

Les océans sont en péril

Les pollutions, une surpêche destructrice et une exploitation commerciale croissante menacent le berceau de la vie de la planète, nous avertit l'ONU. D'après Dr. Mae-Wan Ho

Communiqué de Presse de l'ISIS en date du 20/07/2006

Une version entièrement référencée de cet article en anglais, intitulé *Oceans in Distress* – [[Oceans of Troubled Waters in Climate Change](http://www.i-sis.org.uk/OceansInDistress.php)] est accessible par les membres de l'ISIS sur le site <http://www.i-sis.org.uk/OceansInDistress.php>

La surpêche et la pollution

La pollution et la **surpêche** endommagent les océans, en particulier dans les grandes profondeurs, selon une mise en garde de l'ONU dans un nouveau rapport [1-3]. Le temps est compté pour les sauver et une législation est nécessaire de toute urgence pour mettre un terme à cette destruction délibérée de ce "berceau de la vie" de la planète. [voir aussi dans la rubrique '**Vie sur Terre**' » qui figure ci-après dans « Définitions et compléments' *in fine*].

Plus de 90 pour cent de la biomasse de la Terre (en poids de la matière vivante) se trouvent dans les océans et 90 pour cent de cette masse sont composés d'espèces microbiennes, d'êtres unicellulaires. Alors que 90 pour cent des océans restent encore à explorer, l'ampleur de la dévastation en cours est déjà devenue trop évidente.

En 2005, 84,5 millions de tonnes de poissons avaient été prélevées dans les océans du monde, 100 millions de requins et d'espèces apparentées ont été massacrés pour leurs ailerons, 250.000 tortues se sont empêtrées dans les équipements de pêche et 300.000 oiseaux, dont 100.000 **albatros**, ont été tués par les activités illégales de pêche avec de longues lignes. Dix-neuf des 21 espèces d'albatros sont maintenant menacées d'extinction.

Pendant la même période, 6,4 millions de tonnes de déchets furent jetés dans les océans, et 38.000 pièces de déchets en plastique flottent sur chaque kilomètre carré. Il y a jusqu'à 6 kg de déchets dans les milieux marins pour chaque kilo de plancton.

Seulement un pour cent des 3,5 millions de bateaux de pêche du monde sont de grands navires industriels, mais ils chalutent 60 pour cent de tous les poissons capturés sur la planète. La pêche industrielle a déjà provoqué l'épuisement des stocks mondiaux de thon, de morue, d'espadon et de marlin, soit près de 90 pour cent au cours du siècle dernier.

S'ajoutant à la pression exercée sur les stocks de poissons des océans, l'ONU estime qu'une valeur de près de 10 milliards de dollars de poissons sont pêchés illégalement chaque année, et jusqu'à 30 pour cent proviennent des eaux non réglementées.

La température de l'eau a augmenté alors que son alcalinité a diminué du fait d'une absorptio**n** de dioxyde de carbone supplémentaire. Les **ré**cifs coralliens au large de l'Australie et de Belize sont mourants, et des récifs coralliens récemment découverts dans des eaux froides de l'Atlantique ont déjà été détruits par les filets de pêche en profondeur.

Le rapport des Nations Unies couvre un large éventail d'activités humaines qui portent dommage aux océans, y compris les exercices navals avec des radars sonores qui tuent les baleines en masse.

Kristina Gjerde, conseiller pour les politiques concernant la haute mer, dans le cadre du programme marin mondial, de l'Union internationale pour la Conservation, qui a rédigé le rapport, rapporte ceci : « Autrefois limitées essentiellement à la navigation et à la pêche en haute mer, les activités commerciales en mer sont en pleine expansion et se pratiquent toujours plus profondément ».

La pêche en haute mer a plus que doublé, passant de cinq pour cent du total mondial des captures en 1992, à près de 11 pour cent en 2002. Les espèces vivant dans les eaux profondes ont tendance à se développer lentement et à avoir des cycles de vie sur de longues durées ; lorsqu'elles sont surexploitées ou détruites par les activités commerciales, ces espèces prennent beaucoup de temps pour récupérer le cas échéant.

L' **Hoplostète orange**, un poisson d'eau profonde, arrive à maturité à environ 32 ans. Un spécimen de près de 240 ans a été trouvé. Les pêcheries en eaux profondes culminent en moins de 5 ans et elles s'effondrent dans les 15 ans. Les pêches de l' Hoplostète orange dans les eaux non réglementées de l'océan Indien du Sud-Ouest, se sont effondrées en moins de 4 ans.

D'autres formes d'exploitation commerciale sont en pleine expansion

D'autres utilisations commerciales des océans profonds sont aussi en expansion. Vingt à 30 pour cent du pétrole utilisé aux États-Unis provient du plateau continental du Golfe du Mexique, mais 50 pour cent de la superficie louée dans le golfe du Mexique se trouvent dans les eaux profondes. Un premier puits d'exploration a été foré dans l'eau à plus de 3.000 mètres de profondeur. Sept des 20 plus grands gisements de pétrole qui sont loués aux États-Unis se trouvent maintenant sur les aires d'eaux profondes fédérales.

Ce que le rapport n'a pas dit, c'est que le réchauffement climatique dégèlent les calottes polaires, et que les géants pétroliers recherchent des sites pour la prospection de pétrole et de gaz sous l'**Océan Arctique** [4]] ([How to be fuel and food rich under climate change](#)).

Comme il n'existe aucun accord international sur la zone, le secteur est libre pour tout le monde. Les différends territoriaux ont augmenté entre les huit pays qui peuvent prétendre à l'Arctique: la Russie, les États-Unis, le Canada, la Norvège, le Danemark, la Suède, le Groenland et l'Islande.

Une série de nouvelles exploitations de l'océan profond sont déjà en cours : l'exploitation minière des grands fonds marins, la bio-prospection pour les microbes ayant des intérêts commerciaux, le stockage de carbone par l'injection de dioxyde de carbone dans l'eau de mer profonde ou sous les fonds marins, et le pompage des eaux océaniques profondes

pour alimenter des équipements collectifs de climatisation, l'aquaculture, etc.... (The blue revolution: air conditioning and energy from deep waters of lakes and oceans, this issue).

Toutes ces nouvelles formes d'exploitation des mers menacent la fragile biodiversité des communautés marines de haute mer, à des degrés différents. Au moins la moitié des espèces qui vivent là reste à identifier, beaucoup sont uniques dans chacune des strates profondes et dans les reliefs des **fonds sous-marins**, sans parler des **sources hydrothermales** à 450° C qui abritent certaines espèces à croissance rapide et d'autres espèces extrêmement rares dans ces milieux, qui prospèrent à partir de l'énergie chimique plutôt que de dépendre de la photosynthèse pour leur nourriture.

Le changement climatique rend les efforts de conservation plus importants encore, car 60 pour cent de l'univers marin se situe au-delà des limites de juridiction nationale et est vulnérable à l'exploitation commerciale. Achim Steiner, directeur exécutif du programme environnemental de l'ONU appelle les gouvernements à élaborer des directives, des règles et des actions qui sont nécessaires d'urgence pour protéger la riche biodiversité de nos océans.

La pollution, la surpêche et l'exploitation commerciale ne sont pas les seules menaces qui pèsent sur nos océans. Il y a aussi des signes pour que la vie marine ne parvienne pas à se maintenir au bas de la chaîne alimentaire, du fait du réchauffement climatique : cela pourrait mettre en route une série d'effets de rétroaction, susceptibles d'aggraver encore le changement climatique (voir les articles [Oceans and global warming](#), [Oceans carbon sink or source?](#) .

Nous devons désormais sauver nos océans pour sauver notre planète

<http://www.greenpeace.org/international/campaigns/save-our-seas-2>

The Institute of Science in Society, The Old House 39-41 North Road, London N7 9DP

telephone: [44 20 7700 5948] [44 20 8452 2729]

[Contact the Institute of Science in Society www.i-sis.org.uk/](http://www.i-sis.org.uk/)

Définitions et compléments

Albatros – Un article de Wikipédia

« Les **albatros** (les **Diomedidae**, en français « diomédéidés ») forment une [famille](#) d'oiseaux de mer grands et lourds (de 71 à 135 cm). Ils ont les ailes très longues (l'envergure de l'albatros hurleur peut atteindre 3,50 m), et leur bec long et épais porte des narines tubulaires.

[Pélagiques](#), ils vivent dans les océans au sud du [tropique du Capricorne](#), ainsi que dans le Pacifique Nord. La plupart des albatros quittent leur lieu de reproduction situé sur l'île de [Géorgie du Sud](#) (54°S 37°W), pour atteindre le sud-ouest de l'océan indien.

Les albatros sont des [voiliers](#) exceptionnels, ils utilisent les vents pour parcourir de grandes distances sans effort. En 2004, une étude a montré que l'oiseau le plus rapide a parcouru 22 545 kilomètres en seulement 46 jours sans se reposer une seule fois.

Les albatros se nourrissent de poissons, de calamars ou de [krill](#). La nourriture est le plus souvent collectée en surface, mais les albatros sont capables de plonger à faible profondeur. Les albatros nichent en [colonies](#) généralement sur des îles isolées, les couples sont généralement fidèles pour la vie, la [parade nuptiale](#) donne lieu tous les ans à des danses rituelles durant lesquelles les deux oiseaux se frottent le [bec](#) l'un contre l'autre. Seuls des échecs de reproduction répétés ou la mort d'un des oiseaux peut amener les albatros à changer de partenaire.

La saison de reproduction est très longue et il peut s'écouler près d'un an entre la ponte de l'unique œuf et l'émancipation du jeune... »



[Albatros à sourcils noirs](#)

Source des extraits : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Diomedidae>

Fonds sous-marins - D'après Le Belem, fenêtre ouverte sur l'océan Fiche n° 40.
Extraits

« Le relief sous-marin n'est pas plat comme la surface de l'eau. Comme le relief terrestre, il peut être formé d'immenses chaînes de montagnes, de volcans parfois encore en activité, de plateaux aux parois rocheuses escarpées et de plaines sablonneuses, qui s'étalent en immenses paliers descendant du rivage jusqu'au fond des fosses océaniques situées à près de 11 000 mètres de profondeur. Les fonds des océans abritent, selon leur profondeur, une faune et une flore particulière, dont la présence se raréfie au fur et à mesure de la plongée vers les grandes profondeurs océaniques, les abysses.

