

## Les leçons de l'histoire géologique et des grandes extinctions d'espèces

Parler de biodiversité conduit souvent à évoquer l'ours des Pyrénées, depuis la disparition de Cannelle, le 1<sup>er</sup> novembre 2004, qui est devenue un symbole. On pense aussi au retour du loup dans les Alpes, à l'éléphant d'Afrique... autant d'animaux un peu mythiques : le nounours de notre enfance, que nous tenions dans les bras en écoutant les histoires du petit Chaperon rouge, à côté de Babar... Maintenant que nous sommes des adultes, nous ne devons pas oublier la disparition d'autres organismes (des vers, des insectes, des bactéries, etc.), que ceux-ci soient utiles, agréables, ou au contraire considérés comme nuisibles, qui contribuent, eux aussi, à la biodiversité.

par Patrick DE WEVER\*

Ainsi, par exemple, la diminution de 25 %, en une vingtaine d'année, du nombre d'oiseaux associés aux champs ouverts est inquiétante, car elle est la conséquence de la disparition, liée à l'usage intensif de pesticides dans les champs, de toute une chaîne alimentaire. Cela justifie l'application du plan « Ecophyto 2018 », qui prévoit de réduire de moitié l'usage des pesticides en France d'ici 2018 : on avait oublié qu'un pesticide est, avant tout, un biocide...

Donner à la disparition de quelques espèces particulières un caractère emblématique est sans doute bénéfique, car nous avons besoin de symboles. Néanmoins, il convient de ne pas oublier que le plus important et le plus grave, en matière de disparitions d'espèces, n'est pas forcément le plus visible : de la même façon que ce ne sont pas des squelettes de dinosaures qui constituent les imposantes falaises de la Chartreuse et du Vercors (par exemple), mais bien des restes d'algues microscopiques, dont la taille ne dépassait guère le micromètre. Une autre image, tirée de notre quotidien, peut être utilisée : dans nos foyers scintillent de multiples petites diodes vertes ou rouges, qui sont souvent les voyants d'appareils électriques mis en veille. Elles représentent une consommation d'électricité non négligeable pour un pays comme la France : l'équivalent de la production d'une tranche de centrale nucléaire ! (cf. figure 1)

### Que recouvre le vocable « biodiversité » ?

Ce terme, proposé en 1985, est devenu familier en 1992 avec la Convention de Rio sur la diversité biologique. La biodiversité peut être considérée à trois niveaux : (1) la **diversité génétique**, qui reflète la variabilité des caractères d'une population (par exemple, la

couleur des yeux), (2) la **diversité spécifique**, qui est celle des différentes espèces et (3) la **diversité écosystémique**, qui est celle des écosystèmes. Dans la suite de cet article, nous prendrons en compte la seule diversité en termes d'espèces ou de leurs regroupements en genres et en familles. (cf. l'encadré ci-dessous)

### La biodiversité actuelle

#### *Le nombre d'espèces décrites*

Pour chiffrer la biodiversité actuelle, une première approche conduit à penser qu'il suffit de compter le nombre d'espèces qui ont été déclarées, la description de toute nouvelle espèce faisant l'objet d'un enregis-

#### **Classer le vivant**

Les spécialistes de la biodiversité utilisent des mots – espèces, genres, familles –, qui correspondent à divers degrés de la classification, comme on met des objets (espèces) dans un tiroir (genre), puis les tiroirs, dans une armoire (famille), etc. Ces termes correspondent à une classification : ils représentent des niveaux hiérarchiques différents, qu'il convient de distinguer, quand on évoque la biodiversité. La courbe de biodiversité des espèces d'un écosystème donné ne doit donc pas être comparée avec la courbe de biodiversité des familles d'un autre écosystème.



