

**Une question sur un paradoxe :  
pourquoi, alors que l’océan représente un si grand espace offert au vivant,  
il n’abrite aujourd’hui que 13 % des espèces connues ?**

Auteur : Gilles BOEUF

Président du Muséum national d’histoire naturelle, Professeur à l’Université Pierre & Marie Curie,  
Professeur invité au Collège de France

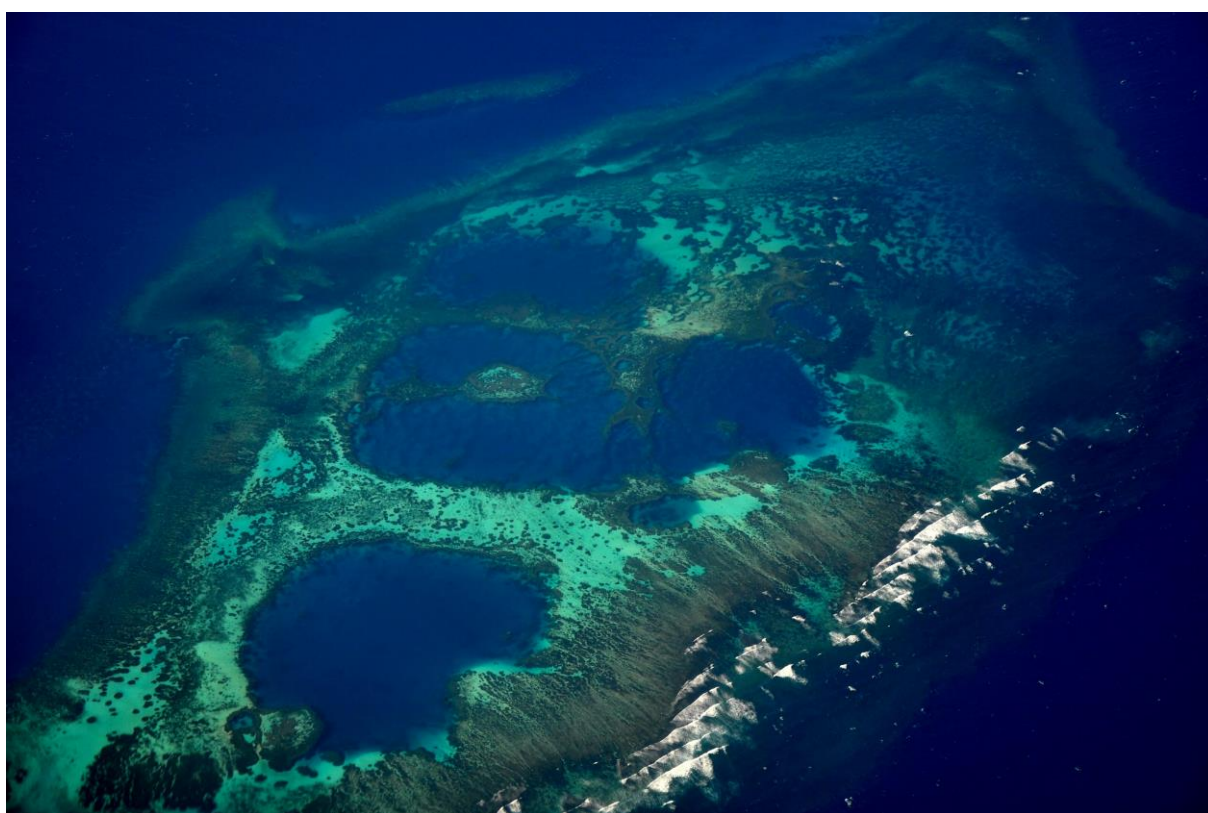
L’océan doit être considéré en volume, pas en surface. On parle toujours, en observant un globe terrestre ou un planisphère, de 71 % de la superficie recouverte par les mers et océans. En fait, la masse d’eau qu’ils représentent, c’est plus de 90 % du volume offert à la vie sur la Terre. Et lorsque l’on consulte les données sur les taxons aujourd’hui connus et déposés dans les Muséums du monde entier, sur un peu plus de 2 millions d’espèces identifiées et dénommées, moins de 250 000 concernent celles qui vivent dans l’océan. Alors, comment expliquer cette situation ?

