

# Théorie Vol à voile

## 40 Performances humaines

Auteur : Claude Naef

Edition 1.00

## CLAUDE NAEF

---



### Claude Naef

- date de naissance : 08.01.1949
- profession : médecin-dentiste
- licence vol à voile 1990
- extension motoplaneur 1992
- expérience de vol en 2003 : 1700 heures
- président du club de Sion de 1992 à 1998

## Table des matières

<b>CLAUDE NAEF</b> .....	<b>2</b>
Claude Naef.....	2
<b>Table des matières</b> .....	<b>3</b>
<b>40.0.1 Confort du pilote</b> .....	<b>7</b>
<b>40.0.2 La santé du pilote</b> .....	<b>8</b>
Alcool.....	8
Médicaments.....	8
Remarques.....	9
Tabac.....	9
Risques d'infarctus.....	9
Divers.....	10
<b>40.1.1 L'oreille</b> .....	<b>11</b>
<b>40.1.2 L'œil</b> .....	<b>12</b>
1.- Généralités.....	12
2.- Défauts de la vue.....	12
<b>40.1.3 Effet mécanique de l'altitude</b> .....	<b>13</b>
Aspect théorique.....	13
Conséquences pour le pilote.....	13
Oreille moyenne.....	13
Sinus.....	13
Dents.....	13
Système digestif.....	13
Conclusion.....	13
<b>40.2 Orientation et désorientation</b> .....	<b>15</b>
<b>40.3 Le stress</b> .....	<b>17</b>
Agir contre le stress en vol.....	17
<b>40.4 Illusions d'optique</b> .....	<b>19</b>
1.- Erreur d'appréciation lors de l'approche.....	19
Piste plus étroite ou plus longue que d'habitude.....	20
Piste plus large ou plus courte que d'habitude.....	21
2.- Effet de paroi.....	22
3.- Effet de pente.....	22
4.- Effet de défilement.....	22
5.- Effets de lumière.....	22
6.- Surveillance de l'espace aérien.....	22
7.- Rapidité de réaction.....	23
<b>40.5.1 Cœur et appareil circulatoire</b> .....	<b>25</b>
Cœur.....	25
Les artères.....	26
Les veines.....	26
Le sang.....	26
<b>40.5.2 Les effets de l'accélération</b> .....	<b>27</b>
Généralités.....	27
Effets sur l'organisme.....	27
G positif.....	27



<b>G négatif</b> .....	<b>27</b>
<b>Sensation pour le pilote</b> .....	<b>28</b>
<b>Accélération positive</b> .....	<b>28</b>
<b>Accélération négative</b> .....	<b>28</b>
<b>40.7 Alimentation</b> .....	<b>29</b>
<b>Quelques conseils</b> .....	<b>29</b>
<b>40.11 Vol de longue durée</b> .....	<b>31</b>
<b>La chaleur</b> .....	<b>31</b>
<b>Le froid</b> .....	<b>31</b>
<b>Déshydratation</b> .....	<b>31</b>
<b>Fatigue</b> .....	<b>31</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>32</b>
<b>40.12.1 Appareil respiratoire et respiration</b> .....	<b>33</b>
<b>40.12.2 Hypoxie</b> .....	<b>34</b>
<b>Généralités</b> .....	<b>34</b>
<b>Les phases du manque d'oxygène</b> .....	<b>34</b>
<b>Les effets</b> .....	<b>34</b>
<b>Hypoxie modérée</b> .....	<b>35</b>
<b>Facteurs aggravants</b> .....	<b>35</b>
<b>Prévention</b> .....	<b>35</b>
<b>Règles à respecter</b> .....	<b>35</b>
<b>Vois alpins entre 1500m et 4000m</b> .....	<b>35</b>
<b>Le mal de l'air</b> .....	<b>37</b>
<b>Généralités</b> .....	<b>37</b>
<b>Symptômes</b> .....	<b>37</b>
<b>Facteurs aggravants</b> .....	<b>37</b>
<b>Prévention</b> .....	<b>37</b>





---

## 40.0.1 Confort du pilote

---

Afin de pouvoir se concentrer entièrement sur son vol, le pilote doit pouvoir bénéficier du maximum de confort à l'intérieur de son planeur.

Un des éléments qui doit retenir l'attention est l'habillement.

En général le vol à voile se pratique les jours de beau temps et, sauf lorsque l'on se trouve sous les cumulus, le soleil est notre compagnon habituel, au sol comme dans les airs. C'est la raison pour laquelle il faut prendre des précautions.

Un couvre-chef clair est obligatoire car les risques d'insolation sont bien réels. Les visières doivent être bannies car elles restreignent considérablement la vue vers le haut.

Les lunettes solaires sont également indispensables. Elles s'avèrent encore plus nécessaires lors du vol en montagne car les surfaces neigeuses ou glacées sont particulièrement éblouissantes.

Une bonne crème solaire pourra compléter la panoplie anti-solaire.

Etre à l'aise signifie aussi avoir des vêtements amples. Par exemple un pantalon avec une ceinture trop serrée finira par gêner la respiration.

Oublier son porte-monnaie dans la poche arrière peut s'avérer particulièrement pénible au bout de quelques heures de vol !

De bons souliers pas trop serrés tiendront chaud aux pieds et seront utiles en cas d'atterrissage en campagne. Les plus frileux pourront s'équiper de semelles chauffantes.

Pour le reste, la tenue du pilote est une question de bon sens et il va de soi qu'un vol d'onde qui peut facilement se dérouler au-delà de 5000-6000 m n'exigera pas le même habillement qu'un vol de plaine en été (combi de ski ou habits légers...).

## 40.0.2 La santé du pilote

Lorsqu'un pilote a l'intention de prendre l'air, il doit être certain de se trouver dans des conditions physiques et mentales telles qu'il puisse mener à bien son entreprise.

C'est la raison pour laquelle il devra se méfier de toutes les substances qui pourraient altérer ses capacités de jugement, amoindrir ses réflexes ou diminuer ses performances physiques.

### Alcool

Alcool et pilotage sont incompatibles.

En effet, même des doses minimales influent déjà sur les capacités du pilote et des anomalies dans la vision des couleurs et de légères pertes de réflexes peuvent apparaître avec un taux d'alcoolémie de 0,3 pour mille.

0,5 – 0,8 g	Réflexes ralentis, euphorie
0,8 – 1,5 g	Ivresse légère
1,5 – 3 g	Ivresse nette
3 – 5 g	Ivresse profonde
> 5 g	Coma pouvant entraîner la mort

L'alcool est absorbé dans l'estomac et l'intestin grêle ; le taux maximum est atteint environ 1 heure après l'ingestion. La plus grande partie de l'alcool (éthanol) est éliminée par le foie. Une faible partie est éliminée par voie pulmonaire ce qui permet de faire les tests d'alcoolémie.

Pour juger de son aptitude à piloter, il faut savoir que le taux d'élimination de l'alcool dans le sang est constant, à savoir 0,1 pour mille à l'heure.



L'alcool peut augmenter l'effet des médicaments.

