

LE MONOXYDE DE CARBONE (CO) :

« UN GAZ DANGEREUX »

13ème séminaire du pilote privé Avion et ULM
2 Février 2019 à l'ENAC

Intervenant : Hugues Meunier PPL-A
Aéroclub du CE Airbus opérations Toulouse

ECOUTE VOR

Sommes-nous suffisamment attentifs à la couleur de cette pastille ?



Savons-nous interpréter ses changements et agir en conséquence ?

RESERVOIR SUPPLEM. TIRER (SE DEVERSE PAS)

LE MONOXYDE DE CARBONE (CO) : UN GAZ DANGEREUX !

Plan de l'exposé

- Accidents et incidents graves liés au monoxyde de carbone et témoignage
- Dangereux du monoxyde de carbone ?
- Effets du CO sur l'organisme humain
- Production du CO et diffusion
- Pénétration d'air contaminé dans l'habitable
- Contribution du système de chauffage à la contamination de l'air
- Situations propices à la contamination
- Les symptômes d'une intoxication par le CO
- Les détecteurs de CO
- Surveillance de la contamination par du CO
- Comment réagir en cas contamination ?

**L'inhalation de monoxyde de carbone
est un facteur contributif avéré
d'accidents ou d'incidents graves**



Témoignage

ACCA-Muret : Nicolas Rohaut



DANGÉROSITÉ DU MONOXYDE DE CARBONE

C'est un gaz :

- **toxique** (poison) et **léta**l (mortel)
- **incolore, inodore, non irritant** (sournois)

- Oblige à disposer d'un détecteur pour alerter les occupants dès la moindre contamination de l'air de l'habitacle
- C'est pourtant le dispositif auquel, généralement, le pilote s'intéresse peu !

EFFETS DU MONOXYDE DE CARBONE SUR L'ORGANISME HUMAIN

Gaz toxique et létal

- se fixe sur l'hémoglobine, en lieu et place de l'oxygène (saturation)
- empêche les globules rouges d'alimenter en O_2 les cellules du corps
- au contraire de l'oxygène, la saturation de l'hémoglobine par le CO est quasi irréversible
- même en petites quantités, le CO peut provoquer une incapacité physique et cognitive (idem par manque d' O_2 en haute altitude)

L'antidote est un apport d'oxygène pur

(le taux de saturation est réduit de moitié en 4 heures)

Une intoxication sévère nécessite un traitement médical lourd en caisson hyperbare.



PRODUCTION DU MONOXYDE DE CARBONE

Gaz produit lors d'une combustion incomplète de substances contenant du carbone (hydrocarbure, plastique, bois, papier, polymères, etc.)

Gaz présent [*avec d'autres gaz (1)*], en plus ou moins grande quantité, dans **les gaz d'échappement ou les fumées d'un incendie** ou d'un feu électrique

(1) Cf. Sessions de [Sensibilisation à la lutte contre l'incendie des aéronefs](#)



