



Adaptation animale et végétale aux milieux extrêmes

La découverte des sources hydrothermales prouve que la vie peut se développer sans lumière et dans des conditions extrêmes.

Le milieu abyssal, où règnent le froid et l'obscurité, couvre les deux tiers de la surface du globe. Il a longtemps été considéré comme un désert : pas de lumière, pas de photosynthèse, et la seule matière organique qui entretient la chaîne alimentaire provient, par gravité, de la surface en se dégradant. Plus on descend, plus la température chute rapidement. Elle se stabilise à 2°C environ en dessous de 2000 mètres. En dessous de 3000 mètres, la lumière ne passe plus. La pression, elle, augmente. A 10 000 mètres, elle atteint 1 tonne/cm². Alors, dans des conditions aussi inhospitalières, comment la vie peut-elle se développer ?

Jusque dans les années 1970, les biologistes pensent que la vie dépend tellement de la lumière solaire qu'aucun organisme vivant ne pouvait se développer dans les recoins obscurs de notre planète. Dans les années 1970, toutes ces considérations volent en éclat. Dans un premier temps, les biologistes découvrent des organismes détritivores par 1000 mètres de fond. Ces derniers s'alimentent grâce à la matière organique provenant de la mort du plancton de surface. Certes, ils se nourrissent d'une manière similaire aux organismes de surface, mais leur

existence à ces profondeurs a déjà de quoi intriguer.

L'incroyable se produit en 1977. Cette année là, un petit sous-marin, Alvin, découvre l'existence d'écosystèmes totalement insoupçonnés, luxuriants et d'une grande beauté, nichés autour des sources hydrothermales sur la dorsale océanique à 2600 mètres de profondeur. Deux années plus tard, les fameux fumeurs noirs sont observés pour la première fois. Il n'est alors plus possible de le nier, la biosphère (c'est à dire l'ensemble des organismes vivants) n'est pas restreinte à la surface de notre planète. Une communauté entière d'organismes de grande taille et de morphologie étonnante forme, autour des sources chaudes, des peuplements exubérants contrastant avec la pauvreté de ceux des basaltes de la dorsale. On ne peut pas encore bien chiffrer l'importance de cette biomasse mais on estime à environ 10 millions le nombre d'espèces présentes dans le domaine profond. Des estimations beaucoup plus élevées ont été faites, en prenant en compte non seulement la petite faune supérieure à 250 µm mais aussi celle dont la taille est comprise entre 250 et 40 µm.

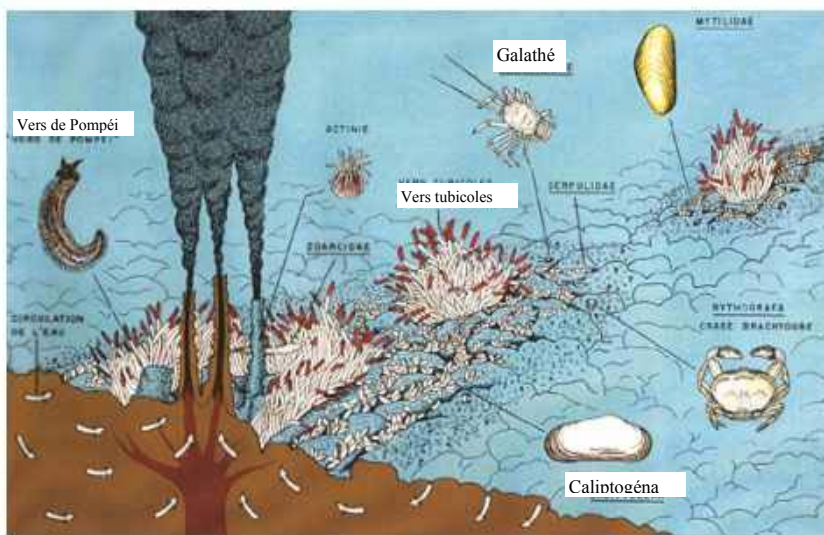
Les sources chaudes moteurs de la vie des profondeurs

La circulation hydrothermale prend naissance dans le réseau de fissures et de crevasses qui se développent au cours du refroidissement du magma. L'eau de mer, dense et froide, pénètre dans ce réseau jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur et réagit avec la roche chaude à des températures excédant 350°C. Le fluide chaud, anoxique, acide et moins dense, remonte vers la surface et jaillit à l'axe de la dorsale sous la forme de « fumeur noir ». Il existe d'autres sortes de fumeurs, mais à des profondeurs plus faibles que le fumeur noir. Ce fluide est très riche en éléments tels que les sulfures (en particulier l'hydrogène sulfuré), le méthane, le gaz carbonique, l'hélium, l'hydrogène, et de nombreux éléments normalement peu représentés dans l'eau de mer (Li, Mn, Fe, Ba, Cu, Zn, Pb, SiO₂). Sa composition varie en fonction des roches traversées et du parcours. En se mélangeant à l'eau de mer, les sulfures précipitent pour donner des cheminées pouvant dépasser 30 mètres de haut.