En premier lieu, rappelons que la vie est apparue dans l’océan ancestral, il y a environ 3 900 millions d’années (Ma) et qu’elle n’en est sortie, plusieurs fois, en différents endroits et sous différentes formes, qu’il n’y a que quelque 450 Ma pour les formes élaborées de métazoaires. Dans l’histoire de la Terre, d’une vie exclusivement océanique au départ, la situation est passée durant 300 millions d’années à un nombre d’espèces globalement équivalent entre mers et continents, puis à partir de 130-115 Ma, si la spéciation dans l’océan continue au même rythme, elle explose sur les continents (milieux terrestres et d’eau douce). Cela pourrait être lié à la coévolution entre plantes à fleurs et pollinisateurs, d’innombrables nouvelles niches écologiques se différenciant alors. Si l’on prend l’exemple des poissons osseux actuels, nous en connaissons plus en eau douce qu’en mer, alors que lacs, rivières et fleuves ne représentent qu’une infime valeur de toute la masse d’eau planétaire.

La première vraie interrogation a trait au niveau de nos connaissances : ne connaissons-nous pas beaucoup mieux les écosystèmes continentaux que les marins ? Et ainsi nous sous-estimerions considérablement la diversité spécifique marine. Probablement, mais peut-être pas tant que cela : les séquençages massifs de milieux, en mer ou sur terre, donnent souvent les mêmes résultats avec environ 15-20 % de séquences connues et 80-85 % d’inconnues. On me dit souvent que les cellules et organismes du plancton en mer nous apporteront beaucoup d’espèces, oui sans doute, mais n’oublions pas les sols sur terre, qui déjà contiennent le quart des espèces connues (déjà deux fois plus que pour le milieu marin !) et qui nous réservent encore d’énormes quantités d’espèces à découvrir ! Les sols sont plus « bio-diversifiés » que l’océan.

Alors, pourquoi l’océan ne « fait-il » pas autant d’espèces aujourd’hui ? Pour différentes raisons, la première est liée à son caractère continu : tout est en relation et en connectivité dans l’océan, et les espèces peuvent beaucoup plus se disperser que sur terre, là où des barrières naturelles existent constamment. Certaines grandes espèces océaniques sont réellement cosmopolites (certaines baleines, espadon, requin blanc...). Et le principal moteur de la spéciation à terme est l’émigration, puis l’isolement. Il existe beaucoup plus de niches dans les milieux continentaux. Il est également clair que les phénomènes de dispersion des produits sexuels et des larves en mer jouent un rôle considérable dans la répartition des espèces et la biogéographie actuelles. La très grande variété des modes de reproduction en mer tire aussi parti des phénomènes de dispersions dans les masses d’eau, mâle et femelle n’étant pas toujours contraints d’être proches.

L'endémisme (le fait de vivre uniquement ici, sur une surface réduite, et nulle part ailleurs) est largement plus limité dans l'océan : même pour des espèces géographiquement très localisées (des mérous de l'île de Clipperton, des cônes des îles du Cap-Vert...), nous parlons toujours de dizaines ou centaines de kilomètres carrés, alors que sur terre, certaines espèces n'existent que sur quelques centaines de... mètres carrés ! Cela est vrai souvent dans des grottes par exemple. En mer, dans les écosystèmes les plus riches en espèces, les récifs coralliens (ils occupent 0,1 % de la surface des océans, selon Porter & Tougas [4], mais contiennent plus de 30 % de toutes les espèces connues en mer), on peut atteindre 3 000-4 000 espèces au kilomètre carré alors que sur terre, dans une forêt tropicale humide, les chiffres peuvent dépasser 50 000.



Récif du Grand Sud en Nouvelle-Calédonie, écosystème marin le plus riche connu en espèces (cliché G. Boeuf).