**Figure 1.** Les gigantesques falaises du Vercors sont constituées de calcaire. Cette roche est un produit de la vie puisqu'elle résulte de l'accumulation de restes d'organismes nanoscopiques. Leur taille est certes infime, mais leur nombre est immense. (Falaises du Vercors, vues vers le Sud-ouest à partir du col du Rousset). © P. De Wever

trement dans un catalogue, au niveau international. Le nombre total d'espèces vivantes répertoriées se situe un peu au-dessus de 1,7 million. Il subsiste néanmoins une incertitude, car il se peut que certaines espèces aient été décrites de manière distincte par des auteurs différents et fassent, de ce fait, l'objet de plusieurs enregistrements.

#### *L'évaluation du nombre total d'espèces vivant aujourd'hui*

Toutes les espèces vivant actuellement n'ont pas encore été décrites. Leur nombre ne peut être qu'estimé et les marges d'incertitude varient beaucoup. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), lors de son congrès de Fontainebleau, en 1999, a retenu le chiffre de 7 millions d'espèces au total, une fourchette réaliste se situant entre 5 et 15 millions. Mais le degré d'incertitude est tel qu'il nous invite à prendre en compte une variabilité allant de 3 à... 100 millions d'espèces. Cette énorme incertitude concernant le nombre d'espèces vivantes a évidemment des répercussions sur l'estimation des extinctions actuelles (de fait, nous en savons encore moins sur les

probabilités d'extinctions que sur le nombre des espèces vivant aujourd'hui).

#### L'estimation de la biodiversité du passé.

La biodiversité actuelle n'est qu'un instantané, la dernière image d'un film qui a débuté il y a quelque quatre milliards d'années. Elle n'est que le résultat (temporaire) d'un processus toujours en action : par conséquent, ce serait faire preuve d'indigence intellectuelle que de vouloir étudier la biodiversité actuelle sans en appréhender la dimension historique.

L'histoire de la vie sur la Terre fait apparaître une tendance à l'augmentation de la diversité. Cependant, de nombreux épisodes d'extinction massive ont jalonné cette augmentation. La durée de vie moyenne d'une espèce, entre son apparition et son extinction, telle qu'on peut l'estimer grâce à l'étude des fossiles, est généralement de quelques millions d'années (de 1 à 10 millions d'années). L'on constate, toutefois, une grande variabilité d'un groupe à l'autre, ainsi qu'à l'intérieur d'un même groupe. Certains groupes ont des durées de vie beaucoup plus longues : ainsi le coélanthe (un poisson osseux « fossile vivant »), chez les animaux, ou le ginkgo, dans le monde végétal, perdu-

rent depuis le Paléozoïque, soit depuis près de 300 millions d'années... D'autres espèces ont des durées de vie beaucoup plus brèves (de l'ordre de 100 000 ans, pour les ammonites du Crétacé).

Diversifications et extinctions existent depuis des centaines de millions d'années. On en a repéré tout au long de l'enregistrement fossile, les premières étant plus importantes que les secondes, puisque le nombre d'espèces augmente. La diversité actuelle ne serait pas ce qu'elle est si les extinctions n'avaient pas permis le développement de nouvelles catégories : ainsi, l'homme a bénéficié d'une crise, à la transition entre le Crétacé et l'ère Tertiaire. Pour représenter l'évolution de la biodiversité au cours du temps, on a le plus souvent recours à des courbes. Leur forme est extrêmement variable, selon que l'on traite de tel ou tel environnement, de tel ou tel niveau de la classification. Ainsi, une courbe d'évolution de la biodiversité n'a aucune signification, si le niveau de la classification et l'environnement considérés ne sont pas précisés.

### *Extinctions et crises*

L'échelle des temps géologiques a été subdivisée, initialement, sur la base des grands bouleversements enregistrés par le monde du vivant. Il est donc logique que de grandes crises de la paléo-biodiversité séparent entre elles les grandes ères géologiques. A l'intérieur de chacune des subdivisions, la biosphère a subi des événements difficiles. Des espèces apparaissent et disparaissent tout au long de l'histoire géologique. Parfois, les disparitions d'espèces sont inhabituellement importantes : elles affectent l'ensemble du globe et des groupes vivants très différents les uns des autres. Ces disparitions plus importantes, voire massives, sont qualifiées de crises. Les crises répertoriées sont nombreuses, mais cinq d'entre elles ont été plus importantes que les autres. L'estimation des variations de la biodiversité au cours du temps est certes délicate à effectuer ; il convient donc de considérer les chiffres avec beaucoup de prudence. Il n'en reste pas moins que tout le monde s'accorde pour reconnaître l'existence de périodes qui témoignent d'événements brutaux et de grande ampleur, que l'on qualifie généralement de « crises du monde vivant ». Partant de ce constat, différentes hypothèses ont fleuri pour tenter d'expliquer ces phénomènes qui ont profondément marqué la vie sur Terre, à différents moments de son histoire.

