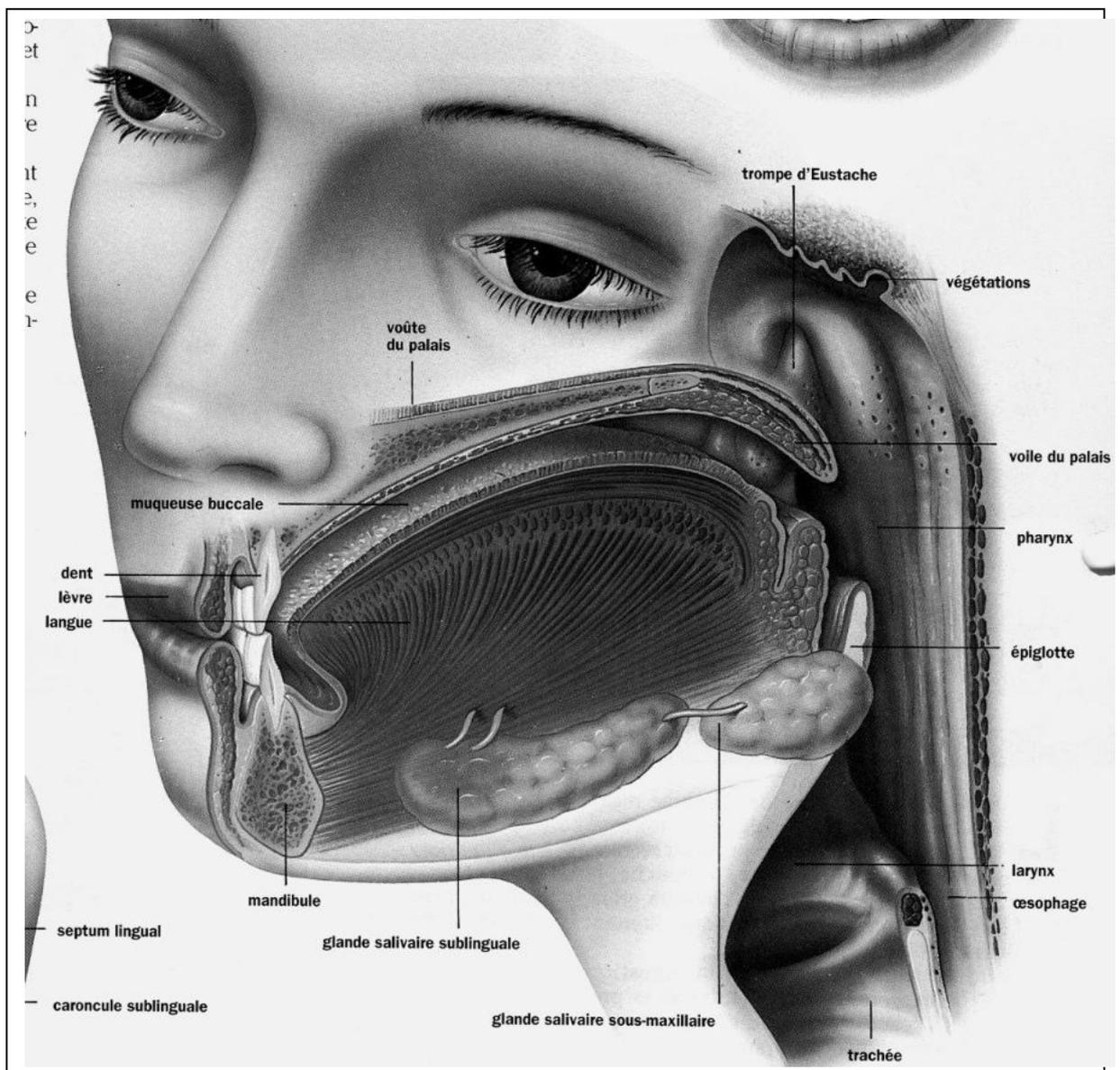


De l'altitude pour les sportifs, un luxe ?

1. Anatomie du système respiratoire

Le système respiratoire comprend d'une part, *les voies respiratoires* qui conduisent l'air atmosphérique aux poumons, et d'autre part *les poumons*.



1.1 LES VOIES RESPIRATOIRES

Les fosses nasales sont deux cavités situées après les narines. En les traversant, l'air s'échauffe, s'humidifie et se débarrasse d'une partie des poussières qu'il contient.

Le pharynx, carrefour commun aux voies digestive et respiratoire.

