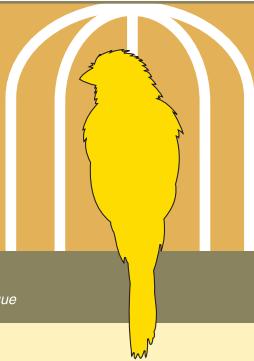


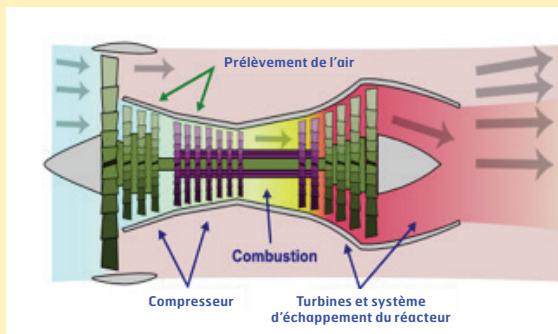
Infiltration de vapeurs toxiques à bord

RENSEIGNEMENTS – SANTÉ ET SÉCURITÉ

SCFP / Syndicat canadien
de la fonction publique



Lorsqu'un avion vole à une altitude supérieure à 8000 pieds (2438 mètres), sa cabine doit être pressurisée afin que les passagers puissent respirer normalement. Dans la plupart des avions à réaction, la pressurisation s'effectue par l'injection d'un faible pourcentage d'air hautement pressurisé provenant des réacteurs (air de prélèvement) dans le système de circulation d'air de la cabine. Dans le cas des Boeing 787, la méthode de pressurisation est différente.



Schéma¹ : l'air entre à l'avant du réacteur, où il est comprimé, réchauffé et pressurisé par une série de turbines avant de passer dans la chambre de combustion, où il est enflammé pour générer la poussée de l'avion. L'air de prélèvement est détourné hors du réacteur vers la cabine après la mise sous pression, mais avant l'entrée dans la chambre de combustion.

Les risques associés à l'air de prélèvement

En temps normal, l'air de prélèvement est de l'air frais qui provient du compresseur du réacteur, avant qu'il soit mélangé au carburant ou aux gaz d'échappement. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas.

Des lubrifiants synthétiques contenant des additifs résistants à la chaleur sont utilisés pour éviter que la température des pièces mobiles du moteur n'atteigne un niveau trop élevé. En cas de défaillance, les lubrifiants ou d'autres produits, comme le liquide dégivrant, peuvent entrer en contact avec l'air de prélèvement et être propulsés directement dans la cabine. Ce type de défaillance peut survenir même lorsque les moteurs sont soumis à un régime strict d'entretien. De plus, certains joints d'étanchéité à l'intérieur des moteurs peuvent causer une faible exposition aux vapeurs toxiques en raison de leur design.

À des températures élevées, comme celles que l'on retrouve à l'intérieur d'un réacteur, les additifs contenus dans ces produits peuvent se dégrader et se transformer en vapeurs qui se mélangent à l'air acheminé dans la cabine. Dans le cas des avions standard, aucun équipement de filtration ne permet actuellement d'éliminer ces vapeurs toxiques avant ou après qu'elles n'entrent dans la cabine de l'avion.

On sait depuis plus de 60 ans qu'une défectuosité du réacteur entraîne l'introduction de produits chimiques indésirables dans la cabine et une exposition importante aux vapeurs toxiques. Cette émission de vapeurs toxiques est appelée incident d'infiltration de vapeurs (« fume event » en anglais). Un rapport publié récemment par l'Organisation mondiale de la santé dresse la liste des différents produits chimiques contenus dans la portion du réacteur située à l'avant de la chambre de combustion :

« Les moteurs à turbine utilisent des lubrifiants de synthèse, généralement composés d'une base