L'alcool est toxique pour les nerfs.

### Médicaments

Les médicaments sont des substances destinées à soulager, guérir ou prévenir les maladies. Malheureusement ils peuvent avoir des effets néfastes dans la pratique du pilotage; le véli-vole se renseignera auprès de son médecin ou consultera la notice concernant les contre-indications et effets secondaires, notice qui se trouve toujours dans l'emballage.

Les amphétamines stimulent l'activité cérébrale et diminuent la sensation de sommeil et de faim : elles ne conviennent pas aux activités aéronautiques. Il en va de même pour les sédatifs et les stupéfiants.



Si un médicament contre le mal de l'air peut s'avérer utile pour le passager, il est incompatible avec le pilotage car il donne l'envie de dormir et diminue les réactions.

En revanche l'utilisation d'un spray nasal ne devrait avoir qu'un effet minime sur la capacité de vol du pilote.

### **Remarques**

Les vols ne sont pas recommandés après un don de sang car plusieurs semaines sont nécessaires à la reconstruction de la masse sanguine.

Les vaccins, qui doivent être renouvelés régulièrement, peuvent être une contre-indication relative pour le pilotage.

### **Tabac**

Les effets néfastes du tabac sont connus : on peut citer, par exemple, le cancer des poumons (dû au goudron), les maladies cardiaques, les bronchites etc. Toutes ces maladies peuvent être des contre-indications à la pratique du vol à voile.



Mais indépendamment d'une maladie « officiellement » déclarée, le fumeur possède une capacité pulmonaire réduite; cela signifie qu'il sera plus rapidement sensible à un manque d'oxygène (O<sub>2</sub>).

De plus, le monoxyde de carbone (CO ou gaz carbonique), qui se trouve dans la fumée, est présent en plus grande quantité dans le sang du fumeur.

Comme le CO se fixe mieux et plus vite que l'O<sub>2</sub> à l'hémoglobine, le transport d'O<sub>2</sub> est entravé et cela empêche une bonne oxygénation. On peut donc dire d'un fumeur qu'il est légèrement empoisonné au monoxyde de carbone.

### **Risques d'infarctus**

Le cœur est un élément vital qu'il faut préserver.

Un des dangers qui peut guetter le pilote est l'infarctus qui est favorisé par

- le manque de mouvement,
- par une surcharge pondérale, (poids normal = longueur en cm moins cent),
- par un haut taux de cholestérol.

**Divers**

L'horloge interne des humains a un cycle d'une durée de 25 heures.

La période de sommeil, qui est de 8 heures pour un adulte, peut être perturbée par le rythme circadien.

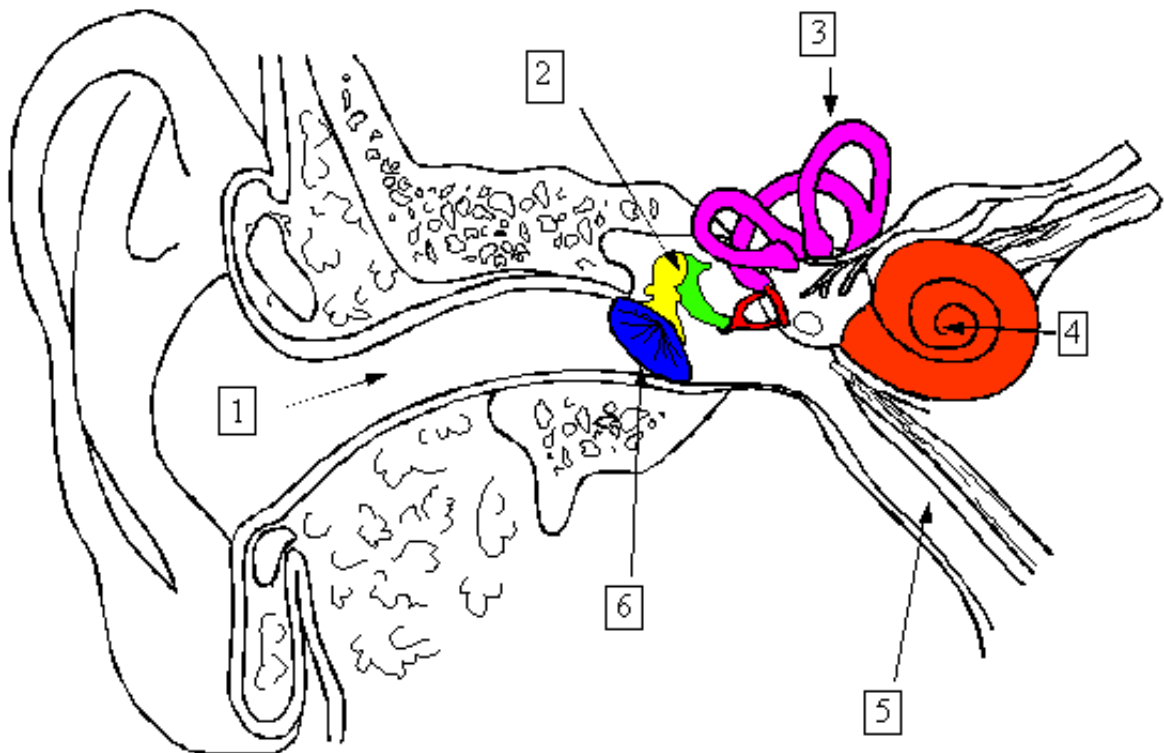
Le médecin exerce une profession qui présente des risques liés à une infection par le virus du SIDA spécialement à cause de l'utilisation de seringues.

### 40.1.1 L'oreille

L'oreille est l'organe de l'ouïe et de l'équilibre.

Elle est constituée de trois parties :

- l'oreille externe dont le conduit auditif est séparé de l'oreille moyenne par le tympan.
- l'oreille moyenne qui contient la chaîne des osselets ainsi qu'un fin conduit (trompe d'Eustache) qui aboutit derrière le voile du palais.
- l'oreille interne qui contient 3 canaux semi-circulaires, 2 otolithes et 1 limaçon.



- |                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 1. Conduit auditif         | 2. Osselets |
| 3. Canaux semi-circulaires | 4. Limaçon  |
| 5. Trompe d'Eustache       | 6. Tympan   |

L'oreille est prévue pour fonctionner correctement dans certaines limites; des bruits forts et persistants provoquent généralement des difficultés d'audition.

Seuls des écouteurs peuvent diminuer de façon notable les bruits perçus dans le cockpit.

## 40.1.2 L'œil

### 1.- Généralités

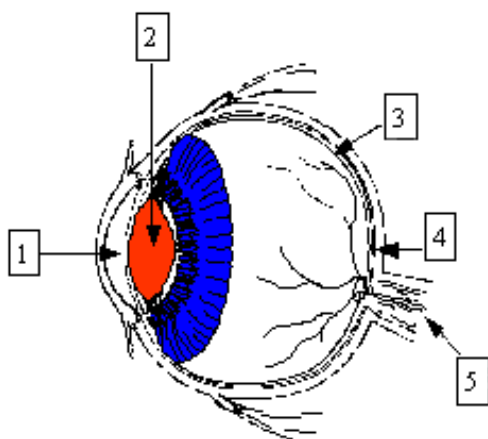
Les récepteurs de la vision qui se situent dans la rétine se nomment cônes et bâtonnets. Ces cellules convertissent la lumière en influx nerveux.

