



Biologie des Organismes Aquacoles

Physiologie marine

Ecophysiologie

Partie-3

Respiration-1

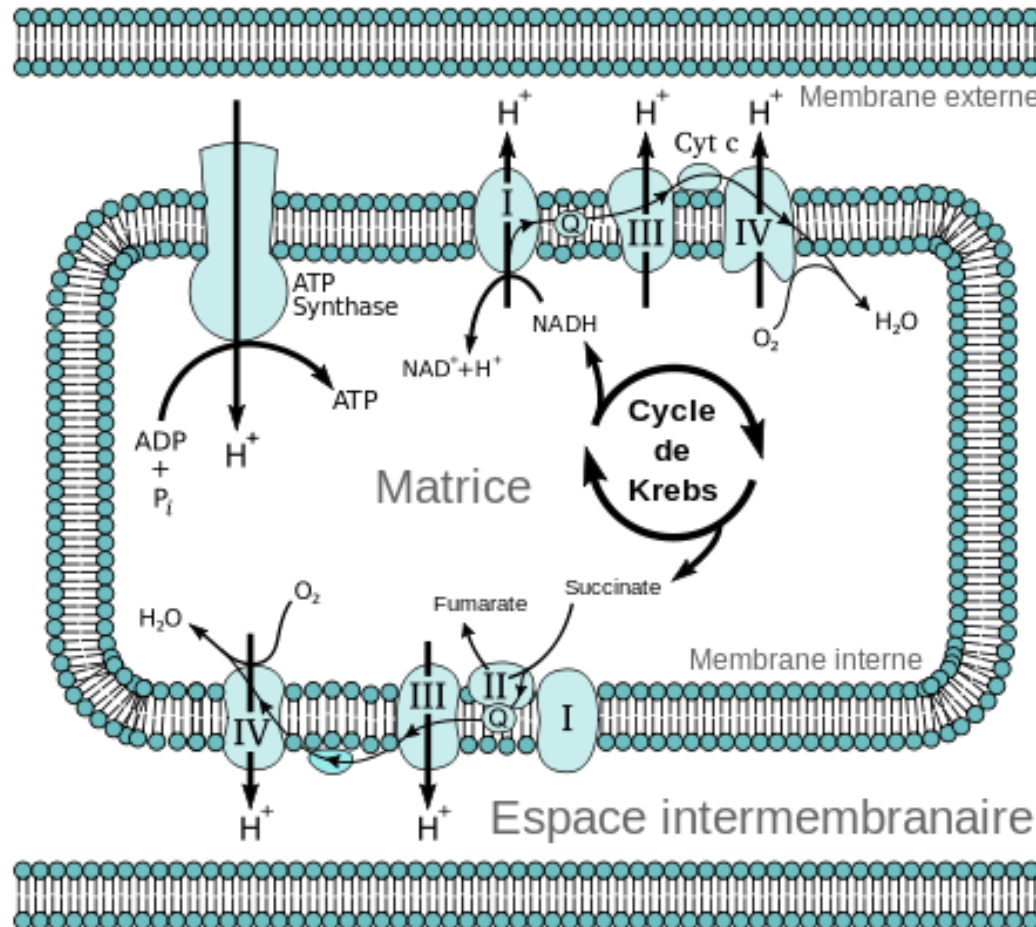
Pr Mohamed MERZOUKI

2019-2020



Respiration cellulaire et production d'ATP

L'oxygène est nécessaire à la production d'ATP



La respiration permet aux cellules de produire de l'énergie métabolique pour leur développement et leur activité

Parmi les nutriments utilisés par les cellules des animaux et des plantes, on compte les glucides (ose), les peptides (acides aminés) et les lipides (acides gras)

L'oxydant utilisé par les systèmes biologiques est l'oxygène moléculaire O₂.

Tout l'O₂ capté va être dédié à des fonctions métaboliques :

- Fonctions vitales (reins, cœur, cerveau)**
- Fonctions moins prioritaires (digestion, locomotion, reproduction, croissance)**

La solubilité de l'Oxygène dans l'eau

Dans l'eau, la solubilité de l'oxygène varie en fonction de la température de l'eau et de la pression atmosphérique.

Ainsi, l'eau froide peut contenir une concentration plus élevée d'oxygène dissous que l'eau chaude

Il existe deux principaux phénomènes par lesquels l'oxygène dissous se retrouve dans l'eau :

1. La photosynthèse
2. Les échanges avec l'atmosphère (absorption - évaporation)

1- La photosynthèse

La photosynthèse, libère de l'oxygène dans l'eau. Durant la nuit, la photosynthèse s'interrompt et la production d'oxygène s'arrête. Cette différence explique en grande partie les variations journalières en oxygène dissous.

