

	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse	
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
04/2016	Conseil Sécurité	Page 1/6

Rédacteurs : Corinne Bacabara, Jacques Loury, Jean-Louis Rabilloud publié le 03 novembre 2016

L'alimentation en air du moteur : une fonction vitale !

Pour qu'un moteur d'avion léger puisse brûler son carburant il doit aspirer plusieurs dizaines de litres d'air par seconde, typiquement de 50 à 180 litres selon la puissance développée et l'altitude de vol.

Il est donc vital que l'arrivée d'air se fasse sans qu'aucune obstruction ne vienne la réduire ou l'interrompre.

Ce conseil revient sur la nécessité d'une **filtration de l'air** et sur le principe de la **génération du gaz carburé** en s'appuyant sur les motorisations les plus utilisées en aviation légère, à savoir le moteur à **carburateur** et le moteur à **injection**. Il évoque ensuite les principales causes et conséquences d'une obstruction de l'arrivée d'air puis décrit les dispositifs permettant de l'éviter (prévention) ou de s'en affranchir (secours) et l'utilisation de ces dispositifs aussi bien au sol qu'en vol.

1. Filtration de l'air

Il s'agit d'empêcher les insectes et divers fragments de matériaux ou de végétaux¹ présents dans l'atmosphère d'entrer dans le circuit d'alimentation du moteur.

Une accumulation de ces éléments ainsi qu'une agglomération de givre ou de neige sur le filtre à air (phénomène désigné accrétion de glace - cf. Aeroweb [Fiche Givrage](#)) sont des causes fréquentes de son « colmatage », celui-ci faisant obstruction au passage de l'air.

Un colmatage du filtre diminue le débit d'air nécessaire au fonctionnement du moteur et peut provoquer une perte partielle ou totale de puissance.

La propreté du filtre à air doit être vérifiée lors de la visite prévol extérieure.

Le programme d'entretien prévoit de nettoyer et changer le filtre à air régulièrement.

2. Génération du gaz carburé

Il s'agit de produire le mélange d'air et de vapeur d'essence qui en brûlant dans les cylindres du moteur lui permet de développer sa puissance. Le mélange s'effectue soit dans un **carburateur** (moteurs du TB10, du DR400, du Sprintair et du Gardan), soit par **injection** du carburant dans les tubulures d'admission (moteurs du TB20, du DA20, du Cap 10).