Les cônes se trouvent dans une petite dépression de la rétine (1,5 mm), la macula, lieu où les rayons de lumière sont focalisés; ils permettent la vision des couleurs et captent les moindres détails lorsque la luminosité est suffisante, de jour par exemple.

Les bâtonnets sont responsables de la vision périphérique; ils sont particulièrement sensibles aux mouvements et à la lumière faible.

L'œil est un des sens qui permet de se situer dans l'espace.

L'œil humain s'habitue à l'obscurité mais il faut compter environ 30 minutes pour une adaptation complète.



1. Pupille
2. Cristallin
3. Rétine
4. Fovéa
5. Nerf optique

### 2.- Défauts de la vue

La myopie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image se forme en avant de la rétine; elle se corrige donc par des verres divergents. En général la vision de loin est mauvaise et celle de près bonne.

L'hypermétropie est l'anomalie inverse. Elle se corrige par des verres convergents.

L'accommodation est la faculté de l'œil qui lui permet de voir nettement des objets situés à des distances différentes. Cette faculté s'estompe avec l'âge et la vision de près devient difficile. On dit alors que l'on est presbyte.

---

### 40.1.3 Effet mécanique de l'altitude

---

#### **Aspect théorique**

La pression varie suivant l'altitude; cela a pour conséquence que le volume d'une poche d'air augmente ou diminue suivant les conditions.

Si cette poche se trouve dans une cavité hermétique, elle subira des variations volumétriques.

Si cette poche se trouve dans une cavité qui est en communication avec l'air ambiant, un équilibre des pressions pourra se faire plus ou moins rapidement.

#### **Conséquences pour le pilote**

##### ***Oreille moyenne***

L'oreille moyenne est une cavité qui peut normalement s'équilibrer avec l'air ambiant par l'intermédiaire d'un canal, la Trompe d'Eustache.

Lorsque ce conduit reste bouché, par exemple en cas de rhume, l'équilibre ne peut plus être atteint et des tensions extrêmement violentes peuvent s'exercer sur le tympan. En cas de problèmes, il faut bâiller, déglutir ou bouger la mâchoire; si le phénomène persiste, il faut expirer bouche fermée en se pinçant le nez. En cas d'insuccès, il faut arrêter la descente, remonter et ensuite redescendre plus lentement.

##### ***Sinus***

Les sinus sont des cavités qui ont des orifices pour se ventiler.

En cas d'inflammation, les mêmes problèmes que pour les oreilles peuvent se présenter.

##### ***Dents***

Des poches d'air ou de gaz peuvent se trouver sous des obturations ou au niveau des racines des dents. Ici aussi les tensions internes qui découlent d'une variation de pression peuvent occasionner des douleurs intenses.

##### ***Système digestif***

Des problèmes analogues peuvent se présenter avec le système digestif. Par conséquent on évitera d'ingérer des aliments qui favorisent les formations de gaz, les haricots par exemple !

Des douleurs sont cependant rares car ces cavités sont extensibles.

#### **Conclusion**

C'est principalement lors de la descente que les conséquences d'un rhume se feront sentir au niveau des sinus ou de l'oreille moyenne car les conduits d'aération sont fermés par la pression et la



compensation ne peut plus se faire.

C'est surtout un long vol en descente qui peut provoquer une otite chez un pilote souffrant de refroidissement.

Il faudra donc renoncer à voler en cas d'inflammation des voies respiratoires, d'angine ou d'un refroidissement. Ceci pourrait produire de fortes douleurs, des vertiges voire même une désorientation.

## 40.2 Orientation et désorientation

---

Afin de se mouvoir en position verticale tout en gardant son équilibre, l'être humain dispose d'informations provenant de trois systèmes :

- la vision qui permet de se situer dans les trois dimensions
- la sensibilité profonde qui contrôle la tension des tendons et des muscles
- l'oreille interne et son organe de l'équilibre qui comprend les canaux semi-circulaires, les otolithes et le limaçon
  - Les canaux mesurent les accélérations et les variations de pesanteur; ils sont efficaces dans un vol en virage sans accélération. Ils reconnaissent aussi les mouvements de rotation
  - Les otolithes reconnaissent les accélérations verticales et horizontales
  - Le limaçon perçoit le changement de mouvement rotatif

L'homme n'étant pas fait pour voler, ces différents systèmes peuvent envoyer des informations contradictoires vers le cerveau; ceci peut occasionner différents problèmes d'orientation spatiale.

Si au cours d'un vol à vue toutes les références extérieures disparaissent (buée dans le cockpit ou vol dans les nuages), l'orientation devient impossible.

Les risques de désorientation spatiale concernent spécialement les pilotes qui font du vol sans visibilité.





## 40.3 Le stress

---

Le vol n'est pas une activité naturelle pour l'être humain. Par conséquent, certains événements qui surviennent peuvent prendre une importance qu'ils n'auraient pas dans la vie courante et cela amène une situation de stress qui peut générer des erreurs de jugement et des mauvaises prises de décisions.

Le danger réside dans le fait que le stress est cumulatif et il est bien connu que les accidents découlent, la plupart du temps, d'une somme d'erreurs.

Pour ne pas en arriver à cette extrémité il faut être préparé mentalement à toutes les situations prévisibles.

On peut distinguer trois sources principales de stress :

- le stress lié à la vie courante, qui va des ennuis financiers aux problèmes conjugaux en passant par des incompatibilités d'humeur avec d'autres membres du club
- le stress lié à la pratique du vol à voile, par exemple rupture de corde, panne de radio ou d'ordinateur de bord, compteur de vitesse défectueux
- le stress lié aux conditions atmosphériques, par exemple fortes descendances, orages, rotors, atterrissage par vent fort ou de travers, cisaillements

Sachant que c'est le fait de se sentir incapable de faire face à une situation qui génère le stress, il faut soit éviter de se mettre dans les ennuis soit être mentalement préparé à affronter certaines situations.

Eviter de se mettre dans les ennuis, c'est par exemple s'assurer que les batteries sont bien chargées, contrôler l'état de la corde de remorquage, éviter de décoller alors qu'un orage menace, renoncer à voler dans le foehn sans avoir l'expérience nécessaire, etc...

La préparation détaillée du vol (cartes géographiques, fréquences et approches aérodrome, champs vachables, connaissance de la géographie...) rend celui-ci plus confortable et permet d'éliminer des incertitudes.

Se préparer mentalement c'est avoir à l'esprit les gestes qu'il faut faire en présence de difficultés; par exemple en cas de rupture de corde savoir exactement à partir de quelle altitude on va pouvoir faire le virage qui permettra d'atteindre le terrain ou au contraire atterrir dans le prolongement de la piste, tout retard de décision pouvant mener à l'accident.