¹ Image : Polski : Schematyczny diagram https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turbofan_operation.svg

ester (95 %), d'une large diversité de triaryl-phosphates (TAP), d'additifs organophosphorés (OP) anti-usure (environ 3 %), d'antioxydants aminés et d'ingrédients exclusifs (1-2 %). La formule commerciale de l'additif OP est généralement du tricrésylphosphate (TCP). L'exposition de ces substances à des températures extrêmes génère un grand nombre d'hydrocarbures et de composés pyrolysés (décomposés par chauffage). Les fluides hydrauliques sont composés principalement de tributylphosphates (TBP) et de triphénylphosphates, tandis que les fluides de dégivrage sont l'éthylène-glycol et des propyl-glycols¹. »

Comment déceler l'infiltration de vapeurs

Si toutes les odeurs à bord d'un avion ne sont pas un signe de danger, il est essentiel que les agents de bord et les pilotes sachent quoi détecter et comment signaler leurs inquiétudes afin d'assurer la sécurité et la santé de tout le monde à bord. À titre indicatif, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) affirme que « l'odeur des vapeurs d'huile ne ressemble pas de manière évidente à une odeur d'huile ». L'odeur des vapeurs est souvent comparée à une odeur nauséabonde de chaussettes sales ou de mois. Le fluide hydraulique a une odeur « âcre » caractéristique et facile à reconnaître. Dans plusieurs avions, le design du système de ventilation fait en sorte qu'un appareil alimente l'avant de la cabine en air climatisé et un autre appareil l'arrière. Un incident d'infiltration de vapeurs peut donc se produire à un bout de l'appareil, bien avant que les membres d'équipage travaillant à l'autre bout s'en aperçoivent. La communication est donc d'une importance capitale.

La détection est d'autant plus complexe que l'odeur est subjective. Ainsi, différentes personnes peuvent décrire l'odeur d'une même vapeur de façon différente. Un agent de bord peut la décrire comme une « odeur de vieux fromage » alors que pour un autre, l'odeur est similaire à celle de vieilles chaussettes. Les manuels d'entretien des avions et les bulletins

des fabricants associent toutefois les odeurs de « vieilles chaussettes », de « mois », de « renfermé » ou de « vieux fromage » à la présence d'huiles de réacteur. Peu importe comment elle est décrite, la présence d'une telle odeur est un signe qu'il faut reconnaître et qui doit faire l'objet d'une enquête. D'autres signes indicateurs d'un incident d'infiltration de vapeurs sont la présence de fumée dans la cabine et l'apparition soudaine de symptômes autrement inexplicables (voir la section ci-dessous).

Il est important de savoir que le phénomène de la fatigue olfactive réduit la capacité d'une personne à détecter les odeurs au fil du temps, parfois en l'espace de trois minutes. Ainsi, lors d'un incident d'infiltration de vapeurs, si un agent de bord ne perçoit plus l'odeur, cela ne signifie pas qu'il n'y a plus de vapeurs toxiques dans la cabine.

La formation

Si les vapeurs proviennent des entrées d'air de la cabine et ont une odeur caractéristique d'huiles ou de fluides hydrauliques, elles peuvent constituer un danger important. Pour cette raison, il est essentiel de reconnaître la présence dans le système d'approvisionnement d'air de vapeurs provenant des réacteurs et d'intervenir adéquatement. Pour ce faire, les agents de bord doivent avoir suivi une formation appropriée. L'OACI a publié un guide intitulé Circular 344: Guidelines on Education, Training, and Reporting of Fume Events (Circular 344 : lignes directrices pour l'éducation, la formation et le signalement des incidents d'infiltration de vapeurs) qui précise les éléments qui doivent être inclus dans une telle formation. L'OACI explique que si une odeur nauséabonde inhabituelle est signalée, dans la cabine ou le poste de pilotage, le personnel doit avoir la formation nécessaire pour déterminer rapidement si les vapeurs proviennent des entrées d'air ou d'ailleurs dans la cabine. Il est possible de commander la version imprimée française à www.icao.int

Déterminer la source et le type d'odeur

Comme elles ne sont pas tenues de surveiller la composition chimique de l'air, les compagnies aériennes ne le font pas. Pour cette raison, il peut être très difficile de savoir ce que contient l'air ambiant. Néanmoins, vous devez déterminer deux choses lorsque vous soupçonnez la présence de vapeurs à bord : la source et le type d'odeur.

