eaux et du déplacement des zones climatiques conduit à de redoutables problèmes d'adaptation. A ce jour, l'ensemble des conséquences à long terme des changements globaux n'a pas encore été l'objet d'une anticipation permettant de définir une réponse adaptative qui soit à la hauteur des enjeux, c'est-à-dire qui revienne à revoir de fond en comble notre modèle culturel.

Références

- Balmford, A., Green, R. E., Jenkins, M., 2003. Measuring the changing state of nature. *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 326-330.
- Blondel, J. 2005a. Biodiversité et Sciences de la Nature. Pp. 23-36 in Marty P., Vivien F.-D., Lepart J., Larrère R. (eds.). *Les biodiversités : objets, théories, pratiques*. Paris, CNRS-éditions.
- Blondel, J. 2005b. La biodiversité sur la flèche du temps. *Nature, Science, Sociétés*, 13, 296-301.
- Chuine, I. Thuillier, W. 2005 ? Impact du changement climatique sur la biodiversité. *Le Courrier de la Nature*, 223, 20-26.
- Jackson, J. B. C. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293, 629-638.
- Loreau, M., Naeem, S. Inchausti, P. 2002. *Biodiversity and ecosystem functioning - synthesis and perspectives*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Parmesan, C., Ryrrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J. K., Thomas, C. D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W. J., Thomas, J.
- A., Warren, M. 1999. Polewards shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399(6736), 579-583.
- Sala, O. E., Stuart Chapin III, F., Armesto, J. J. et al., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- Steadman, D. W. 1995. Prehistoric extinctions of Pacific island Birds: Biodiversity meets zoarchaeology. *Science*, 267, 1123-1131.
- Thomas, F., Guégan, J.-F., Renaud, F. 2007. *Ecologie et évolution des systèmes parasites*. De Boeck, Bruxelles,
- Thuillier, W. 2007. Biodiversity: Climate change and the ecologist. *Nature*, 448, 550-552.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. Melillo, J. M. 1997. Human domination on earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.
- Wackernagel, M. Rees, W. 1995. *Our Ecological Footprint : Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada.
- Walther, G. R., Hughes, L., Vitousek, P. M., Stenseth, N. C., 2005. Consensus on climate change. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 648-649.

Résumé

L'expression « changements globaux » désigne l'ensemble des conséquences de la domination humaine des écosystèmes qui se manifeste sur la totalité de la planète, y compris dans les milieux extrêmes comme les régions polaires qui sont touchées par les pollutions atmosphériques. Ces changements se déclinent en une série de composantes dont la dégradation et la fragmentation des habitats, l'utilisation massive d'intrants chimiques, les invasions biologiques, les dérèglements climatiques et la surexploitation des ressources naturelles. Isolément ou en synergie, ces changements entraînent un appauvrissement de la diversité biologique et une altération du fonctionnement des écosystèmes. Les pressions actuellement exercées sur les écosystèmes de la planète et les projections que l'on peut faire sur leur accentuation dans les décennies à venir ont d'ores et déjà dépassé les capacités de régénération des écosystèmes. D'où une dégradation qui risque de s'aggraver dans la logique des tendances actuelles de développement et de risque de pénuries en énergie et en ressources alimentaires. Nous sommes encore loin d'avoir fait l'inventaire de la biodiversité et de connaître ses fonctions dans les écosystèmes. L'incertitude qui entoure les conséquences de son érosion accélérée et la gravité des problèmes qu'elle soulève justifie une mobilisation croissante de la communauté scientifique, notamment à travers la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, mais aussi grâce à l'activité des associations et de tous ceux qui sont concernés par la gestion des espaces et des espèces. Parmi les incertitudes liées à ces changements, il faut prêter une attention toute particulière aux risques sanitaires qu'ils entraînent en raison de l'émergence ou de la ré-emergence de pathologies, surtout en région méditerranéenne qui devrait être particulièrement touchée par une diminution des précipitations et une augmentation plus élevée qu'ailleurs des températures, notamment en été. La conclusion qu'on peut tirer de la situation actuelle est que les sociétés sont en train d'entrer dans une période de grande turbulence qui devrait nous faire réfléchir sur les nouveaux rapports au monde qu'il va falloir inventer.

Summary

Global changes

The expression 'global changes' refers to the totality of the consequences stemming from human domination of ecosystems which can be evidenced worldwide, over the whole planet, including in extreme environments such as the polar regions where atmospheric pollution has an impact. Such changes involve a series of factors including the deterioration and fragmentation of habitats, the massive use of chemical compounds in production, biological invasions, climatic upsets and the over-use of natural resources. Separately or in combination, these changes lead to a loss of biological diversity and modifications in the functioning of ecosystems. Pressures presently affecting the planet's ecosystems, as well as actual forecasts about their intensification over the coming decades, already exceed these ecosystems' capacity for self-regeneration. Hence an overall deterioration that is likely to get worse, given the present-day tendencies related to development and the threat of scarcities in energy and foodstuffs,. As yet, we are a long way from having a complete inventory of global biodiversity or understanding its functioning within ecosystems. Uncertainty surrounding the impact of the accelerating shrinkage of biodiversity and the seriousness of the problems this gives rise to, justify increasing the active and committed awareness of the scientific community, notably through the National Strategy for Biodiversity but, also, via the activity of associations and everyone involved in species management and the use of space. Of the uncertainty connected to climate change, particular attention needs to be given to the risk to health deriving from the appearance or reoccurrence of pathological conditions. This is especially so in Mediterranean regions which are expected to suffer from a lack of rainfall and a rise in temperatures more severe than elsewhere, especially in summer. The present situation leads to the conclusion that societies are entering a period of major turbulence which should make us reflect on a possible new relationship to the world we live in.