Autre exemple : savoir sortir d'une vrille sans devoir chercher dans sa mémoire les manœuvres à effectuer pour rétablir la situation. Ce cas de figure est plus simple à maîtriser car l'entraînement à la vrille peut se faire facilement.

### **Agir contre le stress en vol**

(Plus facile à dire qu'à faire)

- Se calmer
- Maîtriser sa respiration
- Tenter de se décontracter.



## 40.4 Illusions d'optique

Sources de nombreux accidents, les illusions visuelles peuvent survenir lorsque les informations reçues sont mal interprétées.

Des exemples classiques de ces phénomènes sont illustrés ci-dessous.

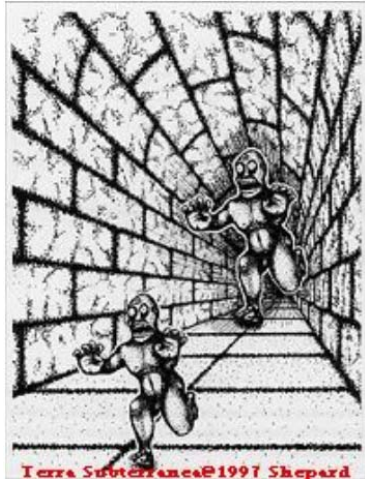


Figure de gauche : quel est le plus grand monstre ? Ils sont de même taille.

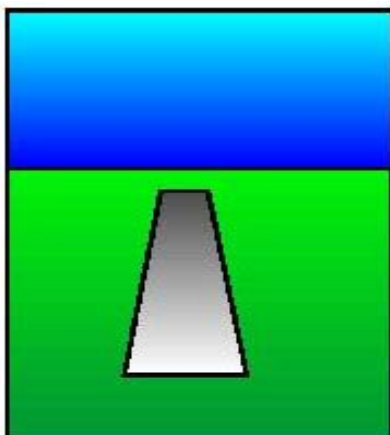
Figure de droite : on peut apercevoir deux visages ou un vase.

En aviation, d'autres dangers nous guettent.

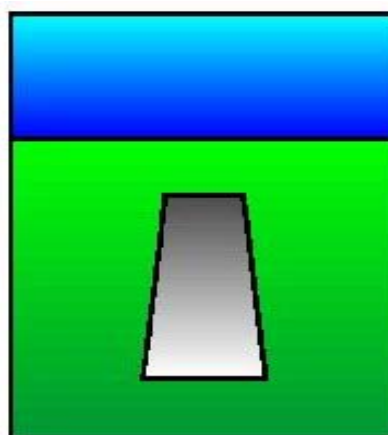
### 1.- Erreur d'appréciation lors de l'approche

Lors d'une approche, le pilote vole de telle manière qu'il voit sa piste toujours sous le même angle. Donc, si la piste est

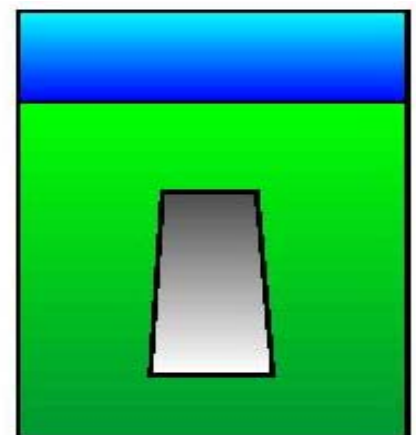
- descendante, il a tendance à réaliser une approche trop haute et en piqué
- montante, il a tendance à réaliser une approche trop basse et plate



Piste descendante  
Impression d'être trop bas



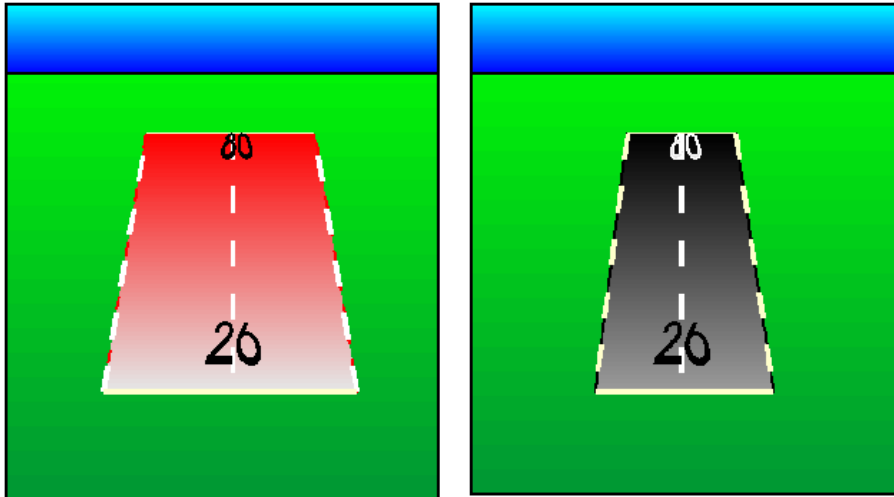
Piste normale



Piste montante  
Impression d'être trop haut

### ***Piste plus étroite ou plus longue que d'habitude***

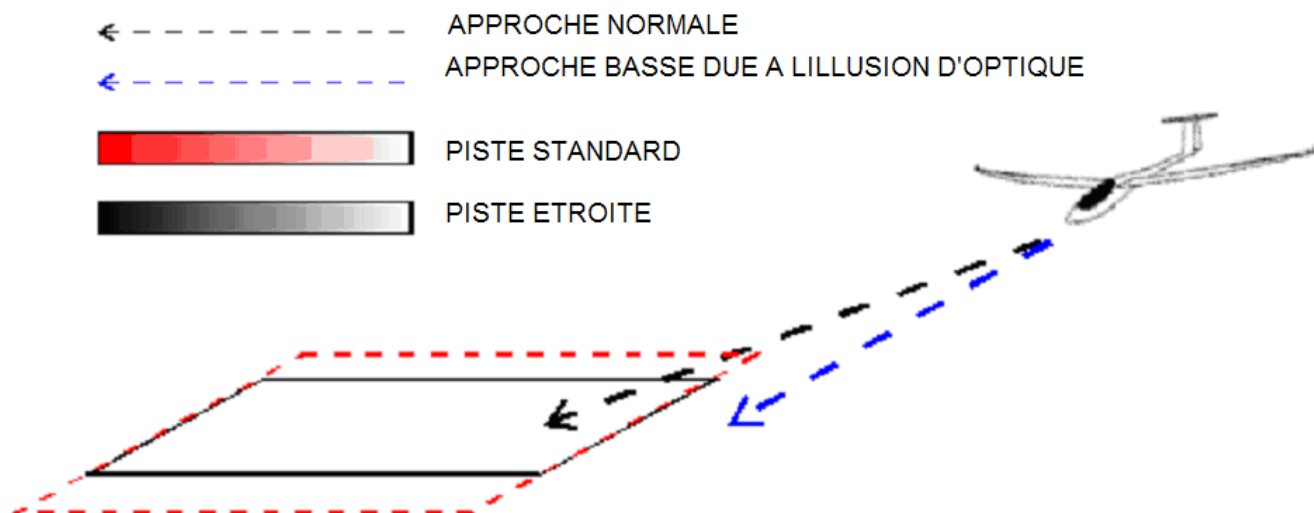
Si l'on doit atterrir sur une piste plus étroite ou plus longue que d'habitude, et cela même si le plan d'arrivé est correct, on a l'impression d'être trop haut. Le risque est donc de faire une correction erronée, c'est-à-dire piquer, avec pour conséquences de prendre une trajectoire plus plate ou trop horizontale, de ne pas atteindre le seuil de la piste (atterrissage trop court), voire même d'arrondir trop tard (si la piste est étroite). Un atterrissage dur n'est pas exclu dans ces conditions.



