

L'Oxygène : « mi-ange, mi-démon »

Robert ENGLER
6, chemin neuf, 34600 - CAUSSINIOJOULS
robert.engler@wanadoo.fr

La Terre s'est formée il y a 4,6 milliards d'années. Son atmosphère était composée de vapeur d'eau et de gaz carbonique. Après refroidissement, la vapeur d'eau s'est condensée en eau liquide, inondant la croûte terrestre et engendrant les océans. Le gaz carbonique s'est dissout dans l'eau, et en présence d'ions calcium (Ca⁺⁺) a formé du calcaire (CaCO₃).

La vie dans la mer est apparue il y a 3,8 milliards d'années sous forme de bactéries. Cette vie était sans oxygène : **anaérobie**.

Ces bactéries possédaient certes des systèmes biochimiques d'oxydo-réduction, mais leur potentiel n'était pas suffisant pour oxyder l'eau en oxygène et hydrogène grâce à l'énergie des photons du soleil.

C'est alors qu'apparut chez certaines bactéries, il y a 2,8 milliards d'années, une nouvelle molécule biochimique : la **chlorophylle**. Ces bactéries étaient et sont toujours des **cyanobactéries** autrefois appelées algues bleues.

La chlorophylle de ces organismes unicellulaires captant l'énergie solaire va permettre par son potentiel d'oxydo-réduction élevé « d'oxyder » l'eau (H₂O) en Oxygène (O₂) et Hydrogène (H₂). Grâce toujours à la molécule de chlorophylle, les cyanobactéries vont réaliser une **photosynthèse** en utilisant l'énergie solaire pour transformer le gaz carbonique et l'hydrogène en molécules organiques. Ces cyanobactéries sont dites autotrophes, c'est-à-dire capables de transformer des substances minérales CO₂ et H₂ en matière organique pour vivre. L'énergie lumineuse se trouve convertie en énergie chimique dans les liaisons chimiques constituant les molécules organiques.

Mais que devint l'Oxygène ?

La vie était cantonnée dans l'eau. Mais l'oxygène produit au cours de l'oxydation de l'eau n'était pas utilisé, c'était un déchet.

C'est à cette époque à cause de l'oxygène non utilisé que la plus grande catastrophe écologique de tous les temps se produisit.

L'oxygène est transformé en ion superoxyde, radical libre possédant un électron célibataire, doué de propriétés destructives de molécules organiques en rompant des liaisons chimiques. Un poison d'une extrême toxicité a envahi la mer.

Mais des bactéries anaérobies, rescapées de cet "holocauste" se mirent à développer un système de défense : la **chaîne d'oxydo-réduction phosphorylante** des cytochromes et la **respiration** apparut.

Les molécules organiques synthétisées à partir du gaz carbonique et de l'hydrogène sont métabolisées en CO₂ et libèrent des H₂. Ces H₂ vont être scindés en protons et électrons 2H⁺ et 2e⁻. Ces électrons vont s'écouler sur des systèmes d'oxydo-réduction de potentiel décroissant jusqu'à l'oxygène 1/2 O₂ qu'ils réduiront en O⁻.

Les protons 2H⁺ libérés formeront avec O⁻ une molécule d'eau H₂O.

La majorité des molécules d'oxygène est neutralisée, la toxicité de l'oxygène par le biais de la production de radicaux libres disparaît : la vie **aérobie** peut avoir lieu.

De plus, l'écoulement des électrons n'est pas comme une rivière tranquille, il y a des chutes d'eau qui sont ici des chutes de potentiel d'oxydo-réduction. À chaque chute de potentiel d'oxydo-réduction une énergie sera libérée et emmagasinée dans une molécule d'ATP (Adénosine Tri Phosphate).

Oxygène : qu'en est-il pour l'Homme ? Ange !