Une vie dans les profondeurs de l'océan

Plus on s'éloigne de la surface de l'eau moins on trouve de formes de vie dans l'océan. C'est sur le plateau continental (de 0 à 250 mètres de profondeur) que les espèces sont les plus nombreuses. Le talus continental, une zone qui descend jusqu'à - 2 500 mètres, abrite moins d'espèces, et les algues ne poussent plus par manque de lumière. Dans cette zone vivent les poulpes, certains poissons et les cétacés, mais ces derniers doivent remonter dans la zone supérieure pour se nourrir. Dans la plaine abyssale, les grands fonds de l'océan situés à plus de 3 000 mètres de profondeur, l'obscurité

est totale et l'eau est très froide. On y trouve peu de vie, mais les animaux qui y vivent sont pour la plupart étranges. Pour signaler leur présence, certains sont dotés d'organes spéciaux, les photophores, qui les rendent luminescents. Ces animaux sont à la fois prédateurs et détritivores.

La faune des rochers

Les parois et les fonds rocheux sont tapissés d'algues, comme les laminaires et la gorgone rouge, qui se développent grâce à la lumière. Les algues dissimulent les anfractuosités des rochers, où des animaux (crustacés, mollusques et coquillages...) se cachent.

La faune des fonds sableux

Les animaux qui vivent sur ces plages sous-marines sont difficiles à observer, car, comme ils ne disposent pas d'abris où se cacher, ils se camouflent pour échapper à leurs prédateurs. Les poissons plats comme la raie s'ensablent pour mieux attraper les proies, des mollusques et des crustacés, passant à leur portée. L'étoile de mer peigne, qui peut atteindre cinquante centimètres d'envergure, se nourrit pour sa part d'oursins et de coquillages ».



Un plongeur observe une murène géante sur un fond corallien.

Source ; <http://www.editions-belize.com/fiches/CHAP04/fiche40.pdf>

Hoplostète orange – D'après Greenpeace

Nom latin : *Hoplostethus atlanticus* - Noms communs : Hoplostète rouge, perche de mer néo-zélandaise, empereur. Méthode de pêche : Chalutage de fond. Zones de pêches : Nouvelle-Zélande, Australie, nord-ouest de l'Atlantique près de la Namibie



À travers le monde, des années de surpêche ont entraîné le déclin des populations d'hoplostètes, et leur rétablissement pourrait s'étendre sur des décennies. L'hoplostète orange est principalement pêché par les filets de chalutage de fond, technique de pêche

qui endommage les coraux fragiles d'eaux froides des côtes de la Nouvelle-Zélande et d'Australie. Il peut vivre plus de 130 ans. C'est l'une des espèces de poissons qui vit le plus longtemps.

L'hoplostète orange est très vulnérable à la pression exercée par les pêcheries puisque c'est une espèce à croissance lente qui ne se reproduit pas avant l'âge d'au moins 20 ans. L'hoplostète orange vit entre 180 et 1800 mètres sous les niveaux de la mer. Le plus gros des hoplostètes orange mesure jusqu'à 75 centimètres et pèse jusqu'à 7kg. Il se nourrit principalement de zooplanctons, de petits poissons et de calmars. L'huile d'hoplostète orange a été utilisée comme lubrifiant ainsi que dans l'industrie de la cosmétique, pharmaceutique, du cuir et du textile. L'hoplostète orange de Nouvelle-Zélande est l'une des espèces d'exportation les plus prisées sur le marché.

Océan Arctique – Un article de Wikipédia

L'**océan Arctique**, ou **océan Glacial arctique**, s'étend sur une surface de 14 090 000 [km²](#), ce qui en fait le plus petit [océan](#). Il recouvre l'ensemble des mers situées entre le [pôle Nord](#) et le nord de l'[Europe](#), de l'[Asie](#) et de l'[Amérique](#). Il communique avec le nord de l'[océan Atlantique](#), recevant de grandes masses d'eau à travers la [mer de Barents](#) et le [détroit de Fram](#). Il se trouve aussi en contact avec l'[océan Pacifique](#) à travers le [détroit de Béring](#).

Il est en grande partie recouvert par la [banquise](#), dont l'extension varie suivant les [saisons](#). Dans sa partie centrale la banquise peut faire jusqu'à 4 mètres d'épaisseur, Cette épaisseur est atteinte par le glissement de plaques de glace les unes sur les autres »...

Histoire du climat [\[modifier\]](#)

Selon des études effectuées par des spécialistes de l'[Université d'Oxford](#) (Grande-Bretagne) et de la *Royal Netherlands Institute for Sea Research* (NIOZ), l'océan Arctique jouissait, il y a 70 millions d'années, de températures proches de unité 15°C, semblables à celles de la mer Méditerranée ; et de températures de 20 °C, il y a 20 millions d'années.

Les chercheurs sont arrivés à cette conclusion après avoir étudié des matériaux organiques trouvés dans les boues d'îlots de glace de l'océan Arctique. Bien qu'on ne connaisse pas les raisons de telles températures, on présume qu'elles proviennent d'un effet de serre provoqué par la forte concentration du [dioxyde de carbone](#) dans l'atmosphère. Cette conclusion est confirmée par des scientifiques de l'[Université du Michigan](#) (États-Unis), qui affirment que les taux de dioxyde de carbone, il y a quelques millions d'années, étaient de trois à six fois supérieurs à la teneur actuelle.

On sait que l'épaisseur de la couche de glaces de l'océan Arctique a diminué de 40 % dans les cinquante dernières années et les résultats indiquent que cette évolution va se poursuivre, la fonte des glaces devrait être plus rapide au fil des ans, en aboutissant à la disparition de celles-ci pendant l'été, avec des conséquences sérieuses sur l'équilibre écologique de la région et pour l'habitat de certaines espèces, comme l'ours polaire qui a

besoin d'une banquise pour survivre et chasser ses proies ». Lire l'article complet sur le site : http://fr.wikipedia.org/wiki/Oc%C3%A9an_Arctique

L'Arctique, le prochain grand conflit géopolitique ? Extrait du document [Publié sur WordPress](#). • Theme: Unsleepable by [Ben Gray](#)



Photo captée sur le site :

http://perspectivesgeopolitiques.files.wordpress.com/2008/06/carte_arctique.jpg

Récifs coralliens

Les récifs coralliens sont des structures résistantes, bâties à partir des débris des petits organismes marins. La majeure partie d'un récif corallien est composée d'un bloc calcaire provenant du squelette et des fragments de coquilles des animaux morts ayant vécu sur le récif.



Grande barrière de corail en Australie. By [Neko Fever](#)

Une faune, très diversifiée, vit dans la couche superficielle du récif. Quand ces animaux meurent, leurs squelettes et débris solides vont consolider le socle et participer à la croissance du récif.

► *La formation des récifs*

Les organismes bâtisseurs de récifs sont les coraux durs. Les constructeurs de récifs sécrètent un squelette sous forme d'aragonite, un minéral contenant 98% à 99% de carbonate de calcium.

Le jeune polype produit une base calcaire, sorte de calice servant de fondation. Les coraux forment, en s'accumulant, de vastes ensembles : les récifs.



La beauté du corail. By [Sam and Ian](#)

D'autres animaux participent à l'édification comme les mollusques. Les poissons qui broutent la surface du récif produisent le sable qui vient combler les interstices. Le tout est cimenté par des algues et des bryozoaires qui donnent au récif sa solidité.

Les récifs ne peuvent pas se former n'importe où. La salinité, la température, la limpidité, l'oxygénation et la luminosité de l'eau doivent remplir certaines conditions.

Lire l'article entier avec de splendides photos sur le site :
http://www.dinosoria.com/recif_corail.htm

Sources hydrothermales – Document IFREMER

Leur découverte :

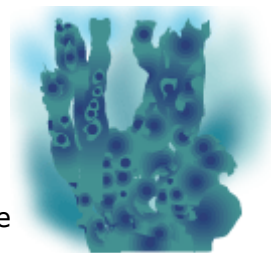
En 1948, des chercheurs suédois à bord de l'*Albatross* constatent une température anormalement élevée dans une fosse de la Mer Rouge. Dès 1971, on pense que ce réchauffement peut provenir d'une circulation d'eau au sein de la croûte océanique. En 1974, lors de la campagne franco-américaine Famous sur la dorsale Atlantique, le submersible *Cyana* remonte un bloc de manganèse presque pur. Les chercheurs français viennent de découvrir les premiers dépôts hydrothermaux.

En avril 1977, l'*Alvin* fait sur la dorsale du Pacifique au large des Galápagos, une découverte qui bouleverse tous les scientifiques : la première source active (eau tiède à environ 15 °) avec de la vie autour. A bord de *Cyana*, des scientifiques français repèrent peu après les premières cheminées, les fumeurs. Dommage : elles sont inactives. Mais après analyse des échantillons remontées, il s'avère qu'elles sont constituées de sulfures métalliques. L'année suivante, les Américains dans la même zone ont la chance de tomber sur des fumeurs chauds (350 degrés) en activité.

L'explication du phénomène :

La circulation hydrothermale prend naissance dans le réseau de fissures et de crevasses qui se développe 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 (2km ?) et réagit avec la roche chaude dans la "zone de réaction", à des températures excédant 350°C. Le fluide chaud transformé et moins dense remonte vers la surface et jaillit à l'axe de la dorsale sous la forme de "fumeur noir".

Lorsqu'il ne subit pas de dilution, le fluide émis est chaud (typiquement 350°C), anoxique et acide (pH voisin de 3), et sa salinité est variable. Il 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). Il ne contient que très peu de sulfates, de nitrates, de phosphates et de magnésium. En fait, sa composition varie en fonction des roches traversées et du parcours.