2.1. Moteur à carburateur

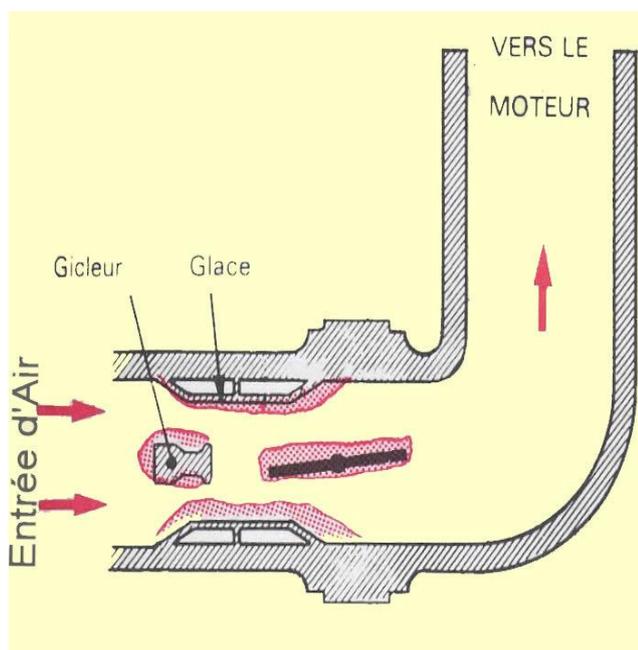
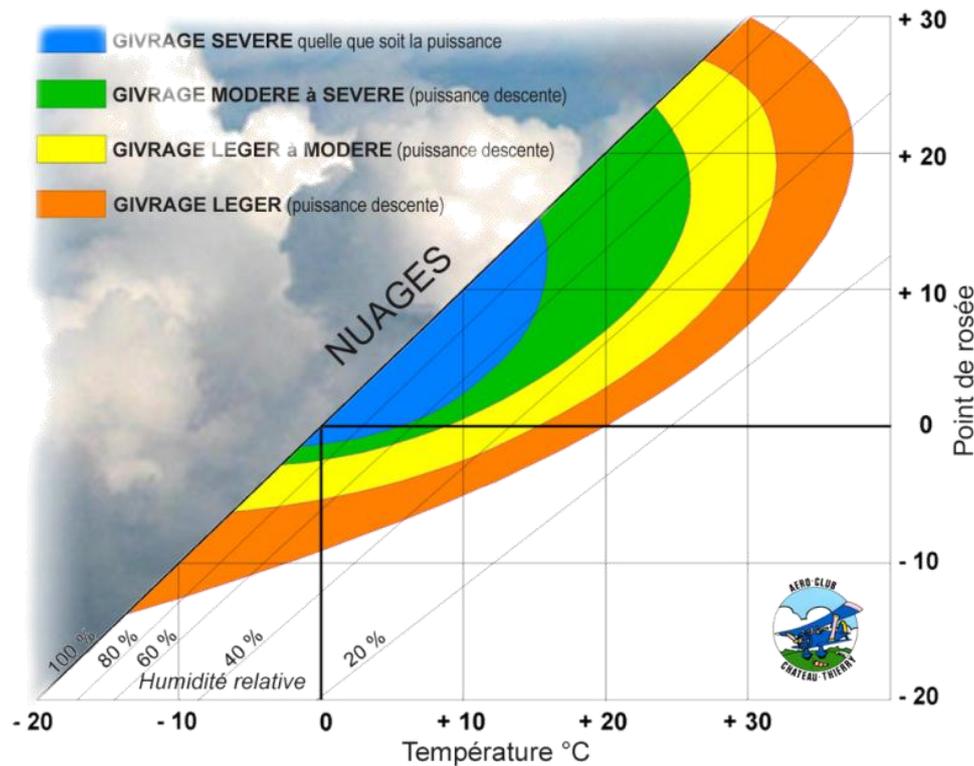
Le gicleur introduit l'essence en très fines gouttelettes dans la partie la plus resserrée du conduit du carburateur (le col). En traversant le col, par effet Venturi, l'air aspiré se détend (diminution de sa pression statique) ce qui favorise l'évaporation des gouttelettes d'essence et la génération du mélange air-essence, autrement dit le gaz carburé.

La fermeture plus ou moins grande du « papillon des gaz » à faible ou moyenne puissance accentue le resserrement du passage du mélange vers le moteur et par conséquent intensifie le phénomène de détente et donc l'abaissement de la température.

¹ Poussières, sable, papier, plastique d'emballage, pollens, feuilles, fétus de paille, plumes ou duvets, etc.

Le refroidissement dû à l'évaporation de l'essence et à la détente de l'air aspiré puis du mélange gazeux est voisin de 40°C. Ce refroidissement peut amener la vapeur d'eau contenue dans l'air à se condenser en eau liquide puis à congeler, voire provoquer la condensation solide de cette vapeur (cf. Aeroweb [Fiche Givrage](#)) et cela **même à température ambiante élevée.**

La congélation et la condensation solide engendrent alors une **accrétion de glace** sur le col, le gicleur et le papillon des gaz, d'épaisseur variable selon l'**humidité relative** de l'air et qui peut faire obstruction au passage de l'air et ainsi réduire voire interrompre la génération du gaz carburé : c'est le phénomène de **givrage du carburateur** apparaissant aux conditions de températures [°C et Point de rosée] et aux puissances mentionnées ci-après :



Humidité relative : l'air contient de l'eau sous forme de vapeur dans une proportion désignée humidité relative qui dépend de la Température de l'air et de l'écart entre cette température et celle du Point de rosée : ainsi à température élevée, l'air peut contenir une plus grande quantité de vapeur d'eau qu'à basse température. Plus l'écart à la température du Point de rosée est faible, plus l'air est proche de sa saturation en vapeur d'eau : quand cet écart est nul l'excédent de vapeur d'eau se condense.

