

La respiration cellulaire

Autrefois, à l'époque où la vie ne se présentait que dans l'eau, l'oxygène était absent de la terre. Les premiers êtres vivants qui apparurent sur la planète, les unicellulaires, appartenaient au règne animal et puisaient leur énergie à partir d'un processus métabolique appelé fermentation. Cette voie métabolique primitive est un processus d'oxydoréduction (REDOX) sans apport d'accepteur d'électrons externe, l'accepteur final d'électrons étant généralement le produit final de la réaction. Par exemple, dans le cas d'une fermentation alcoolique où le glucose est le substrat de départ, la levure, en absence d'oxygène, transformera le substrat en alcool éthylique. L'alcool servira donc d'accepteur interne pour les électrons. Lors du métabolisme de ce substrat, il y a ni gain ni perte d'électrons mais un équilibre REDOX où la somme des états d'oxydation du substrat (glucose) et des produits (éthanol et CO₂) est égale à zéro. La fermentation est un processus anaérobie encore utilisé aujourd'hui par certains micro-organismes afin de produire, pour une molécule de glucose, deux molécules d'éthanol ou de pyruvate et deux molécules de CO₂ pour un bilan énergétique net de deux Adénosine Tri-Phosphate (ATP). La faible quantité d'énergie produite par les voies fermentaires s'explique de deux façons: 1) l'oxydation du substrat fermentescible n'est que partielle et 2) la différence de potentiel REDOX entre le donneur d'électrons initial et l'accepteur final est petite (Alberts et al., 1989).

Quelques millions d'années plus tard, l'apparition de l'oxygène, produit par la photosynthèse des cyanobactéries a permis l'élaboration de nouvelles voies métaboliques impliquant l'oxygène (par exemple, la respiration cellulaire) (Alberts et al., 1989). La molécule d'oxygène sera alors utilisée par certains micro-organismes durant les réactions d'oxydation comme accepteur final d'électrons. Cette molécule offre l'avantage de permettre une oxydation plus complète de la matière organique. L'utilisation de l'oxygène a fourni aux cellules une méthode beaucoup plus efficace pour extraire l'énergie des molécules alimentaires. Par exemple, une molécule de glucose sera complètement transformée en CO₂ et H₂O en présence d'oxygène. Un bilan net de 38 ATP utilisables par le micro-organisme résultera de cette oxydation, contrairement à deux ATP pour un micro-organisme se limitant au mode fermentaire pour générer son énergie. Pour cette raison, la nature et le temps ont favorisé le développement d'organismes utilisant l'oxygène dans leurs voies métaboliques, leur conférant ainsi un avantage sélectif notable pour produire plus efficacement l'énergie nécessaire à leur reproduction; but ultime du vivant.

La toxicité de l'oxygène