

SUJET : Transport des gaz respiratoires par le sang

Introduction :

- La **Respiration cellulaire** est une réaction chimique d'oxydoréduction qui fournit l'énergie nécessaire à une cellule pour fonctionner. Elle nécessite de l'O₂ (dioxygène) et rejette du CO₂ (dioxyde de carbone) = gaz respiratoires (GR) Chez les unicellulaires, les échanges de GR peuvent s'effectuer à travers la membrane plasmique.
 - Le **sang** est un tissu conjonctif liquide endigué dans les vaisseaux. Il est composé d'une matrice liquide (le plasma – 55% en V) et de cellules (hématies, leucocytes, plaquettes - 45%).

Problématique :

Quels sont les mécanismes permettant aux organismes multicellulaires de transporter efficacement les GR ? Chez la plupart des Vertébrés, le transport des GR se fait par le sang.

I- Le transport des GR sous forme dissoute

- 1- **Dissolution d'O₂ et de CO₂ dans le plasma** (faible solubilité de l'O₂ : 3mL par litre de sang soit 1,5% du total alors que forte solubilité de CO₂ : 40 à 50 mL CO₂ par litre de sang soit 10% du total).
- 2- **Dissolution du CO₂ en acide carbonique** (Grâce à l'anhydrase carbonique des hématies : $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$: transport de 70% du CO₂; Sortie des HCO₃⁻ de l'hématie et entrée de Cl⁻ + entrée d'eau : **effet Hamburger**)

II- Le transport des GR par des protéines

- 1- **Transport du CO₂ sous forme carbamine** (pour les 10 à 20% restants du CO₂, le transport se fait par condensation sur les groupements aminés de toutes les protéines sériques : albumines, globulines mais aussi Hb).
- 2- **Transport spécialisé de l'O₂ par l'Hb** (Représente 98% du transport d'O₂ Forme sigmoïde de la courbe de fixation : **effet coopératif** - Fixation sur le fer de l'hème, modification de la structure et stabilisation).
- 3- **Le relai vers d'autres transporteurs** (Myoglobine)

III- La régulation du transport des GR

- 1- **Régulation par les GR eux-mêmes** (**Effet Bohr** et **Effet Haldane**).
- 2- **Régulation par d'autres mécanismes chimiques** (une augmentation de température favorise le relâchement d'O₂ – au niveau des tissus ; le 2,3 BPG est un régulateur allostérique négatif qui diminue l'affinité de l'Hb pour O₂)

Mots clés : transport, gaz respiratoires (O₂ et CO₂), sang, plasma, hématie, hémoglobine, gradient de concentration, pression partielle, coopération positive, affinité, myoglobine, réserve d'O₂, effet Bohr, effet Hamburger, effet Haldane, 2,3BPG, ions hydrogénocarbonates, transport plasmatisque, carboxyhémoglobine, anhydrase carbonique.

Conclusion et ouvertures :

- **Mammifères marins, oiseaux :** réserve d'O₂ lors des apnées (ex des oies et canards à viande plus rouge : Myoglobine = réserve) ;
- **Fœtus :** Hb fœtale permet au sang fœtal une extraction de l'O₂ maternel en absence de différence de pression partielle ;
- **Altitude :** augmentation hématurite et 2,3BPG donc P50 augmente donc O₂ libéré dans les tissus. Adaptation à l'altitude : ex des lamas : Hb peut se saturer en O₂ à des valeurs de PO₂ plus faibles
- **Danger :** Monoxyde de carbone : CO : forte affinité : P50 faible

ILLUSTRATIONS

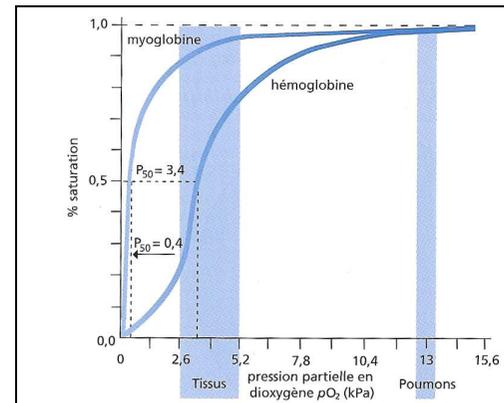


Figure 16.4 Courbe de saturation en dioxygène de l'hémoglobine et de la myoglobine en fonction de la pression partielle en O₂.