Une distribution en auréoles

Dans un site hydrothermal, les organismes se distribuent en fonction de leurs préférences physico-chimiques, et de leur capacité à résister à la toxicité du milieu. On observe ainsi une distribution des différentes espèces en fonction de la température. Cet écosystème se développe de façon concentrique autour des cheminées. Les différentes zonations mesurent quelques mètres de diamètre, et l'ensemble disparaît lorsque la source se colmate. De l'extérieur vers l'intérieur, on trouve :

- Des crustacées blancs : galathées.
- Des vers logés dans un tube de calcaire : serpulidés (T=2°C).
- Des moules de 20 cm (Calyptogena) à une température entre 7 et 10°C.



© Violaine Martin - Ifremer

Répartition des espèces au niveau du fumeur

- Des pogonophores blancs disposés en buisson : le ver riftia, à une température entre 10 et 30°C.
- Des poissons, des poulpes, des crabes.
- Des vers de Pompéi, à une température de 350°C.

La chimiosynthèse

Plutôt que d'utiliser la lumière comme source d'énergie comme le font les végétaux (processus de la photosynthèse), dans les dorsales, les bactéries se servent de l'énergie libérée par la réaction chimique de réduction des sulfures métalliques, très abondants dans le milieu des sources hydrothermales, pour constituer leur propre matière organique. C'est le processus de la chimiosynthèse. Depuis, on a découvert que la chimiosynthèse ne se limite pas au soufre, on trouve des faunes qui dépendent d'autres produits tels le méthane (CH₄) et l'azote d'ammoniaque (NH₃). Ces bactéries chimiotrophes sont donc le premier maillon de la chaîne alimentaire.

La vie associative

Cependant la chimiosynthèse n'est pas la seule adaptation nécessaire aux populations abyssales. La filtration ou les associations symbiotiques permettent aux autres organismes du milieu d'utiliser les bactéries comme source d'énergie. Ce sont les vers tubicoles qui ont permis cette découverte. Leur intestin et leur tube digestif sont remplacés par le trophosome. Les fluides sont chargés en molécules d'HS et de CO₂ (ainsi que d'autres éléments).



L'algue Riftia

Le riftia capture ces molécules qui sont transportées grâce à son hémoglobine jusqu'aux bactéries qui vont les transformer en nutriments. Cette hémoglobine possède des sites capables de fixer en les séparant : l'HS, l'O₂ et le CO₂. C'est une symbiose quasi parfaite qui minimise les pertes par excrétion et est beaucoup plus productive qu'un

système ingestion / digestion / excrétion. Les riftias peuvent atteindre des hauteurs impressionnantes : 1,5m à 2m. Elles logent de nombreuses autres espèces telles que des poissons, galathés ou crabes.

C'est également grâce à la vie associative que les vers de Pompéi survivent à de telles températures. Ils sont nommés ainsi car ils vivent sur les parois des cheminées et donc sont soumis à une pluie incessante de cendres. En effet, ils portent sur leur partie basale des bactéries résistant aux métaux lourds. Il semblerait que ces bactéries transforment les sulfures en utilisant la matière organique fournie par les vers comme source d'énergie.



vers de Pompéi

Autres formes de vie

Il existe également de nombreuses espèces de poissons, telles que le poisson lanterne, le grenadier ou encore le poisson vipère. Ceux-ci se sont adaptés de manière surprenante aux conditions du milieu.

A ces profondeurs, la pression est 500 fois supérieure à celle existante en surface, dans ce cas pourquoi ne sont-ils pas écrasés par le poids de l'eau ? En fait, contrairement aux poissons de surface, ceux des abysses n'ont pas de vessie natatoire remplie de gaz. Leurs tissus sont essentiellement liquides ou gélatineux, donc pratiquement insensibles à la pression.

De plus l'obscurité et la rareté de la nourriture ont favorisé leur évolution et leur adaptation. Certains ont des yeux très réduits et sont parfois aveugles, mais la plupart ont des yeux qui fonctionnent. Ils mettent alors à profit la

bioluminescence qui permet à certains organismes d'émettre de la lumière (comme le ver luisant sur terre). Les poissons savent aussi tirer profit d'odeurs, de vibrations, ... pour se déplacer et avaler leurs proies.



poisson lanterne

La rareté de la nourriture est d'ailleurs sans doute la raison pour laquelle de nombreuses créatures des abysses ont des bouches disproportionnées et de solides dents. Ils doivent pouvoir avaler tout ce qui passe à leur portée.

Hypothèse sur l'origine de la vie

La découverte des sites hydrothermaux et de leur faune a soulevé de nombreuses questions, notamment celle de l'origine de la vie. Le mécanisme de la chimiosynthèse qui permet la vie sans apport de lumière et l'abondance des différents éléments (et du soufre) autour de la dorsale, ont conduit les scientifiques à supposer que les sources hydrothermales peuvent constituer l'environnement idéal pour l'apparition de la vie sur Terre. En effet, il y a là une source d'énergie intarissable, le H₂S provient du magma sous-jacent, de plus, ces sites peuvent fournir tous les nutriments utiles aux premières formes de vie, tout en les protégeant du milieu hostile qui régnait à la surface. En outre, ce système qui existe depuis l'apparition de la Terre devait être encore plus actif avant la formation de la croûte océanique.

Sources :

- www.Ifremer.fr
- www.futura-sciences.com
- www.sb.roscoff.fr (station biologique)
- www.ac-rennes.fr

MAREY Lise
LAURENT Pauline