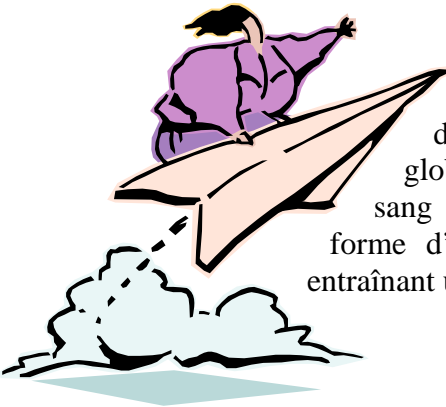


L'hypoxie d'altitude



L'être humain a besoin d'oxygène (O²) pour vivre. Cet O² contenu dans l'air est transporté par l'hémoglobine, contenue dans nos globules rouges et constituant notre sang. Si l'apport d'O² diminue, le sang transportera moins d'oxygène aux tissus, c'est l'HYPOXIE, une forme d'asphyxie de notre organisme et des tissus qui le composent entraînant une souffrance cellulaire en particulier au niveau cérébral

Un peu de physique

Pour s'informer sur les effets de l'altitude on peut « sauter » ces quelques lignes de théorie pour *un direct* sur « les effets de l'hypoxie sur le pilote » mais si l'on souhaite en comprendre les effets, il faut nous souvenir de quelques notions de physique simple sur les pressions des gaz respirés en rappelant ci-après la **Loi de Dalton**

"A température donnée, la pression absolue d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles qu'auraient ces gaz s'ils occupaient seuls le volume total".

Autrement dit, la pression partielle d'un gaz « Pp » est celle qu'aurait ce gaz s'il occupait seul un volume considéré **ou encore** La pression partielle d'un gaz dans un mélange gazeux est égale au produit de la pression totale du mélange par sa concentration

Pp= (pression en hectopascal) x (le pourcentage de ce gaz dans le mélange respiré)

Concrètement, L'air est constitué d'azote (N²), d'oxygène (O²), de gaz carbonique (CO²) et de gaz rares. Cet air est respiré à pression ambiante et dépend donc de l'altitude ...mais également du QNH. Mais simplifions notre bon air, pour le réduire à ses 2 composants essentiels, l'oxygène et l'azote dans des proportions respectives et arrondies de 20 et 80%. Au 1013, la Pression partielle d'oxygène PpO² serait donc de 1013 x 20% soit 202,6 hPa et la PpN² de 1013 x 80% soit environ 810,4 hPa. Si la pression au niveau de la mer est au 1030 ou au 900, la pression partielle d'oxygène respiré va varier considérablement ... un petit calcul pour vous en convaincre :

Au QNH	1030	PpO ² = 1030 x 20% = 206	hPa
Au	1013	PpO ² = 1013 x 20% = 202,6	hPa
Au QNH	980	PpO ² = 980 x 20% = 196	hPa

...à condition bien sur de rester au niveau de la mer. Mais si l'on s'élève, la pression ambiante diminuant avec l'altitude (confers les tables d'altitude pression du manuel du pilote privé), nous atteindrons plus rapidement des pressions partielles d'oxygène dangereuses par QNH bas.

Quelques valeurs de pression partielle en O² et en N² en altitude pression

Pressions Partielles ↓	Au niveau de la mer (1013 hPa)	à 8000 pieds (~ 750 hPa)	à 12000 pieds (~ 650 hPa)
En Oxygène, PpO ² =	1013 x 20% ~ 200 hPa	750 x 20% ~ 150 hPa	650 x 20% ~ 130 hPa
En Azote, PpN ² =	1013 x 80% ~ 800 hPa	750*80% ~ 600 hPa	650*80% ~ 520 hPa
Pression alvéolaire en Oxygène (Palv) =	~ 140 hPa	~ 95 hPa	~ 75 hPa

Mais, si la pression partielle en oxygène est la proportion d'oxygène respirée à une altitude donnée (air au niveau de la bouche), la pression d'oxygène permettant les échanges gazeux avec notre sang est encore diminuée, c'est ce que l'on appelle la pression alvéolaire ou pression d'oxygène à l'intérieur de nos poumons (voir tableau ci dessus)

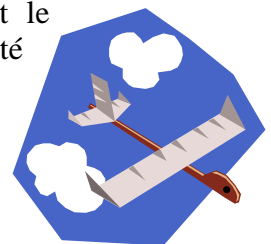
Ce qu'il faut retenir :

Entre 0 et 8000 pieds la chute de la PpO² est de 25%, la Palv est de 32%
Entre 0 et 12000 pieds la chute de la PpO² est de 35%, la Palv est de 46%

Classification

En fonction de l'importance de la chute de la PpO² ou de la Palv enO², on va pouvoir décrire plusieurs types d'hypoxie.

