



Quelle est l'ampleur de la crise actuelle de biodiversité ?

Anne Teyssède, Département d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité, MNHN

Réduction et dégradation généralisée des habitats, changement global et régional du climat, surpêche, invasions biologiques... Sur terre et en mer, la biodiversité est confrontée depuis quelques décennies à un changement radical de ses conditions de vie, imposé par l'expansion d'une espèce grande consommatrice d'espace et d'énergie : la nôtre (WILSON, 1988 ; VITOUSEK et al., 1997 ; TILMAN, 1999 ; HARRISSON & PEARCE, 2000). Comment les populations, les espèces et les écosystèmes réagissent-ils à ces perturbations ? Ou, en d'autres termes : peut-on évaluer la crise actuelle de la biodiversité, et comment ?

Nous résumerons ici les récents progrès des connaissances sur ce sujet, en nous limitant aux mesures de cette crise. Quelques scénarios et projections à moyen terme sont présentés dans un autre texte (section 4).

Estimation des taux actuels d'extinction

Les taux d'extinction d'espèces, mesurés ou estimés par taxon, sont les pourcentages d'espèces éteintes au sein de chaque taxon pendant un intervalle de temps donné. Pour les taxons encore peu inventoriés – c'est-à-dire pour la plupart d'entre eux, à l'exception notable des vertébrés et des plantes vasculaires -, ces taux sont estimés par les fractions d'espèces éteintes parmi les espèces décrites.

A la fin du 20^e siècle, des biologistes ont calculé les fractions d'espèces éteintes parmi les espèces décrites depuis 1600 chez les Vertébrés, plusieurs taxons d' « Invertébrés » et les plantes vasculaires (SMITH et al., 1993a ; MAY et al., 1995 ; HARRISSON & PEARCE, 2000). Les estimations de HARRISSON et PEARCE sont présentées dans le tableau 1. Mais ces fractions sont des sous-estimations des taux actuels d'extinction, d'une part parce que la plupart des espèces décrites ne l'ont été que tardivement, aux 19^e et 20^e siècles. (Dans ces conditions, les taux d'extinction estimés pour la période 1600-2000 sous-évaluent les nombres d'espèces éteintes au cours des trois premiers siècles de cette période.) En outre et surtout, parce que la dégradation des habitats s'est considérablement accélérée au cours du 20^e siècle, entraînant vraisemblablement avec elle une augmentation des taux instantanés d'extinction.

Pour éviter ce double écueil, les estimations des taux actuels d'extinction doivent porter sur une période récente, et sur des groupes d'espèces échantillonnés au début de cette période. Reprenant les données de SMITH et al. (1993a et b), nous avons calculé les fractions d'espèces éteintes au 20^e siècle parmi les espèces décrites dans plusieurs taxons (TEYSSÈDE,

2004, voir tableau 1). Les valeurs obtenues sont de bonnes estimations des taux d'extinction au 20e siècle pour les plantes et les vertébrés. Ce sont en revanche des sous-estimations de ces taux pour les autres groupes systématiques, échantillonnés en bonne part au cours du 20e siècle – voire surtout depuis 1950, dans le cas des insectes.

Les estimations des taux d'extinction actuels ne sont informatives que si on les compare aux taux attendus en l'absence de crise. D'après les archives paléontologiques, la durée de vie moyenne des espèces animales varie de un à dix millions d'années, selon le taxon (RAUP, 1991). Pour une durée de vie moyenne de 5 Ma par espèce, le taux « normal » d'extinctions attendues par siècle est de 1/50.000, soit 0.002%. C'est à cette valeur que sont comparés les taux d'extinction présentés dans le tableau 1. Comme on le voit, les valeurs fiables obtenues pour les plantes et les vertébrés sont très élevées : entre 50 et 560 fois supérieures aux taux d'extinction attendus pour une biodiversité stable. Les valeurs calculées pour les autres groupes, qui sont comme expliqué plus haut des sous-estimations – cas des insectes, en particulier –, sont elles aussi toutes supérieures aux taux normaux attendus.