Le larynx (ou pomme d'Adam) renferme deux replis membraneux, les cordes vocales

La trachée, gros tube muni d'anneaux cartilagineux incomplets. La paroi interne de la trachée est tapissée de nombreux cils englués de mucus dont le rôle est de retenir les poussières de l'air inspiré.

Les deux bronches, ramifications de la trachée:

Chaque bronche, en pénétrant dans un poumon, se ramifie en une multitude de bronchioles.

Chaque bronchiole se termine par un sac bosselé, la vésicule pulmonaire;

Chaque vésicule pulmonaire est un ensemble de "bosses", **les alvéoles pulmonaires**.

Le réseau d'alvéoles pulmonaires

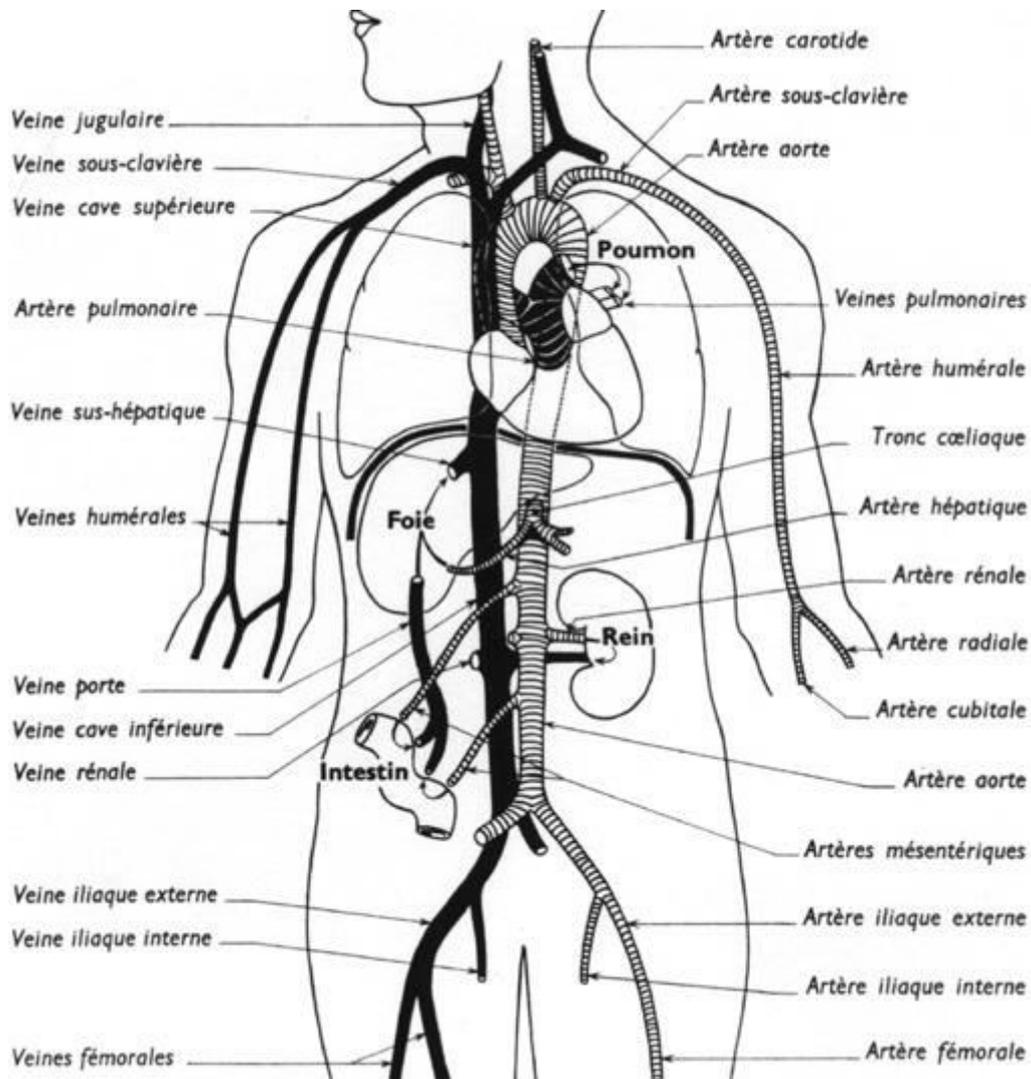
présente une surface d'échanges très étendue entre le sang et l'air (environ 200 m²) ; permet les échanges gazeux entre l'air et le sang grâce à une paroi alvéolaire fine, humide et bien vascularisée.

