

**A – DEFINITION**

L'hypoxie est la **diminution de la quantité d'oxygène distribuée aux tissus** par le sang dans l'unité de temps. Elle exprime donc une baisse de débit d'oxygène fourni aux différents organes du corps. Elle est la conséquence de l'hypoxémie qui est la diminution de la quantité d'oxygène dissoute dans le sang.

Pour comprendre l'intérêt porté à l'hypoxie, il faut savoir que l'oxygène (O<sub>2</sub>) est un élément chimique indispensable au fonctionnement des cellules du corps. Certains organes, comme le cerveau, s'accommodent très mal du manque d'oxygène.

**B – L'HYPOXIE D'ALTITUDE**

Les causes d'hypoxie sont nombreuses, le plus souvent morbides (en rapport avec une maladie) ou accidentelles. Le cas particulier de l'hypoxie d'altitude, qui peut être considérée comme une cause « naturelle » d'hypoxie, concerne les pilotes ainsi que les alpinistes.

**□ LA COMPOSITION DE L'ATMOSPHERE**

Nous savons que l'air atmosphérique est composé de :

- 78% d'azote
- 21% d'oxygène
- 1% de gaz rares

Ce qui est remarquable, c'est que cette proportion reste **CONSTANTE** quelle que soit l'altitude.

Ce qui veut dire que la raréfaction des molécules d'air, qui s'aggrave avec l'altitude, s'accompagne d'une raréfaction tout aussi importante des molécules d'oxygène. On dit que la « **pression partielle d'oxygène** » diminue avec l'altitude.

**□ LE TRANSPORT DE L'OXYGENE DANS LE SANG**

L'oxygène de l'air est capté, grâce à la respiration, au niveau des **alvéoles pulmonaires**. A la manière des taxis qui chargent les voyageurs au fur et à mesure qu'ils sortent de la gare (si l'on considère que l'alvéole pulmonaire est une gare), les **globules rouges**, qui circulent dans les vaisseaux sanguins (comme les taxis le font dans les rues), chargent les molécules d'oxygène : chaque globule rouge se charge d'emporter une molécule d'oxygène, en la fixant sur son siège spécial qui porte le joli nom d'**hémoglobine**.

Une fois chargé, le globule rouge transporte sa molécule d'oxygène là où l'organisme en a besoin, c'est-à-dire dans chaque cellule du corps. C'est une sacrée tournée à réaliser ! On comprend pourquoi les globules rouges sont nombreux à circuler dans le sang ... et qu'ils n'arrêtent jamais leurs allers-retours entre les alvéoles pulmonaires et les organes du corps, relancés plusieurs fois par minute par la pompe cardiaque.

**Quand la quantité d'oxygène de l'air diminue**, c'est comme quand les voyageurs qui prennent un taxi sont plus rares. Il y a des globules rouges qui « tournent à vide » ... et ça râle au niveau des cellules du corps qui se plaignent de ne pas être approvisionnées correctement. Cela se manifeste par **les symptômes de l'hypoxie** dont la gravité augmente avec le manque d'oxygène.

Pour rentabiliser leurs trajets, les globules rouges prennent aussi des passagers pour revenir vers les alvéoles pulmonaires. Ce sont les molécules de **dioxyde de carbone** (CO<sub>2</sub>). Le dioxyde de carbone est largué au niveau des alvéoles pulmonaires (pour être expiré) ce qui libère la place pour prendre une molécule d'oxygène.