Tableau 1 : Estimations des taux actuels d'extinctions et des taux d'espèces menacées, par taxon

	Nombre d'espèces décrites	Nombre d'espèces éteintes de 1600 à 2000 (1)	Fraction d'espèces décrites éteintes de 1600 à 2000 (%) (1)	Nombre d'espèces décrites éteintes au 20e siècle (2)	Taux d'extinction au 20e siècle (%) (2)	Quotient des Nb extincts obs/attend. 20e siècle (2)	Espèces menacées (1)	
							Nb	%
Plantes	270 000	400	0,15	270	0,1	50	30000	11
Vertébrés dont :	48 500	392	0,8	253	0,5	260	2300	4,6
<i>Mammifères</i>	4 500	88	2,0	50	1,1	560	1100	24
<i>Oiseaux</i>	9 500	107	1,1	40	0,4	200	1110	11
«Reptiles»	6 300	20	0,3	8	0,3	60	253	3
<i>Amphibiens</i>	4 200	5	0,1	5	0,12	60	124	3
«Poissons»	24 000	172	0,7	150	0,7	300	734	3
Mollusques	70 000	237	0,3	140	(0,2)	(100)	920	1
Insectes	950 000	73	0,007	60	(0,006)	(3,1)	(537)	(0,05)
Crustacés	40 000	10	0,03	8	(0,02)	(10)	407	1

Sources : (1) : HARRISSON & PEARCE, 2000. (2) : TEYSSEDE, 2004, calculé d'après SMITH et al., 1993a et b, et HARRISSON & PEARCE, 2000 (tableau publié dans *Le Monde* du 25 janvier 2005.) Taux d'extinction moyen attendu par siècle : 0,002%.

Estimation des taux actuels d'espèces menacées

L'estimation des taux d'extinction est une mesure différée de l'érosion de la biodiversité, qui renseigne sur le déclin passé des espèces et non sur leur déclin actuel, ni bien sûr sur les causes de ce dernier. Pour cerner de plus près cette érosion, des biologistes ont calculé dans les années 1990, à partir des listes rouges de l'UICN, les taux d'espèces aujourd'hui menacées dans les différents taxons. Les résultats sont présentés dans la colonne de droite du tableau 1.

Ces estimations confirment le mauvais état actuel de la biodiversité, au moins en ce qui concerne les mammifères (24% d'espèces menacées !), les oiseaux (11%) et les plantes vasculaires (11%). Mais elles ne permettent pas de suivre et d'analyser les variations de la biodiversité dans le temps et dans l'espace. Pour cela, des études longitudinales sont nécessaires, tout à la fois aux différentes échelles spatiales et aux différents niveaux de la biodiversité : populations, espèces, et écosystèmes (cf. BALMFORD et al., 2003).

Observatoires et suivis de biodiversité

Diverses études longitudinales, réalisées depuis plusieurs décennies, rapportent la diminution progressive de l'étendue spatiale, du nombre de populations ou de l'effectif total de nombreuses espèces ou groupes d'espèces, animales et végétales. Pour échantillonner la biodiversité à vaste échelle spatiale, et la suivre dans le temps, nombre de ces études impliquent la mise en place d'observatoires de biodiversité, qui s'appuient sur la collaboration de nombreux naturalistes bénévoles.

Ainsi, à l'échelle mondiale, LOH et al. (2004) estiment à environ 30%, 30% et 50% les pourcentages de populations de vertébrés respectivement terrestres, marins et d'eau douce disparues entre 1970 et 2000. Parmi les vertébrés, les amphibiens sont en déclin rapide au niveau mondial : selon HOULAHAN et al. (2000), 80% de leurs populations ont disparu depuis 1950. Cependant, puisque la viabilité des populations dépend de leur effectif, ces taux de populations disparues n'estime pas la fraction des effectifs perdus.

Les variations d'effectifs ou d'occupation spatiale reflètent de plus près celles de la biodiversité. Ainsi, le suivi temporel des oiseaux communs dans dix-huit pays d'Europe souligne le déclin continu des oiseaux spécialistes des milieux agricoles, dont les effectifs ont diminué d'environ 25% au cours des quinze dernières années (JULLIARD et al., 2004 ; GREGORY et al., 2005). Moins étudiés, les insectes souffrent également du changement global actuel : selon J.A. THOMAS et al. (2004), l'aire de répartition en Angleterre des papillons indigènes (58 espèces) a diminué en moyenne de 13% depuis 20 ans. La réduction de certains habitats est également très préoccupante. Ainsi, la superficie des forêts tropicales a diminué de 7% de 1990 à 2000, et celle des mangroves de 35% de 1980 à 2000 (revue par JENKINS et al., 2003).

