
	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse	 COMITÉ D'ÉTABLISSEMENT Airbus Opérations Toulouse
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
01/2017	Conseil Sécurité	Page 1/7

Rédacteur : Jean-Louis Rabilloud

publié le 11 février 2017
révisé le 24 octobre 2019

Les prises de pression et les mises à l'air libre : des organes qui doivent être dégagés !

Le système anémo-barométrique d'un avion comporte des prises de pression reliées par deux circuits distincts aux instruments délivrant des indications d'altitude et de vitesse.

De même, les réservoirs doivent être maintenus à la pression atmosphérique afin de pouvoir y puiser le carburant nécessaire à l'alimentation du moteur.

Les prises de pression et leurs circuits ainsi que les conduits de mise à l'air libre des réservoirs doivent être parfaitement dégagés pour assurer un fonctionnement correct des instruments et du moteur et par conséquent doivent faire l'objet de toute notre attention !

Après des rappels sur les organes du système anémo-barométrique et du circuit carburant exposés au risque d'obstruction et sur les causes de telles obstructions et leurs conséquences, ce conseil sécurité précise quand, quoi et comment faire, aussi bien au sol qu'en vol, pour faire face à cette menace.

Table des matières

1.	Les prises de pression du système anémo-barométrique.....	2
2.	La mise à l'air libre des réservoirs de carburant	3
3.	Les causes d'obstruction et ses conséquences	3
3.1.	Obstruction des prises de pression et de leur circuit.....	4
3.1.1.	Causes	4
3.1.2.	Conséquences	4
3.2.	Obstruction de la mise à l'air libre des réservoirs	5
3.2.1.	Causes et conséquences	5
3.2.2.	Protection et vérifications	5
4.	Résumé : prévenir et traiter l'obstruction des statiques et du Pitot.....	6
4.1.	Prévention.....	6
4.2.	Statiques bouchées : symptômes et traitement	6
4.3.	Pitot bouché : symptômes et traitement.....	6
5.	Conclusion.....	7

1. Les prises de pression du système anémo-barométrique

Les capsules barométriques de l'anémomètre, de l'altimètre et du variomètre sont soumises à la pression du milieu environnant via deux circuits distincts : l'un pour la pression totale et l'autre pour la pression statique.

Chaque circuit est constitué d'un ou plusieurs tubes de faible diamètre intérieur, la prise de pression se faisant par une extrémité, l'autre étant reliée aux instruments concernés.