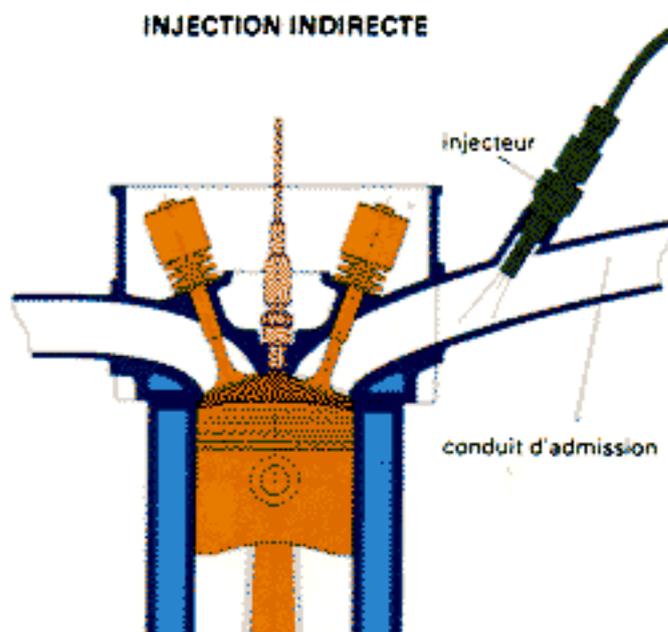
En pratique, si la température de l'air est assez facilement connue à diverses altitudes [données météo, sonde OAT : Outside Air Temperature] celle du Point de rosée l'est beaucoup moins, sauf au sol dans les METAR ou l'ATIS des aérodromes pour lesquels ces messages et paramètres sont établis ou diffusés ainsi que dans les Radiosondages

2.2. Moteur à injection

L'essence est injectée à haute pression dans le conduit d'admission, à proximité immédiate de la tête du cylindre en amont de la soupape d'admission.

Sous l'effet combiné de la chaleur de combustion et de la grande différence entre la pression du jet à la sortie des injecteurs et celle de l'air aspiré dans les cylindres pendant l'admission, les très fines gouttelettes d'essence se vaporisent instantanément.

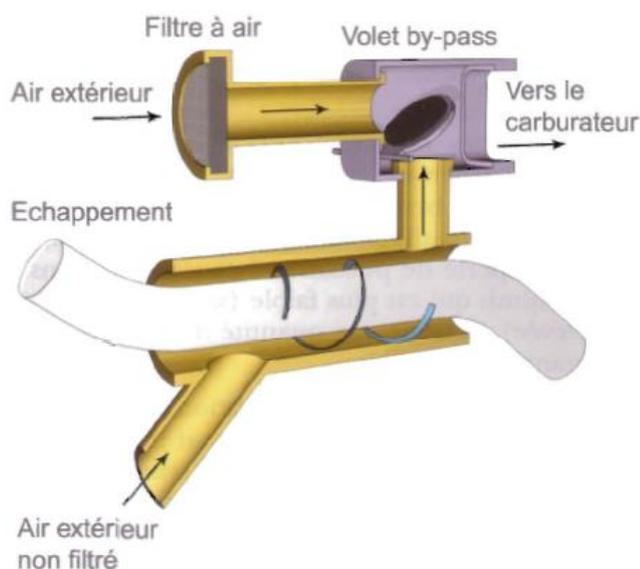
Contrairement à ce qui se passe dans un carburateur, le refroidissement dû à l'évaporation et à la détente n'est pas suffisant pour abaisser la température jusqu'au point de congélation de l'eau se trouvant à l'état liquide ni provoquer une condensation solide de la vapeur d'eau.



3. Dispositifs permettant d'éviter une obstruction ou de s'en affranchir

3.1. Le réchauffage du carburateur (moteur à carburateur)

Un volet by-pass permet de faire circuler de l'air extérieur non filtré autour de l'échappement où il se réchauffe avant d'entrer dans le carburateur.



Lors des Essais moteur, le fait de tirer la « Réchauffe Carbu. » doit provoquer une diminution du régime d'environ 100 à 150 tours : en effet, l'air réchauffé est moins dense donc pour un même volume aspiré, celui-ci contient une masse d'oxygène plus faible, la puissance développée est moindre.

Une augmentation du régime moteur signalera :

- ☞ un début de givrage du carburateur ou
- ☞ un filtre à air fortement colmaté.