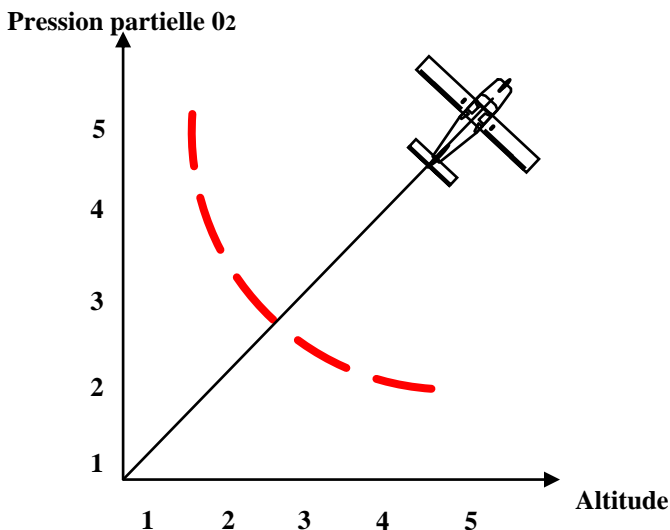
Tout ce système s'est adapté au cours de l'évolution de l'Espèce pour que la quantité d'oxygène absorbée, la quantité de dioxyde de carbone expulsée et le nombre des globules rouges en circulation correspondent à la pression partielle d'oxygène qui règne à la surface de la Terre, et au plus à quelques centaines de mètres d'altitude.

Il est alors évident que l'organisme du pilote, qui peut voler à plusieurs milliers de mètres, n'est pas préparé pour cela.

❑ LE MECANISME DE L'HYPOXIE D'ALTITUDE

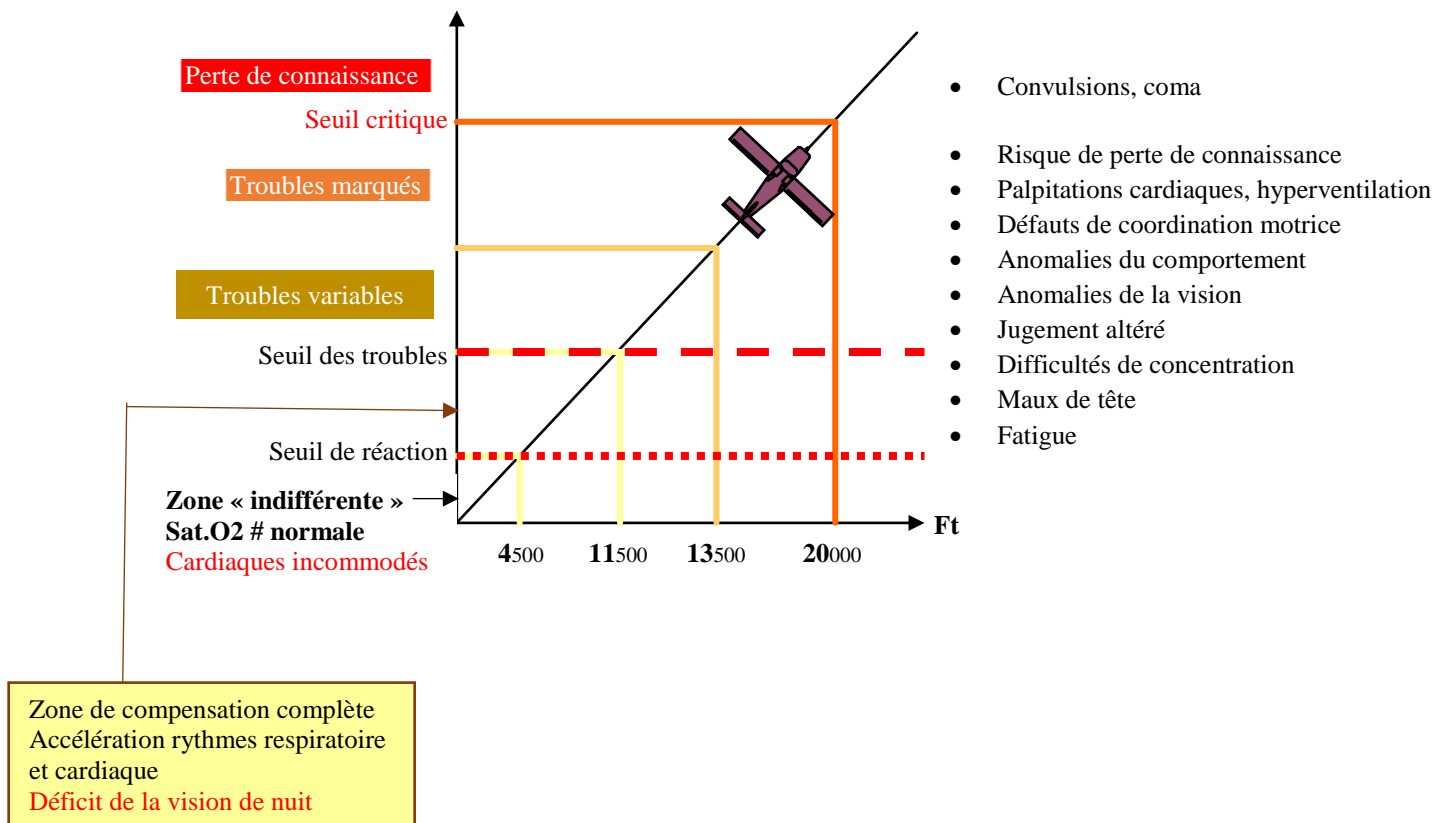
Si la quantité d'oxygène dans le sang diminue au fur et à mesure que l'on prend de l'altitude (on dit que la saturation en oxygène du sang diminue), la quantité de dioxyde de carbone dans le sang reste pratiquement constante (en fait, elle diminue légèrement), ce qui n'entraîne aucune réaction « alarmante » de l'organisme qui a prévu de pouvoir détecter une intoxication au CO<sub>2</sub> mais pas que l'Homme aille se balader dans les couches de l'atmosphère où l'oxygène est plus rare !