*Vu du cockpit :*

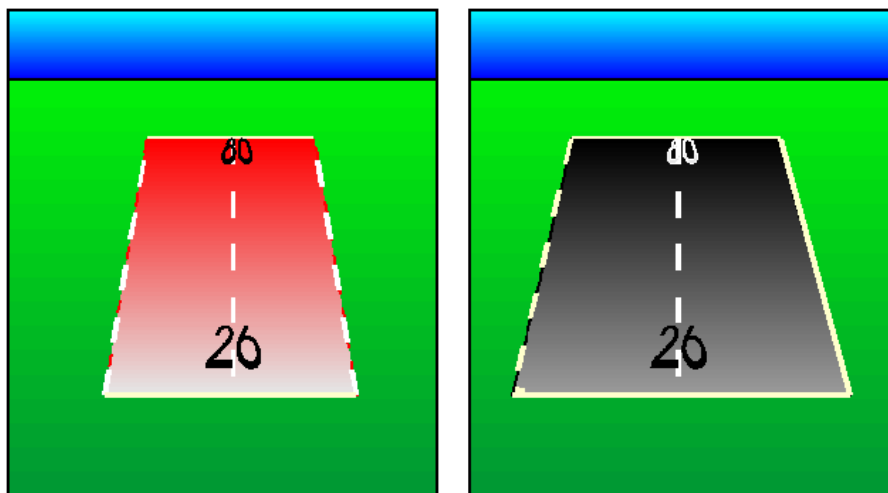
La piste de droite, qui est plus étroite que la piste de gauche, paraît plus éloignée. Cela donne au pilote l'impression d'être trop haut.

Cette illusion d'optique amène à faire des approches basse (flèche bleue) et à arrondir trop tard.



### **Piste plus large ou plus courte que d'habitude**

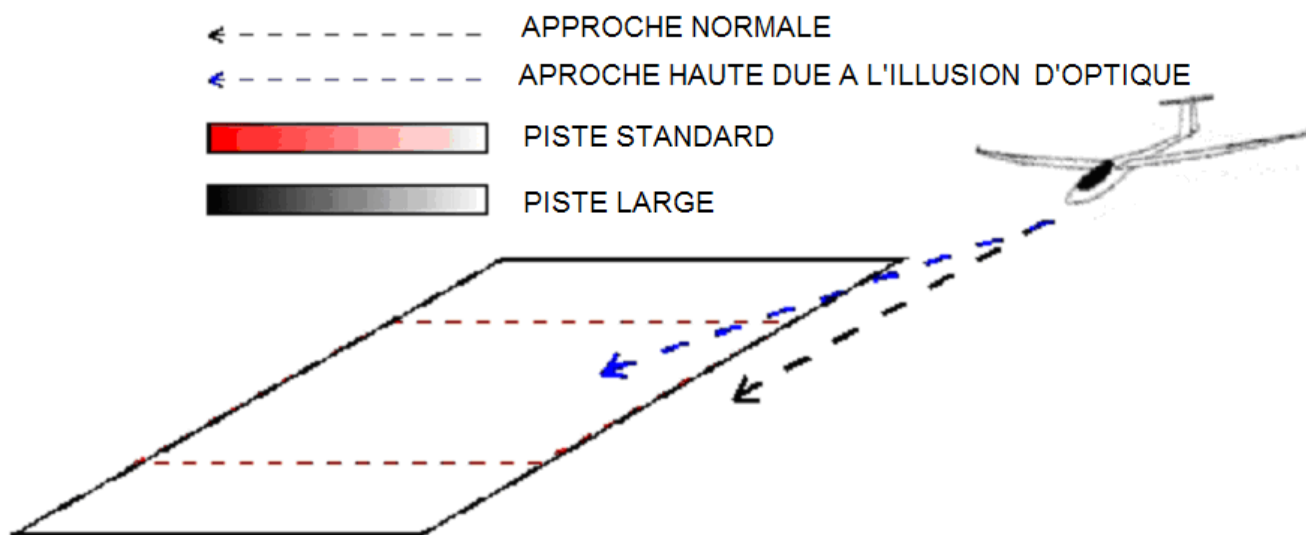
Si l'on doit atterrir sur une piste plus large ou plus courte que d'habitude, et cela même si le plan d'arrivé est correct, on a l'impression d'être trop bas. Le risque est donc de faire une correction erronée, c'est-à-dire voler trop à plat et arriver trop haut. On dit alors que l'on efface la piste c'est-à-dire que l'on pose l'appareil loin du seuil. Dans ces conditions, le risque est grand d'arrondir trop tôt et par conséquent de décrocher.



*Vu du cockpit :*

La piste de droite, qui est plus large que la piste de gauche, paraît plus proche. Cela donne au pilote l'impression d'être trop bas.

Cette illusion d'optique amène a faire des approches haute et à arrondir trop tôt.



En plus, en piqué, le pilote sous-estime l'altitude et en cabré, il la surestime.

## 2.- Effet de paroi

En montagne particulièrement, le pilote de planeur vole fréquemment près du relief.

Lors d'un passage près d'une paroi très inclinée, le vélivole pense qu'il longe une paroi verticale et essaie de placer son aile perpendiculairement à la falaise. Ceci provoque un dérapage qui amène le planeur plus près de la paroi.

L'effet inverse peut survenir si la pente est plus douce.

Contre-mesure : laisser voler le planeur.

## 3.- Effet de pente

En remontant une grande étendue, prairie ou glacier par exemple, le pilote ne remarque pas tout de suite que sa trajectoire ascendante est trop faible. Pour conserver le même angle visuel il cabre toujours plus son engin avec les risques de décrochage que cela implique.

Contre-mesure : gagner de l'altitude suffisamment tôt.

## 4.- Effet de défilement

En volant près du relief, le sol défile rapidement ce qui peut faire croire au pilote qu'il vole soudainement plus vite. Des rabattants ou des rafales de vent peuvent encore accentuer cette impression.

Contre-mesure : contrôler la vitesse.

## 5.- Effets de lumière

Lorsque le soleil disparaît, les grands champs de neige ainsi que les glaciers deviennent uniformes. Par conséquent distances et dénivellations deviennent difficiles à estimer.

## 6.- Surveillance de l'espace aérien

Le pilote vole dans un espace à trois dimensions où les risques de collisions ne sont pas négligeables.