Lorsque le fluide est émis sans dilution préalable, les sulfures polymétalliques précipitent pour former des édifices hydrothermaux lors du mélange avec l'eau de mer. Des cheminées se forment et peuvent dépasser 30 m de haut. L'eau qui jaillit sous pression est limpide, mais se colore avec la précipitation des sulfures métalliques.

Place à l'imagination !

Les images spectaculaires de ces "oasis" abyssaux ont fait le tour du monde. 25 ans après leur découverte, les sources hydrothermales sont encore au centre de nombreux débats, parfois passionnés, qui animent régulièrement la communauté scientifique. Mais elles inspirent aussi les auteurs de science-fiction, les philosophes, ...

■ l'environnement hydrothermal a-t-il été le lieu d'apparition de la vie ?

■ jusqu'à quelle température, les organismes peuvent-ils résister ?

■ des phénomènes climatologiques tels qu'El Nino ont-ils leur origine dans l'activité hydrothermale ?

■ l'hydrothermalisme peut-il influencer sur le volume des océans ?
(en réalité, les eaux qui jaillissent de la croûte océanique ont été au préalable "avalées" ; le volume reste donc constant ; on estime à 10 millions d'années le temps nécessaire pour le transit de l'équivalent du volume total de l'océan)

■ des structures comme des plates-formes pétrolières hors d'usage pourraient-elles être "dissoutes" par les bactéries des sources hydrothermales ?

■ la croûte terrestre est-elle le siège d'une biomasse interne supérieure à celle vivant à la surface de la Terre ?

■ existe-t-il des systèmes hydrothermaux équivalents sous la surface d'autres planètes (Europe, une lune de Jupiter, par exemple) ?

■ comment se développe et se déplace la faune des sources hydrothermales, sachant que ces sources n'ont qu'une durée de vie limitée, et qu'une grande distance peut les séparer ?

Les différents types de sources hydrothermales :

Les fumeurs noirs : Ils ont été décrits ci-dessus. Ces sources se développent sur l'axe des dorsales. Elles se présentent sous forme de cheminées.

Les fumeurs blancs : Ils rejettent du sulfate de calcium à des température moins élevées (entre 200 et 300 degrés), leurs eaux n'ayant pas pénétré aussi profond dans la croûte

océanique.

Et entre les noirs et les blancs, il y a ... toutes les nuances de gris.

Les émissions diffuses : Là, il n'y a plus de cheminées, mais des suintements. Les fluides sont extrêmement dilués et à faible température (3 à 50 degrés). Dans ces conditions, leurs émissions se distinguent par un effet de moirage, comme celui d'un mirage sur une route goudronnée en pleine canicule ! La vie y trouve des conditions de température particulièrement favorables.

Les sources froides : On ne peut plus parler de sources hydrothermales. Mais on constate une grande similitude avec elles. Ainsi en 1983, dans le golfe du Mexique, on a découvert vivant autour de sources froides, des écosystèmes chimiosynthétiques similaires à ceux des sources hydrothermales. Ce type de sources apparaît sur les marges continentales.



Certaines de ces sources constituent de véritables oasis et abritent des communautés luxuriantes d'organismes colorés. Découvrez ce volet dans notre chapitre consacré à [la vie autour des sources hydrothermales](#).

Et au niveau "applications", non seulement ces sources abritent des [ressources microbiologiques](#) extraordinaires, mais elles constituent aussi des ressources minérales inédites à base de [sulfures hydrothermaux](#).



[Le site Environnement profond](#) de l'Ifremer

Source : <http://www.ifremer.fr/exploration/enjeux/sources/index.htm>

Sources hydrothermales : le monde du soufre [[modifier](#)] – Extrait d'un article de Wikipédia

Les sources hydrothermales ont été découvertes en 1977 à 2600 mètres de profondeur, là où deux [plaques tectoniques](#) se séparent.

Les [monts hydrothermaux](#) sont situés sur la [couche sédimentaire](#). Leur diamètre à la base varie de 25 à 100 mètres et leur hauteur varie de 70 à 100 mètres. Les cheminées de ces *fumeurs* sont parfois recouvertes d'une croûte d'[oxyde de manganèse](#). Les fumeurs situés sur ces monts sont composés d'un solide friable dont la couleur varie du gris noir à l'ocre, ce sont des [sulfures de fer](#), de [cuivre](#) et de [zinc](#).

Ces sources sont particulièrement intéressantes car on y a trouvé la vie où on la croyait impossible : milieu privé d'oxygène, à haute température, chargé de métaux et de soufre, dans l'obscurité la plus totale. Cependant les gradients de température importants autour de ces zones et le fait que les [ultraviolets](#) destructeurs ne parviennent pas si profondément (alors qu'ils détruisent toute molécule formée à la surface) sont de bonnes conditions pour l'apparition de la vie.

Ces organismes ont les mêmes formes que ceux que l'on connaît plus près de la surface ([ADN](#), [protéines](#), [sucres](#)...) mais puisent leur énergie de l'oxydation de [H₂S](#) pour transformer le [carbone minéral](#) en [matière organique](#).

D'autre part, des expériences ont été menées, au laboratoire de géophysique de Washington, et ont montré que dans les conditions qui existent autour des événements, il y a formation de [NH₃](#), forme réduite de l'[azote](#) qui est tant nécessaire à la formation des molécules organiques de la première partie et qui n'existait pas dans l'atmosphère oxydante. Les sources hydrothermales sont donc de bonnes sources de [NH₃](#). Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Origine_de_la_vie#L.27apparition_de_la_vie



Photo capturée sur le site Planète Energies www.planete-energies.com/.../zoom.jpg

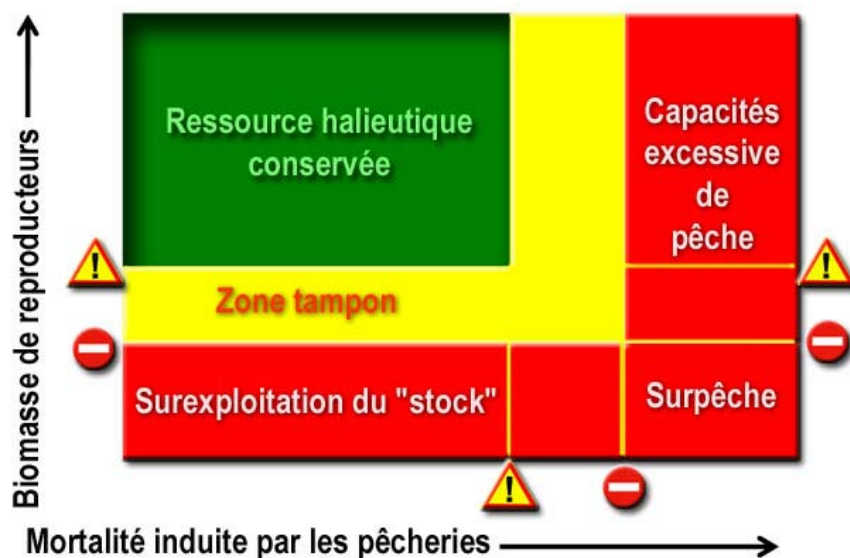
Surpêche – D'après un article de Wikipédia

« La **surpêche** désigne la pêche excessive (légale ou illégale) pratiquée par l'homme sur certains poissons, [crustacés](#) ou [mollusques](#). On parle de surpêche lorsque l'augmentation des capacités de capture entraîne ;

- une diminution du nombre de prises, voire la disparition plus ou moins locale de certaines espèces
- une diminution de la taille moyenne des prises
- une diminution du poids moyens des prises
- la régression du stock d'individus aptes à se reproduire (sachant que le nombre d'oeufs fécondés et pondus est bien plus élevés chez les poissons ayant atteint leur pleine maturité)

Ces signes quand ils sont groupés indiquent que l'espèce est pêchée plus vite qu'elle ne peut se reproduire et se maintenir.

Mais il n'est pas toujours facile de précisément distinguer quand un seuil critique est dépassé, ni les rôles respectifs de la pêche et d'autres facteurs environnementaux (surtout [climatiques](#) ou liés à la [pollution](#) ou à l'introduction d'espèces [invasives](#) ou de [parasites](#)) dans la baisse de certains stocks de poissons. De plus les [dérèglements climatiques](#) induisent des modifications (naturelles ou non) des courants ou des apports terrigènes via les [estuaires](#), et certaines populations de poissons ou de crustacés peuvent se déplacer, pouvant localement laisser croire à une amélioration de la situation ou au contraire à une régression. On observe par exemple une remontée vers le nord de certaines populations de poissons. Des poissons peuvent ainsi donner localement l'impression de disparaître ou de réapparaître dans une région pour d'autres raisons que la pression de pêche. Seule une gestion partagée et un monitoring scientifique global globaux des "stocks" peuvent donner une idée globale des ressources marines [halieutiques](#).



Graphique reprenant les couleurs conventionnelles des "feux rouges" et du code de la route, appliquées aux zones de risque et de précaution (jaune) pour le concept de pêcheries gérées et contrôlées, montrant quand un plan de reconstitution est obligatoire en termes de précaution, et montrant les points critiques (danger, et limite dépassée) pour ;

- 1) la biomasse du stock reproducteur et
- 2) le taux de mortalité induit directement et collatéralement par les actions de pêche (incluant donc les prises rejetées en mer ou le dégâts collatéraux des chaluts sur les [habitats](#), les impacts des filets perdus, les impacts de la destruction des rapports prédateurs/proies, etc... »

Lire l'article complet avec les références sur le site : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Surp%C3%A4che>

Vie sur la Terre – Cours de l'Université Laval Québec Canada – Extraits relatifs à l'origine de la vie dans les océans et sur la terre ferme

*Le Département de Géologie
et de Génie géologique de
l'Université Laval, Québec
présente*



© Pierre-André Bourque
et Université Laval, 1997-2004
Tous droits réservés

« Dans le chapitre précédent (4.2), nous avons brossé les grands traits de l'histoire des continents et des océans à travers les temps géologiques, ce qui, dans une certaine mesure, a permis de planter le décor pour ce chapitre qui traite de l'histoire de la Vie sur la planète Terre.