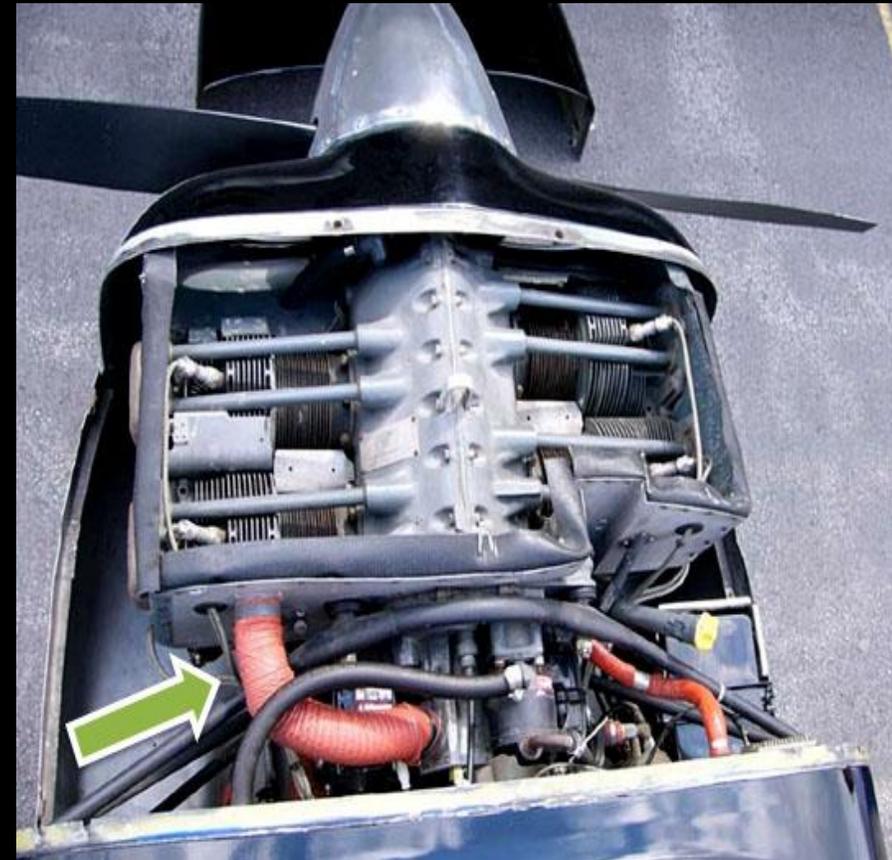
DIFFUSION DU MONOXYDE DE CARBONE

En cas de « fuites »

(joint, bride, collier de serrage défectueux, crique/perforation(1) des collecteurs et du pot)

les gaz d'échappement se diffusent dans le compartiment moteur et **contaminent l'air** qui s'y trouve

(1) Dues généralement à l'explosion du gaz carburé non brûlé expulsé par les pistons si essai « Coupure Magnétos » effectué à fort régime ou si arrêt moteur non effectué avec richesse « plein pauvre »



DIFFUSION DU MONOXYDE DE CARBONE

La plus grosse part de l'air circulant autour des cylindres (ailettes) [compartiment avant] est évacuée à l'extérieur par l'arrière du capot moteur

Sorties d'air à l'arrière d'un DR400 équipé d'un silencieux externe

Diverses gaines canalisent l'autre part vers des accessoires situés dans le compartiment arrière



PÉNÉTRATION D'AIR CONTAMINÉ DANS L'HABITACLE

De l'**air contaminé** peut pénétrer dans l'habitacle via divers défauts d'étanchéité, par exemple sur des gaines de chauffage en mauvais état ainsi qu'au travers de la cloison pare-feu et du plancher (câbles, timonerie) et, dans certaines situations, au travers des fermetures (verrière, fenestron, porte)

Le degré de contamination par le CO (en ppm) est périodiquement mesuré par la maintenance lors de vols techniques



PÉNÉTRATION D'AIR CONTAMINÉ DANS L'HABITACLE

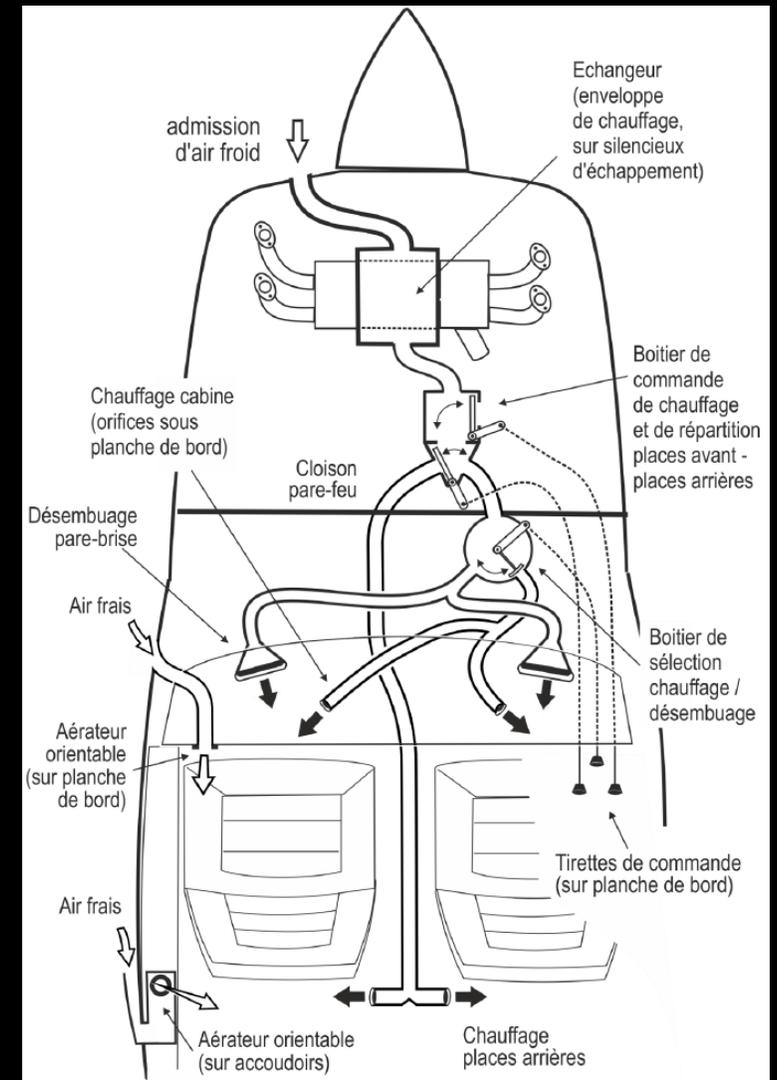
Mais sur la plupart des avions légers le **systeme de chauffage** est le principal facteur contributif à la contamination de l'air de l'habitacle !