1.2 LES POUMONS

Au nombre de deux, ce sont des organes mous et spongieux, reposent sur le diaphragme. Ils sont enveloppés d'une double membrane, **la plèvre**. L'un des deux feuillets de la plèvre adhère intimement au poumon, l'autre colle à la cage thoracique et au diaphragme.

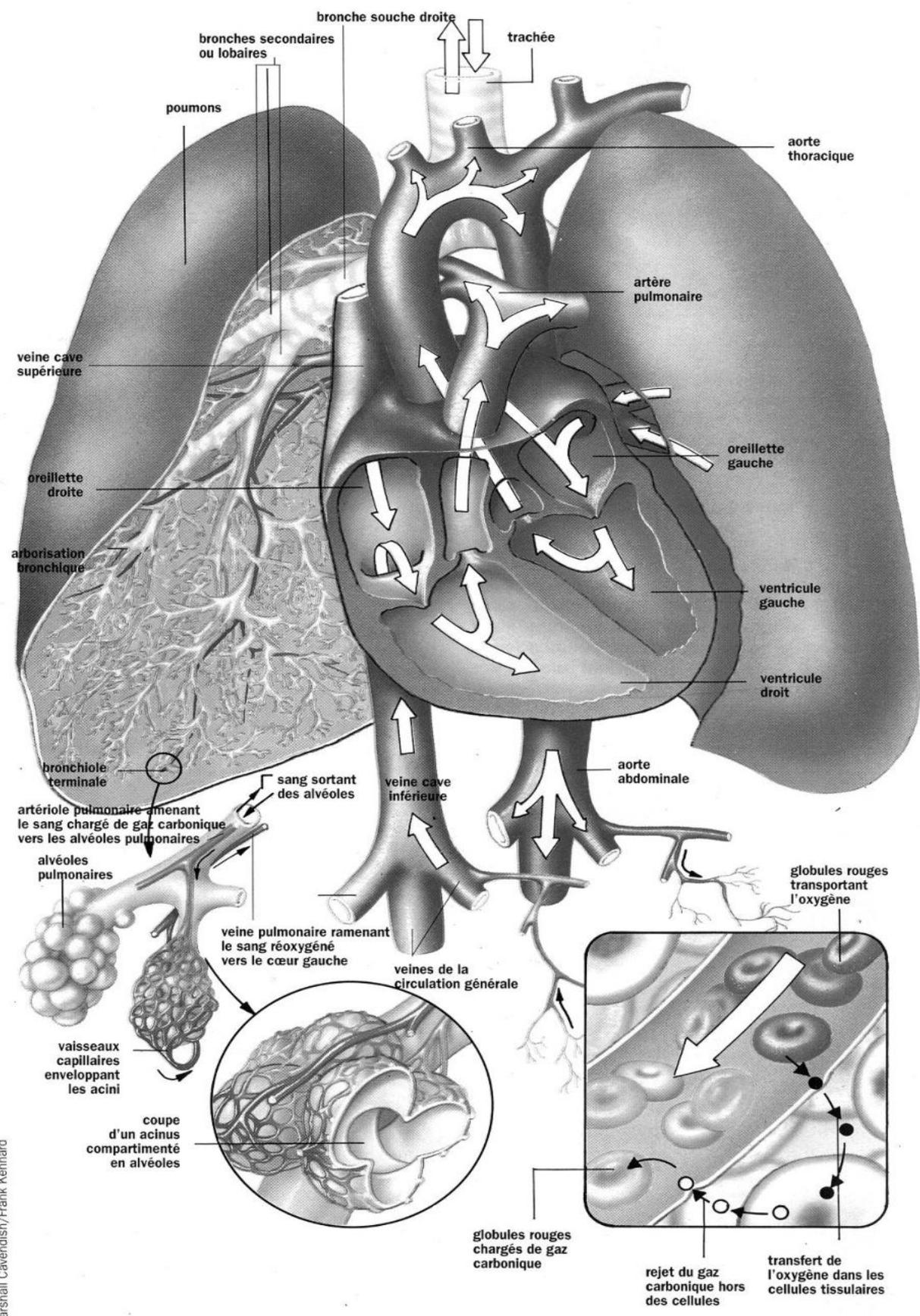
2. Anatomie du système circulatoire

Le système circulatoire comprend d'une part, *un ensemble de vaisseaux sanguins* dans lesquels le sang circule, et d'autre part, une pompe, *le cœur* assurant cette circulation.