La biosphère terrestre constitue l'unicité de notre planète dans le système solaire. Nous savons aujourd'hui que la Vie est apparue très tôt dans l'histoire de la Terre, il y a au moins 3,5 milliards d'années, que pendant près de 3 milliards d'années ce fut le règne quasi exclusif des bactéries et des algues, qu'il y a à peine 600 millions d'années, il y eut une éclosion rapide de la diversité biologique, une sorte de "big bang" de la Vie, et que nous observons aujourd'hui le résultats de cette éclosion.

On traitera ici de l'apparition de la vie sur Terre et de son développement subséquent, en insistant sur les documents géologiques et paléontologiques. Les fossiles que contiennent les roches sédimentaires constituent les archives à l'aide desquelles les historiens de la Terre que sont géologues et paléontologues parviennent à décrypter la Vie ancienne et son évolution.

Lien intéressant

<http://www.ucmp.berkeley.edu/exhibit/exhibits.html> (du Musée de Paléontologie de l'Université Berkeley de Californie, une navigation sans fin!)

Cette troisième partie de la section 4 comporte **trois rubriques**:

**Les premiers pas
de la Vie sur Terre**

**La longue vie
solitaire des bactéries**

**La Vie s'organise
... et se désorganise**

4.3.1 Les premiers pas de la Vie sur Terre

La question de l'origine de la vie est une question qui touche la corde sensible, les entrailles de l'Homme; elle s'adresse directement à son émotivité et à sa subjectivité. Tenter de comprendre la structure atomique d'un minéral ou de définir les paramètres de la fusion partielle du manteau ne relève pas des préoccupations métaphysiques de l'Homme. Mais s'attaquer à un problème comme l'origine de la Vie, c'est trop souvent tenter de concilier science, religion, mythes et croyances de toutes sortes, un exercice pour le moins périlleux.

De l'Antiquité jusqu'au milieu du 19^e siècle, les savants ont éprouvé énormément de difficultés à aborder ce sujet de manière objective. Pendant des siècles, la seule théorie qui soit restée généralement admise, et ce malgré des réfutations expérimentales probantes, est la théorie de la génération spontanée, une théorie dont s'accommodaient assez bien les religions.

La génération spontanée.

On retrouve les traces d'une telle croyance dans les écrits les plus anciens de la Chine, de l'Inde ou de l'Égypte ancienne: des bambous donnent naissance aux pucerons, en autant que leurs jeunes pousses soient repiquées par temps chaud et humide; les mouches et les parasites naissent spontanément à partir d'ordures et de sueurs; les boues laissées par les inondations du Nil engendrent spontanément des grenouilles, des crapauds, des serpents, des souris et même des crocodiles.

C'est Aristote qui a réussi la synthèse des idées accumulées jusqu'à son époque et qui a formulé la thèse de la génération spontanée: "les plantes, les insectes, les animaux peuvent naître de systèmes vivants qui leur ressemblent, mais aussi de matière en décomposition activée par la chaleur du soleil".

Jusqu'à la Renaissance, les écrits abondent en récits d'observations de génération spontanée, mêlés de légendes diverses. Même durant la Renaissance qui est une période de grands bouleversements en ce qui concerne la conception de l'Univers, de grands penseurs comme Descartes, Newton et Bacon soutiennent l'idée de la génération spontanée. On passe même à l'expérimentation pour conforter la théorie. On propose des recettes pour fabriquer des souris à partir de grains de blé et d'une chemise sale imprégnée de sueur!

Au milieu du 18^e siècle, le grand naturaliste Buffon est un ardent défenseur de la génération spontanée. Mais le doute commence à s'installer. Un savant italien, l'abbé Spallanzani, fait des expériences qui semblent montrer que lorsqu'on stérilise bien le système, il n'y a pas de génération spontanée. La polémique s'installe; la controverse va durer un siècle. Il faudra attendre Louis Pasteur, en 1860, pour clore le débat. Pasteur démontre, en mettant au point un protocole de stérilisation fiable, que la vie ne peut venir spontanément de la matière inanimée, du moins à l'échelle d'un laboratoire humain. On connaît l'importance de cette découverte pour la médecine. C'en était fait de la théorie de la génération spontanée.

La vision de Darwin

L'autre grand naturaliste qui a profondément influencé le développement des idées sur l'origine de la Vie, c'est Charles Darwin, contemporain de Pasteur. Darwin n'a pas véritablement traité de l'origine de la vie comme telle, malgré le titre de son magistral traité "l'Origine des Espèces" où il s'attachait plus à démontrer comment se formaient et évoluaient les espèces. Darwin était biologiste et géologue; il possédait la notion du temps géologique. Il proposait que l'évolution s'était faite à travers les temps géologiques, selon une complexité croissante, du plus simple au plus complexe. Cela impliquait que les premiers êtres devaient être des formes très simples, des micro-organismes.

La panspermie.

Pour clore cette histoire des idées sur l'origine de la vie avant le 20^e siècle, il faut signaler une autre théorie qui est née à la fin du siècle de Pasteur et de Darwin: la vie serait venue du cosmos. Cette théorie a été développée par l'allemand Richter, en 1865. Selon ce dernier, les corps célestes libèrent des particules qui contiennent des germes de micro-organismes appelés cosmozoaires et qui ont été amenées sur terre par les météorites. L'idée a aussi été reprise au tout début du 20^e siècle, en 1906, par le savant suédois Svante Arrhenius, prix Nobel de chimie, mais sous une forme plus élaborée: la panspermie.

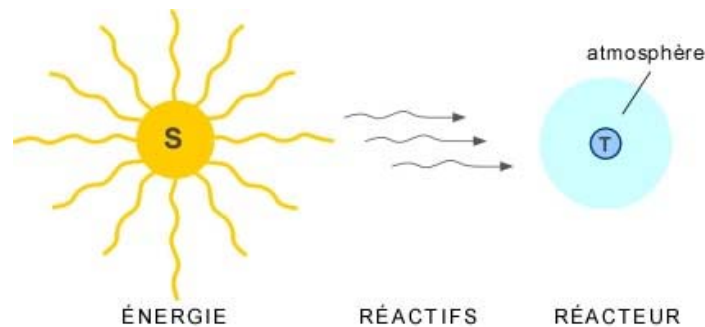
La soupe primitive des biochimistes.

Après les travaux de Pasteur et de Darwin, il devenait inévitable que la pensée rationaliste tente d'étendre à la matière inerte les concepts de l'évolution. Il était de plus en plus difficile de concevoir la genèse des êtres vivants en dehors du développement évolutif de la matière. On tente de faire le pont entre la physique et la chimie. Deux hommes principalement ont contribué à l'essor de cette démarche qu'on qualifie souvent de démarche biochimiste: le biochimiste Oparine et le biologiste Haldane.

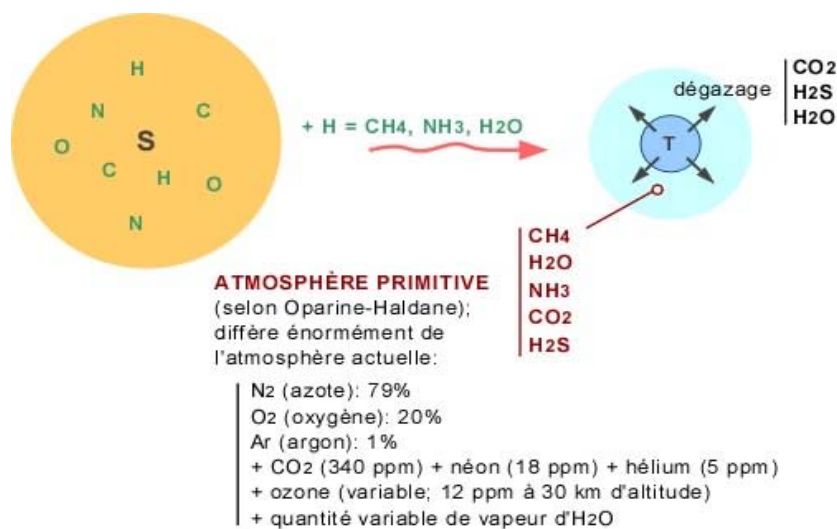
Alexandr Ivanovitch **Oparine** (1894-1980), un biochimiste soviétique, a développé ses idées sur l'évolution de la matière inanimée vers la matière vivante, en proposant une théorie conceptuelle de l'apparition de la vie. Il faut signaler que bien qu'on attribue généralement cette conceptualisation à Oparine, un biologiste anglais, John **Haldane** (1892-1964), a aussi proposé à peu près la même chose, au même moment et de façon indépendante. On devrait donc à la vérité de parler de la théorie d'Oparine-Haldane.

Pour ces deux hommes de sciences, il faut sortir du cercle vicieux qui dit que seule la vie peut produire la vie. Et il faut aller chercher les évidences de l'origine de la vie à partir de la formation de la Terre. Les deux schémas qui suivent expliquent la vision d'Oparine et d'Haldane sur l'origine de la vie ou, devrait-on dire plus justement, l'origine des molécules organiques essentielles à la vie.

Au moment de la formation de la terre, il y a 4,55 Ga, il s'est établie une relation entre la Terre (T) et le Soleil (S), une relation qu'Oparine et Haldane comparent à une réaction chimique.