2- Les échanges avec l'atmosphère

L'atmosphère terrestre contient 21 % d'oxygène ; c'est le plus grand réservoir planétaire de ce gaz vital. À l'interface air/eau, les molécules d'oxygène peuvent **diffuser** de l'air vers l'eau ou de l'eau vers l'air, selon le degré de saturation de l'eau en oxygène.

Cette **diffusion** est décrite par une la loi de **Henry**

Selon cette loi La solubilité d'un gaz dans un liquide dépend de la **température**, de la **pression partielle** du gaz en contact avec le liquide, dépend de la nature du solvant, dépend de la nature du gaz

La loi de Henry qui établit à l'équilibre les concentrations en gaz dissous dans un liquide s'écrit :

$$x_i = \frac{P_i}{H_i}$$

Avec

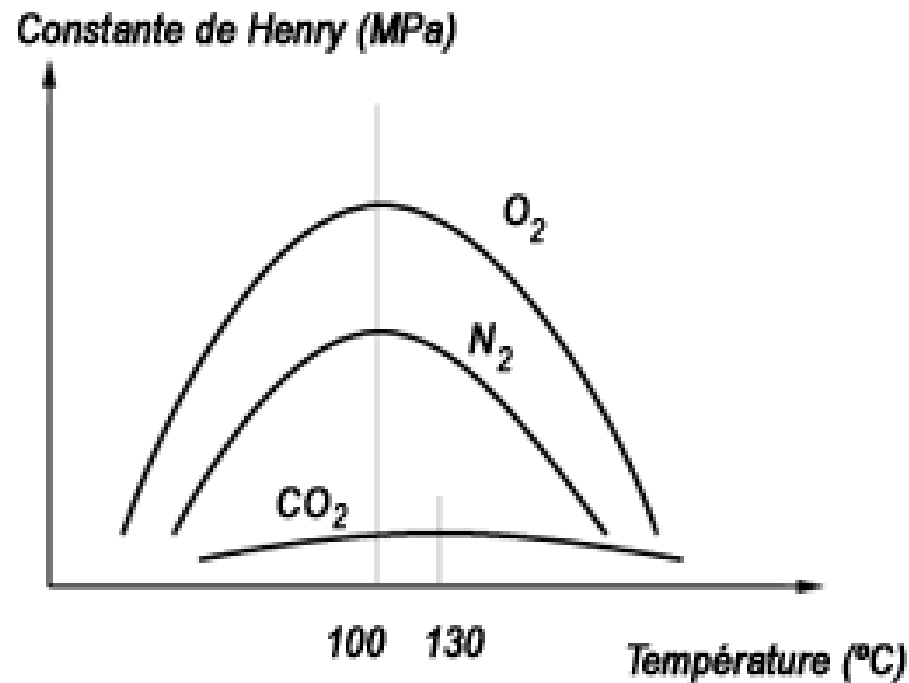
x_i : fraction molaire du gaz "i"

P_i : pression partielle du gaz "i" dans la phase gazeuse

H_i : Constante de Henry du gaz "i"

Constante de Henry en fonction de la température pour le dioxyde de carbone

H en MPa	O ₂	N ₂	CO ₂
20°C	4047	8146	142
80°C	7130	13100	456



On peut montrer à partir de la loi de Henry, que la concentration massique d'un gaz en solution peut s'exprimer par la relation :

$$C_i = \frac{P_i \times M_i \times N_T}{H_i}$$

Avec M_i : masse molaire du gaz "i".

N_T : nombre de moles d'eau contenues dans un litre d'eau (=55,6 mol.L⁻¹)

La solubilité peut être fournie en normaux litres de gaz sous pression de gaz pur.

Ainsi la solubilité d'un gaz dans l'eau de mer est-elle inférieure à celle dans l'eau douce en raison de la compétition entre le gaz dissout et les sels dissouts.

