

logiques ont engendré ces tendances opposées dans l'évolution de la taille ?

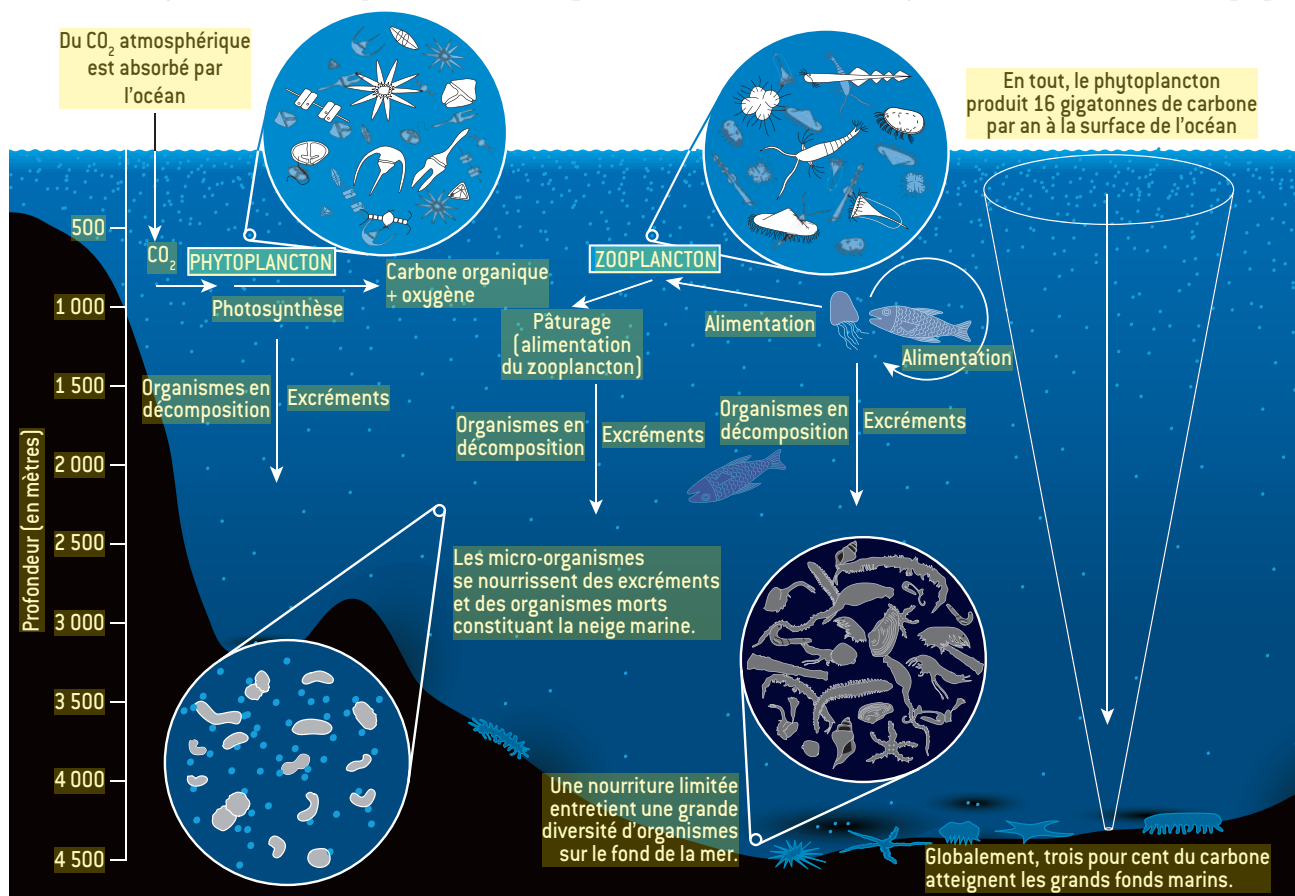
Pour répondre à cette question, je suis passé du plus vaste habitat de la Terre (les océans) à l'un des plus petits – les îles. L'existence de tailles extrêmes est bien documentée dans différentes îles. Le petit kiwi et l'énorme moa (un oiseau disparu mesurant plus de deux mètres) en Nouvelle-Zélande, le colossal dragon de Komodo sur l'île de Komodo en Indonésie, les éléphants pygmées (aujourd'hui disparus) sur les îles de la Méditerranée, la grenouille de la taille d'une fourmi des Seychelles, le cafard siffleur géant de Madagascar et la tortue géante des îles Galápagos ne sont que quelques-unes des multiples anomalies de taille rencontrées dans les îles. En 1964, le biologiste canadien John Bristol Foster a montré que, sur les îles, les grands mammifères rapetissent avec le temps. À l'inverse, les petits mammifères tendent vers le gigantisme. Les causes possibles de ces trajectoires évolutives originales sont multiples :