Ces déclins de populations, d'espèces et de communautés, ainsi que ces réductions en surface d'habitats, sont symptomatiques d'un déclin plus général de la biodiversité, qu'il s'agit aujourd'hui d'analyser et de freiner. Depuis quelques années, les écologues utilisent ces

données de suivi et d'autres du même type pour élaborer des « indicateurs de biodiversité », outils mathématiques simples permettant de quantifier, d'analyser et de suivre les variations de la biodiversité, dans le temps et dans l'espace.

Les indicateurs mondiaux de biodiversité et l'objectif 2010

Pour répondre à l'objectif mondial de freiner l'érosion de la biodiversité en 2010, les Parties de la Convention sur la Diversité Biologique (dont l'Europe) ont adopté en octobre 2004 quatre indicateurs de biodiversité utilisables au niveau mondial :

- le **Living Planet Index** ou LPI, qui mesure les variations globales du nombre de populations de vertébrés, selon les principaux biomes, à l'échelle planétaire. Arbitrairement fixé à la valeur 1 pour l'année 1970, cet indicateur montre un déclin général des populations de vertébrés terrestres, marins et d'eau douce depuis plus de trente ans (voir les résultats de LOH et al. cités plus haut). Dans une récente analyse critique de cet indicateur, LOH et al. (2005) reconnaissent un biais des données en faveur des mammifères et des oiseaux d'une part, et des régions tempérées d'autre part.

- L'**Indicateur Trophique Marin** (MTI), développé par PAULY à la fin des années 1990. Calculé à partir des statistiques nationales de pêche (réunies dans une analyse mondiale), cet indicateur mesure le nombre moyen de niveaux trophiques des espèces pêchées, aux échelles régionale et mondiale. Stable au cours des années 1950 à 1970, le MTI a chuté depuis de 0.12 points à l'échelle mondiale, et de 0.25 points pour la région Atlantique Nord, pour atteindre la valeur de 3.30 en 2000 (PAULY et al., 1998 ; PAULY et al., 2005). Ces résultats mettent en lumière la dégradation des écosystèmes marins et l'épuisement progressif des stocks de poissons pêchés, liés à l'augmentation continue de l'effort de pêche depuis 1960.

- L'**Indicateur de Tendances d'Espèces** (Species Trends Index ou STI en anglais), qui estime les variations d'abondance d'espèces communes ou de groupes d'espèces (communautés appartenant au même taxon, groupes fonctionnels..), dans le temps et dans l'espace, et selon les milieux. Ce type d'indicateur est principalement documenté aujourd'hui par le suivi temporel des oiseaux communs, en Europe et en Amérique du Nord. Les analyses de ces suivis ont notamment permis de mettre en cause l'agriculture, le réchauffement climatique et le degré de spécialisation écologique des espèces dans le déclin actuel de l'avifaune européenne (DONALD et al., 2001 ; JULLIARD et al., 2004 ; GREGORY et al., 2005). De nouveaux indicateurs STI, basés sur le suivi d'autres groupes d'espèces – plantes, insectes, chauves-souris et amphibiens), sont en cours d'élaboration ou de lancement (cf. <http://www.mnhn.fr/vigie-nature/> pour la France).

- L'**Indicateur de Liste Rouge** (RLI). Proposé par l'UICN en 2004, cet indicateur mesure la variation moyenne des statuts de conservation des espèces inscrites sur la liste rouge, dans chaque taxon, à partir d'un score initial de référence 100. Le RLI des oiseaux a chuté de 6.90 points de 1988 à 2004, ce qui montre une nette dégradation moyenne du statut des oiseaux menacés (BUTCHART et al., 2004). Le RLI des amphibiens pour la période 1980 à 2004 sera bientôt publié, et d'autres RLI sont en cours de développement dans d'autres taxons (BUTCHART et al., 2005).

La conception, les fonctions et l'utilisation des indicateurs de biodiversité en sciences de la conservation, notamment en relation avec l'objectif 2010, sont présentées par COUVET et al. ailleurs dans ce volume. *(Les élèves de 1e à classes BCPST pourront voir le texte sur ce sujet)*

Les grands défis soulevés par l'objectif 2010 ont été explorés par DOBSON (2005) et par BALMFORD et al. (2005). Ces auteurs soulignent que les indicateurs adoptés par les Parties de la Convention sur la Biodiversité Biologique sont biaisés en faveur des vertébrés (en particulier des mammifères et des oiseaux), et que ces derniers ne contribuent que partiellement au fonctionnement des écosystèmes dans leurs relations avec les sociétés humaines. En conséquence, ils recommandent l'élaboration d'indicateurs plus fonctionnels, basés notamment sur d'autres taxons, et axés sur le suivi temporel et l'analyse des « services » écologiques fournis par les écosystèmes (voir plus loin).