- **L'hypoxie suraiguë ou fulminante** (syncope en quelques secondes): C'est la plus grave, elle correspond à 'un arrêt brutal de l'apport en oxygène. C'est le cas lors d'une dépressurisation brutale au cours d'un vol en altitude croisière sur avion de ligne (FL 300)
- **Notion de TCU** (temps de conscience utile: 2 min à 25000' (~7500m)
- **L'hypoxie aiguë** (en quelques minutes): 20000' (~6000 m). C'est le domaine des troubles psychiques et réactions psychomotrices de gravité variée, suivi éventuellement d'un état syncopal.
- **L'hypoxie prolongée** (en quelques heures): 8000 à 11500' (~2500 - 3500 m), favorise un état asthénique.
- **L'hypoxie chronique** (plusieurs jours à plusieurs années) : adaptation à la vie en altitude



Effets de l'hypoxie sur le pilote

Les manifestations de l'hypoxie sont pour un pilote le plus souvent « faussement » transparentes car insidieusement nos capacités diminuent.

Les tests d'écriture

- complexes ...sont perturbés à partir de 10000' (~3000 m)
- simples ...sont perturbés à partir de 13000' (~4000 m)
- très simples ...sont perturbés à partir de 16000' (~5000 m)

La capacité d'apprentissage

- est diminuée à partir de 8000 à 10000' (2500/3000 m)

La vision est également perturbée avec une

- Diminution du sens chromatique (vision des couleurs) entre 5000 et 10000' (~1500 et 3000 m)
- Altération de la vision nocturne à partir de 5000' (~1500 m)

A partir de 11500' (~3500 m)

- Il existe un risque d'hypoxie aiguë, avec troubles psychiques, amnésiques (perte de la mémoire), et parfois céphalées, états vertigineux, et risque de somnolence

Un seul réconfort : L'audition est très résistante à l'hypoxie

Certains pilotes ont du leur salut par les échanges radio avec le sol et applications des instructions qu'on leur donnait jusqu'au retour à la normale

Peut-on réduire le risque d'hypoxie en altitude ?

Que peut-on faire pour atténuer les conséquences de l'hypoxie et surtout que doit-on éviter pour aggraver notre sensibilité individuelle à une baisse de la pression partielle en oxygène ?



Facteurs individuels favorisants

- L'entraînement
- Facteurs exogènes
- L'amplitude de la diminution de pression
- La vitesse de cette diminution (importante en avion)

Facteurs individuels défavorisants

- Un terrain anémique : (Δ Hb, Δ GR et transport en O²)
- Les pathologies cardio-vasculaires
- Mauvaise condition physique
- Etat de fatigue
- Froid, déshydratation
- Repas lourd, alcool
- Un état infectieux
- Mauvaise nuit de sommeil
- Une contrariété
- Fumeur : une partie de l'hémoglobine est utilisée pour le transport de CO

En pratique, retenir que ...

- à partir de 11500' (~3500 m), le pilote n'est pas conscient de son hypoxie, alors que l'avion peut être encore en montée
- 4h00 de vol entre 8000 et 11500' (~2500 et 3500 m). entraîne une diminution de 20% des capacités de travail mental ou 1h00 de vol à 13000' (~4000 m.) **...ces valeurs ne tiennent pas compte des facteurs aggravants individuels**

(...et attention au QNH, car selon les principes des pressions partielles, vous pouvez faire un vol de bonne qualité à une altitude donnée avec un QNH élevé et faire le même vol avec un QNH bas, entraînant à votre insu des manifestations d'hypoxie que vous n'aviez pas eu le vol précédent)