moins de prédateurs, moins de compétition avec d'autres espèces, un habitat réduit et des sources de nourriture potentiellement marginales.

Pénurie de nourriture, facteur de sélection

En 2006, nous avons découvert un schéma similaire dans les océans. Quand des gastéropodes d'eaux peu profondes ont évolué pour devenir des habitants d'eaux profondes, les petites espèces sont devenues plus grandes et les grandes espèces sont devenues plus petites. Nous avons aussi remarqué que leur taille n'avait pas évolué de façon symétrique : les taxons plus grands se sont bien plus miniaturisés que les petits n'ont grandi. Les deux types d'espèces ont donc convergé vers une taille légèrement inférieure à celle correspondant à une évolution symétrique. Depuis, j'ai observé ce schéma dans des taxons très différents, tels les bivalves et les requins.

Les îles et les océans profonds ont peu de choses en commun. Le fait que l'on observe une évolution des tailles similaire dans ces deux habitats si différents suggère que sa cause réside dans une caractéristique unique qu'ils partagent : la pénurie de nourriture. Dans les îles, la quantité de nourriture disponible est faible, car les végétaux, à la base de la chaîne alimentaire, ont peu de place pour prospérer. Ainsi, dans les deux habitats, la quantité de carbone organique produit serait probablement insuffisante pour entretenir une population constituée uniquement d'animaux géants. D'un autre côté, les organismes plus petits sont aussi désavantagés : ils sont incapables de se déplacer sur de longues distances pour rechercher leur nourriture ou de stocker d'importantes réserves de graisse pour jeûner pendant les périodes de pénurie alimentaire. Si ces pressions de sélection étaient égales, la taille évoluerait vers une valeur intermédiaire. La taille moyenne légèrement inférieure observée s'explique



4. LA VIE PRÈS DE LA SURFACE DE LA MER est la principale source d'approvisionnement en nourriture des habitants des profondeurs. Quand le phytoplancton, le zooplancton et les organismes qui s'en nourrissent rejettent des déchets ou meurent à la surface de la mer, ces restes – que l'on nomme la neige marine – coulent vers le fond de la mer. Les particules riches en

carbone s'agrègent en « flocons » en chemin ; leur cohésion est assurée par du mucus et d'autres matériaux produits en partie par les bactéries qui s'en nourrissent au cours de leur chute. Une grande partie de la neige marine est consommée en route. On estime que seulement trois pour cent du carbone produit près de la surface atteignent le fond de la mer.

alors par une sélection plus forte au détriment des tailles supérieures.

Face à la faible quantité de nourriture disponible, nombre d'organismes des abysses présentent des nouveautés évolutives. Un des grands habitants des profondeurs est l'isopode géant *Bathynomus giganteus*, un parent marin (de 36 centimètres de long, voir la figure 5a) du cloporte commun. Cet animal, le plus grand de l'ordre des *Isopoda* et l'un des plus grands crustacés connus, se déplace avec rapidité et efficacité : des pièges à appâts disposés sur le fond de la mer attirent en moins d'une heure des dizaines de ces nécrophages affamés. Chez les mammifères et les poissons, les animaux plus grands se déplacent plus vite et couvrent plus efficacement une surface donnée. La taille de l'isopode géant pourrait être une adaptation lui permettant d'accaparer la nourriture dans les grands fonds marins, tout en lui procurant une zone plus vaste de recherche de nourriture.