Un autre aspect important est la stabilité de l'océan au large et en profondeur : il n'a pas changé depuis au moins une ou deux dizaine de millions d'années (salinité et pression osmotique, température, pH, pression hydrostatique avec la profondeur, oxygène dissous...), et les pressions de sélection et de compétition sont bien différentes des conditions des milieux continentaux, incluant les eaux douces. Cette stabilité se réduit considérablement quand on se rapproche de la côte et les fluctuations de l'environnement sont alors plus grandes, et d'ailleurs le nombre d'espèces augmente. C'est ce qui explique le beaucoup plus important nombre d'espèces de poissons dans les lacs et rivières, ramené à la superficie des milieux, ceux-ci étant beaucoup plus isolés et fragmentés.

En fait, le vivant réagit aux divers changements extérieurs par la spéciation : plus le milieu varie, plus les espèces se diversifient et cela, depuis toujours (les fameux « équilibres ponctués » de Gould et Eldredge en 1993). Les plus faibles variations des conditions dans l’océan ne favorisent donc pas l’apparition d’espèces nouvelles. Un corollaire devrait être la durée de vie des espèces, beaucoup plus longue en mer (7-8 Ma dans les séries fossiles contre 2-3 sur les continents) ?

Connectivité et stabilité expliquent donc cet apparent paradoxe du plutôt faible nombre d’espèces dans l’océan, comparativement aux continents. Ceux-ci, aussi, abritent les insectes qui, à eux seuls, aujourd’hui expliquent plus de la moitié de la diversité spécifique connue sur notre planète et qui n’ont, curieusement, jamais envahi le milieu marin (l’une des hypothèses actuelles serait qu’ils ne sont jamais parvenus à « inventer... la transparence »), il faut aussi prendre ce fait en considération. Mais si l’océan contient moins d’espèces, en revanche il abrite beaucoup plus de groupes et de phylums : pour les seuls animaux, sur les 31 phylums connus aujourd’hui, et tous apparus dans l’océan, 12 ne l’ont jamais quitté et s’y trouvent toujours, les échinodermes par exemple (oursins, étoiles, ophiures, concombres de mer...). Un autre fait est que les biomasses marines peuvent être considérables, et la seule performance du phytoplancton dans sa capacité à se renouveler peut dépasser les 50 % de la productivité de la planète. Les seules bactéries de l’océan font plus de 10 % de toute la biomasse actuelle.

Pour conclure, n’oublions pas que la biodiversité est bien plus que la seule diversité spécifique ; incluant à la fois les espèces et leur abondance relative, elle ne se résume pas à la vision étriquée d’un inventaire ou d’un catalogue. La fonctionnalité des espèces dans les écosystèmes, toutes les relations établies entre les êtres vivants et avec leur environnement, jouent un rôle beaucoup plus important et déterminent les capacités de résistance et de résilience. Devant les menaces actuelles pesant sur l’océan, liées à la destruction des écosystèmes littoraux et même parfois profonds, la pollution massive, la surexploitation des stocks, la dissémination anarchique des espèces partout sur la planète, et le dérèglement climatique, on peut se demander si la structuration de la biodiversité océanique d’aujourd’hui a les armes pour résister : aussi devons-nous impérativement modifier radicalement nos comportements !

#### **Pour en savoir plus :**

- [1] Boeuf G. (2011). Spécificités de la biodiversité marine. *Comptes rendus Biologies*, 334 (5-6), 435-440.
- [2] Boeuf G. (2014). Océan, biodiversité et ressources. In : *Vulnérabilité du système océanique*. Hermès, ISTE Editions, Londres, 19-48.
- [3] Gould, S.J. & Eldredge N. (1993). Punctuated equilibrium comes of age. *Nature*, 366, 223-227.
- [4] Porter J.W. & Tougas J.I. (2001). Reef ecosystems: Threats to their biodiversity. In: *Encyclopedia of Biodiversity*, S. Levin (ed.), 5 : 73-95. Academic Press, New York, NY.