Le sang part du cœur en empruntant les **artères** puis les **artérioles**, il traverse le **réseau capillaire** soit au niveau des poumons (**petite circulation** ou **circulation pulmonaire**), soit au niveau des autres organes (**grande circulation** ou **circulation systémique**), puis il retourne au cœur par les **veinules** puis les **veines**.

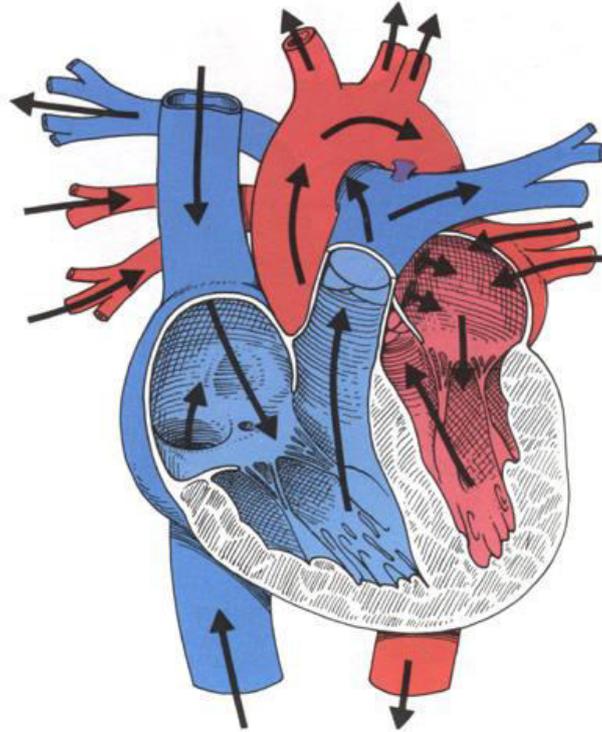
Les artères sont donc des vaisseaux sanguins qui vont du cœur vers les organes, les veines ramenant inversement le sang des organes vers le cœur.



Marshall Cavendish/Frank Kennard

2.1 LE CŒUR

C'est un muscle creux situé dans la cage thoracique entre les deux poumons. Il est formé de deux parties indépendantes, la gauche et la droite, qui ne communiquent pas entre elles. Chacune de ces deux parties comprend deux cavités, *une oreillette et un ventricule*, qui communiquent entre elles.



2.2 LES VAISSEAUX SANGUINS

Ils comprennent *les artères, les capillaires et les veines*

Les artères ont une paroi épaisse et élastique. Elles restent béantes lorsqu'elles sont sectionnées. Elles se ramifient en *artérioles* et celles-ci en *capillaires*.

Les capillaires sont les vaisseaux sanguins les plus fins. Ils ont une paroi très mince (une seule couche de cellules). Ils forment, à l'intérieur des organes, un réseau de plusieurs milliers de km.

Les vaisseaux capillaires assurent la jonction entre les artérioles et les veinules.

Les veines proviennent de la réunion de veinules, elles ont une paroi mince et peu élastique. Elles sont flasques et s'écrasent lorsqu'elles sont sectionnées.

3. La circulation sanguine

Suite à la contraction des ventricules, le sang quitte:

le ventricule gauche par *l'artère aorte*. Celle-ci distribue le sang dans tout le corps.
le ventricule droit par *l'artère pulmonaire*. Celle-ci véhicule le sang jusqu'aux poumons.

Arrivé dans les différents organes, le sang y circule à l'intérieur des capillaires.
Après échanges entraînant une modification de sa composition, le sang retourne au cœur.

par *les veines caves* (pour l'ensemble du corps) dans l'oreillette droite;
par les veines pulmonaires (pour les poumons) dans l'oreillette gauche.

Suite à la contraction des oreillettes, le sang est propulsé dans les ventricules.

Le sens de la circulation du sang est déterminé par la présence de valvules situées.

- entre les oreillettes et les ventricules;
- entre les ventricules et la base des artères aorte et pulmonaire;
- dans les veines des membres inférieurs.

4. Systèmes respiratoire et circulatoire : lien

Le système circulatoire pénètre dans les poumons et s'y ramifie. Le sang, pauvre en dioxygène O₂ mais riche en dioxyde de carbone CO₂ venant du ventricule droit pénètre dans chacun des deux poumons par une artère pulmonaire.