Une surveillance visuelle est indispensable d'autant plus que les derniers développements techniques, ordinateurs de bord, GPS, cartes sur écran risquent d'attirer exagérément l'attention du pilote. Plus on regarde vers l'extérieur, plus les chances de prévenir un accident sont grandes.

Pour avoir une efficacité maximale, il faut tout d'abord bien voir :

- lunettes médicales adaptées (si nécessaire)
- lunettes de soleil
- propreté impeccable de la verrière

Ensuite voici quelques règles à respecter :

- regarder dans toutes les directions tout en changeant régulièrement le point de focalisation du regard
- bouger la tête et le corps si nécessaire
- si un avion semble grossir sans aucun mouvement relatif, faire une manœuvre d'évitement
- contrôler attentivement le côté où l'on va spiraler ou tourner **avant** d'entreprendre la manœuvre
- redoubler de prudence en approche et dans les environs des aérodromes
- augmenter la surveillance aux abords des sites de vol à voile, deltas et parapentes
- se méfier des « routes touristiques » par exemple tous les cols qui mènent dans la région du Cervin

## 7.- Rapidité de réaction

- Le temps nécessaire à l'intégration rétinienne et à la reconnaissance par le cerveau d'une image est de 3 secondes
- Des essais ont démontré que le temps entre la détection et la réaction se situe entre 5 et 10 s. (150 km/h = 42 m/s, ou 420 m en 10 sec) (120km/h = 33 m/s, 200km/h = 56 m /s etc.)

**Ceci démontre que chaque seconde compte dans la détection d'un danger**





## 40.5.1 Cœur et appareil circulatoire

Lorsque le pilote de vol à voile pratique son sport favori, il est soumis à des variations de pression et d'accélération qui peuvent mettre son organisme à l'épreuve.

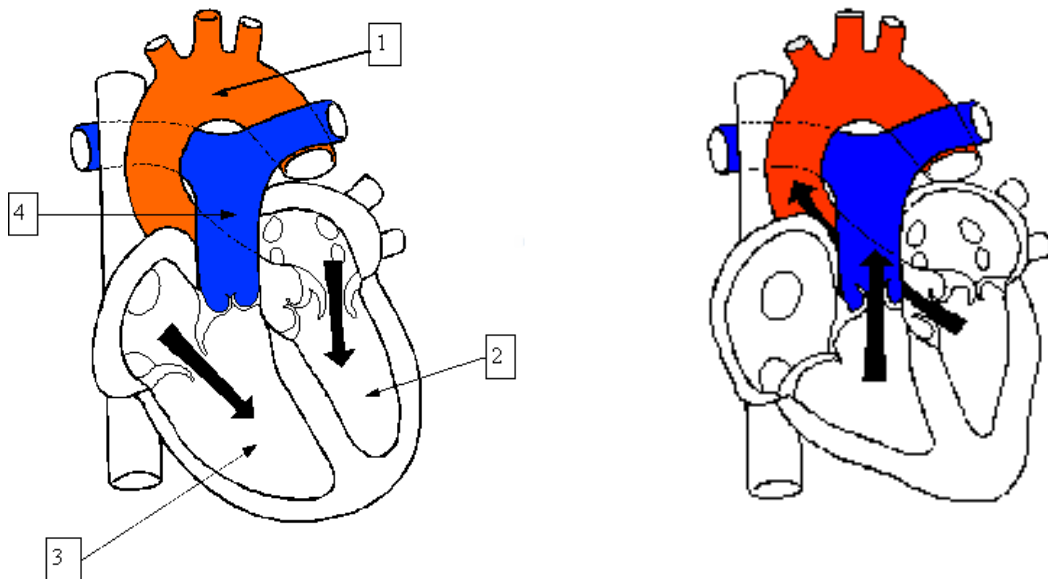
Certains organes sont plus sollicités que d'autres et les systèmes circulatoire et respiratoire sont particulièrement touchés par ces phénomènes.

Le système circulatoire est un système hydraulique qui comprend une pompe et des conduits. La pompe, c'est le cœur, muscle de 300 grammes qui fonctionne 24 heures sur 24. Les conduits, ce sont les vaisseaux qui assurent la distribution du sang dans le corps.

Le système circulatoire assure l'irrigation des organes et l'approvisionnement en oxygène.

### Cœur

Le cœur est un muscle qui comprend quatre cavités : deux ventricules et deux oreillettes. On distingue le cœur droit du gauche, chacun étant constitué d'une oreillette et d'un ventricule. Une valve, qui sert de dispositif anti-retour les sépare; ainsi, le flux sanguin ne peut aller que dans un sens, de l'oreillette vers le ventricule.



1 Aorte

3 Ventricule droit

2 Ventricule gauche

4 Artère pulmonaire

Performances :

- débit au repos : 5,5 l/m
- débit à l'effort : 25 l/m
- débit par jour : 7000 litres
- 100'000 battements par jour



Le cœur droit, par son oreillette puis par son ventricule, reçoit un sang appauvri en oxygène et le renvoie vers les poumons. Le retour du sang riche en oxygène vers l'oreillette gauche se fait par la veine pulmonaire et c'est le ventricule gauche qui assure la pression nécessaire à l'envoi du sang vers les organes.

La pression nécessaire au bon fonctionnement du système est d'environ 120/80 mm Hg.

Une pression trop basse ou hypotension peut amener des vertiges ou des syncopes dangereuses pour la pratique de notre sport.

Une tension trop forte peut provoquer une inaptitude au vol.

### **Les artères**

L'artère par laquelle le sang sort du cœur s'appelle l'aorte. Son diamètre de départ est d'environ 3 cm. Ensuite elle se divise en branches de plus en plus fines et va, entre autres missions, apporter l'oxygène à toutes les parties du corps.

Ce sont les globules rouges qui sont chargés du transport.

### **Les veines**

Les veines sont les conduits qui assurent le retour du sang pauvre en oxygène.

### **Le sang**

Chez l'adulte, environ 5 litres de sang sont nécessaires au bon fonctionnement du corps.

Chaque litre de sang contient environ 130 g d'hémoglobine.

L'hémoglobine présente la particularité de se lier facilement à l'oxygène mais aussi de le libérer lorsque les conditions le permettent.

---

## 40.5.2 Les effets de l'accélération

---

### Généralités

L'homme qui vit sur la terre est soumis à la pesanteur à cause de l'attraction terrestre. Par convention on donne à cette force une valeur : 1G.

Si aucune force n'agit, on dit qu'il y a un état d'apesanteur; c'est le cas des vols dans l'espace.

Lorsque cette force varie, des modifications physiologiques peuvent apparaître et les diverses accélérations peuvent conduire à de fausses perceptions sensorielles.

- c'est en direction de la tête qu'agit une accélération négative sur l'axe du corps du pilote
- c'est en direction des pieds qu'agit une accélération positive sur l'axe du corps du pilote

Les problèmes liés à l'accélération concernent plus particulièrement le domaine de la voltige; cependant le pilote de planeur peut également en subir quelques inconvénients en spirales serrées, dans des rotors ou lors de changements brusques de trajectoire par exemple.