### *Les facteurs de biodiversité*

La biodiversité, au niveau global, dépend de différents facteurs qui interagissent entre eux, à toutes les échelles de temps et d'espace. Il est, de ce fait, parfois difficile de distinguer un élément influant d'un autre.

Certains agents modifient la biodiversité, mais ne suffisent pas, à eux seuls, à conduire à une situation de crise. D'autres présentent un caractère spectaculaire, éventuellement catastrophique. Tous ont pu intervenir à des degrés divers.

Parmi ces facteurs, le climat est l'un des plus évidents.

La géographie en est un autre. En effet, le maximum de biodiversité se rencontre le long des côtes, sur la plateforme continentale. La périphérie des continents représente moins de 10 % du domaine marin, mais 95 % des espèces benthiques. C'est aussi à cet endroit que les variations du niveau marin se font le plus ressentir, par ennoyage de terres émergées ou, au contraire, par émergence de nouveaux domaines. Une modification du niveau marin est donc susceptible d'avoir des répercussions importantes sur la biodiversité. Des tendances globales de variation du niveau marin ont d'ailleurs été établies, et elles ont été mises en correspondance avec des crises de biodiversité. Toutes les grandes crises sont corrélables avec un niveau marin bas. Par ailleurs, au cours des temps géologiques, les continents se sont regroupés (ou séparés) à plusieurs reprises, sous l'effet de la tectonique des plaques. Lorsqu'ils se rassemblent, la bande littorale s'en trouve diminuée et la biodiversité diminue. A l'inverse, lorsque des continents se fragmentent, la taille de la ceinture littorale augmente et cela induit, souvent, un accroissement de la biodiversité.

L'influence de chutes de météorites a été popularisée dans les années 1980, mais il n'est pas sûr que ce seul événement suffise à marquer fortement la biodiversité. Le succès médiatique de cette hypothèse est sans doute plus d'ordre onirique, voire politique, que scientifique...

Le méthane, puissant gaz à effet de serre, est produit en quantité non négligeable par les rizières, les rots des bovins ou... les flatulences des termites. On le trouve aussi sous une forme solide particulière : les hydrates de méthane (ou clathrates). Ces clathrates sont stockés principalement au niveau des plateformes continentales ou dans les zones où se trouvent des pergélisols. Ces hydrates de gaz sont suspectés d'être la cause de bouleversements climatiques au cours des temps géologiques, lors de leurs brusques dégazages, résultant de modifications de température et de pression.

Le lien entre les manifestations volcaniques géantes et la biodiversité est très fort. A certaines époques, ces manifestations ont eu une ampleur sans commune mesure avec ce que l'on connaît aujourd'hui sur terre. Ainsi, la vie, le climat et les volcans sont intimement liés, ne serait-ce que parce que le volcanisme a apporté le CO<sub>2</sub> nécessaire à la photosynthèse, ainsi que l'eau indispensable à la vie.

### *Un bilan des crises de la biodiversité*

Les causes des crises sont variées : il y en a huit de probables, et deux sont présentes dans tous les cas étudiés (les baisses du niveau marin et, dans une moindre mesure, des modifications paléogéographiques importantes). Les variations climatiques importantes sont impliquées dans quatre cas sur cinq, de même que les variations de salinité ou des dysoxies (baisse de la teneur des océans en oxygène). Les chutes de météorites et les manifestations volcaniques sont suspectées dans chaque cas, mais elles ne sont avérées que dans trois cas sur cinq. Pour évoquer les causes d'une grande crise du monde vivant, un parallèle peut être fait avec le roman d'Agatha Christie *Le Crime de l'Orient-Express* : la victime a reçu une dizaine de coups de couteau, dont aucun n'aurait vraisemblablement, à lui seul, été fatal (mais... : dix ?...) On préfère donc aujourd'hui évoquer une conjonction de facteurs défavorables, plutôt qu'un unique critère.