CONTRIBUTION DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE À LA CONTAMINATION DE L'AIR DE L'HABITACLE

13

- De l'air prélevé à l'extérieur circule dans un échangeur enveloppant le silencieux d'échappement (à l'instar du système de réchauffage du carburateur)
- Cet air, ainsi réchauffé, est admis dans l'habitacle via diverses buses alimentées par un faisceau de gaines et de clapets d'aiguillage/ouverture/fermeture.



CONTRIBUTION DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE À LA CONTAMINATION DE L'AIR DE L'HABITACLE

Orifice de prélèvement d'air extérieur (Robin DR400)



CONTRIBUTION DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE À LA CONTAMINATION DE L'AIR DE L'HABITACLE

L'air frais sortant des aérateurs est prélevé à l'extérieur via des **orifices** et des gaines spécifiques, **indépendamment du système de chauffage.**



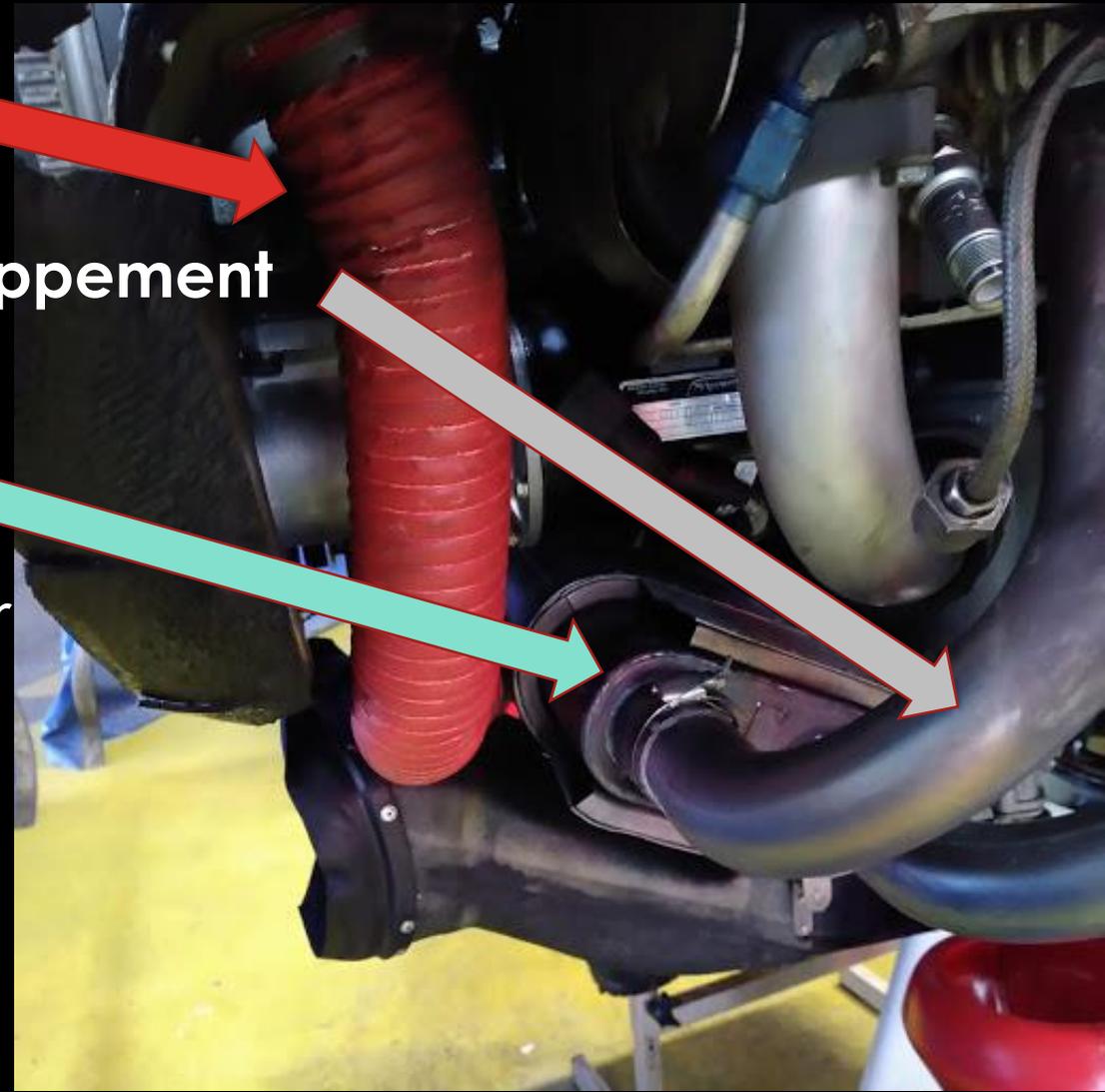
CONTRIBUTION DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE À LA CONTAMINATION DE L'AIR DE L'HABITACLE