### Effets sur l'organisme

#### ***G positif***

L'augmentation de l'accélération provoque une augmentation du poids ce qui entraîne un déplacement ou une compression des organes; la respiration peut devenir difficile; le sang est chassé de la tête.

#### ***G négatif***

C'est principalement le cerveau qui est touché par ce genre d'accélération; déjà comprimé à l'intérieur de la boîte crânienne, il va en plus souffrir à cause de l'augmentation de la pression sanguine.

## Sensation pour le pilote

Les effets ressentis augmentent avec la force de l'accélération

### *Accélération positive*

+1	Sensation habituelle du corps
+2	Sensation de compression sur le siège, lourdeur de la tête et des membres
+3	Extrême lourdeur, rythmes cardiaque et respiratoire augmentés
+3 / +4	Voile gris et troubles de la vision
+5	Voile noir et perturbation de la vue
+5 / +6	Perte de connaissance

### *Accélération négative*

-1	Correspond à un vol sur le dos Pression céphalique qui devient désagréable
-2	Douleur à la tête
-3	Sensation d'avoir les yeux au bord des orbites Larmolement Scalp douloureux
-4 / -5	Troubles respiratoires et cardiaques Perte de conscience

## 40.7 Alimentation

---

Le vol à voile n'exige pas une préparation alimentaire particulière du moins pour les pilotes qui ne pratiquent pas la haute compétition.

Malgré tout il faut penser à prendre certaines précautions car les vols peuvent durer de nombreuses heures dans des conditions qui sont parfois pénibles, fatigantes et stressantes.

Pour éviter de se déshydrater, boire régulièrement de petites quantités de liquide avant d'avoir soif et avoir une tenue vestimentaire adaptée à la chaleur du jour.

Pour éviter l'hypoglycémie prévoir prendre avec soi des aliments sucrés.

Pour les petites faims, emporter avec soi ce qui fait plaisir.

### Quelques conseils

- éviter les boissons gazeuses car elles ont des bulles de dioxyde de carbone
- éviter les aliments qui produisent des gaz car l'expansion des gaz intestinaux peut s'avérer désagréable. (haricots, pois, cassoulets, etc...)
- le matin, prendre un petit déjeuner copieux ; avant le vol, prévoir un repas léger. D'une façon générale éviter de voler le ventre vide
- boire de l'eau potable; suivant les pays où l'on se trouve, il est préférable de boire de l'eau minérale en bouteille



---

## 40.11 Vol de longue durée

---

Les pilotes de vol à voile effectuent des vols de plus en plus longs. Ils sont par conséquent soumis à un certain nombre de contraintes.

### La chaleur

Même lorsque le choix vestimentaire a été correct il arrive parfois, spécialement lors de points bas en été, que la température dans le cockpit soit excessive. La seule solution consiste à boire beaucoup pour compenser la transpiration.

### Le froid

Le froid est un compagnon bien connu des vélivoles que ce soit lors des vols de printemps ou lors des vols en altitude.

Les grands vols de distance se font souvent dans l'onde et les problèmes liés au froid surviennent même si la tenue adéquate a été prévue.

Lorsque l'habillement n'est plus suffisant, l'organisme réagit par un frisson et une augmentation du tonus musculaire (difficulté de fermer les mains par exemple).

Si aucune mesure n'est prise, un tremblement généralisé peut se déclencher.

Les pieds sont particulièrement sensibles au froid et l'envie d'uriner qui en découle peut rendre un vol particulièrement pénible sauf pour ceux qui peuvent satisfaire leur besoin en vol. Il faut donc impérativement vider complètement sa vessie juste avant le départ et disposer si possible de semelles chauffantes.

### Déshydratation

Le vol de longue durée amène obligatoirement une perte d'eau par sudation, par respiration et par l'urine .

Cette perte peut être assez importante et elle doit absolument être compensée car elle peut conduire à des maux de tête et à de la fatigue spécialement en fin de vol ; soif et sécheresse de la bouche peuvent accompagner ces signes. La règle veut que l'on boive avant d'avoir soif.

### Fatigue

Le pilote doit constamment prendre des décisions et analyser des informations. L'espace aérien doit faire l'objet d'une surveillance de tous les instants.

L'évolution météorologique peut devenir incertaine.

A tout cela s'ajoute l'inconfort relatif de certains planeurs.

On comprend donc que de la fatigue peut s'installer plus ou moins rapidement.



## Conclusion

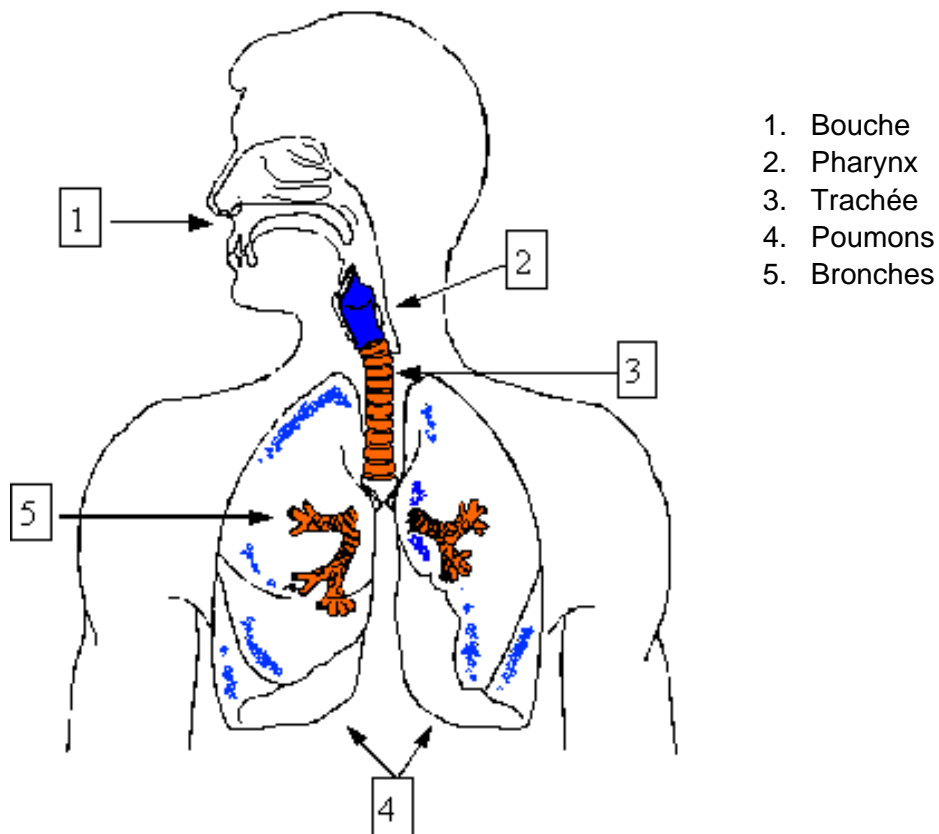
Il faut se souvenir que le vol à voile est un sport qui nécessite un entraînement d'autant plus intensif que les vols s'allongent. Malgré une forme physique impeccable, la fatigue peut quand même survenir et l'attention baisser. Il ne faut pas oublier que le vol se termine lorsque le planeur est au sol et à l'arrêt complet.