Autre caractéristique, l'isopode géant peut survivre huit semaines entre deux prises de nourriture. De même, en aquarium, le gastéropode *Neptunea amianta*, un escargot de la taille d'une balle de tennis, survit jusqu'à trois mois entre deux repas. Ce potentiel de jeûne traduit la capacité des grands organismes à constituer d'importantes réserves de lipides. *Neptunea amianta* a développé une autre stratégie adaptative : les femelles déposent des « casiers » robustes contenant des mil-

liers d'œufs. Le premier jeune à éclore rampe autour du casier d'œufs et dévore ses frères et sœurs non nés !

Les femelles de la famille des *Ceratiidae* (les baudroies, ou lottes de mer) assurent leur survie dans cet environnement pauvre en nourriture grâce à un long pédoncule (dérivé par évolution des épines de la nageoire dorsale) qui part de l'avant de la tête et agit comme un leurre. À l'extrémité de ce leurre, des bactéries symbiotiques émettent une lumière bleue qui attire les proies vers la gueule grand ouverte de la femelle (voir la figure 1). Les siphonophores du genre *Erenna*, organismes proches des méduses, utilisent aussi la lumière pour attirer les proies. De la lumière rouge, une rareté parmi les organismes luminescents, est émise lorsque le siphonophore agit ses tentacules, les faisant ressembler à des copépodes, une source de nourriture pour de nombreux petits poissons.

La bioluminescence compenserait aussi la faible disponibilité en nourriture dans un autre domaine vital – la sexualité. Trouver un partenaire dans une population peu nombreuse (du fait de la pénurie alimentaire) constitue un défi. Ainsi, de nombreux poissons utilisent un organe bioluminescent parmi leurs signaux sexuels. Chez les baudroies, la difficulté de trouver un partenaire sexuel se traduit par une autre nouveauté évolutive. Les baudroies mâles, minuscules comparés aux femelles, vivent pour trouver une partenaire et s'accoler à

elle. Les mâles recherchent les femelles grâce à un système olfactif très développé. Lors du contact, des enzymes fusionnent leur bouche au corps de la femelle, puis tous leurs organes s'atrophient, excepté leurs gonades. Ces mâles parasites deviennent alors une source durable de sperme pour les femelles parasitées.

Une diversité variant avec la profondeur

La grande variété d'adaptations à ces conditions extrêmes de rareté de la nourriture à de grandes profondeurs s'accompagne d'une riche biodiversité qui aurait choqué Edward Forbes. En 1968, l'étude comparative des fonds marins réalisée par Howard Sanders, de l'Institut océanographique de Woods Hole, aux États-Unis, a montré que la biodiversité des grands fonds marins dépasse la biodiversité côtière dans la zone tempérée et s'approche de la biodiversité des eaux tropicales peu profondes. Des travaux plus récents suggèrent que la diversité de la macrofaune dans les profondeurs pourrait même rivaliser avec celle des forêts tropicales humides. Dans des zones relativement petites, le nombre d'espèces coexistant sur les fonds marins surpasse : une zone de la taille d'une table basse contiendrait plus de 300 espèces !

Cependant, cette biodiversité est paradoxale. Dans des habitats comme les récifs



Robert Carney, Université d'État de Louisiane

5. POUR SURVIVRE EN EAUX PROFONDES, certains animaux ont développé des caractéristiques nouvelles. Grâce à sa taille, l'isopode géant *Bathynomus giganteus*, nécrophage, se déplace rapidement vers des sources de



Monterey Bay Aquarium Research Institute, 2005

nourriture éphémères et stocke des graisses pour les périodes de pénurie alimentaire (a). Le siphonophore du genre *Erenna* peut produire une luminescence rouge aux extrémités de ses tentacules qui les fait ressembler à