L'absence de variation du régime indiquera une probable panne du système de réchauffage, notamment un défaut de liaison entre la commande et le volet by-pass.

Points d'attention :

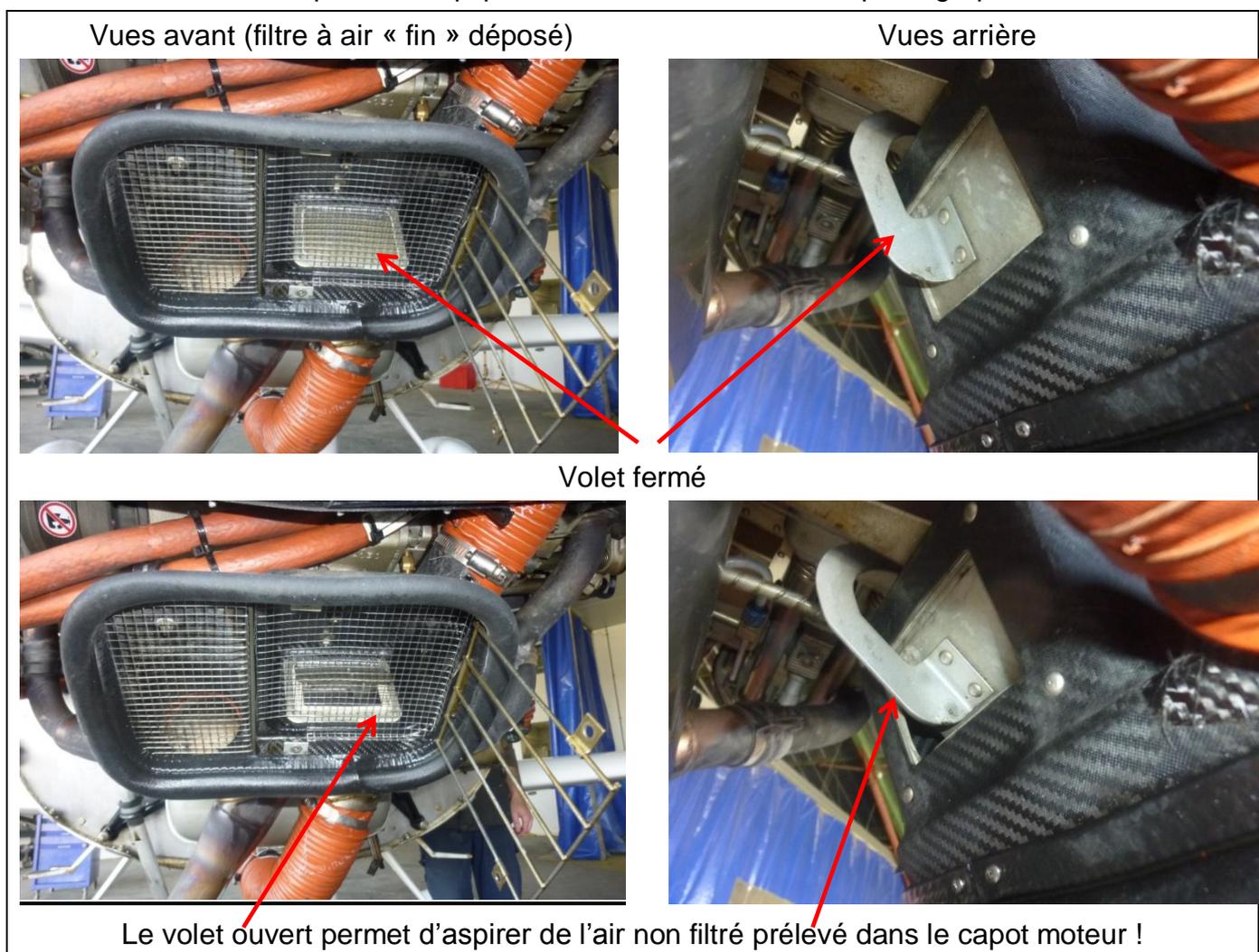
- l'accrétion de glace dans le conduit du carburateur pouvant interrompre presque totalement l'écoulement d'air, il ne sera pas possible de faire fondre cette glace par un apport d'air chaud puisqu'il ne peut plus être aspiré ;
- le système de réchauffage du carburateur doit donc être utilisé en préventif plutôt qu'en curatif et cela avant de réduire la puissance du moteur (30 secondes avant idéalement) ;