Dans chaque poumon, la bronche et l'artère pulmonaire se ramifient parallèlement pour donner naissance à un réseau d'alvéoles entouré d'un réseau de capillaires. ***C'est à ce niveau que s'établissent les échanges entre l'air alvéolaire et le sang des capillaires.***

En effet, les vaisseaux capillaires sont les seuls vaisseaux à permettre ces échanges. Leurs parois très fines se laissent traverser par les gaz et, leur très faible diamètre, en ralentissant le passage du sang, facilite les échanges.

Les vaisseaux capillaires se rejoignent pour former des veinules, qui à leur tour se regroupent en quatre gros vaisseaux, les veines pulmonaires.

Les veines pulmonaires relient les poumons au cœur: elles ramènent le sang - riche en dioxygène et appauvri en dioxyde de carbone - vers le cœur, et plus précisément, dans l'oreillette gauche.

5. Composition du sang

Le sang est un mélange homogène constitué de cellules (*globules rouges et blancs*) et de fragments cellulaires (*plaquettes sanguines*) baignant dans un liquide, *le plasma*.

Notre corps en contient environ 5 litres.

L'hématocrite est le rapport entre le volume occupé par les globules rouges et le volume sanguin total.

Ce rapport, exprimé en pourcentage, est d'environ 45% chez l'adulte

Les globules rouges ou hématies sont des cellules particulières: elles sont dépourvues de noyau. Leur forme est celle d'un disque aminci au centre: leur diamètre est d'environ $8\mu\text{m}$; leur épaisseur est d' $1\mu\text{m}$ au centre et de $2,5\mu\text{m}$ sur les bords.

Leur nombre est d'environ 5.000.000 par mm^3 de sang

Notre corps produit chaque seconde environ 2.400.000 globules rouges pour remplacer ceux qui se brisent ou sont détruits dans les mêmes proportions.

La production de globules rouges se fait au niveau de la moelle rouge de certains os, notamment, le sternum, les os du bassin et le fémur.

Après 3 à 4 mois de vie, les globules rouges sont détruits par le foie et la rate.

Les globules rouges sont de véritables « sacs à hémoglobine ». Chaque globule rouge contient 300 millions de molécules d'hémoglobine.

Le rôle de ce pigment rouge est de transporter l'oxygène O_2 des poumons aux organes qui en ont besoin: l'oxygène gazeux se fixe sur la molécule d'hémoglobine lorsqu'il est abondant (au niveau des poumons où arrive l'air frais inspiré).

6. Transport des gaz respiratoires

Au niveau des poumons, des molécules de dioxygène O_2 pénètrent par diffusion dans le sang. Elles se fixent immédiatement sur des molécules d'hémoglobine pour former des molécules d'oxyhémoglobine

L'oxyhémoglobine donne au sang sa couleur rouge vif.

Au niveau des cellules, les molécules d'oxyhémoglobine libèrent les molécules de dioxygène qui diffusent dans les cellules, le sang prend une couleur rouge foncé:

Au niveau des cellules, des molécules de dioxyde de carbone CO_2 pénètrent, par diffusion, dans le sang. Le dioxyde de carbone est transporté par le plasma (75%) et par les globules rouges (25%) :

Au niveau des poumons, le plasma libère le dioxyde de carbone

7. But de la respiration

Le sang, enrichi en dioxyde de carbone CO₂, circule - via le cœur - vers les poumons.

Respirer, c'est transformer l'énergie chimique contenue dans les nutriments.

Chaque cellule respire: elle transforme l'énergie contenue dans les nutriments en d'autres formes d'énergie (mécanique, thermique...) et ce, grâce au dioxygène.

Ces transformations s'accompagnent d'une production de **déchets** (dioxyde de carbone, eau...).

Le nutriment le plus utilisé est un sucre, le glucose.

Le rôle du sang est d'assurer le transport du dioxygène (venant du système respiratoire) et des nutriments (venant du système digestif) vers les cellules et de reprendre les déchets pour les rejeter, notamment, via le système respiratoire.

Le rôle du système respiratoire est de constituer une porte d'entrée pour le dioxygène et de sortie pour le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau.

Les mouvements respiratoires, l'inspiration et l'expiration, ont pour effet de renouveler l'air alvéolaire: c'est la ventilation pulmonaire.

Lors de l'inspiration, le volume de la cage thoracique augmente (contraction de muscles), les poumons suivent passivement et de l'air y entre (air inspiré).

A l'expiration, le volume de la cage thoracique diminue (relâchement de muscles), les poumons suivent et de l'air en sort (air expiré).