Estimation de l'impact de l'agriculture sur l'abondance de l'avifaune mondiale, du Néolithique à 1990

La réduction et la dégradation généralisée des habitats, principalement due à l'expansion et à l'intensification de l'agriculture, sont la cause majeure de l'érosion actuelle de la biodiversité (VITOUSEK et al., 1997 ; ROSENZWEIG, 1995, 2001a ; TILMAN et al., 1999 ; BALMFORD & BOND, 2005). Globalement, depuis le Néolithique, la conversion de près de 50.106 km² d'habitats naturels souvent riches en biodiversité en autant de terres agricoles relativement pauvres, doit s'être soldée par une réduction nette de la biodiversité terrestre. Peut-on évaluer l'impact de cette conversion sur les communautés terrestres, en nombre d'individus ou d'espèces ?

Récemment, GASTON et al. (2003) ont estimé l'impact de l'expansion de l'agriculture sur l'abondance de l'avifaune terrestre, du Néolithique à 1990. A partir des données de KLEIN GOLDEWIJK (2001) sur l'occupation des sols de 1700 à 1990, ils ont calculé la surface actuelle de seize principaux habitats terrestres, et estimé celle de ces mêmes habitats au Néolithique. Puis, connaissant les densités moyennes actuelles d'oiseaux dans les seize habitats considérés, ils ont estimé l'effectif total de l'avifaune en 1990 à 87 milliards d'individus, et celui de l'avifaune préagricole à 112 milliards, ce qui correspond à une réduction globale de 20 à 25% des effectifs d'oiseaux depuis le Néolithique.

La même méthode pourrait être utilisée pour estimer l'impact de l'expansion de l'agriculture sur d'autres communautés terrestres, telles que les plantes ou les insectes.

Estimations de la dégradation et de la surexploitation des écosystèmes

Les données rapportées ci-dessus sur le déclin général des populations de vertébrés (LPI), des communautés d'oiseaux (STI), des espèces menacées (RLI) et le raccourcissement des chaînes trophiques en mer (MTI), témoignent de la dégradation ou/et de la surexploitation de nombreux écosystèmes terrestres et marins.

La biodiversité peut aussi être abordée de manière fonctionnelle, dans son interaction avec les populations humaines. Depuis des dizaines de milliers d'années, les écosystèmes fournissent aux sociétés humaines des « services » écologiques très précieux tels que la production de ressources alimentaires, la pollinisation et la dispersion des graines des plantes sauvages et cultivées, le recyclage des déchets organiques, la purification de l'eau, la modération des crues et des sécheresses, ou la stabilisation du climat (cf. DAILY, 1997). Mais ces écosystèmes ont nécessairement une productivité et une résilience limitées. Leur exploitation croissante par nos sociétés nombreuses aux techniques invasives et polluantes menace tout à la fois leur structure et leur fonctionnement.

De 2001 à 2005, une enquête mondiale impliquant plus de 170 chercheurs a été entreprise sur l'état des écosystèmes et des services écologiques. Résultat principal de cette « évaluation du millénaire » : 15 sur 24 (60%) des grands services écologiques étudiés sont dégradés ou surexploités aux échelles locale, régionale ou mondiale. Il s'agit notamment du renouvellement des stocks de poissons, de l'approvisionnement en eau, de la purification de l'air et de l'eau, de la régulation du climat local et régional, du contrôle des ravageurs de culture. En outre, il semble que les limites de résilience de certains écosystèmes ont été atteintes, entraînant des effets non linéaires. Les indices de ce dépassement sont les variations abruptes de la qualité de l'eau, la « mort » de certaines zones littorales, la fréquence élevée des nouvelles maladies émergentes, l'effondrement des pêches, les changements en cours des climats régionaux (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Extrait du texte « Quelle est l'ampleur de la crise actuelle de biodiversité ? », à paraître dans *Biosystema* en 2007.