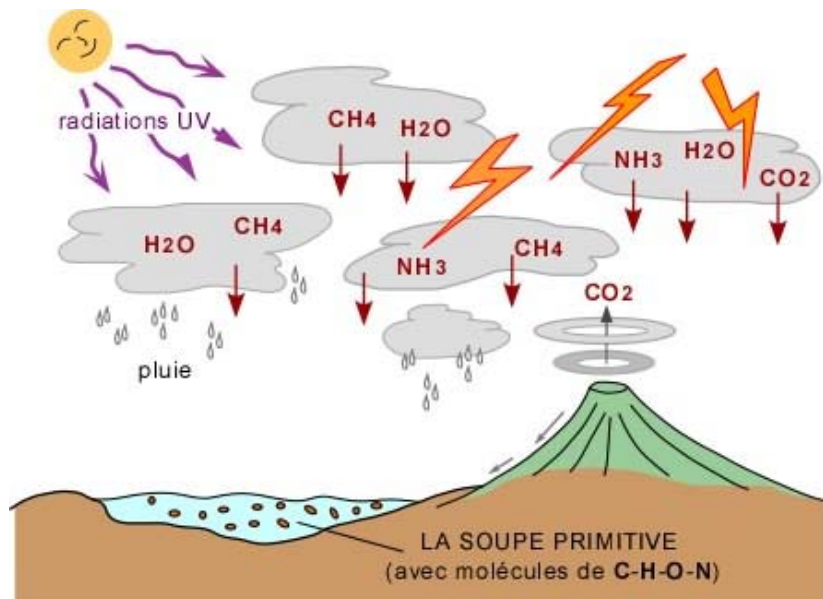


Dans une réaction chimique, il y a trois composantes essentielles: les réactifs (des composés chimiques), le réacteur (par exemple, un ballon, une fiole ou un bécher) et une source d'énergie (par exemple, la chaleur). Dans les premiers temps de la formation de la terre, ces trois composantes étaient en place: le réacteur, l'atmosphère terrestre; la source d'énergie, le soleil; les réactifs, tous ces gaz et composés chimiques émis tant par le soleil que par la terre.



Pour Oparine et Haldane, la clé de la proposition, c'est la composition de l'atmosphère primitive de la Terre. Le coeur du Soleil est riche en éléments tels que l'hydrogène (H), l'oxygène (O), l'azote (N) et le carbone (C). L'atmosphère du soleil est constituée d'hydrogène. Les éléments du coeur se combinent vite à l'hydrogène de l'atmosphère

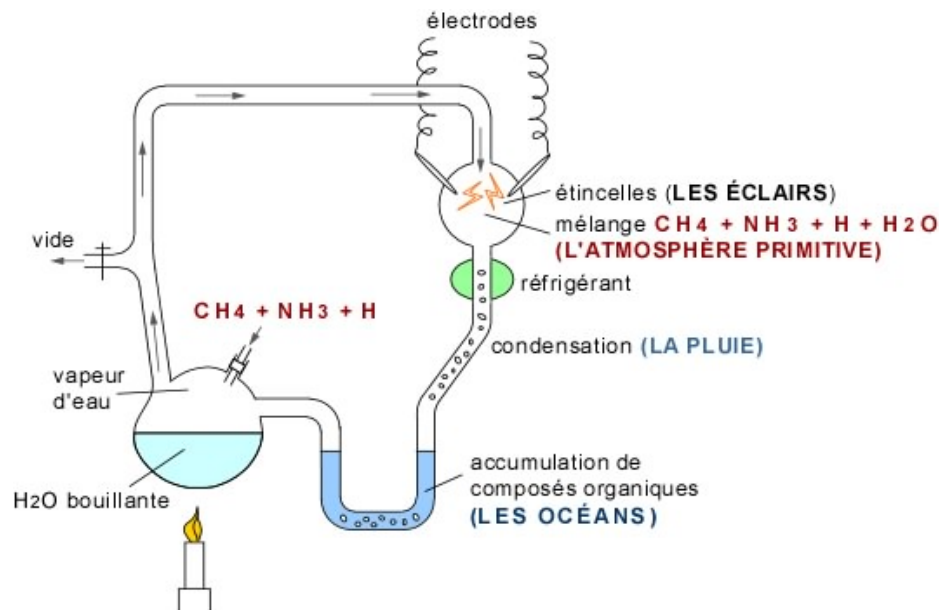
solaire pour former des gaz, comme le CH_4 (méthane), le NH_3 (amoniaque) et l' H_2O (vapeur d'eau), tous des gaz transmis à l'atmosphère terrestre. D'autre part, le dégazage de la terre, entre autres par les volcans, émet des gaz comme l' H_2O , le CO_2 , l' H_2S . Le résultat final de tout ceci est que l'atmosphère primitive aurait été composée de gaz comme le CH_4 , l' H_2O , le NH_3 , le CO_2 , et le H_2S , une atmosphère bien différente de celle que l'on connaît aujourd'hui. Toutes ces molécules légères flottaient donc autour de la planète. Tout était en place pour la grande réaction chimique, celle qui va donner naissance aux premières molécules organiques dans la soupe primitive.



Les radiations UV venant du soleil (la source d'énergie principale) brisent les molécules simples de l'atmosphère primitive et libèrent des radicaux très réactifs qui rapidement se combinent pour former des molécules plus grosses, plus complexes et plus lourdes. On peut aussi considérer que les décharges électriques que sont les éclairs, ainsi que les volcans, ont fourni une source énergétique additionnelle. Avec la condensation des vapeurs d'eau qui forme des nuages dans la haute atmosphère puis qui retombent en pluie, toutes ces nouvelles molécules tombent à la surface de la planète, dans les nouveaux océans. Ces nouvelles molécules, sont des molécules composées de C-H-O-N (carbone-hydrogène-oxygène-azote), des molécules qu'on dit organiques. C'est le bouillon primitif, la soupe primitive. C'est dans cette soupe primitive que les molécules organiques auraient progressivement évolué vers les molécules vivantes.

Pour Oparine et Haldane, les deux conditions essentielles au développement de la vie ont été fixées à ce moment: les bases de sa composition chimique, CHON; et une source d'énergie permanente, l'énergie solaire. Il faut réaliser que tout cela était conceptuel; aucune expérimentation n'avait été tentée.

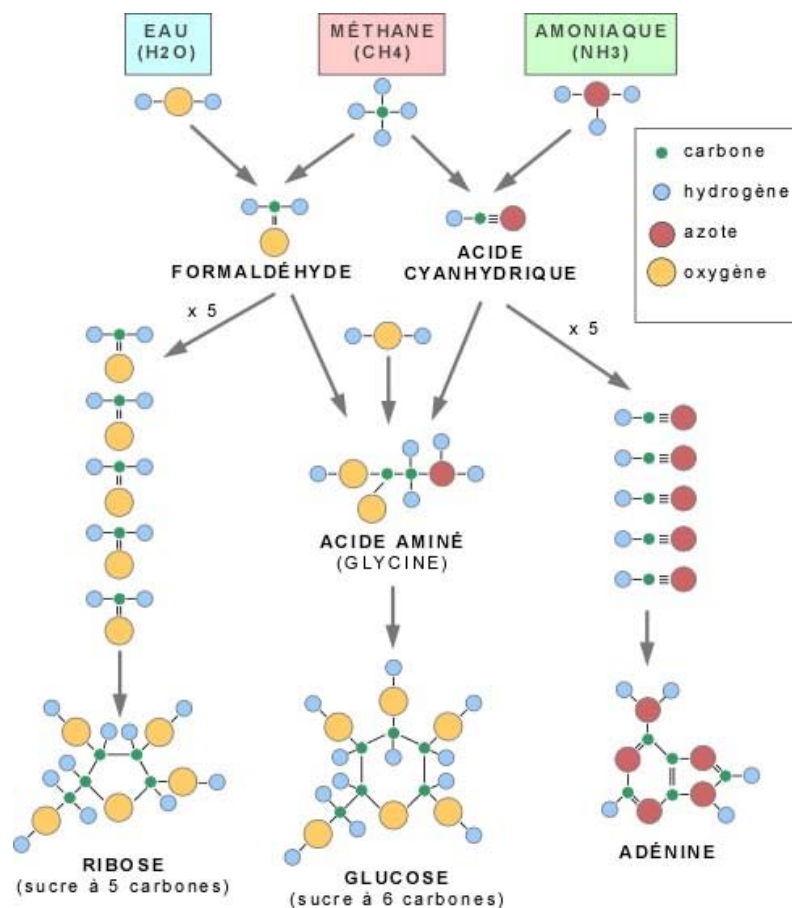
Il a fallu attendre le milieu des années 1950 pour qu'un jeune doctorant, Stanley Miller, qui travaillait dans le laboratoire de Harold Urey, prix Nobel de chimie, à l'Université de Chicago, se lance dans une aventure des plus périlleuses pour un aspirant au doctorat: tenter de reconstituer en laboratoire les conditions postulées par Oparine et Haldane pour l'apparition de la vie, tout au moins de la fabrication des molécules de la vie. Il conçut un montage où le réacteur est un système fermé, parfaitement stérile, dans lequel on peut faire le vide.



Dans un ballon où il y a de l'eau (H_2O), il introduit les gaz CH_4 , NH_3 et H . Sous l'effet de la chaleur produites par une flamme, l'eau est vaporisée. Il y a donc un mélange gazeux de H_2O , CH_4 , NH_3 et H (les réactifs) qui est libéré dans le système: c'est l'atmosphère primitive d'Oparine et Haldane. Grâce à deux électrodes, des étincelles sont produites pour simuler les éclairs: c'est la source d'énergie. Suivant la théorie d'Oparine-Haldane, c'est là que devraient se former les molécules organiques. Un réfrigérant amène la condensation de la vapeur d'eau qui entraîne avec elle les molécules nouvellement formées: c'est la pluie. Finalement, le tout s'accumule dans la base du montage: ce sont les océans primitifs.

C'est à la base de ce montage que les molécules organiques devraient s'être accumulées. Il ne restait qu'à analyser cette "soupe primitive". C'était là la composante téméraire du projet de Miller. Comment parvenir à analyser tous ces produits. Cela peut paraître simple pour le non initié, mais pour l'homme de laboratoire, surtout à l'époque, c'était une tâche des plus difficiles. Malgré toutes les difficultés, Miller a réussi à isoler un certain nombre de molécules, et surtout à démontrer qu'il avait produit ces fameuses molécules organiques prédites par Oparine-Haldane.