Homme et son environnement

1. L'Homme en altitude

La pression atmosphérique diminue avec l'altitude. Cette diminution s'explique par la raréfaction de l'air.

L'air étant un mélange, cela signifie que le nombre de molécules de chacun de ses constituants diminue: *la quantité de dioxygène qui diffuse des poumons vers le sang est donc réduite.*

En **altitude**, chaque individu subit une "crise" liée au manque de dioxygène, *le mal des montagnes*. Celui-ci débute déjà à une altitude d'environ 1000 m et devient sévère dès 3000m

Cette crise se manifeste notamment par:

- une **ventilation pulmonaire plus rapide et plus profonde** (le volume d'air inspiré par minute augmente);
- des réactions circulatoires: **le cœur bat plus vite**: il y a plus de sang transporté par minute dans le corps
- **des troubles du comportement** (euphorie, troubles intellectuels, malaises...).

Après quelques jours, le corps s'adapte:

- la ventilation pulmonaire et les battements cardiaques se régularisent.
- le **nombre** de globules rouges dans le sang augmente. Dans les populations de hautes montagnes (Tibet, Andes...), le nombre de globules rouges par mm³ de sang peut atteindre 8.000.000.

C'est une hormone d'origine rénale, ***l'érythropoïétine ou E.P.O*** qui permet cette adaptation. ***Elle stimule la production de globules rouges au niveau de la moelle rouge des os.***

Une hormone est une substance sécrétée par une glande: cette substance véhiculée par le sang agit sur des organes cibles.

2. Bénéfice de l'altitude

Lors d'un retour à une altitude proche du niveau de la mer, les différentes adaptations vont disparaître progressivement (plusieurs semaines à plusieurs mois).

Toute activité physique est liée à la production d'énergie par les cellules. Cette production est dépendante de la quantité de dioxygène disponible.

Si le nombre de globules rouges augmente, la quantité de dioxygène transporté par le sang vers les cellules augmente également: l'énergie produite est plus importante.

C'est ce bénéfice que recherchent les sportifs lors de stages prolongés en altitude.

Education et santé

1. Hygiène des systèmes respiratoire et circulatoire

1.1 DROGUES CHEZ LES SPORTIFS

La prise d'E.P.O. rentre dans le cadre général du dopage. Pouvant être fabriquée en laboratoire, cette hormone permet d'augmenter sensiblement les performances dans les sports d'endurance. Elle *augmente l'oxygénation musculaire par élévation du nombre de globules rouges du sang.*

De plus, cette substance remporte un large succès auprès des sportifs car elle est très efficace et difficile à détecter (coût très élevé et plusieurs jours d'analyse). Seules des analyses sanguines permettent d'identifier indirectement la présence d'E.P.O. : en cyclisme, si l'hématocrite dépasse 50 %, le sportif est déclaré inapte au travail.

La prise d'E.P.O. est dangereuse: en épaississant le sang, elle peut provoquer la formation de caillots et créer ainsi des accidents vasculaires cérébraux ou des infarctus. L'E.P.O. favorise également les poussées de tension artérielle.

1.2 INHALATION DE SUBSTANCES TOXIQUES

1.2.1 Le tabac

Les problèmes posés par le tabac sur la santé sont provoqués par l'inhalation des fumées provenant de la combustion du tabac.

La fumée de tabac est un mélange de substances dont quelques unes sont extrêmement dangereuses pour la santé, notamment, les goudrons, la nicotine et le monoxyde de carbone.

Les goudrons sont responsables de la fréquence des cancers non seulement des voies respiratoires et des poumons mais aussi de la langue, des lèvres ...

La nicotine est une substance très toxique, une drogue qui crée chez le fumeur une dépendance.

Le monoxyde de carbone, en se *fixant de manière irréversible sur l'hémoglobine, diminue la quantité de dioxygène transporté par le sang et donc l'oxygénation des cellules.*

En plus de la dépendance et des risques accrus de développer différents cancers, le tabac est encore responsable de la bronchite chronique, de troubles cardio-vasculaires (angine de poitrine, infarctus du myocarde...)...

La fumée de tabac n'est pas seulement nocive pour le fumeur mais aussi pour son entourage puisqu'il pollue l'air que les autres respirent.

Il n'y a aucune amélioration à fumer des cigarettes "light" à faible teneur en goudron et en nicotine: le fumeur a tendance à augmenter sa consommation de telle façon qu'il absorbe quotidiennement les mêmes doses.