- avec la Réchauffe Carbu. tirée, l'air ne passe plus par le filtre, ce qui permet aussi de pallier son éventuel colmatage ;
- a contrario, la non filtration de l'air facilitera la pénétration d'insectes et de fragments de matériaux ou de végétaux dans le carburateur puis dans le moteur : il convient donc d'éviter que la Réchauffe Carbu. reste tirée lors du stationnement ainsi qu'au roulage, notamment sur des terrains poussiéreux (cf § 4.1.3).

3.2. La prise d'air de secours ou *Alternate Air* (moteur à injection)

La chaleur dégagée par la combustion du gaz carburé maintient une température suffisamment élevée dans les tubulures d'admission pour éviter toute accréation de glace dans la zone où l'essence injectée se vaporise.

Par conséquent, sur un moteur à injection, seul un colmatage du filtre à air justifie une prise d'air de secours, telle que celle équipant le Diamond DA20 C1 et photographiée ci-dessous :



Contrairement à la Réchauffe Carbu. la mise de l'*Alternate Air ON* lors de l'essai moteur ne doit pas provoquer de diminution du régime.

Si une augmentation du régime est constatée, cela signifie que le filtre à air est fortement colmaté. Il faut alors s'abstenir de décoller !

Nota : une brève et faible variation du régime est parfois constatée : d'environ une épaisseur d'aiguille, cette variation provient de la « perte de charge » dans le filtre à air.

Conseil Sécurité 04/2016	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse - CISOA	Page 5/6
	L'alimentation en air du moteur : une fonction vitale !	

4. Utilisation du réchauffage du carburateur et de la prise d'air de secours

4.1. En croisière

Il importe de savoir reconnaître les **symptômes d'une perte de puissance** dans l'évolution des paramètres de la croisière (RPM+Pa, Vi) :

- ✓ sur un avion équipé d'une hélice à calage fixe :
 - baisse progressive du **régime moteur** et de la **vitesse indiquée**, pour une position fixe de la manette des gaz ;
 - besoin d'enfoncer la manette des gaz pour maintenir un régime moteur ;
- ✓ sur un avion équipé d'une hélice à calage variable (« à vitesse constante ») :
 - baisse progressive de la **pression d'admission** et de la **vitesse indiquée**, pour une position fixe de la manette des gaz ;
 - besoin d'enfoncer la manette des gaz pour maintenir une pression d'admission.

Quelle que soit la cause de cette perte de puissance si rien n'est fait, la manette des gaz sera à court terme complètement enfoncée, la vitesse indiquée continuera à décroître, le moteur aura des « ratés » et tôt ou tard ne pourra plus délivrer de puissance.

Que faire en présence de tels symptômes ?

- ✓ **sur un avion équipé d'un moteur à carburateur :**
 - tirer à fond la Réchauffe Carbu. et la maintenir tirée tant que les conditions restent propices au givrage carburateur (*) et régler la richesse du mélange ([mixture](#)) ;
 - si l'avion est équipé d'une sonde de température du carburateur (CARB TEMP), tirer plus ou moins la Réchauffe Carbu. pour maintenir l'aiguille de l'indicateur hors de la plage jaune (-15°C +5°C) ;
 - (*) Même avec une température ambiante élevée, le givrage carburateur peut exister (cf. diagramme du § 2.1) ;
- ✓ **sur un avion équipé d'un moteur à injection :**
 - mettre l'*Alternate Air ON* ;

4.2. En descente ou à l'approche

- ✓ **sur un avion équipé d'un moteur à carburateur, en toutes circonstances :**
 - tirer à fond la Réchauffe Carbu. environ 30 secondes avant de réduire en dessous de 50% de la puissance maximum et la maintenir tirée ou si l'avion est équipé d'une sonde CARB TEMP la tirer plus ou moins afin d'avoir l'aiguille hors de la plage jaune ;
- ✓ **sur un avion équipé d'un moteur à injection, en conditions givrantes :**
 - surveiller le maintien des paramètres RPM+Pa, Vi, Vz et en cas d'impossibilité de corriger les écarts, mettre l'*Alternate Air ON* ;