La SOURCE des vapeurs est un indice important. Les agents de bord doivent tenter de déterminer d'où provient l'odeur (par exemple, des entrées d'air ou d'ailleurs dans la cabine).

Le TYPE d'odeur est l'autre indice important. Comme nous l'avons déjà mentionné, l'odeur des vapeurs varie selon la source.

Prenons l'exemple suivant : les vapeurs semblent provenir des entrées d'air, il n'y a aucune autre source évidente de vapeurs dans la cabine et les vapeurs apparaissent lors de l'ascension, de la descente ou lorsque le système auxiliaire fonctionne au sol. Dans un tel cas, un incident d'infiltration de vapeurs serait suspecté. Les pilotes et le personnel d'entretien doivent alors déterminer si le système d'approvisionnement en air contient des vapeurs d'huile ou de fluide hydraulique. Il ne faut pas confondre ce type d'incident avec la forte odeur de diesel qui se dégage souvent lors du démarrage des moteurs.

Les effets d'une exposition aux vapeurs toxiques

Il existe amplement de preuves démontrant que l'exposition aux produits chimiques dans l'air de prélèvement est dangereuse. Les symptômes éprouvés par les passagers et le personnel peuvent aider à déterminer le type de produit chimique libéré dans l'air. Il est important de documenter et de rapporter tous les symptômes pour constituer la preuve démontrant qu'un incident d'infiltration de vapeurs est bel et bien survenu. Ce sera d'autant plus utile si des complications de santé additionnelles surviennent dans le futur.

Les symptômes associés à une exposition aux vapeurs de fluide hydrauliques sont la toux, une sensation de brûlure ou d'irritation des yeux, du nez et des voies respiratoires supérieures, des problèmes respiratoires et une oppression thoracique.

Les personnes qui inhalent des vapeurs d'huile ont généralement moins de troubles respiratoires, mais plus de pertes des fonctions cognitives, comme une vision trouble ou tubulaire, des maux de tête, des étourdissements, des troubles de la concentration, des nausées et des vomissements. Le goût de métal dans la bouche qui peut demeurer longtemps après l'exposition est un autre symptôme commun. Si ces symptômes sont fréquents, ils n'ont pas la même intensité ou le même profil chez toutes les personnes touchées.

Les effets à long terme d'une exposition à de l'air de prélèvement contaminé peuvent causer des dommages au système respiratoire et au système nerveux central, des troubles de la mémoire et des fonctions cognitives, un affaiblissement du système immunitaire, des troubles cardiovasculaires et possiblement, des cancers. Si les agents de bord et les pilotes sont les personnes les plus touchées en raison d'un niveau d'exposition plus élevé, les passagers sont également à risque. Certains passagers plus sensibles aux produits chimiques et aux toxines peuvent tomber malades. Enfin, toute diminution des fonctions cognitives des membres de l'équipage en raison de la présence de vapeurs toxiques entraîne une diminution du rendement et peut nuire à la sécurité générale en vol.

Le principe de précaution

Le terme « syndrome aérotoxique » a été créé en 2000. Il y a tout un débat sur l'existence de ce syndrome. Le dictionnaire Merriam-Webster définit le terme syndrome comme « un ensemble de plusieurs symptômes ou signes qui surviennent ensemble et caractérise une condition ou une anomalie donnée ». Le SCFP n'utilise pas le terme « syndrome aérotoxique »,

puisque il n'est pas reconnu par toutes les instances médicales.

