

Métalloenzymes

Marc Fontecave. Chimie des processus biologiques : une introduction.

Leçon inaugurale prononcée le jeudi 26 février 2009. Collège de France.

Extraits

[...] Il n'y a pas de vie sans métaux. Les synthèses qui ont conduit aux premières molécules élaborées de la vie se sont vraisemblablement produites à la surface réactive de sulfures métalliques solides, fer et nickel. Entre cette genèse, il y a plusieurs milliards d'années, et aujourd'hui, rien n'a changé : presque toutes les grandes fonctions du vivant sont assurées par des métalloprotéines et des **métalloenzymes**, nécessitant donc la présence d'un ou plusieurs atomes de sodium, de calcium ou encore de zinc, de fer ou de cuivre. Sans doute la plus belle illustration de cette réalité profonde est dans ce cycle chimique, vertueux et écologique – modèle de système durable et solidaire et en même temps système d'une complexité structurale et fonctionnelle fascinantes – qui unit l'homme à la nature et au soleil (figure 7). Sans magnésium, calcium et manganèse, qui constituent des éléments essentiels de la photosynthèse des végétaux et des algues, il n'y a pas l'oxygène et la matière organique qui nous alimentent en énergie, et c'est grâce au fer et au cuivre de nos oxydases que nous savons, par la respiration, utiliser cette ressource pour notre propre compte, tout en redonnant à la nature le dioxyde de carbone qui lui est nécessaire.

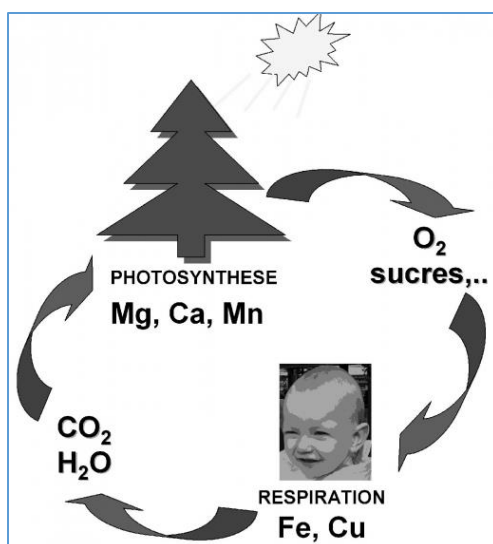


Figure 7 : Le photosystème des plantes contient du magnésium, du manganèse et du calcium, qui permettent l'oxydation de l'eau en oxygène et la récupération de ses électrons pour la réduction du dioxyde de carbone en molécules carbonées (sucres, ...). La cytochrome-oxydase, qui participe à la respiration, contient le fer et le cuivre qui permettent de catalyser la réduction à 4 électrons de l'oxygène en eau nécessaire à la « combustion » des aliments. Celle-ci produit l'énergie que nous consommons pour vivre et redonne à la nature l'eau et le dioxyde de carbone dont elle dépend.

La raison de tout cela est simple. La vie dépend de la capacité des organismes vivants à utiliser efficacement le potentiel chimique de leur environnement. Ce potentiel, c'est le soleil, pour l'énergie, ainsi qu'un nombre relativement limité de molécules, généralement petites, d'une très grande inertie chimique – des sortes de puits de potentiel chimique – qui se sont accumulées à la surface de la terre : eau, oxygène, dioxyde de carbone, azote, etc. Pour les utiliser, il faut les activer, et cela nécessite des modifications électroniques profondes que seuls les ions métalliques permettent. Les métalloenzymes qui réalisent ces activations – protéases, mono-oxygénases, hydrogénases, oxydases, photosystème – sont véritablement extraordinaires, et leurs mécanismes d'action d'une très grande subtilité. [...]