Par la suite, plusieurs laboratoires se sont lancés dans le même genre d'expérimentation et on finalement confirmé les résultats de Miller. Les bases d'une discipline scientifique nouvelle venait d'être jetées: la chimie prébiotique, c'est-à-dire la chimie des molécules juste avant la vie, ces molécules qui ont servi à fabriquer la vie. On a découvert dans cette "soupe primitive" des molécules organiques qui aujourd'hui constituent la base de la matière vivante, certains disent les briques de la vie. En voici des exemples:



Si par exemple, une molécule de vapeur d'eau (H_2O) est combinée avec une molécule de méthane (CH_4), deux gaz supposément présents dans l'atmosphère primitive, on obtient une molécule de **formaldéhyde**, formée d'un carbone, de deux hydrogènes et d'un oxygène. Si cinq de ces molécules de formaldéhyde sont combinées, on obtient une molécule complexe qu'on appelle le **ribose**, qui est un sucre à 5 carbones, une des briques du vivant. Si méthane (CH_4) et amoniaque (NH_3) sont combinés, on obtient l'**acide cyanhydrique** composé d'un carbone et de deux oxygènes. Si cette molécule d'acide cyanhydrique est multipliée par 5, on a l'**adénine**, un des nucléotides essentiel à la formation de l'ADN. Si trois produits, le formaldéhyde (obtenu par la combinaison eau et méthane), l'eau et l'acide cyanhydrique (obtenu par la combinaison méthane et amoniaque) sont combinés, on obtient des molécules très importantes pour la vie, des **acides aminés** dits biologiques qui sont essentielles à la synthèse des protéines et qui conduisent à la formation de **glucose**.

Mais il faut bien réaliser ici qu'on n'a pas synthétisé la vie: on a synthétisé les molécules essentielles à la construction de la vie, certaines briques de la vie; mais un tas de briques ne fait pas encore un édifice. La force de l'expérience de Miller et des autres expérimentations qui ont suivi est d'avoir démontré que les molécules de base pour la vie peuvent être fabriquées dans les milieux naturels. Mais il est important de comprendre qu'on n'a pas démontré que ces synthèses se sont faites nécessairement dans l'atmosphère primitive selon le scénario d'Oparine-Haldane.

Cette chimie prébiotique fondée sur la fabrication de molécules organiques à partir de ce qu'on croyait être l'atmosphère primitive se butte à un certain nombre de problèmes. Il y a trois problèmes majeurs: la composition de l'atmosphère primitive, la concentration des molécules dans l'océan primitif, et les interactions chimiques dans la soupe primitive.

1) La composition de l'atmosphère primitive.

Oparine, Haldane et Miller postulent une atmosphère de méthane, d'eau, d'ammoniaque, de gaz carbonique et d'hydrogène sulfuré, une atmosphère construite à partir de composés venant en partie du Soleil et en partie du dégazage de la Terre. Aujourd'hui, on considère qu'il est peu probable que l'atmosphère terrestre ait été formée de cette façon. L'atmosphère aurait plutôt été formée par le seul dégazage du manteau de la terre, durant les premiers temps de sa formation (voir au [point 3.4.7](#)).

Les volcans auraient été beaucoup plus nombreux qu'aujourd'hui. On a de bonnes raisons de croire que l'atmosphère des premiers temps de la Terre était composée principalement de vapeur d'eau (H_2O), de dioxyde de carbone (CO_2) et d'azote (N), avec des quantités mineures de méthane (CH_4), d'ammoniaque NH_3 et de dioxyde de soufre (SO_2), mais sans hydrogène, ni oxygène. Aujourd'hui, les chimistes du prébiotique s'accordent à dire que l'atmosphère idéale aurait dû être riche en méthane, azote et eau.

Cela n'est pas l'atmosphère d'Oparine-Haldane. Ces chimistes sont aussi d'accord pour dire qu'une atmosphère riche en CO_2 serait tout à fait défavorable aux premières formes de vie. Or cela pose un problème: le CO_2 est essentiel pour créer et maintenir l'effet de serre sans lequel il n'y aurait pas d'eau sous forme liquide sur la terre en maintenant une température au-dessus du point de congélation. Pas de CO_2 , pas d'eau liquide; mais l'eau liquide est essentielle à la chimie des molécules prébiotiques! C'est le cercle vicieux.

2) La concentration des molécules prébiotiques dans la soupe primitive.

Les chimistes s'entendent pour dire que pour que les réactions voulues se fassent, il faut une concentration très grande des produits, plus grande que cette pluie de molécules dans les océans primitifs n'aurait pu le permettre. Certains contre-argumentent en proposant que la concentration aurait pu être suffisante dans les gouttelettes de pluie avant leur dilution dans l'océan et que c'est là que ce seraient formées les molécules, ou encore dans des grêlons.

3) Les interactions chimiques dans la soupe primitive.

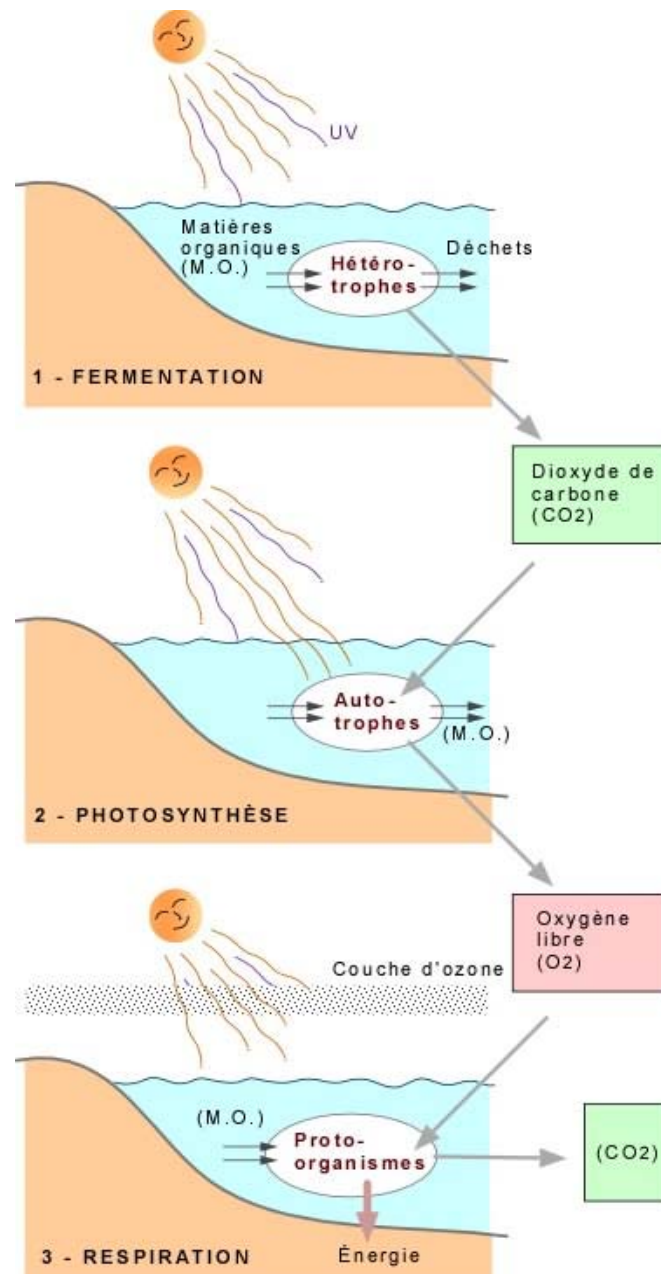
Il devait y avoir énormément de produits chimiques dans cette soupe, des produits qui pouvaient soit aider les réactions (des catalyseurs) ou, au contraire, les empoisonner (des inhibiteurs).

On est encore loin de comprendre toutes ces interactions. En laboratoire, on travaille avec des systèmes simples, simplifiés même, et déjà les manipulations s'avèrent très complexes. On devra de plus en plus faire appel aux modélisations théoriques pour mieux arriver à cerner la réalité naturelle.

Quoiqu'il en soit, avec les expériences de Miller, on est encore loin de la synthèse de la vie; on n'en n'est qu'aux molécules prébiotiques. Pour passer au stade de vie, ces molécules organiques doivent réussir sur quatre plans: utiliser l'eau liquide; se fabriquer une enveloppe qui leur permettra de garder leurs constituants et de contrôler les échanges avec l'extérieur, utiliser les composés chimiques du milieu pour satisfaire leurs besoins nutritifs et énergétiques; et être capables de faire des copies conformes ou presque, en d'autres termes, de se reproduire.

Toujours selon la démarche biochimiste, les molécules prébiotiques ont passé avec succès l'examen, mais on ne sait trop comment. Les expériences de laboratoire sur les chaînes d'acides aminées, les acides nucléiques ARN et ADN, et les protéines, apportent plusieurs éléments de réponse, mais pas la réponse encore.

Les biochimistes cherchent encore la bonne combinaison qu'ils ont bon espoir de trouver. On peut résumer ainsi les étapes essentielles qu'auraient franchies les molécules prébiotiques dans leur cheminement vers la vie.



Les molécules prébiotiques auraient d'abord inventé un mécanisme qui leur aurait permis d'utiliser les produits organiques du milieu: le mécanisme de la **fermentation**. C'est la naissance des premiers hétérotrophes, c'est-à-dire des cellules qui se nourrissent de n'importe quelles matières (molécules) organiques en abondance dans l'eau. Cette fermentation produit des déchets, dont le CO₂. Un second mécanisme utilisant le CO₂ aurait ensuite été inventé: la **photosynthèse**, utilisant comme source d'énergie, l'énergie solaire. Ce sont les premiers autotrophes, des cellules qui se nourrissent des seuls éléments minéraux. Les produits de la photosynthèse sont des matières organiques sous forme de carbohydrates (CH₂O)_n et de l'oxygène libre (O₂). On connaît la suite: l'oxygène sera utilisé lors de l'invention d'un troisième mécanisme: la **respiration**, qui produira comme déchets le CO₂. Voilà que le cycle oxygène-CO₂ est bouclé. Ce n'est qu'avec la production d'oxygène photosynthétique que ce gaz s'accumulera dans l'atmosphère et qu'éventuellement se formera la couche d'ozone protégeant la vie des radiations UV.