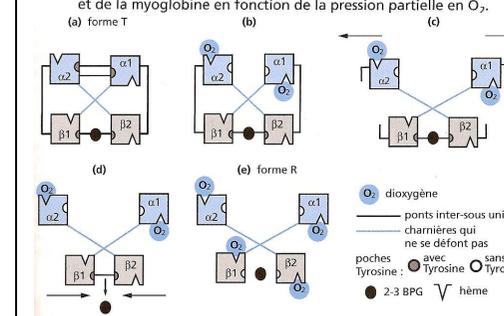


Figure 16.3 Transition allostérique de l'hémoglobine.

(a) forme désoxy-hémoglobine liaisons multiples, forme T (tendue) ; (b) fixation difficile du 1^{er} O₂ sur α1, rupture des ponts inter-α, fixation facilitée du 2^e O₂ sur α2, rupture des derniers ponts inter-α ; (c) écartement des chaînes, rupture des ponts inter α-β1 et inter α1-β2 ; (d) rapprochement des chaînes β, expulsion du 2,3 bisphosphoglycérate de la logette centrale, forme R (relâchée) ; (e) rupture de la liaison entre les 2 tyrosines et fixation facilitée des 2 derniers O₂.

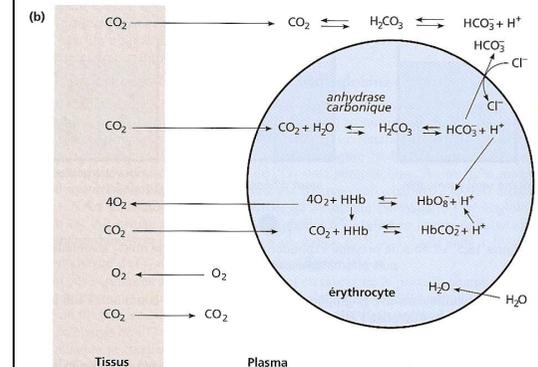
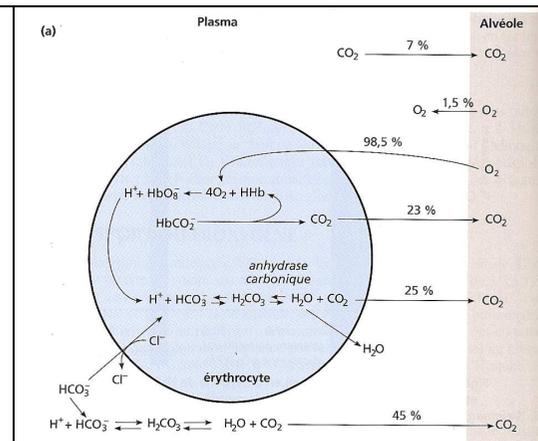


Figure 16.6 les échanges gazeux respiratoires. (a) au niveau pulmonaire ; (b) au niveau tissulaire.

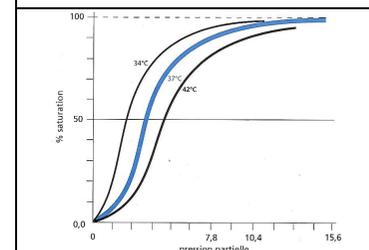


Figure 16.7 Effet de la température sur l'affinité de l'hémoglobine pour l'O₂.

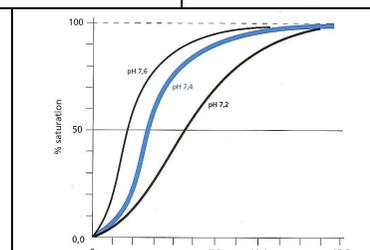


Figure 16.8 Effet du pH sur l'affinité de l'hémoglobine pour l'O₂.