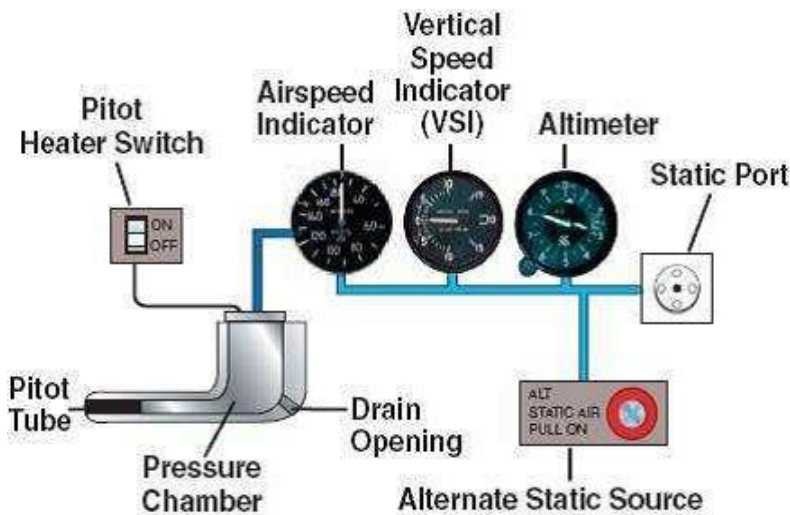


Schéma simplifié d'un système anémo-barométrique

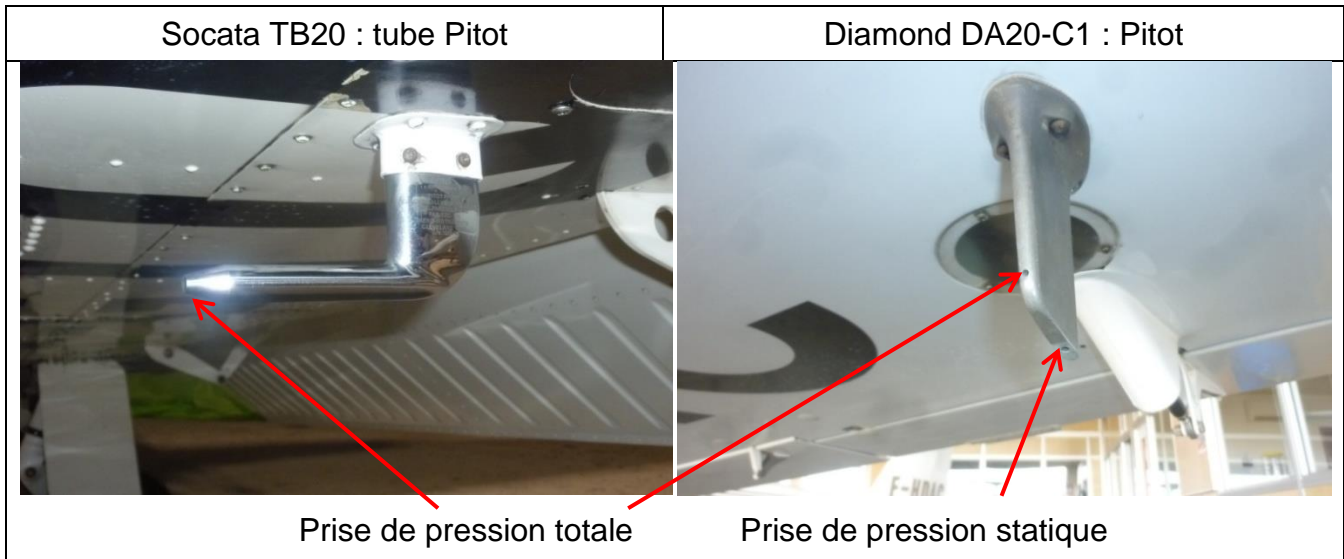
Pour mémoire :

L'anémomètre mesure la pression dynamique, différence entre la pression totale et la pression statique [la pression dynamique est proportionnelle au carré de la vitesse du vent relatif].

Le variomètre mesure la variation de pression statique ΔP entre les instants t et $t - dt$ grâce à une capacité (i.e. un volume dans lequel la pression s'établit avec retard).

ΔP représente la variation d'altitude pendant dt donc la V_z .

La prise de pression totale s'effectue sur le **tube Pitot** ou **Pitot**, généralement fixé sous l'aile ou à l'avant du fuselage, la surface d'ouverture du tube étant dirigée vers l'avant de l'avion et perpendiculaire à l'écoulement de l'air.



La prise « nominale » de la pression statique s'effectue généralement via deux orifices placés de part et d'autre de la partie médiane du fuselage [désignés « prises statiques » ou « statiques »] avec une surface d'ouverture parallèle à l'écoulement de l'air.

Sur certains avions, notamment le DA20, la prise de pression statique s'effectue sur le Pitot.

Lorsqu'elle existe, la prise « de secours » de la pression statique (désignée « statique de secours ») s'effectue via un tube débouchant dans l'habitacle [s'il n'est pas pressurisé, ce qui est le cas de la plupart des avions légers].

2. La mise à l'air libre des réservoirs de carburant

La mise à l'air libre s'effectue au moyen d'un conduit ouvert à ses deux extrémités, l'une débouchant à l'intérieur du réservoir [en partie supérieure du goulot de remplissage, près du bouchon] et l'autre à l'extérieur : ainsi lorsque le réservoir est fermé, de l'air peut y entrer au fur et à mesure du pompage du carburant. Ce conduit sert parfois de « trop plein ».

Il est essentiel de connaître le circuit carburant de l'avion pour bien situer ce(s) conduit(s) !

<p>DR400 : extrémité basse du conduit de mise à l'air libre du réservoir principal</p> 	<p>DR400 : extrémité du conduit assurant la redondance de la mise à l'air libre</p> 
<p>DA20, réservoir unique : extrémité basse du conduit de mise à l'air libre</p> 	<p>Relié à la mise à l'air libre du réservoir principal, ce deuxième conduit débouche à l'extérieur du fuselage en partie haute, quel que soit le modèle de DR400. Sur le DR44, il est également relié à la mise à l'air libre du réservoir supplémentaire.</p> <p>Sur les avions à réservoir unique (DA20, Cap10) ou à réservoirs d'aile (TB20, TB10, Gardan GY80, Sprinter LMC1, DR46) leurs mises à l'air libre ne sont pas redondées, ni celle du réservoir arrière du Gardan.</p> <p><i>[cet avion est un cas particulier : le pompage du carburant dans les réservoirs d'aile (Robinet 1+2) constitue une redondance !]</i></p>

3. Les causes d'obstruction et ses conséquences

Les causes d'obstruction des prises de pression et de leur circuit associé ainsi que des conduits de mise à l'air libre sont variées et généralement liées à la contamination du milieu environnant et aux conditions météorologiques mais elles peuvent également provenir d'une négligence ou d'une omission de la part du pilote (par exemple, celle de ne pas mettre en place les caches sur le Pitot et les statiques ou de ne pas les avoir enlevés avant le départ !).