Selon le SCFP, que les symptômes résultant de l'exposition soient reconnus comme un syndrome ou non importe peu. Les preuves que cette exposition cause des problèmes de santé sont nombreuses. L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) reconnaît que la présence de vapeurs dans la cabine constitue un problème réel. Ses lignes directrices précisent que « différents types de vapeurs, de fumées, de brouillards et de brumes peuvent contaminer le système d'approvisionnement en air de la cabine et du poste de pilotage. L'air extérieur peut être contaminé par de l'huile à moteur, du fluide hydraulique, des gaz d'échappement des réacteurs, des gaz d'échappement des véhicules d'aéroport, de l'essence, du liquide de dégivrage ou de l'ozone ».

Le SCFP recommande une approche préventive. Il est possible de démontrer que certains produits chimiques présents lors d'un incident d'infiltration de vapeurs sont dangereux pour la santé humaine. Pour cette raison, le SCFP demande aux fabricants et aux transporteurs aériens de travailler ensemble pour réduire l'exposition à ces produits chimiques au niveau le plus bas possible. En raison des progrès technologiques, il est possible, dans bien des cas, d'avoir un niveau d'exposition zéro. Nous avons d'ailleurs bon espoir que ce niveau zéro devienne la norme dans un avenir rapproché.

Existe-t-il un niveau d'exposition « sécuritaire » ?

Il existe des limites d'exposition en milieu de travail (LEMT), souvent appelées valeurs limite d'exposition (VLE), pour plusieurs produits chimiques. Ces LEMT ne sont toutefois pas parfaites et ne permettent pas de savoir quand une exposition sécuritaire devient dangereuse. La plupart des LEMT sont fixées à un niveau où le travailleur moyen ne subit aucun effet néfaste pour la santé. Il ne s'agit pas d'un « indice relatif de toxicologie »¹¹.

La plupart des analyses cliniques des produits chimiques que l'on retrouve à bord d'un avion ne tiennent pas compte des effets synergiques ou multiplicateurs sur l'exposition des conditions environnementales dans lesquelles les membres d'équipage travaillent.

Par conséquent, il est difficile de déterminer avec précision la concentration de vapeurs qui présente un danger pour les personnes à bord. Tout d'abord, la composition chimique des vapeurs est complexe et varie selon la température. Ensuite, des facteurs additionnels peuvent influer sur la toxicité, comme une exposition sévère unique ou une exposition plus faible mais à long terme, la durée de l'exposition et le fait que la cabine soit pressurisée ou au sol. Enfin, certains facteurs individuels, dont la génétique, le sexe, la fonction endocrinienne, la fonction hépatique et les médicaments, peuvent influer sur la réponse physiologique.

Cela dit, la toxicité des vapeurs d'huile est connue. Presque toutes les huiles à moteur utilisées dans les flottes commerciales contiennent des tricrésylphosphates (TCP) qui sont toxiques pour les systèmes nerveux et reproducteur. De plus, la plupart des huiles contiennent de la phénylnaphtylamine (PAN), un irritant et sensibilisant qui peut réduire la capacité des globules rouges à transporter l'oxygène. Certaines huiles contiennent des trixylénylphosphates (TXP) qui sont également toxiques pour les systèmes nerveux et reproducteur.

Il faut noter que les toxines susmentionnées ne sont que des éléments d'un mélange complexe de produits chimiques comprenant également du toluène, du formaldéhyde et même du monoxyde de carbone (si la température de l'air de prélèvement est assez élevée).

De toute façon, ce débat sur le niveau de dangerosité des odeurs est stérile. Les vapeurs d'huile et de fluide hydraulique ne devraient jamais s'infiltrer dans l'air injecté dans la cabine et le poste de pilotage. L'air respirable injecté

dans un espace clos à haute altitude devrait être propre et ne contenir aucun contaminant. Des mesures de contrôle prévenant l'exposition à ces vapeurs toxiques sont nécessaires et justifiées.

Suivant ce principe de précaution, le SCFP affirme que le seul niveau d'exposition sécuritaire à un produit chimique toxique est l'absence d'exposition. Lorsque l'absence d'exposition est impossible, il faut prendre des mesures pour qu'elle soit aussi faible que possible.

La prévention

Le SCFP demande à l'industrie aérienne de respecter l'ordre des contrôles visant à limiter les risques que pose l'infiltration de produits chimiques dans l'air de prélèvement.