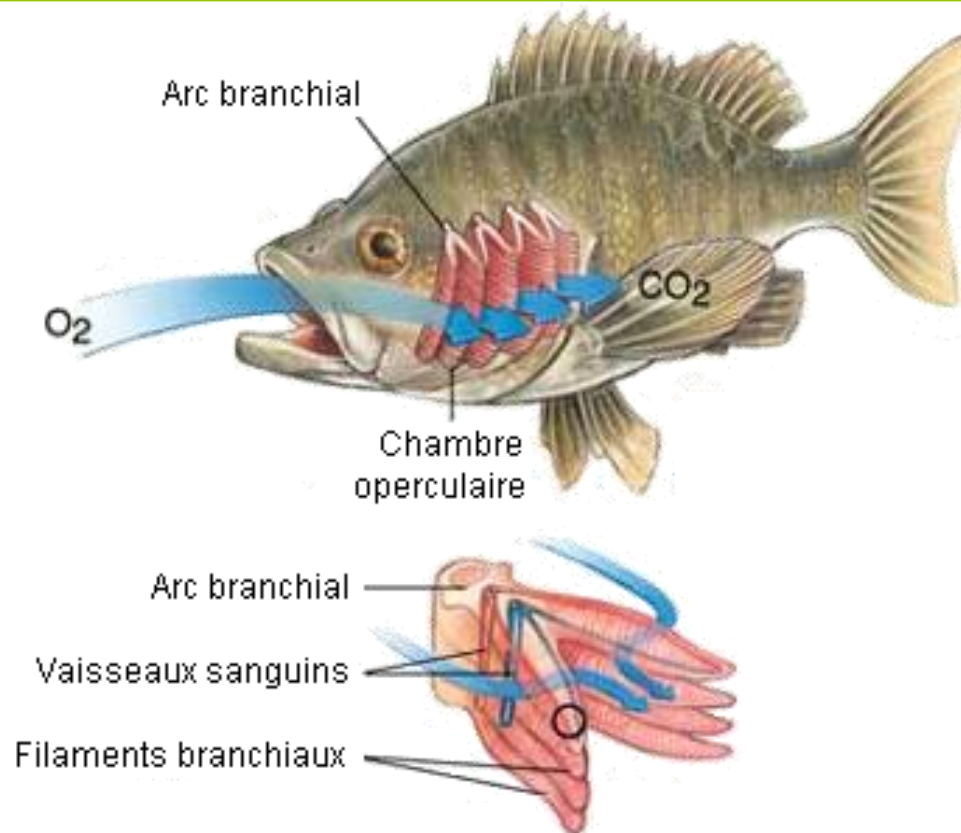
La respiration dans l'eau

L'oxygène a une faible solubilité dans l'eau, et dans les liquides / milieux (membrane biologique) en générale contrairement au CO₂ qui est un gaz ayant un coefficient de solubilité plus important.

L'eau est plus 60 fois plus visqueuse de l'air et 800 fois plus dense que l'air DONC le travail de ventilation à réaliser par les organismes est beaucoup plus coûteux en énergie.

En termes d'énergie, chez l'homme au repos le coup de la respiration va jusqu'à 2%, pour les Poissons il est varié de 5 à 30%.

Respiration branchiale est la plus efficace à extraire l'oxygène, il y a une très grande variabilité en termes d'efficacité chez les organismes aquatiques.