Un dernier problème est posé à l'hypothèse voulant que la vie soit apparue à la surface des océans: une atmosphère primitive sans oxygène, donc sans couche d'ozone, devait laisser passer toutes les radiations UV; un bien grand péril pour la vie!

Les oasis des fonds océaniques

On a vu à la section 3 de ce cours ([3.2.3 - La Vie dans les océans](#)) que les géologues et géophysiciens ont découvert à la fin des années 1970, au niveau des dorsales médio-océaniques, des sources hydrothermales causant la précipitation de sulfures massifs et soutenant une vie exhubérante.

Un peu d'histoire ... [Les oasis des grands fonds: les certitudes d'avant la découverte?](#)

Comme il est mentionné à la section 3, les découvertes se sont faites d'abord sur deux zones qui ont été étudiées en détails sur quatre sites pour chacune: sur la dorsale des Galapagos et sur la dorsale du Pacifique à 13° N. Ces sites présentaient une faune si riche qu'on leur a donné des noms évocateurs tels que le Jardin des Roses, le Banc des Moules, le Jardin du Paradis, le Menu Fretin, etc. On sait qu'il n'y a pas que des sources chaudes à 350 °C comme celles qui forment les sulfures métallifères. Il y a aussi les sources tièdes, à 15 ou 20 °C, et intermédiaires (jusqu'à 40 °C); c'est principalement autour de ces sources que se retrouve le peuplement animal. En fait, on a réalisé que la température de l'eau dans les peuplements les plus denses ne dépasse pas les 15 °C. On y a découvert que la biomasse, c'est-à-dire la quantité de matière vivante par unité de volume, est de 10 000 à 100 000 fois plus grande sur ces sites que dans le milieu environnant.

Les oasis des fonds océaniques sont des zones florissantes de vie en milieu tout à fait aphotique (sans lumière). En absence de possibilité de photosynthèse, c'est la chimiosynthèse qui fournit l'énergie primaire à la vie. Des bactéries dites **chimiotrophes** tirent leur énergie du soufre (S) abondant dans ce milieu (sous forme de H₂S) et convertissent le carbone inorganique du milieu en carbone organique. Ces bactéries se distinguent des [hétérotrophes](#) qui, elles, façonnent leurs propres constituants cellulaires à partir de matières organiques du milieu, et des [autotrophes](#) qui fabriquent le carbone organique à partir du CO₂ en utilisant l'énergie solaire.

Plusieurs ont proposé qu'il s'agissait là d'un environnement idéal pour l'apparition de la vie sur terre:

- il y a une source d'énergie inépuisable, le H₂S provenant des fluides du magma sous-jacent;
- le processus de la chimiosynthèse y est effectif;
- la vie est protégée des radiations UV sous plus de 2500 m d'eau;

- c'est un système qui existe depuis le tout début de la terre et qui devait être encore plus actif durant la formation de la première croûte océanique.

Mais, il n'y a pas unanimité, et un des principaux opposants est Stanley Miller. Le contre-argument utilisé par Miller apparaît cependant quelque peu simplifié: il a démontré que la stabilité des acides aminés à des températures de 350 °C était très précaire et qu'il serait surprenant que les premières formes de vie soient nées à de telles températures. On doit lui rétorquer que l'environnement hydrothermal n'est pas homogène. Les températures de 350 °C n'existent que dans les cheminées chaudes; aussitôt expulsées, ces eaux se mêlent aux eaux ambiantes et la température s'abaisse rapidement. De plus, il y a les sources tièdes, à des températures inférieures à celles qu'on suppose pour la soupe primitive. Le thermodynamicien et géochimiste Everett Shock a montré que les synthèses organiques sont possibles dans les contraintes de l'environnement des sources hydrothermales. Des chercheurs japonais ont présenté les résultats préliminaires d'expériences de simulation, à l'effet que dans un milieu aqueux, un mélange de méthane, d'azote et de CO₂ à 260-325 °C pouvait produire des acides aminés; mais ces expériences sont pour le moment examinées avec circonspection par la communauté scientifique.

D'autres opposants à l'idée d'une origine de la vie reliée aux sources hydrothermales profondes utilisent l'argument de la courte durée de vie d'une cheminée, une cinquantaine d'année. C'est vrai pour une cheminée donnée, mais sur un même site, il y a plusieurs cheminées; certaines meurent pendant que d'autres naissent.

Aujourd'hui on sait que les sources hydrothermales ne se retrouvent pas qu'aux dorsales océaniques. Par exemple, on a découvert au pied de l'escarpement au large de la Floride, par 3200 m de fond, des oasis associées à des sources riches en H₂S; ces sources proviennent de l'eau qui percole à travers toute la colonne de sédiments. Au large de l'Orégon, dans la zone de subduction associée à l'enfoncement de la plaque Juan de Fuca, on a aussi trouvé de la vie associée à des sources riches cette fois en NH₃ (ammoniaque) et CH₄ (méthane); ces sources proviennent de l'expulsion de l'eau des sédiments à cause de la compression due à la subduction. Dans la fosse du Japon (zone de subduction) on a trouvé par 3800 et 5800 m de fond des organismes semblables aux moules qui vivent au dépend du CH₄. Les scénarios possibles pour l'apparition de la vie sur les planchers océaniques, à la faveur de la chimiosynthèse, ne manquent pas.

Trouvera-t-on un jour un de ces systèmes hydrothermaux fossilisé qui pourrait nous donner quelques indications sur les premières formes de vie et possiblement nous apprendre comment elles sont apparues? C'est peu probable, car les planchers océaniques sont perpétuellement recyclés dans les zones de subduction. Le plus vieux plancher connu date de 170 Ma; c'est bien peu par rapport à l'âge de l'apparition de la vie sur Terre (autour de 3,5 Ga).

La vie sur la pyrite

Certains, comme Gunther Wachterhauser, essaient de se détacher de la contrainte de l'évolution de molécules prébiotiques comme le proposent les biochimistes. Ce dernier propose que les organismes vivants primitifs auraient été des molécules organiques autocatalytiques qui auraient utilisé directement le CO₂, un peu comme le font les plantes, et qui auraient tiré leur énergie de la pyrite (sulfure de fer) à laquelle elles auraient été attachées. Ces molécules auraient formé un film organique sur la pyrite et proviendrait de la réduction du CO₂ par le H₂S et le fer à l'état réducteur (état du fer dans la pyrite). Il y aurait donc eu une relation intime entre molécules organiques vivantes primitives et la pyrite. Il est intéressant de noter que la pyrite est un des minéraux les plus abondants dans le milieu des sources hydrothermales.

La panspermie (bis)

On a vu plus haut, qu'au début du siècle, certains ont proposé que la vie était venue du cosmos. Si on fait exception de toutes ces théories ésotériques qu'on accepte facilement sans jugement critique de nos jours, ce qui a ravivé un certain intérêt pour l'hypothèse cosmique, c'est la découverte de molécules organiques dans certaines météorites. Les grosses météorites se vaporisent littéralement lorsqu'elles touchent le sol, alors que les petites (quelques centimètres à quelques dizaines de cm de diamètre) demeurent intactes. On a extrait de certaines petites météorites des molécules organiques qui présentent des structures ressemblant aux membranes des cellules vivantes. On a aussi isolé un pigment jaune capable d'absorber de l'énergie à partir de la lumière. Certains proposent que ce pigment pourrait avoir agi comme la chlorophylle des végétaux dans le processus de photosynthèse.

Les météorites représentent peu en volume. Mais les poussières cosmiques qui atteignent continuellement notre planète sont évaluées en volume à 100,000 fois le volume des météorites qui ont été conservées sur terre. Ces poussières auraient pu transporter des molécules organiques comme celles des météorites. Cela signifie-t-il qu'il s'agit d'une vie venant de l'espace? Il faut voir qu'il y a tout un monde entre la présence de molécules organiques (non vivantes) et la matière vivante. Il n'en demeure pas moins qu'on ne peut balayer du revers de la main ce genre d'évidence et qu'on se doit d'explorer le sujet. Évidemment, ce genre d'observation soulève toute la question d'une vie extra-terrestre, une question qui ne peut être résolue de façon dogmatique et qui demande qu'on s'y penche avec sérieux et objectivité.

Darwin a écrit:

"La vie est apparue dans un petit étang chaud, dans lequel il y avait un riche bouillon de produits chimiques organiques, à partir desquels s'est formé le premier organisme primitif à la suite d'une longue période d'incubation durant les temps géologiques".

Comme on vient de le voir, les hypothèses mises de l'avant aujourd'hui sont bien loin de cette image d'Épinal. Les chimistes et biochimistes voient naître la vie grâce à des réactions chimiques rapides, dans une atmosphère primitive bouleversée par les

radiations solaires, les éclairs et les volcans. D'autres voient apparaître la vie dans des sources hydrothermales chaudes, dans les profondeurs des océans. D'autres finalement voient venir la vie du cosmos.

Rien à voir avec le petit étang calme de Darwin et un développement lent et progressif, comme le veut d'ailleurs l'idée darwinienne de l'évolution.

Que conclure de tout cela?

La zone du système solaire où pression et température permettent la présence de l'eau liquide qui semble un prérequis à la vie est très étroite; seule la Terre se trouve dans cette zone. Il est probable que la vie soit apparue sur terre à cause de ces conditions. La vie existe peut-être dans le cosmos sous forme de molécules rudimentaires qui ne peuvent trouver de terrain fertile pour leur développement que sur terre.

Une question fondamentale se pose: la vie doit-elle n'avoir qu'un seul mode d'origine? Est-il concevable que la vie soit née à partir de plus d'un mécanisme?