La seule façon de s'assurer que l'équipage et les passagers ne soient pas exposés à de l'air de prélèvement contaminé est de modifier la façon dont l'air pressurisé est injecté dans la cabine, au moment de la conception des avions. Le Boeing 787, par exemple, utilise des compresseurs électriques plutôt que de l'air de prélèvement pour injecter de l'air dans la cabine. Si les fabricants d'avions modifiaient leurs systèmes de compression de l'air, il serait possible d'éliminer ce risque.

Dans le cas des milliers d'avions avec un système de prélèvement d'air dans les réacteurs qui demeureront en fonction pendant plusieurs années, le SCFP demande aux fabricants de travailler avec les compagnies aériennes pour équiper les avions de systèmes de filtration de l'air qui permettraient d'éliminer la contamination dans l'air de prélèvement avant son entrée dans la cabine. Le SCFP exhorte également les compagnies à faire de la recherche et à envisager la possibilité d'utiliser des produits chimiques ne contenant pas les toxines qu'on retrouve présentement dans les réacteurs d'avion.

Entre temps, les compagnies aériennes pourraient installer des filtres modifiés dans les systèmes de filtration actuels pour éliminer les vapeurs toxiques avant qu'elles ne pénètrent

dans la cabine. De plus, des détecteurs pourraient alerter les pilotes afin qu'ils puissent fermer le système de prélèvement d'air du côté où la défaillance s'est produite.

Enfin, le SCFP demande que les organismes de réglementation exercent une plus grande surveillance et appuie la demande de l'OACI pour des changements réglementaires incluant un formulaire de déclaration et une formation des membres d'équipage normalisés. La formation devrait couvrir, au minimum :

- les sources et les types de vapeurs à bord.
- les descriptions des odeurs et des exemples permettant de reconnaître la présence de vapeurs d'huile et de fluide hydraulique.
- la façon de déterminer la source, le type et l'intensité des vapeurs.
- les risques de troubles cognitifs et physiques.
- les procédures à appliquer en cas d'incident d'infiltration de vapeurs.
- la déclaration de la présence de vapeurs à bord et les autres communications obligatoires.
- la gestion des passagers et de la cabine.
- les procédures à suivre après un incident.
- la documentation applicable.

Les pilotes et les agents de bord devraient suivre la même formation sur les incidents d'infiltration de vapeurs afin de faciliter la détection, la reconnaissance du problème et la communication lorsqu'un tel incident survient.

Que faire si l'on soupçonne une exposition à des vapeurs toxiques ?

Les vapeurs d'huile et de fluide hydraulique sont toxiques et peuvent contaminer l'air du système de ventilation de l'avion. Cependant, toutes les odeurs ne sont pas associées à des vapeurs toxiques et les vapeurs ne proviennent pas toutes du système d'approvisionnement

en air. Il faut porter une attention particulière à la présence d'odeurs inhabituelles ou nauséabondes et de vapeurs, même s'il n'y a ni fumée ni brouillard.

Mesures à prendre en vol

Si vous croyez qu'il y a un incident d'exposition à de l'air contaminé dans la cabine pendant le vol :

- évaluez rapidement si les vapeurs proviennent des entrées d'air ou d'ailleurs dans la cabine.
- signalez immédiatement à l'agent de bord principal et aux pilotes la présence de vapeurs si elles proviennent des entrées d'air.
- confirmez que les articles présents dans la cabine ne sont pas à l'origine des vapeurs.
- signalez le type d'odeur perçu.
- signalez la présence de fumée ou de brouillard.
- signalez le moment où les fumées ont été perçues (par exemple, au démarrage des réacteurs, au début de la descente, etc.).
- signalez l'endroit dans la cabine où les odeurs sont les plus fortes et où elles sont imperceptibles (si pertinent).
- signalez tout cas de personne malade ou ayant besoin de soins médicaux.