Trois documents à consulter :

- [Consignes et recommandations pour le stationnement d'un avion](#)
- Rapport BEA [f-ot 040709](#) : "... Peu après le décollage le pilote constate que l'anémomètre, l'altimètre et le variomètre fonctionnent anormalement et que la vitesse indiquée se stabilise aux environs de cent kilomètres par heure ; il se souvient qu'il a oublié d'enlever les protections des prises statiques et du tube Pitot et décide d'atterrir".
- [Quelques témoignages au sujet de l'obstruction des prises de pression et des mises à l'air libre !](#)

3.1. Obstruction des prises de pression et de leur circuit

3.1.1. Causes

L'obstruction des prises de pression est fréquemment due aux insectes lorsque l'avion est stationné, même pour une courte durée. En effet, certains insectes recherchent de petits orifices pour y nicher et pondre. C'est notamment le cas des « mouches maçonnes » telles que les guêpes ou les abeilles sauvages, bien plus nombreuses que les domestiques.

Ces insectes construisent en peu de temps une structure à base de boue et de particules végétales ou de cire, capable d'obstruer ou de boucher les prises de pression et leur circuit.

De même, en stationnement ou au roulage, la poussière soulevée par le vent ou par l'hélice d'un autre avion peut les obstruer, au moins partiellement. Enfin de l'eau liquide ou des cristaux de neige peuvent s'y introduire puis geler lors d'épisodes pluvieux ou neigeux successifs et par température négative.

☞ *D'où l'intérêt de **mettre en place des caches pendant le stationnement**, pour empêcher les insectes ainsi que l'eau de ruissellement, les poussières et autres particules solides de pénétrer dans les circuits.*

Si au moment de prendre en charge un avion les caches ne sont pas sur le Pitot et les statiques, redoubler d'attention à la visite prévol en vérifiant leur propreté !

Enfin, l'obstruction partielle voire l'obturation du Pitot peut survenir en vol par collision avec de gros insectes ou un oiseau voire par givrage lors d'un vol en conditions givrantes (en principe susceptibles de n'être rencontrées que fortuitement en vol IFR sur les TB20 de l'ACAT, non équipés pour le vol en conditions givrantes connues).

☞ *D'où l'intérêt **de pouvoir utiliser un dispositif de réchauffage du Pitot**, qui en portant la chambre de pression à haute température, empêche l'accrétion de glace, vaporise l'eau résiduelle (eau entrant dans la chambre en volant dans la pluie et qui n'aurait pas été évacuée par le drain) et enfin détruit, au moins partiellement, les insectes et les particules solides ayant pu le cas échéant y pénétrer.*

3.1.2. Conséquences

Lorsque le Pitot s'est bouché au sol, la pression totale reste égale à la pression de l'air qui était emprisonné dans le circuit avant l'obturation. La vitesse indiquée par l'anémomètre restera donc nulle ou proche de zéro lors de la course au décollage, ce qui doit amener le pilote à interrompre assez tôt le décollage, avec encore suffisamment de longueur de piste pour le faire en sécurité.

Mais dans le cas d'une obstruction partielle, l'anémomètre peut avoir un comportement très inattendu, avec des sauts d'indication, ce qui peut rendre la décision d'interrompre le décollage difficile à prendre et amener le pilote à effectuer une interruption tardive ou à décoller à vitesse inadéquate : les conséquences d'un tel scénario peuvent être graves.

Si le Pitot s'est bouché en vol, la vitesse indiquée reste figée à sa valeur au moment de l'obturation tant que l'altitude ne varie pas. Ensuite si l'avion monte, la vitesse indiquée deviendra trop forte ce qui amènera le pilote à augmenter l'assiette à cabrer, potentiellement jusqu'au décrochage et deviendra trop faible s'il descend, ce qui l'amènera à augmenter le taux de descente ou la puissance moteur, potentiellement jusqu'au dépassement de la VNE.

Lorsque les prises statiques sont bouchées, la pression statique dans le circuit reste égale à la pression de l'air qui était emprisonné dans le conduit avant l'obturation, c'est-à-dire en général à une valeur proche de la pression atmosphérique régnant à ce moment-là !