Il en résulte que l'installation de l'hypoxie d'altitude est sournoise et s'installe insidieusement à l'insu du pilote.



❑ LES SYMPTOMES DE L'HYPOXIE D'ALTITUDE

Ce schéma décrit les symptômes de l'hypoxie d'altitude (à titre d'information).



## ❑ LES FACTEURS DE TOLERANCE DE L'HYPOXIE D'ALTITUDE

Ils sont variables d'un individu à l'autre en raison d'une **susceptibilité individuelle** au mécanisme d'hypoxie.

Il existe **des facteurs retardant l'apparition** des mécanismes de l'hypoxie d'altitude :

- L'adaptation : habitants de haute montagne, sportifs entraînés
- L'âge : le nouveau-né est résistant à l'hypoxie en raison de la qualité de son hémoglobine
- L'alimentation riche en sucre et en vitamine B et C

Il existe aussi **des facteurs aggravants** les manifestations de l'hypoxie :

- La durée de vol en altitude
- L'âge : la tolérance diminue après 45 ans
- L'alimentation riche en graisse
- L'alcool et le tabac
- Le manque de sommeil
- Les températures extrêmes
- Le travail musculaire et les facteurs de charge
- Les maladies intercurrentes (grippe, fièvre, ...)

## ❑ QUELLE EST LA SOLUTION POUR VOLER SANS RISQUER L'HYPOXIE D'ALTITUDE ?

Il faut faire en sorte que la pression partielle d'oxygène reste supérieure au seuil d'apparition des troubles.

C'est ce qui se passe dans les avions dont les cabines sont « pressurisées ».

La pressurisation nécessite des dispositifs complexes d'étanchéité de la cabine (hublots, portes, trappes, ...), d'approvisionnement et de recyclage de l'air chargé d'oxygène.

Ces dispositifs sont lourds et onéreux car ils nécessitent une maintenance régulière.

C'est pourquoi on ne les trouve que dans les avions sophistiqués comme les avions de ligne ou d'affaire et les avions militaires.

Pour l'aviation légère, la réglementation impose d'emporter des bouteilles d'oxygène et des masques respiratoires pour l'équipage et les passagers dès qu'un vol en altitude est prévu pendant plus de 30 minutes au-dessus du niveau de vol 120 (12 000 ft au calage 1013 hPa).