
	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE	 <small>COMITÉ D'ÉTABLISSEMENT Airbus Operations Toulouse</small>
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
01/2014	Conseil Sécurité	Page 1/4

Rédacteur : Jean-Louis Rabilloud

Publié le 20 février 2014, révisé le 10 mars 2020

Les dangers sournois d'un vol prolongé en altitude



On entend parfois parler d'avions de ligne dont la cabine a été dépressurisée et de passagers qui ont été incommodés par cette insuffisance soudaine de pression.

En avion léger, une dépressurisation soudaine n'est bien sûr pas à craindre puisqu'il n'y a pas de pressurisation du tout, au moins pour ceux utilisés dans les aéroclubs !

En outre, il est rare de voler à 14000 ft, seuil usuel de déploiement des masques à oxygène en cabine passagers.

Mais pour un pilote d'avion léger, le danger commence à plus basse altitude dès lors que le vol dure suffisamment longtemps dans une tranche d'altitude qui pourtant nous paraît modérée.

Il est important de connaître ces dangers car ils sont en général très difficiles à identifier sans y avoir été sensibilisé au préalable.

Le corps humain et ses besoins en oxygène

Pour une personne en bonne santé qui vit habituellement en plaine, les performances du corps humain et particulièrement du cerveau, ne sont pas altérées lors d'une montée rapide (avion, voiture) jusqu'à une altitude de 1800 à 2000 mètres environ (**6000 à 7000 ft**). En effet dans cette tranche d'altitude, le corps s'adapte à court terme par une augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire.

Au-delà de cette altitude, certaines déficiences vont se manifester, tant que le corps n'a pas mis en œuvre diverses stratégies d'adaptation de moyen terme ou de long terme que connaissent bien les montagnards et les sportifs de haut niveau, mais adaptation qui prend deux ou trois jours pour les mécanismes de base et deux ou trois semaines pour une adaptation plus complète.

A moins d'être Dick Rutan ou Jeana Yeager dans leur « Voyager », le pilote d'avion léger n'aura donc jamais le temps de voir son corps s'adapter en vol !

Au-delà de cette altitude (6000 à 7000 ft), la circulation sanguine ne fournit donc plus, dans les premières heures, suffisamment d'oxygène aux tissus du corps pour un fonctionnement nominal de nos organes.

Il s'agit d'un processus d'hypoxie lente, dû à la baisse de pression partielle d'oxygène dans l'air respiré.

NB : Au niveau de la mer la pression partielle d'oxygène dans l'air respiré est de l'ordre de 213 hPa ; elle n'est plus que de 170 hPa à 6000 ft, 146 hPa à 10000 ft et 125 hPa à 14000 ft.

Cette hypoxie est **facile à identifier**, même à moyenne altitude, quand il s'agit de faire un **effort physique**, par exemple quand nous venons d'arriver dans notre station de ski : monter plusieurs étages ou courir acheter le pain avant que la boulangerie ne ferme, nous essouffle plus rapidement qu'en plaine et nous n'en sommes pas surpris. Quelques jours après, nous avons retrouvé presque toute notre « pêche » car le corps a commencé à s'adapter.



S'agissant des **performances intellectuelles et sensorielles**, nous ne nous en rendons pas compte aussi facilement, mais pour le pilote d'avion ce sont ces performances-là qui comptent !

Cela se traduit par une **dégradation insidieuse de notre capacité intellectuelle et cognitive : défaut de jugement, mauvaise appréciation de la situation, perte de vigilance, le tout accompagné de fatigue ou au contraire d'une sensation de bien-être trompeur.**

Par conséquent il faut être bien conscient que **dès que nous volons au-dessus de 6000 à 7000 ft de manière prolongée**, nous entrons dans une zone où nos performances intellectuelles et sensorielles se dégradent, donc une **zone de danger** pour le pilote.