16

Gaine d'amenée de l'air chaud vers le boîtier d'aiguillage

Collecteur d'échappement

A la moindre crique, perforation ou soudure défectueuse du silencieux d'échappement, les gaz brûlés envahissent l'échangeur et contaminent fortement l'air qui s'y réchauffe



SITUATIONS PROPICES À LA CONTAMINATION

Phases de vol à forte incidence :

Montée à pente max

Exercices de vol lent ou de décrochage

- L'augmentation du différentiel de pression entre le dessous et le dessus de l'aéronef :
 - modifie l'écoulement de l'air sortant du compartiment moteur ainsi que des gaz brûlés sortant du pot d'échappement.
 - favorise l'entrée dans l'habitacle de gaz brûlés circulant à l'extérieur (via des fermetures qui ne seraient pas suffisamment étanches)



SITUATIONS PROPICES À LA CONTAMINATION

Désembuage et/ou chauffage activés

- Si condensation, ouvrir légèrement les aérateurs pour évacuer l'air humide exhalé par les occupants.

Volet ou baffle sur entrées/sorties d'air

- Moins de débit
- « Volet de capot » (Cessna 206)
- « Outlet baffle » par OAT < 12.5 °C



LES SYMPTÔMES D'UNE INTOXICATION PAR LE CO

Premiers symptômes (intoxication légère) :

- impressions de léthargie
 - sensations d'avoir trop chaud
 - bouffées de chaleur
 - palpitations
 - maux de tête, oppression dans le front ou au niveau des tempes
 - bourdonnements dans les oreilles
-
- *En cas d'intoxication, même légère, des effets secondaires peuvent apparaître longtemps après l'exposition*

LES SYMPTÔMES D'UNE INTOXICATION PAR LE CO

Au fur et à mesure de la saturation en CO de l'hémoglobine (intox. sévère) :

- sérieux maux de tête
- vertiges, nausées
- asthénie (faiblesse générale, perte de puissance musculaire surtout des membres inférieurs)
- réduction graduelle du champ de vision
- vomissements
- en cas d'effort physique : dyspnée (difficulté à respirer) ou tachypnée (respiration accélérée)
- réduction graduelle des battements du cœur
- convulsions
- pensée confuse et perte de conscience
- perte de connaissance et coma.