Cependant si l'obturation a eu lieu plusieurs jours avant le vol, la pression atmosphérique au sol a pu varier significativement : ceci pourra se traduire le cas échéant par un écart important (> 3 hPa) entre le QNH donné par un organisme de contrôle et celui constaté lors

Conseil Sécurité 01/2017	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse - CISOA	Page 5/7
	Les prises de pression et les mises à l'air libre : des organes qui doivent être dégagés !	

du réglage de l'altimètre à l'altitude de l'aérodrome de départ. Dans ce cas il ne faut pas décoller et un essai de la « statique de secours » permet de détecter ce type de situation.

Si toutefois le décollage a été réalisé alors que les statiques étaient bouchées, l'altitude indiquée restera figée à celle de l'aérodrome, le variomètre sera à zéro, la vitesse indiquée diminuera lorsque l'altitude réelle augmentera. Si l'obstruction des prises statiques est partielle, un retard plus ou moins grand dans les indications d'altitude et de vitesse verticale sera constaté ainsi que des indications de vitesse erronées lors des variations d'altitude. Notamment, sur DR400 il a été constaté dans ce cas que :

- en palier à puissance de Croisière ou d'Attente la Vi est supérieure à la Vi nominale et que pour obtenir une Vi nominale il faut afficher une plus faible puissance et une assiette plus cabrée ;
- au déclenchement de l'avertisseur de décrochage et au décrochage la Vi est supérieure à la Vi nominale ;
- en finale sur le plan de référence et avec les pré-affichages d'assiette et de puissance, la Vi est supérieure à la Vi nominale, ce qui peut entraîner l'approche du décrochage si le pilote maintient la Vi à la valeur habituelle en réduisant la puissance.

3.2. Obstruction de la mise à l'air libre des réservoirs

3.2.1. Causes et conséquences

Bien que les insectes soient en général dissuadés d'entrer dans les conduits de mise à l'air libre en raison de l'odeur d'essence [mais ça peut se produire !] de la boue peut s'y accumuler ou de la poussière voire de la glace pour les conduits débouchant vers le haut.

Si le conduit de mise à l'air libre est bouché et si le bouchon du réservoir est étanche [c'est le cas quand il est en bon état !] l'air extérieur ne peut plus entrer pour occuper le volume du carburant consommé, ce qui crée progressivement une dépression à l'intérieur du réservoir, que les pompes mécanique et électrique ne pourront pas surmonter quand elle deviendra trop forte. Alors, le débit du carburant arrivant au moteur diminuera puis s'annulera.

Quand le bouchon de fermeture d'un réservoir est étanche et que sa mise à l'air libre est obturée, le moteur s'arrête à plus ou moins longue échéance, selon le volume d'air présent dans le réservoir à la mise en route : elle sera d'autant plus longue que le niveau de carburant est bas au départ. L'arrêt du moteur peut donc se produire bien après son démarrage, par exemple au décollage ou au cours du vol.

☞ *Ce scénario est totalement différent de ce qui se passe lors de la fermeture du robinet carburant, où l'arrêt moteur intervient tôt : après 2 min sur DR46 et 5 secondes sur DA20, à 1200 RPM. Bien plus, avec le robinet fermé, il est pratiquement impossible de démarrer le moteur, alors que dans le cas d'une obstruction de la mise à l'air libre du réservoir, le démarrage ne sera pas affecté !*

Un rapport à consulter : [BEA f-qj130421](#) : Accident, Dreuilhe (09), 21 avril 2013, GARDAN-GY80

3.2.2. Protection et vérifications

Aucune protection des mises à l'air libre des réservoirs n'est utilisée, cette pratique étant sans doute motivée par la faible probabilité d'obstruction ou d'obturation !

Seuls quelques modèles d'avion de notre flotte ont un dispositif de redondance (cf. § 2). Or les mises à l'air libre des réservoirs sont des organes du circuit carburant qui, en cas de défaillance, peuvent altérer fortement le fonctionnement du moteur : il est donc vital de vérifier qu'ils sont parfaitement dégagés. Cette vérification s'effectue à l'atelier et lors des diverses actions préalables à l'envol et relatives à l'alimentation et au fonctionnement du moteur.

Conseil Sécurité 01/2017	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse - CISOA	Page 6/7
	Les prises de pression et les mises à l'air libre : des organes qui doivent être dégagés !	