L'homme est un être dont l'organisme est pluricellulaire. Il ne possède pas de chlorophylle et doit puiser son énergie à partir de l'oxygène qu'il respire et des aliments qu'il consomme. Ces aliments sont des glucides, des lipides et des protides. Au cours de la digestion ces constituants seront dégradés en glucose, acides gras, acides aminés et seront catabolisés dans le cytoplasme cellulaire en CO₂ et en dérivés d'hydrogène AH₂. Le CO₂ sera expiré et passera dans l'atmosphère. AH₂ se dissociera dans les mitochondries en A et H₂ et ensuite H₂ donnera 2H⁺ et 2 e⁻. Ces mitochondries dont les ancêtres étaient des bactéries possèdent la chaîne des cytochromes d'oxydo-réduction phosphorylante. Le bilan de cette chaîne « respiratoire » est la réduction de l'oxygène 1/2 O₂ + 2e⁻ = O⁻ et la production d'énergie sous forme d'ATP.

L'oxygène réduit O⁻ avec les 2 H⁺ formera de l'eau H₂O. L'ATP hydrolysé en ADP et PO₄⁻ et fournira par rupture de la liaison (riche en énergie) l'énergie nécessaire pour la vie, énergie reconvertie en énergie chimique, cinétique, thermique, électrique...

En plus, pour que la vie apparaisse sur la terre ferme, il fallait que l'intensité du rayonnement solaire riche en ultra-violet diminue. Une barrière protectrice s'est mise en place grâce à l'oxygène. Dans la stratosphère, des molécules d'oxygène se dissocièrent et les atomes d'oxygène libérés (O) se combinèrent à des molécules d'oxygène (O₂) pour former de l'ozone O₃.

Cette couche d'ozone va progressivement s'épaissir et permettre par absorption des rayonnements U.V. une vie sur la terre ferme.

Oxygène : qu'en est-il pour l'homme ? Démon !

Si la majorité des molécules d'oxygène sont transformées en ions O⁻ par la respiration, il demeure que des molécules d'oxygène peuvent, dans les mitochondries, et au cours de certaines circonstances (mode de vie, environnement), évoluer en

radicaux libres sous forme d'ions superoxyde, de radical hydroxyl... Ces radicaux libres vont alors s'attaquer aux constituants vitaux de nos cellules.

Ils peuvent rompre des liaisons chimiques de l'ADN, perturbant sa réplication et entraînant mutations et cancers. Ils peuvent également oxyder les protéines et les lipides des membranes cellulaires.

Heureusement ces actions sont partiellement contrées par l'élaboration d'enzymes capables de neutraliser ces dérivés toxiques de l'oxygène. Citons comme enzymes : la superoxyde dismutase (SOD), la peroxydase, la catalase. Cependant, ces enzymes peuvent elles mêmes être dégradées par ces radicaux libres, et surtout elles diminuent d'activité au cours de notre vieillissement. Les actions délétères des radicaux libres de l'oxygène appelées « stress oxydant » vont alors entraîner de nombreuses pathologies souvent mortelles.

Des recherches en nutrition et en pharmacologie ont proposé d'enrichir notre alimentation par des « anti-oxydants » qui neutraliseraient les radicaux libres. Citons les acides gras essentiels Omega 3 et Omega 6, les vitamines A, C, E.

En conclusion

L'oxygène nous fait vivre, mais par ses dérivés en radicaux libres nous conduit à la mort.

Un jour, les progrès de la médecine permettront d'éliminer de notre organisme la production de radicaux libres de l'oxygène.

Mais l'homme doit absolument préserver les organismes marins et terrestres contenant de la chlorophylle qui sont les « poumons » de notre planète.

Ces poumons sont les forêts anciennes, type forêt amazonienne, et surtout le picoplancton marin constitué de cyanobactéries.

Dans le cas de leur disparition par la pollution engendrée par l'homme, la vie de tous les êtres consommant l'oxygène disparaîtra et comme au « commencement », seules les bactéries **anaérobies** subsisteront.

Robert ENGLER