4.3. Au sol

- Lors de la **visite pré-vol**, vérifier qu'il n'y a pas de corps étrangers dans les entrées d'air (nids d'oiseaux, outils ou chiffons oubliés, etc.).
- Ne pas faire les **Essais moteur** sur une aire poussiéreuse ou sablonneuse :
 - ☞ la combinaison de la mise en mouvement de l'air par l'hélice et de son aspiration peut créer un vortex qui transportera la poussière ou le sable fin jusqu'au filtre à air, avec un risque de colmatage prématuré ;
 - ☞ en utilisant la prise d'air de secours ou le réchauffage du carburateur, l'air entrant n'étant pas filtré, le moteur peut ingérer du sable et subir des dommages ;

Conseil Sécurité 04/2016	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse - CISOA	Page 6/6
	L'alimentation en air du moteur : une fonction vitale !	

- ne pas **rouler** avec l'*Alternate Air ON* ou la Réchauffe Carbu. tirée :
 - ☞ comme ci-dessus, le moteur peut ingérer des particules solides (utiliser le dispositif uniquement si à bas régime le moteur a tendance à s'arrêter) ;
- ne pas **stationner** avec l'*Alternate Air ON* ou la Réchauffe Carbu. tirée :
 - ☞ pendant le stationnement et notamment un stationnement prolongé, divers fragments peuvent être transportés par le vent et des insectes voire de petits oiseaux peuvent pénétrer dans le circuit d'alimentation et s'y emprisonner.
(Cf. [Rapport BEA f-ni090831 relatif à l'incident survenu le 31 août 2009 à l'avion immatriculé F-GNNI](#))

4.4. Au décollage et en montée

- ✓ **sur un avion équipé d'un moteur à carburateur :**
 - si le temps d'attente au point d'arrêt a été relativement long avant l'alignement, refaire l'étape de l'Essai moteur visant à vérifier l'efficacité de la Réchauffe Carbu. (pendant l'attente la puissance développée est faible, donc le risque de givrage est augmenté) ;
 - ne pas tirer la Réchauffe Carbu. :
 - ☞ le réchauffage de l'air entrant dans le carburateur induit une perte de puissance liée à l'augmentation de la [richesse du mélange](#) ;
 - ☞ quand le moteur développe sa puissance maximale, les têtes de cylindres s'échauffent beaucoup et portent le gaz carburé à haute température : le risque de détonation est accru lorsque le réchauffage du carburateur est utilisé.
- ✓ **quel que soit le type d'hélice et de génération du gaz carburé :**
 - il importe pendant la course au décollage de vérifier l'obtention de la puissance de décollage [Cf. Annonces techniques : par exemple RPM > à RPM minimum (quand la vitesse de rotation Vr est atteinte)].

Réchauffe Carbu. = dispositif de prévention du givrage du carburateur
Alternate Air = dispositif de secours en cas de colmatage du filtre à air

Pour aller plus loin : video SURVOL MÉTÉO - Le givrage du carburateur
(<https://www.youtube.com/watch?v=t-hvhiIAW1k>)

5. Conclusion

L'obstruction de l'arrivée d'air dans un moteur d'avion est un risque dont la probabilité et la gravité sont élevées.

L'analyse avant le départ des observations et prévisions météorologiques, notamment pour repérer les secteurs et altitudes où les températures sont négatives et où il y a des conditions givrantes ainsi qu'une visite prévol méticuleuse sont deux tâches incontournables.

La surveillance constante de l'environnement de vol, de l'évolution des conditions météorologiques et de l'OAT ainsi que des paramètres [RPM, Pa, Vi, Vz], une application rigoureuse des procédures normales permettent généralement de prévenir ou d'éviter une obstruction.

Si malgré cela une obstruction de l'arrivée d'air devait se produire, le recours aux procédures anormales appropriées permet de la traiter mais seulement dans certaines situations.

**La relecture régulière des procédures anormales
et la réalisation d'exercices de simulation de situations d'urgence
contribuent à la maîtrise des risques.**