### Les extinctions actuelles d'espèces

Depuis un siècle, les extinctions d'espèces survenues dans les groupes les mieux étudiés – surtout les oiseaux et les mammifères – et répertoriées rigoureusement par l'UICN, se produisent au rythme d'une espèce environ par an. Sur les 4 629 espèces de mammifères connues en 2004, 50 extinctions ont été enregistrées au 20<sup>e</sup> siècle, soit un taux d'« érosion » de 1,1 %. Pour les oiseaux, 40 extinctions ont été observées pour 10 000 espèces, soit une « érosion » de 0,4 % par siècle. Sachant que le nombre d'espèces d'oiseaux et de mammifères est de 13 000, l'espérance de vie des espèces serait alors d'environ dix mille ans. Si cette durée de vie peut paraître longue, elle est néan-

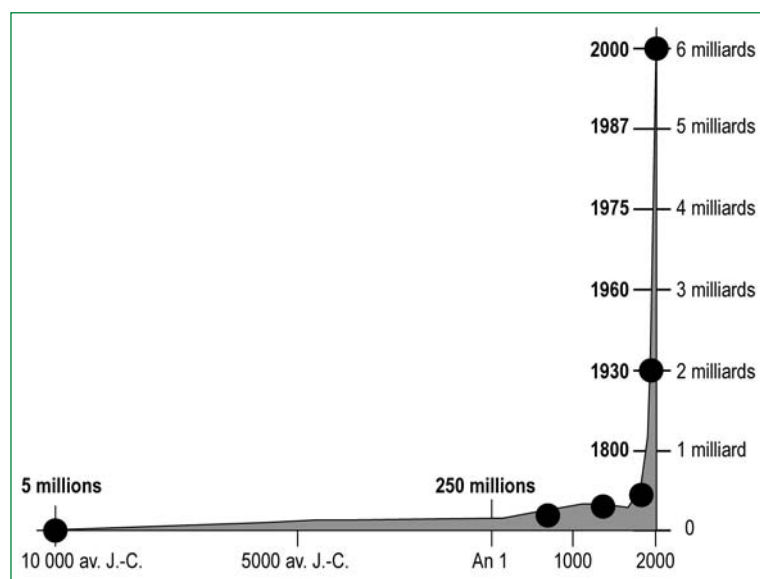
moins beaucoup plus courte que la durée de vie moyenne de 1 à 10 millions d'années, que permet d'estimer l'étude des oiseaux et des mammifères fossiles. Le rythme d'extinction actuel des groupes les mieux connus est donc de cent à mille fois plus rapide que la moyenne historique.

Pour le siècle prochain, on estime que le taux d'extinction sera **dix mille fois** plus rapide que le rythme historique (à un ordre de grandeur près, au maximum). Ce serait la sixième grande vague d'extinctions, différente des précédentes en ce qu'elle résulte des activités d'une seule autre espèce (l'espèce humaine), plutôt que de bouleversements extérieurs de l'environnement.

L'histoire de la biosphère peut être comprise comme une succession de biodiversités qui se sont relayées, réagissant aux changements de la géosphère ou à des mécanismes autorégulateurs agissant à divers niveaux d'organisation du vivant : organismes, peuplements, espèces... ou encore à des actions anthropiques. Les phases de récupération post-crisis nous apprennent la manière dont s'effectue le retour à un nouvel état d'équilibre : elles sont essentielles à la compréhension des phénomènes qui accompagnent la cicatrisation de la biosphère. Les phases post-crisis, accessibles uniquement à partir des documents fossiles, nous offrent l'opportunité exceptionnelle de pouvoir apprécier la capacité de réaction de la biosphère à des perturbations majeures.