Les autres effets sur le corps

Bien que l'hypoxie soit vraiment le danger majeur pour le pilote, certains désagréments annexes qu'il est utile de connaître, peuvent survenir du fait de la diminution de la pression atmosphérique autour du corps humain et dans ses cavités :

- dilatation des gaz abdominaux pouvant conduire à une gêne ou à des douleurs ;
- maux de tête, qui dans les cas extrêmes peuvent rendre le pilotage quasi impossible ;
- sécheresse de la gorge ;
- plus rarement, douleurs articulaires ;
- blocage de l'oreille interne ou des sinus, lors de la descente ;

A signaler également que l'altitude amplifie toute indisposition bénigne, notamment les états fébriles et « potentialise » l'effet de certains médicaments.

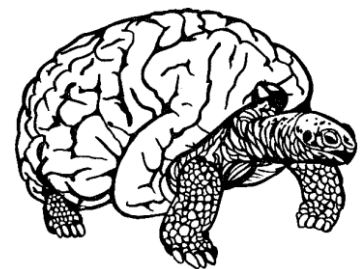
Enfin, les effets de l'alcool sont très fortement amplifiés, ce qui ne doit pas concerner le pilote, mais nos passagers pourraient réagir de manière imprévisible après avoir bu pourtant raisonnablement et être montés avec nous à 10 000 ft !

Les conséquences pour le pilote

Le déficit partiel mais prolongé d'oxygène dans le sang se manifeste en premier lieu sur nos capacités intellectuelles et de perception.

Notre cerveau voit ses performances s'altérer de plus en plus au fil du temps passé en altitude.

Nos sens aussi perdent de leur performance, la vue bien sûr, avec notamment la réduction de la vision périphérique et du champ visuel central, la baisse d'acuité et de la fonction d'accommodation de loin ou de près, mais aussi l'ouïe ainsi que l'élocution verbale.



Cela devient **nettement sensible à partir de 8000 ft** et c'est pourquoi les avions de ligne sont pressurisés pour en croisière maintenir la cabine (et le cockpit bien sûr !) à 8000 ft maximum et souvent moins.

Ainsi, voler plus d'une heure à 8000 ft provoque déjà un ralentissement des fonctions cognitives que l'on peut très simplement tester en essayant de faire du calcul mental !

A partir de 10 000 ft, il suffit de bien moins d'une heure pour constater une baisse de nos capacités de pilote.

Ainsi, il m'est arrivé en quelques occasions de devoir voler longuement au FL110 ou 120 en TB20 pour des convois à longue distance et je me souviens très bien qu'à chaque fois, assez vite je ne pouvais plus calculer de tête l'autonomie restante et difficilement les estimées des points de report. Au bout de 2 heures, j'ai aussi parfois eu des maux de tête assez gênants.

Heureusement, j'avais alors un pilote automatique pour me concentrer sur la navigation, un DME ou un des premiers GPS pour connaître ma vitesse sol et une calculette pour convertir les gallons en litres et vérifier périodiquement le carburant prévu à destination !

Conseil Sécurité 01/2014	AÉRO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 3/4
	Les dangers sournois d'un vol prolongé en altitude	

Entre 8000 et 12 000 ft il s'agit en général, sauf insuffisance pathologique préexistante, d'une **hypoxie lente ou « prolongée »**.

Lorsqu'on monte un peu plus haut, vers 15 000 ft, une perte quasi complète des fonctions cognitives peut survenir rapidement, typiquement en quelques minutes. On parle alors d'une **hypoxie aigüe**. Le pilote tombe dans un état second où, sans vraiment perdre conscience, il n'est plus capable de faire autre chose que des actions élémentaires et semi-réflexes, avec un temps de réaction extrêmement long.

La phase aigüe surviendra d'autant plus vite qu'elle aura été précédée d'une hypoxie lente.

NB : encore plus haut, à partir de 25 000 ft, l'hypoxie devient suraigüe avec perte de conscience rapide, mais nos avions légers ne volent pas dans ces tranches d'altitude....