LES SYMPTÔMES D'UNE INTOXICATION SELON LA²¹ CONCENTRATION EN CO DE L'AIR INHALÉ

ppm : parties par million / 1:1000 000

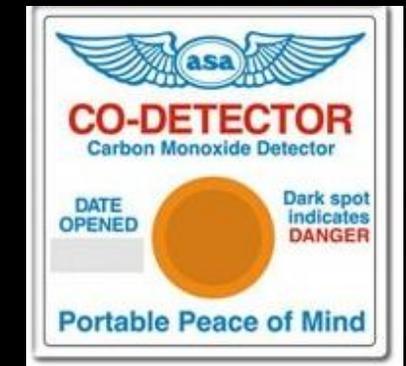
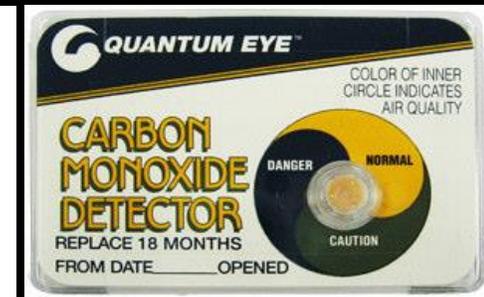
35 ppm	Concentration maximum supportable par un adulte en bonne santé exposé en continu pendant 8 heures
200 ppm	Légers maux de tête, fatigue, vertiges, nausées au bout de 2 à 3 heures
400 ppm	Maux de tête en 1 à 2 heures, danger mortel au bout de 3 heures
800 ppm	Vertiges, nausées et convulsions en 45 minutes. Perte de conscience en 2 heures. Mort en 3 heures
1 600 ppm	Maux de tête, vertiges et nausées en 20 minutes Mort en 1 heure
6400 ppm	Maux de tête, vertiges et nausées en 1-2 minutes . Mort en quelques minutes

LES DETECTEURS DE MONOXYDE DE CARBONE

Initialement, la pastille est orange ou beige. Environ 100 ppm de CO durant 80 à 90min initient le changement de couleur. Puis, la couleur s'obscurcit progressivement pour virer au noir quand la contamination est élevée !

Points d'attention :

- *Durée de vie 3 mois de certains modèles : vérifier la date de mise en service !*
- *Après exposition à de l'air pur la pastille de certains modèles reprend sa couleur initiale !*



SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION PAR DU CO

Vérifier la coloration de la pastille :

- **dès qu'un occupant de l'habitacle :**
 - **ressent l'un ou l'autre des premiers symptômes**
 - **perçoit une odeur de gaz d'échappement**
- **régulièrement pendant le vol**

Plus précisément :

- à la visite prévol (couleur « normale » - date de mise en service)
- après le démarrage du moteur
- après les essais moteur
- pendant la course au décollage
- en fin de montée initiale
- en croisière [dans le cycle de surveillance des paramètres] et plus particulièrement après :
 - changement de puissance ou réglage de la richesse
 - ouverture du désembuage et du chauffage

COMMENT REAGIR EN CAS DE CONTAMINATION ?

Quelle que soit la phase du vol, si un occupant ressent les premiers symptômes (maux de tête, nausées...) ou perçoit une odeur de gaz d'échappement ou constate un changement de la couleur de la pastille, il est **vital** de :

- **prévenir immédiatement les autres occupants et plus particulièrement le CDB**
- le signaler à la radio (message d'urgence)
- ...

COMMENT REAGIR EN CAS DE CONTAMINATION ?

- **fermer le désembuage et le chauffage**
- **renouveler l'air de l'habitacle en ouvrant en grand tous les aérateurs** pour bénéficier d'air frais prélevé à l'extérieur (en principe non contaminé)
- dans la mesure du possible, respirer au plus près d'un aérateur
- réduire la puissance (moins de production de CO)
- dérouter vers l'aérodrome le plus proche et demander la priorité d'atterrissage
- au sol, appeler les pompiers ou rejoindre l'hôpital le plus proche pour **vérifier le taux d'oxygénation du sang.**



COMMENT REAGIR EN CAS DE CONTAMINATION ?



TB 20 G500/E - QUICK REFERENCE HAND BOOK
Emergency procedures
Engine failures

5L

SUSPICION OF CARBON MONOXYDE CONTAMINATION IN THE CABIN

Following events should lead the pilot to suspect a CO contamination :

- CO detection pad colour change,
- Headaches, nausea, fatigue,
- Drowsy state,
- Irritability, confusion,
- Smell of exhaust gas...

- Heating and demisting Fire cut-off
- Cabin air cooling Open
- Emergency windows (if fitted) Open

Carbon monoxide detector green:

- Land on the nearest suitable airfield

Carbon monoxide detector dark blue, grey or black (ASA detector):

- ATC MAYDAY
- SQUAWK 7700
- MEDICAL ASSISTANCE REQUESTED
- Land ASAP



27

**Désormais, pensez à surveiller régulièrement
la couleur de la pastille du détecteur de CO**

Cela peut vous sauver la vie !



Merci de votre attention
Des questions ?