N'oubliez pas que si l'air de prélèvement est contaminé par de l'huile ou du fluide hydraulique, c'est une question de sécurité en vol qui peut avoir des conséquences graves. Pour cette raison, vous êtes autorisé à déclarer la présence de vapeur au poste de pilotage, même dans des conditions « d'accès interdit au poste de pilotage ». Si les employés du poste de pilotage ne répondent pas à votre appel en raison d'exigences opérationnelles,appelez de nouveau parce qu'il est important qu'ils soient au courant

de la situation et prennent les mesures qui s'imposent pour assurer la sécurité de l'avion.

Mesures à prendre après l'atterrissement et la descente de l'avion

Prenez les mesures qui s'imposent après l'atterrissement. Le SCFP recommande que les mesures suivantes soient prises :

- envoyez un courriel à air@scfp.ca pour recevoir les documents et les guides les plus à jour sur les soins à recevoir après un incident d'infiltration de vapeurs.
- signalez tout incident à votre compagnie aérienne de la même façon que vous l'avez signalé aux pilotes et remplissez le formulaire de déclaration en cas de blessure de votre compagnie, si disponible.
- signalez l'incident à votre représentant syndical sur le comité de santé et de sécurité. Votre syndicat peut seulement s'occuper de votre dossier que s'il est informé de l'incident.
- signalez l'incident à votre médecin de famille. Assurez-vous de dire à votre médecin comment l'exposition s'est produite, ce que vous savez et comment vous vous sentez. Évitez d'utiliser le jargon de l'industrie (par exemple, dites « exposition à des vapeurs potentiellement toxiques » plutôt qu'incident d'infiltration de vapeurs).
- fournissez la documentation que vous aurez reçue dans le courriel sur l'incident d'infiltration de vapeurs à votre médecin. Ne présumez pas que votre médecin connaît déjà ce type de situation. La plupart des médecins n'ont suivi aucune formation sur les expositions professionnelles.
- obtenez immédiatement des soins médicaux si vous éprouvez des symptômes d'exposition. À tout le moins, signalez l'incident à votre médecin de famille.

- si les vapeurs provenaient des entrées d'air et que l'odeur ou les symptômes sont ceux d'une exposition aux vapeurs d'huile ou de fluide hydraulique, fournissez au médecin les fiches signalétiques ou, au minimum, le nom des produits. (Mobil Jet Oil II ou Skydrol hydraulic fluid, par exemple.) **Votre employeur est tenu de vous fournir ces renseignements si vous pensez avoir inhalé une substance toxique.** Votre comité de santé et de sécurité peut vous aider au besoin.
- remplissez un formulaire d'indemnisation des accidentés du travail de votre commission provinciale (CSPAAT, CSST, Worksafe, etc.). Rappelez-vous qu'on ne connaît pas encore entièrement les effets à long terme de l'exposition aux vapeurs toxiques. Même si vous n'éprouvez aucun symptôme, le SCFP vous recommande de suivre ces procédures pour vous protéger des effets futurs. Si vous rapportez une condition médicale ou un accident de travail à votre commission, vous ne vous engagez pas à prendre un congé et à recevoir des prestations. Vous mettez toutefois à jour votre dossier en matière de santé et de sécurité auprès des autorités gouvernementales, ce qui pourrait vous servir à long terme.

Le SCFP maintient que les compagnies aériennes, les fabricants et Transports Canada doivent prendre des mesures concertées pour éliminer les vapeurs toxiques, afin de protéger les passagers et les membres d'équipage.

ⁱ Michaelis, S., Burdon, J., Howard, C.V., Le syndrome aérotoxic : Nouvelle maladie professionnelle ?, Public Health Panorama, Organisation mondiale de la santé, 2017

ⁱⁱ 2017 TLVs and BEIs, (2017) American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH



POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS, COMMUNIQUEZ AVEC :

Service de santé et de sécurité du SCFP, 1375, boul. Saint-Laurent,
Ottawa, Ont. K1G 0Z7 tél. (613) 237-1590 téléc. (613) 237-5508 air@scfp.ca