Quelque soit le scénario que l'on invoque pour l'apparition de la Vie sur Terre, il n'en demeure pas moins une réalité: cette Vie est apparue très tôt dans l'histoire de la Terre, et elle a par la suite évoluée. Cette évolution a d'abord été très lente et il a fallu 3 milliards d'année avant que n'explode la biodiversité; 3 milliards d'années où pratiquement seules les bactéries ont occupé tout l'espace disponible. C'est le sujet du chapitre suivant

4.3.2 La longue vie solitaire des bactéries et des algues

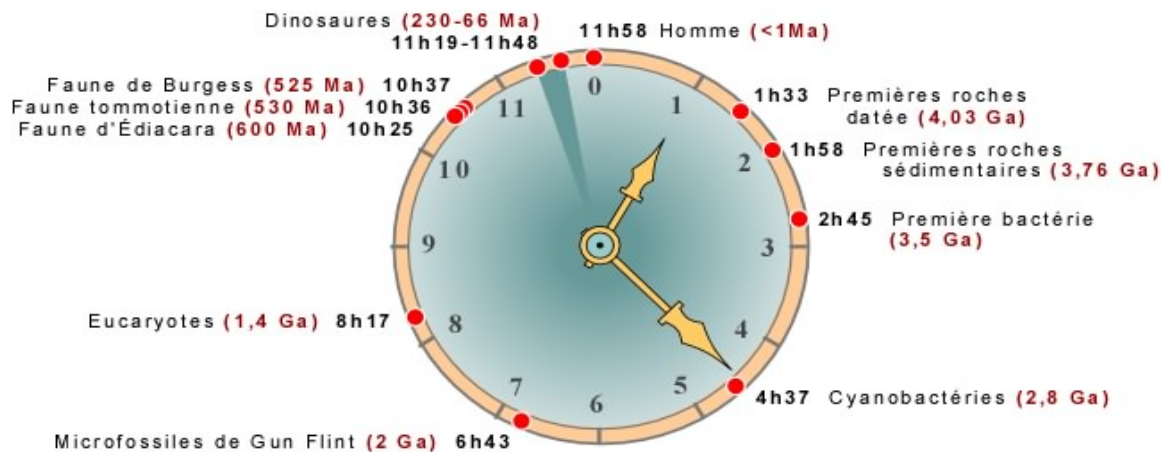
Si nos archives géologiques, c'est-à-dire les roches, ne nous ont pas donné la réponse quant à l'origine de la vie, elles nous renseignent sur la façon dont cette vie, une fois implantée, s'est développée. Elles nous renseignent sur au moins quatre points importants:

- quelles ont été les premières formes de vie, du moins celles qui ont été conservées fossiles,
- comment celles-ci se sont modifiées et ont donné naissance à d'autres formes,
- à quel moment chacune est apparue,
- quand et comment est apparue et s'est développée l'atmosphère oxygénée en relation directe avec les premières formes de la vie.

Ce sont ces aspects que vont développer cette rubrique (4.3.2) et la suivante (4.3.3).

On a vu que la terre est née il y a 4,55 Ga. Précédemment, on a exprimé le temps géologique sur une [échelle divisée en ères, périodes et époques](#). Pour cette étude du développement de la vie, nous allons utiliser ici un mode de représentation qui se veut plus imagé: l'horloge géologique de la Vie.

Pour concrétiser le temps géologique depuis la formation de la Terre (4,55 Ga), on peut comparer tout ce temps à une période de 12 heures, ce qui permet de situer chaque événement sur une horloge.



Disons que la Terre a été formée à minuit (0h00) et qu'aujourd'hui il est midi (12h00).

1h33

C'est la première roche datée; il s'agit des premières roches ignées de l'Archéen datées à 4,03 Ga.

1h58

Les plus vieilles roches sédimentaires connues datent de 3,76 Ga (série d'Isua dans l'ouest du Groenland), soit à 1h58 sur l'horloge; elles indiquent la présence d'eau (la soupe primitive!), mais on n'y a décelé aucune trace de vie sous forme fossile. Cependant, l'analyse des isotopes du carbone de ces roches a indiqué un enrichissement en isotope 12 par rapport à l'isotope 13, ce qui pour le géochimiste est une indication de la présence de matière organique. On suppose donc, sur cet argument indirect, qu'il y avait déjà de la vie sur terre à ce moment et que les roches sédimentaires ont gardé la trace chimique de cette vie. Il n'y a pas de fossiles dans ces roches, seulement un enrichissement en carbone-12.

2h45

Ce n'est que dans des roches datant de 3,5 Ga, soit à 2h45 sur l'horloge, 300 Ma après les premiers sédiments, qu'apparaissent les premiers fossiles de bactéries. En effet, ces fossiles les plus vieux ont été découverts en 1987 dans deux gisements différents, en Afrique du Sud et en Australie. Les paléontologues Schopf et Parker y ont découvert, dans des couches associées à des stromatolites, des sphéroïdes carbonacés de 2,5 mm de diamètre, se présentant souvent en amas, et montrant des évidences de division binaire. Ces sphéroïdes sont accompagnés de tubulures et de filaments. On y voit, sans pouvoir le démontrer, une nette ressemblance avec les cyanobactéries.

Complément d'info Les stromatolites

4h37

Puis on a retrouvé, dans des roches datant de 2,8 Ga, dans l'ouest de l'Australie, à 4h37 sur l'horloge, des structures filamenteuses qui ont apparemment tout de la cyanobactérie. Il faut savoir que les cyanobactéries, qu'on appelait autrefois les algues bleues-vertes ou les cyanophycées sont des bactéries particulières qui font la photosynthèse. C'est dire qu'elles produisent de l'oxygène. Elles ont une autre qualité fondamentale: elles résistent aux rayonnements UV. Ces bactéries sont très abondantes aujourd'hui et comme on le voit elles sont apparues assez tôt dans l'histoire de la terre. On peut relier l'[oxygénation de l'atmosphère terrestre](#) à leur apparition.

6h43

Les premiers véritables fossiles de cyanobactéries furent retrouvés dans des roches vieilles de 2 Ga, soit à 6h43 sur l'horloge, dans les cherts du Gunflint sur les rives du Lac Supérieur en Ontario. C'est là un des plus beaux gisements de cyanobactéries fossiles qu'on connaisse. Les micro-organismes y sont [superbement conservés](#) dans des stromatolites cherteux, c'est-à-dire composés de silice (SiO₂) à grains très fins. On y trouve de véritables filaments cyanobactériens, des sphéroïdes bactériens à membrane épaisse comme celle qui protège aujourd'hui les nitrogénases contre l'oxygène libre, ainsi que des spores.

Toutes ces bactéries dont on vient de parler sont des cellules procaryotes, c'est-à-dire des cellules dont le noyau n'est pas nettement séparé du cytoplasme, contrairement aux cellules eucaryotes où le noyau est enveloppé d'une membrane protégeant entre autres l'ADN.

8h17

Les cellules eucaryotes fossiles les plus anciennes datent d'il y a 1,4 Ga, 8h17 sur l'horloge. Ce sont des cellules plus grosses que les précédentes (procaryotes). Les procaryotes ont des tailles inférieures à 10 µm, les eucaryotes vont de 10 à 100 µm. Elles montrent une organisation beaucoup plus complexe de la matière vivante, avec l'individualisation du noyau.

De 10h25 à 12h00

À partir de 600 Ma (10h25 sur l'horloge), il y aura une sorte d'accélération dans le développement de la Vie: d'abord de nombreux animaux étranges (la faune d'Édiacara), considérés par certains comme les premiers métazoaires connus (organismes pluricellulaires), ainsi que les premiers squelettes minéralisés; puis, ce que certains ont appelé le "big bang" de la vie, avec la faune de Burgess (-525 Ma). Pour présenter la

relativité du développement de la vie, l'horloge indique la durée de vie des fameux dinosaures (de 11h19 à 11h48, soit de -230 à -66 Ma); quant à l'homme, c'est un animal de dernière minute, étant apparu vers les 11h58 (il y a moins de 1 Ma).

Voir rubrique suivante (4.3.3) pour cette portion du temps géologique.

Lien intéressant

<http://www.ucmp.berkeley.edu/alllife/threedomains.html> (un bon point de départ pour en savoir plus sur les bactéries).

4.3.3 La Vie s'organise et ... se désorganise

C'est à la toute fin du Précambrien, vers -600 Ma, que sont apparus les animaux multicellulaires, les métazoaires. Très rapidement, il y eut une explosion de la diversité biologique, au point que quelques 75 millions d'années plus tard, soit autour de 525 Ma, on connut une biodiversité, en termes de plans de vie (phyla), qui fut la plus élevée de tous les temps géologiques, incluant le nôtre. Depuis cette période, la vie a évolué avec, dans l'ensemble, une complexité croissante. Mais cette évolution est loin d'avoir été linéaire comme le propose la vision classique darwinienne. Elle fut plutôt en "dents de scie", ponctuée entre autres par de grands chambardements que furent les extinctions de masse.

Dans ce chapitre, nous allons brosser, à grands traits, le tableau de cette portion de l'histoire de la vie. À grands traits, car il n'est pas possible ici de présenter toutes les leçons acquises de la paléontologie en ce qui touche l'évolution.

Pub maison ...

Pour celui ou celle qui souhaiterait en connaître beaucoup plus sur la paléontologie et son apport au dossier de l'évolution, le département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval offre un cours accessible à tous (i.e. sans préalable):

[GLG-10344 Paléontologie et Évolution.](#)

Professeur: Fritz Neuweiler

Nous allons nous limiter aux sujets qui suivent. Cliquez sur la rubrique pour y accéder (il est préférable de les consulter dans l'ordre).

□ [L'explosion de la diversité](#)

- [La biodiversité de l'écosystème récifal](#)
- [L'ère des poissons](#)
- [De la mer à la terre: un passage réussi](#)
- [Les grands chambardements de la vie: les extinctions de masse](#)
- [Les leçons de la paléontologie](#)

Source exceptionnelle à ne pas manquer :

http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

Traduction en français, définitions et compléments:

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections : Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles honoraire

Adresse : 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel : jacques.hallard921@orange.fr

Fichier: ISIS Climat Océans **Oceans in Distress** French version.2