Dans le cas de l'hypoxie prolongée, qui concerne plus particulièrement la pratique courante de l'aviation légère, bien plus que l'incapacité à calculer, pouvant être palliée avec des outils électroniques, le problème majeur est que le cerveau n'a plus toutes ses performances.

En conséquence :

- toute **prise de décision** sera **altérée**, notamment en cas d'anomalie ou de changement des conditions de vol ;
- notre **perception de la situation** et notre **jugement** seront **très dégradés**.

Pour avoir une illustration des conséquences d'une hypoxie prolongée et peut-être in fine d'une phase aigüe, il suffit de lire sur le site du BEA, le rapport de l'accident du DR400 F-GUPV survenu le 26 mai 2005 au Mont Blanc.

En résumé, après avoir effectué une croisière d'une heure entre les FL 100 et 110, le pilote est monté vers le FL 140 puis 150 et a percuté la montagne à 15200 ft ; un autre pilote de montagne qui lui a parlé à la radio peu de temps avant l'accident, a noté une lenteur des réponses et une incohérence des propos typiques de l'hypoxie. Le rapport du BEA sur cet accident est consultable à l'adresse suivante : <http://www.bea.aero/docspa/2005/f-pv050526/pdf/f-pv050526.pdf>

La conduite à tenir

Connaissant cette dégradation de nos capacités de pilote, que pouvons-nous faire ?

Bien sûr, le plus simple est de limiter notre exposition à ce danger, en évitant les vols prolongés dans la tranche d'altitude supérieure à 8000 ft et surtout à partir de 10 000 ft.

Si cependant nous ne pouvons écarter ce risque, il sera donc important d'en être conscient et de s'en tenir strictement aux **procédures connues** et aux **marges de sécurité qu'on se sera fixées avant le vol**.

Rien de plus dangereux que de vouloir innover dans ces conditions.

La discipline absolue dans l'application des règles, des procédures et des limites fixées avant le vol, devient donc une question de survie.

Et que dit la réglementation ?

De ce point de vue c'est très clair :

Le pilote doit utiliser un inhalateur d'oxygène pour tout vol d'une durée supérieure à 30 minutes effectué au-dessus du FL 100 et quelle que soit la durée pour tous les occupants de l'aéronef au-dessus du FL 130.



Part NCO.OP.190 Utilisation de l'oxygène de subsistance

Part NCO.IDE.A.155 Oxygène de subsistance — avions non pressurisés

[*\(Cliquer ICI\)*](#)

Cette exigence réglementaire n'est qu'un minimum imposant l'utilisation d'un moyen complémentaire. Cela ne veut bien sûr pas dire qu'en deçà de ces conditions, tout risque est écarté !



Vers 15 000 ft :

- perte quasi complète des fonctions cognitives en quelques minutes
- inhalateur d'oxygène obligatoire pour tout vol de plus de 30 mn **au-dessus du FL125** et quelle que soit la durée **au-dessus du FL145**

Entre 8000 et 12 000 ft :

si le vol se prolonge

- ralentissement des fonctions cognitives,
- réduction de la vision périphérique et du champ visuel central,
- baisse d'acuité et de l'accommodation,
- altération de l'ouïe de l'élocution verbale.

Conclusion

Comme indiqué plus haut, **à partir de 8000 ft le danger d'hypoxie existe !**

Il faut donc en être pleinement conscient et s'astreindre à appliquer uniquement les **procédures et les règles connues** et les **plans d'action préparés** car nos facultés de raisonnement seront nécessairement diminuées, dès que l'on vole de manière prolongée au-dessus du FL75.

Document à lire absolument et à garder dans sa sacoche de vol :

EASA - GENERAL AVIATION **SAFETY BRIEFING** : **PREVENTING HYPOXIA**



Antoine de Saint-Exupéry