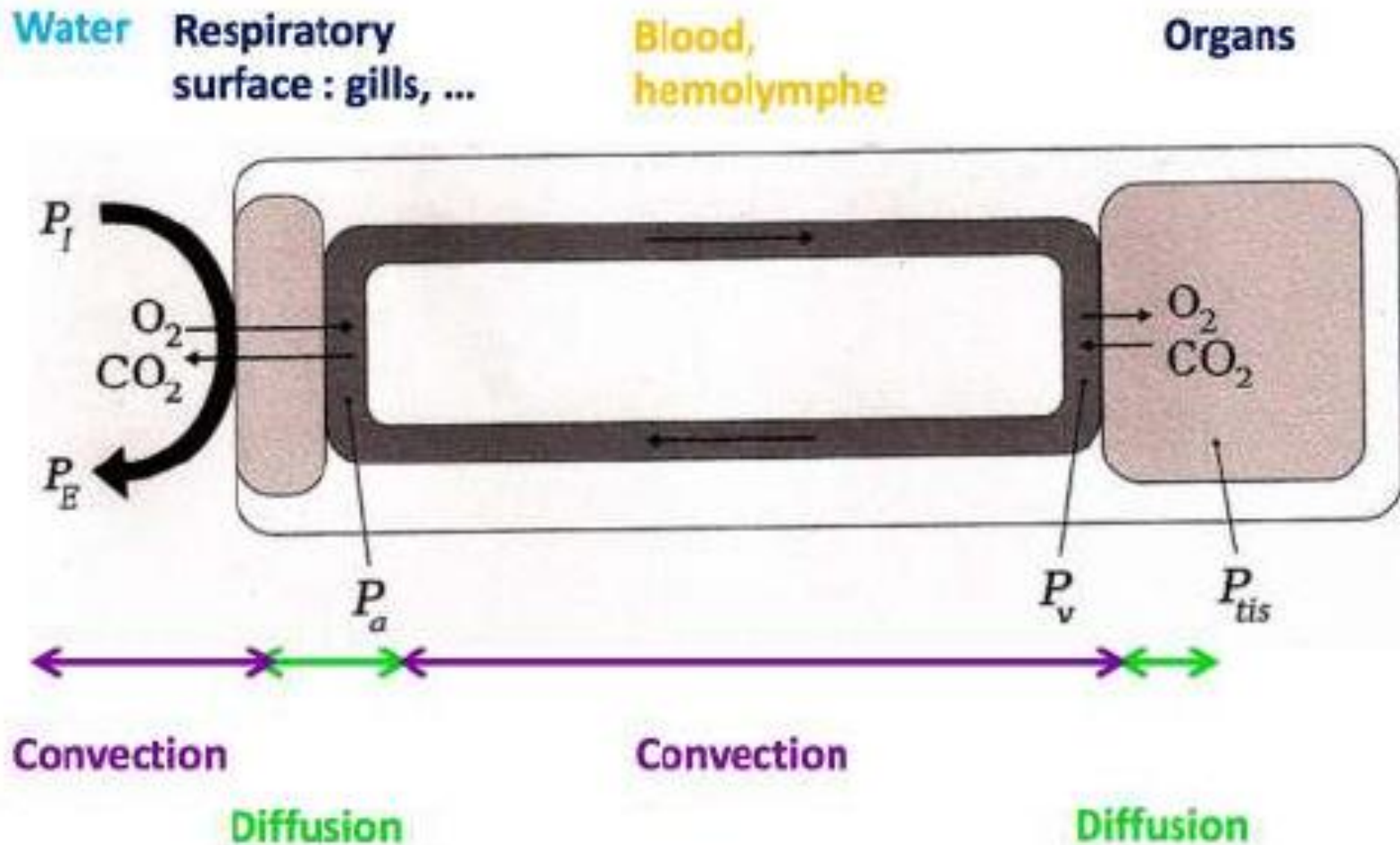


1. Transport en Oxygène

Depuis le milieu environnant jusqu'au organes les plus profond (mitochondrie), le transport de l'oxygène varie en fonction des organismes:

Chez les organismes les plus complexes on note 2 mécanismes (**convection** et **diffusion**), il y a une présence de surface respiratoire.

Chez les organismes les plus simples, il n y a pas d'appareil circulatoire et il n y a pas de surface respiratoire, l'O₂ entre selon le gradient de pression partielle en O₂ selon un mécanisme simple : **la diffusion**.



La diffusion :

La diffusion correspond au transport simple des gaz à travers l'échangeur respiratoire selon des gradients de pression partielle (le gaz passe du milieu où il est le plus concentré vers le milieu où il est le moins concentré). Les flux de gaz transférés par diffusion dépendent de la loi de Fick :

La convection

La convection correspond au transport des gaz par un fluide.

Il y a un système de convection **externe** et un système de convection **interne**.

La convection externe est assurée par les mouvements de la **bouche** et des **opercules** qui fonctionnent comme un système de double pompe. La pompe operculaire permet d'aspirer de l'eau par la bouche alors que la pompe buccale permet d'expulser l'eau par les fentes branchiales.

La convection interne est assurée par la circulation sanguine qui permet de transporter les gaz.

A la différence des érythrocytes des Mammifères, les globules rouges des poissons sont nucléés (ils conservent leur noyau cellulaire) et ils contiennent plusieurs types d'hémoglobines simultanément.

Pour les poissons, l'eau circule sur les lamelles branchiales dans la direction opposée à la circulation sanguine. Il s'agit donc d'un système à contre-courant qui facilite les échanges gazeux.

L'eau est progressivement en contact avec du sang de plus en plus désoxygéné alors que le sang est exposé à de l'eau de plus en plus oxygénée ce qui permet de maintenir un gradient de diffusion optimal. Grâce à ce système à contre-courant les branchies peuvent récupérer 70 à 90 % de l'oxygène dissous dans l'eau