### Demain : la crise ?

#### *L'Homme face à la biodiversité*



**Figure 2.** L'évolution de la population humaine donne le vertige : 5 millions en -10 000 (au Néolithique), 250 millions en l'an 1 de notre ère, 0,55 milliard à la fin de la Renaissance, 1 milliard au début du 19<sup>e</sup> siècle, 2 milliards en 1930, 3 milliards en 1960, 6 milliards en 2000, 6,8 milliards en 2009. Une seule espèce est en train de dominer toutes les autres ; un déséquilibre est donc forcément introduit.

On s'aperçoit seulement depuis deux ou trois décennies que les ressources de la planète sont limitées, que des mécanismes sont ébranlés et que l'Homme est responsable de cette évolution. En effet, au cours des seuls temps historiques, la population humaine a vu ses effectifs multipliés par plus de 60 (voir la figure 2). L'espèce humaine est devenue, en peu de temps, une espèce dominante qui s'impose au détriment de toutes les autres, que ce soit par ses prélèvements pour se nourrir, par les éradications qu'elle réalise pour son bien-être (celles des « nuisibles ») ou par les niches écologiques qu'elle occupe. Un chiffre permet de fixer les idées : depuis l'année de naissance de l'auteur de cet article, la population mondiale a augmenté de plus de 260 %. Jacques Dutronc chantait, dans les années 1970 : « 500 millions de Chinois, et moi et moi » : aujourd'hui, ils sont au nombre de 1,4 milliard !

Cette augmentation, cette hégémonie d'une espèce, inégalée jusqu'ici dans l'histoire de la vie, peut-elle conduire à son extinction ? Cette extinction est probable, soit du fait de causes externes (évolution climatique naturelle, volcanisme, météorite, épidémie, conjonction de facteurs...), soit en raison de causes internes (pollutions de tous ordres, accidents technologiques, guerres liées ou non à une surpopulation ou à une répartition inadéquate des ressources, monoculture de certains fruits ou céréales). Quoi qu'il en soit, le passé nous apprend que l'espèce humaine est appelée à disparaître à plus ou moins long terme... Mais, en attendant, son succès cause beaucoup de dégâts à la biodiversité en général...

En résumé, les différentes estimations de l'état de conservation des vertébrés, des arbres et autres espèces végétales semblent indiquer que de 5 à 20 % des espèces appartenant à ces groupes sont menacées d'extinction à l'horizon du demi-siècle. Or, on peut affirmer, en termes généraux, que mieux un groupe est étudié, plus est importante la proportion des espèces considérées comme menacées. Inquiétants en eux-mêmes, ces chiffres mettent des noms et des détails

précis sur certaines généralisations hâtives souvent proférées à propos des rythmes d'extinction. La perte de 25 % des espèces de mammifères est-elle plus importante que celle de 25 % des espèces d'insectes (bien plus nombreuses) ? Il convient néanmoins de ne pas oublier que, si les chiffres sont confortables pour la réflexion, certains relèvent plus de l'opinion que de la science. Mais que, néanmoins, comme le dit l'écologue Robert Barbault : « Quand il y a une guerre, il n'est pas nécessaire d'attendre le dénombrement des morts pour dire qu'il faut arrêter, le plus vite possible ! ».

### Note

\* Muséum National d'Histoire Naturelle.

Mis sur le web le 25/3/2011 par R. Mahl

### Bibliographie

LETHIERS (F.), *Evolution de la biosphère et événements géologiques*. Gordon & Breach, 321p, 1998.

DE WEVER (P.), DAVID (B.) & NERAUDEAU (D.), *Paléo-biosphère, regards croisés des sciences de la vie et de la Terre*. Société Géologique de France/Vuibert ; 2009.

WILSON (E.O.), *La diversité de la vie*. O. Jacob éd., coll. Sciences, 496 p., 1993.

JANVIER (Ph.), *D'une extinction à l'autre*, La Recherche, Numéro Spécial Biodiversité, août 2000, pp. 52-56, 2000.

La Recherche, Numéro Spécial Biodiversité, août 2000.