BIBLIOGRAPHIE

- BALMFORD A., GREEN R. E. & JENKINS M., 2003. Measuring the changing state of nature. *Trends Ecol. Evol.*, 18 : 326-330.
- BALMFORD A., P. CRANE, A. DOBSON, R.E. GREEN & G.M. MACE, 2005. The 2010 challenge : data availability, information needs and extraterrestrial insights. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360 : 221-228.
- BUTCHART S.H. et al., 2004. Measuring global trends in the status of biodiversity : Red list Indices for birds. *PLOS Biology*, 2 (12) : e383.
- BUTCHART S.H. et al., 2005. Using Red list Indices to measure the progress towards the target and beyond. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360 : 255-258.
- COUVET D, TEYSSEDRE A., JIGUET F., JULLIARD R. et LEVREL H., 2007. Indicateurs et observatoires de biodiversité. *Biosystema*, in press.
- DAILY G.C. (ed.), 1997. *Nature's Services. Social dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington D.C., 393 p.
- DOBSON, A., 2005. Monitoring global rates of biodiversity change : challenges at arise in meeting the Convention on Biological Diversity (CBD) goals. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360 : 229-241.
- DONALD P.F., GREEN R.E. & HEATH M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268 : 25-29.

- GASTON K. J., BLACKBURN T. M. & KLEIN GOLDEWIJK K., 2003. Habitat conversion and global avian biodiversity loss. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 270 : 1293-1300.
- GREGORY et al., 2005. Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360 : 269-288.
- HARRISON P. & PEARCE F., 2000. *AAAS Atlas of population and environment*. University of California Press, Berkeley, 206 p.
- HOULAHAN J. E., FINDLAY C. S., SCHMIDT B. R., MEYER A. H. & KUZMIN S. L., 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404 : 752-755.
- JENKINS M., GREEN R. E. & MADDEN J., 2003. The challenge of measuring global change in wild nature : are things getting better or worse ? *Conservation Biology*, 17 : 20-23.
- JULLIARD R., JIGUET F. & COUVET Denis, 2004. Common birds facing global changes : what makes a species at risk ? *Global Change Biology*, 10 : 148-154.
- KLEIN GOLDEWIJK, 2001. Estimating global land use change over the past 300 years : the HYDE database. *Global Biogeochem. Cycles* 15 : 417-433.
- LOH J. et al., 2004. Living Planet Report, WWF-UNEP-WCMC. International.
- LOH J. et al., 2005. The living Planet Index : using species population time series to track trends in biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360 : 289-295.
- MAY R.M., LAWTON, J.H. & STORK N.E., 1995. Assessing extinction rates. In: J.H. Lawton & R.M. May (eds), *Extinction rates*, pp.1-24, Oxford University Press, Oxford.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. *Ecosystems and human well-being* : Synthesis. Island Press, Washington D.C. 137p.
- PAULY D., CHRISTENSEN, V., DALSGAARD, J., FROESE R. & TORRES F., 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279 : 860-862
- PAULY D. & WATSON R., 2005. Background and interpretation of the "Marine Trophic Index" as a measure of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 360 : 415-423.
- RAUP D.M., 1991. *Extinction. Bad genes or bad luck ?* WW Norton & Company, New York. 210p.
- ROSENZWEIG M.L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 436 p.
- ROSENZWEIG M.L., 2001a. Loss of speciation rate impoverish future diversity. *Proc. Nat. Acad. Science USA*, 98 : 5404-5410.
- SMITH F.D.M., MAY R.M., PELLEW R, JOHNSON T.H. & WALTER K.R., 1993a. Estimating extinction rates. *Nature*, 494 : 494-496.
- SMITH F.D.M., MAY R.M., PELLEW R, JOHNSON T.H. & WALTER K.R., 1993 b. How much do we know about the current extinction rate ? *TREE*, 10 : 375-378.
- TEYSSEDRE A., 2004. Vers une sixième grande crise d'extinctions ? Pp 24-49 in : R. Barbault & B. Chevassus (eds.), Biodiversité et changements globaux : *Enjeux de société et défis pour la recherche*. ADPF, Paris.
- TILMAN D., 1999. Global environmental impacts of agriculture expansion : the need for sustainable and efficient practices. *Proc. Nat. Acad. Sc. USA*, 96 : 5995-6000.
- THOMAS J. A., TELFER M. G., ROY D. B., PRESTON C. D., et al., 2004. Comparative losses of british butterflies, birds and plants and the global extinction crisis. *Science*, 303 : 1879-1881.
- VITOUSEK P.M., MOONEY H.A., LUBCHENCO J. & MELLILO J.M., 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277 : 494-499.
- WILSON E.O., 1988. *Biodiversity*. National Academic Press, Washington D.C., 521