A ce titre :

- la non-obturation des mises à l'air libre est contrôlée lors des **visites d'entretien** et le pilote vérifie visuellement leur propreté lors de la **visite prévol** ;
- généralement les **procédures normales** (cf. Manuel de vol ou Check-list) prévoient :
 - pour les avions à réservoirs multiples ne pouvant être sélectionnés que de façon indépendante [TB20, TB10, Sprinter LMC1, réservoirs latéraux du DR46, réservoir arrière du GY 80] que chaque réservoir ait été utilisé au sol [exemple du DR46 : réservoir gauche pour démarrer puis droite au roulage] ;
 - que les essais moteur soient effectués avec le robinet-sélecteur sur la position préconisée pour le décollage ;
 - que lors de la course au décollage, la puissance disponible et la pression carburant soient vérifiées (cf. Annonces techniques : par exemple *Puissance décollage, pression carburant, vérifiées*).

4. Résumé : prévenir et traiter l'obstruction des statiques et du Pitot

4.1. Prévention

- En stationnement, mettre les caches sur le Pitot et les statiques
[**précaution** : avant le départ en vol, caches enlevés et vérifiés enlevés, non-obturation des prises de pression vérifiée attentivement ; au retour du vol, caches remis en place]
- Au roulage et en vol, chauffage Pitot ON [si installé] hors ou en conditions givrantes
[**précaution** : au sol, ne pas l'utiliser hors roulage, car sans vent relatif et ni les basses températures d'altitude pour refroidir le tube, il pourrait se détériorer].

4.2. Statiques bouchées : symptômes et traitement

- l'altimètre est bloqué à une valeur constante et le variomètre indique 0 ft/min ;
- la vitesse indiquée est erronée : elle devient d'autant plus inférieure à la réalité que l'altitude réelle de l'avion !

Par conséquent, en montée, face à la diminution de la Vi, le pilote diminuera l'assiette de plus en plus jusqu'à atteindre un palier voire entamer une descente, à forte vitesse réelle alors qu'il pense maintenir la Vi de montée : le régime moteur deviendra excessif avec une Vi faussement faible.

- ☞ statique de secours ON [si installée], sinon éviter si possible toute nouvelle montée puis atterrir sur un aérodrome à piste non limitative en utilisant les pré-affichages connus d'assiette et de puissance, tout en étant attentif à « l'alarme décrochage ».

En principe, la vitesse indiquée devrait revenir à une valeur proche de la réalité en courte finale, mais il vaut mieux conserver le principe d'un atterrissage aux pré-affichages en considérant l'anémomètre complètement en panne.

[**précaution** : au sol, lors de la visite prévol puis lors des actions « avant alignement », vérifier l'absence de variation des indications de l'altimètre et du variomètre en tirant la statique de secours].

4.3. Pitot bouché : symptômes et traitement

- la vitesse indiquée est erronée : elle devient d'autant plus supérieure à la réalité que l'altitude de l'avion augmente ! [les indications de l'altimètre et du variomètre ne sont pas affectées, sauf si la prise de pression statique sur le Pitot est également bouchée].

Par conséquent, en montée, face à une Vi élevée, le pilote augmentera l'assiette de plus en plus, potentiellement jusqu'au décrochage ou sur une descente en voulant garder la pente, face à une Vi faible, il augmentera la puissance ou la Vz, potentiellement jusqu'au dépassement de la VNE.

- ☞ pendant la course au décollage (la vitesse n'augmente pas), interrompre immédiatement le décollage (cf. Annonces techniques : par exemple, *Vitesse indiquée en augmentation*) ;
- ☞ en vol, chauffage Pitot ON [si installé] puis atterrir sur un aérodrome à piste non limitative en utilisant les pré-affichages connus et en étant attentif à « l'alarme décrochage ».

Conseil Sécurité 01/2017	Aéro-club du CE Airbus Opérations Toulouse - CISOA	Page 7/7
	Les prises de pression et les mises à l'air libre : des organes qui doivent être dégagés !	

5. Conclusion

L'emploi systématique de caches sur le Pitot et les statiques lors du stationnement quels qu'en soient la durée et le lieu, la mise à l'abri des intempéries, une visite prévol méticuleuse, l'analyse de la météo avant le départ, la surveillance de l'évolution des conditions et des paramètres de vol, le respect des procédures normales limitent généralement le risque d'obstruction des circuits de pression et des conduits de mise à l'air libre des réservoirs.

Si malgré cela un dysfonctionnement des instruments ou du moteur devait se produire, le recours aux procédures anormales appropriées permet dans la plupart des cas de le traiter¹.

**Les caches sur le Pitot et les statiques évitent la pénétration d'insectes, d'eau, de neige, de particules solides transportées par le vent.
Lors de la visite prévol, retirer ces caches et vérifier la propreté et la non-obturation des prises de pression et des mises à l'air libre !**

¹ Cf. Conseil sécurité 06/2015 : [Traiter une anomalie ou la panne d'un équipement en vol !](#)