La fatigue nerveuse ou physique amoindrit les capacités de jugement du pilote et il est sage d'adapter la durée d'un vol à ses capacités de résistance.



## 40.12.1 Appareil respiratoire et respiration

La respiration est l'ensemble des phénomènes permettant l'absorption de l'oxygène qui se trouve dans l'atmosphère et le rejet du gaz carbonique par les êtres vivants.



La trachée et les bronches sont les conduits qui assurent le transport de l'air vers et hors des poumons.

Il y a deux poumons : celui de droite possède trois lobes alors que celui de gauche n'en contient que deux. A l'intérieur des poumons se trouvent les alvéoles qui sont entourés par les vaisseaux sanguins; c'est à ce niveau que se font les échanges gazeux.

Sans effort, la fréquence respiratoire est d'une quinzaine de cycles par minute et la quantité de gaz inspiré ou expiré lors de chaque mouvement respiratoire est d'environ 500 ml.

---

## 40.12.2 Hypoxie

---

### Généralités

L'hypoxie est la diminution de la concentration d'oxygène dans le sang.

Avec l'altitude, la pression baisse et l'O<sub>2</sub> devient plus rare même si sa proportion reste stable. Si l'organisme a le temps de s'adapter, il va produire plus de globules rouges et d'hémoglobine. C'est le cas des alpinistes qui partent à la conquête de l'Everest.

En vol à voile, la montée se fait rapidement et l'adaptation n'a pas le temps de se faire; l'hypoxie peut donc s'installer

### Les phases du manque d'oxygène

Le manque d'O<sub>2</sub> se manifeste en 3 phases :

- affaiblissement général
- perturbation et manque de performance
- phase de défaillance complète

### Les effets

Par rapport aux autres organes, le cerveau est particulièrement gourmand en O<sub>2</sub>, ce qui explique que les effets de l'hypoxie le touche particulièrement.

Le premier seuil est le seuil de réaction qui apparaît dès 1'500 m : en deçà de cette altitude l'organisme est souvent dans une zone dite d'indifférence.

De 1'500 à 3'500, l'organisme réagit et compense totalement l'hypoxie par une augmentation de la respiration et par une augmentation du rythme cardiaque. Cependant, fatigue et maux de tête peuvent déjà apparaître.

Au-delà de 3'500 m, on assiste à une compensation incomplète et les signes d'hypoxie deviennent alors évidents : euphorie, vertige, difficultés voire diminution de concentration, maux de tête intenses et troubles visuels.

Le seuil critique survient vers les 6'000 mètres et la perte de connaissance survient plus ou moins rapidement.

S'il faut insister sur une chose dans ce paragraphe, c'est l'installation pernicieuse et peu détectable des signes de l'hypoxie.

Parfois d'ailleurs, après une sensation de petite fatigue, une euphorie survient... rassurant faussement le pilote qui perd ainsi son sens critique.

## Hypoxie modérée

Elle se rencontre lors de vols plus ou moins durables à des altitudes moyennes, entre 2 500 m et 4 000 m, sans protection. C'est cette dernière éventualité qui guette la catégorie de pilotes à laquelle nous appartenons.

## Facteurs aggravants

- fatigue
- manque de sommeil
- froid
- alimentation riche en graisse
- âge; plus il est avancé moins la tolérance est bonne
- tabac et alcool

## Prévention

En pratique, les effets de l'hypoxie sont inexistantes jusqu'à 3 500 m à condition que le vol soit relativement court : moins de deux heures.

La prévention consiste à voler à des altitudes plutôt basses ce qui n'est pas facile en vol de montagne.

La protection consiste à fournir de l'O<sub>2</sub> au moyen d'inhalateurs. Ils peuvent être utilisés jusqu'à 12 500 m.

En planeur, deux systèmes d'oxygénation sont à disposition :

- le système à la demande
- le système à flot constant

## Règles à respecter

- oxygène obligatoire à partir de 3800 m
- éviter le vol d'altitude en cas de facteurs aggravants
- éviter de monter plus haut que 7500 m même avec oxygène sans être en bonne forme
- oxygène dès 3000 m pour les fumeurs, les obèses et les plus de 50 ans

## Vols alpins entre 1500m et 4000m

Les explications des lignes précédentes résultent d'études faites dans les années 60 et sont le résumé des théories que l'on trouve dans les ouvrages consacrés à ces problèmes ; les avis peuvent diverger un peu sur les seuils où les différents effets de l'hypoxie peuvent s'installer.

Des idées plus récentes, développées par des spécialistes des vols alpins, **particulièrement le Dr Heini Schaffner, médecin anesthésiste et vélivole suisse**, affinent les connaissances sur le sujet, spécialement pour les longs vols alpins dans la tranche d'altitude 1500 – 4000 mètres, c'est-à-dire en dessous du seuil critique.



Fort de la constatation que de nombreux vélivoles souffrent de différents maux durant et souvent après le vol, un parallèle a été fait avec le mal des montagnes qui est le résultat d'une hypoxie mal compensée sur le plan respiratoire.

Les symptômes peuvent être par exemple une fatigue anormale, des bâillements fréquents, des insomnies la nuit qui suit le vol, des maux de tête frontaux parfois tenaces, de l'inattention, de l'indécision.

Ces manifestations sont le résultat d'un léger oedème cérébral qui ne disparaît pas immédiatement après une oxygénation.

La conclusion de ce nouveau concept est que l'oxygénation durant les longs vols alpins devrait se faire systématiquement et dès le début du vol afin d'éviter l'installation de l'oedème.

## Le mal de l'air

---

### Généralités

Lors d'un vol, le cerveau peut être victime d'informations contradictoires ce qui peut amener des malaises que l'on nomme mal de l'air. C'est une irritation de l'organe de l'équilibre qui en est la cause.

Si le phénomène est plutôt rare dans les grands vols commerciaux, il est fréquent en aviation légère et encore plus dans la pratique du vol à voile. Dans la plupart des cas il est bénin et concerne plutôt les passagers.

### Symptômes

Le mal de l'air commence en général par un malaise général indéfinissable, de discrets maux de tête. Si le mal persiste, vertiges, sueur et nausée complètent le tableau.

### Facteurs aggravants

- l'aérologie; le vol à voile est un sport qui se pratique en grande partie en air agité; cela contribue largement au déclenchement du mal de l'air
- le moment de la journée
- le stress
- les passagers sont souvent anxieux et peu rassurés; ceci favorise les nausées et vomissements.

### Prévention

- voler tranquillement, éviter les turbulences, respirer de l'air frais, réduire les mouvements de la tête et regarder au loin
- pour le pilote : s'entraîner ; en principe les symptômes s'atténuent avec le temps
- pour les passagers, des médicaments permettent de lutter efficacement contre le mal. Ils doivent cependant être proscrits pour les pilotes car ils provoquent somnolence et inertie

