Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapport Sommaire

Concernant le présent incident grave, une enquête sommaire a été conduite selon l'article 45 de l'ordonnance du 17 décembre 2014 sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT), état le 1er février 2015 (RS *742.161*). L'objectif du présent rapport est de tirer des leçons de l'incident.

Aéronef	Tecnam P2002-JF		HB-KOP	
Exploitant	Air-Club d'Yverdon-les-Bains; 1400 Yverdon-les-Bains			
Propriétaire	Air-Club d'Yverdon-les-Bains; 1400 Yverdon-les-Bains			
Pilote instructeur	Suisse, année de naissance 1967			
Licence	Licence de pilote privé sur avions (*Private Pilot Licence Aeroplane* – PPL(A)) selon l'Agence de l'Union européenne de la sécurité aérienne (*European Union Aviation Safety Agency* – EASA), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
Qualifications spécifiques	Instructeur de vol sur avions (*Flight Instructor Aeroplane* – FI(A))			
Heures de vol	**total**	502 h	**au cours des 90 derniers jours**	37 h
	sur le type en cause	71 h	**au cours des 90 derniers jours**	30 h
Lieu	1NM au sud de l'aéroport de Lausanne-La Blécherette (LSGL)			
Cordonnées	536 845 / 153 285 (*Swiss Grid* 1903) N 46° 31' 41'' / E 006° 36' 56'' (WGS[1] 84)		**Altitude** env. 750 m/M	
Date et heure	16 août 2018 17 h 32 (LT[2] = UTC[3] + 2 h)			
Type d'exploitation	Ecolage			
Règles de vol	Règles de vol à vue (*Visual Flight Rules* – VFR)			
Lieu de départ	Lausanne-La Blécherette (LSGL)			
Destination	Yverdon-les-Bains (LSGY)			
Phase de vol	Décollage et vol de montée			
Nature de l'incident grave	Développement de fumée dans le cockpit			

Personnes blessées	**Membres d'équipage**	**Passagers**	**Autres personnes**
Légèrement blessé	0	0	0
Pas blessés	2	0	sans objet

Dommages à l'aéronef	Légèrement endommagé	Traces de brûlures et déformations sur le capot moteur inférieur et son support. Échappement endommagé.
Autres dommages	Aucun	

[1] WGS: *World Geodetic System*, système géodésique mondial

[2] LT: *Local Time*, heure normale

[3] WGS: UTC: *Universal Time Coordinated*, heure universelle coordonnée

Service suisse d'enquête de sécurité SESE
3003 Berne
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

Renseignements de base

Déroulement de l'incident grave

Le 16 août 2018, au cours d'un vol d'instruction entre l'aérodrome d'Yverdon-les-Bains (LSGY) et celui de Lausanne-La Blécherette (LSGL), une faible odeur de plastique brûlé est ressentie dans le cockpit par l'équipage. Cette odeur a diminué lors du vol de descente pour atterrissage à Lausanne. Vers 16 h 55 min, l'avion atterrit normalement sur la piste 18.

Avant de repartir, l'équipage effectue un contrôle pré-vol au cours duquel les capots du moteur sont ouverts. Aucune anomalie n'est constatée lors de cette inspection.

Vers 17 h 30 min, l'avion décolle de la piste 18 pour Yverdon avec le même équipage à son bord. Lors de la montée initiale, de la fumée envahit progressivement le cockpit depuis la gauche. Les paramètres du moteur sont normaux et sa puissance n'est pas affectée. L'instructeur reprend le contrôle de l'avion. Une situation d'urgence est déclarée par radio (*Pan Pan*) afin de communiquer l'intention de l'équipage d'atterrir immédiatement sur la piste 36. Le personnel de l'aérodrome ainsi qu'un trafic dans le circuit quittancent leur appel. Après une manœuvre de demi-tour, l'avion atterrit normalement. Lors du roulage pour le parking, la fumée se dissipe en ouvrant la verrière. Après avoir coupé le moteur, l'équipage sort de l'avion indemne.

Lors de la manœuvre de retour, la fumée, désagréable pour l'équipage, ne réduit que partiellement la visibilité. Aucun incendie ne s'est déclaré.

Constatations

Une inspection visuelle a été effectuée sur l'avion le 17 août 2018. Aucun impact n'était visible sur la cellule et sur l'hélice. Aucun dégât n'a été constaté dans le circuit électrique moteur et dans le cockpit. Par contre, lors de la vérification du compartiment moteur, les anomalies suivantes ont été constatées :

- Des traces de brûlures et des dégâts mineurs ont été constatés sur le capot moteur inférieur du côté gauche. La fixation du capot moteur inférieur du côté gauche a été déformée et partiellement carbonisée.

Figure 1 : déformations et traces de brûlures sur le capot moteur inférieur et sur sa fixation

Le dégagement dans le capot inférieur situé sur le côté gauche, qui permet au tube de sortie de l'échappement de dépasser le capot, a été déformé à la suite de la rupture du tube de sortie de l'échappement.

- L'extrémité du tube de sortie du pot d'échappement s'est cassée à l'intérieur du compartiment moteur et est manquante (voir figure 2).

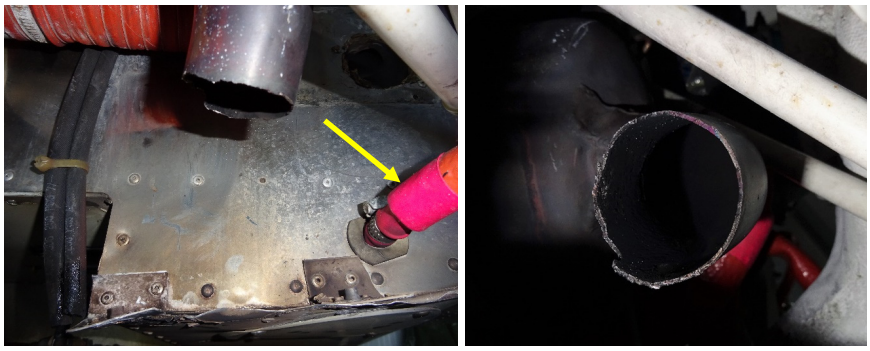

Figure 2 : rupture du tube de sortie de l'échappement à l'intérieur du compartiment moteur, à proximité de la conduite flexible d'alimentation de carburant, désignée par la flèche jaune

Sur le côté droit de l'image de gauche de la figure 2, le flexible d'alimentation en carburant situé à proximité immédiate du tube de sortie de l'échappement est visible

La figure 3 ci-dessous précise la zone de rupture. Elle se situe à environ 155 mm de l'extrémité de la sortie du tube. De ce fait la rupture du tube de sortie de l'échappement était en retrait de quelques 80 mm au-dessus de la partie inférieure du capot moteur. A l'origine, le tube devait le dépasser d'environ 75 mm.

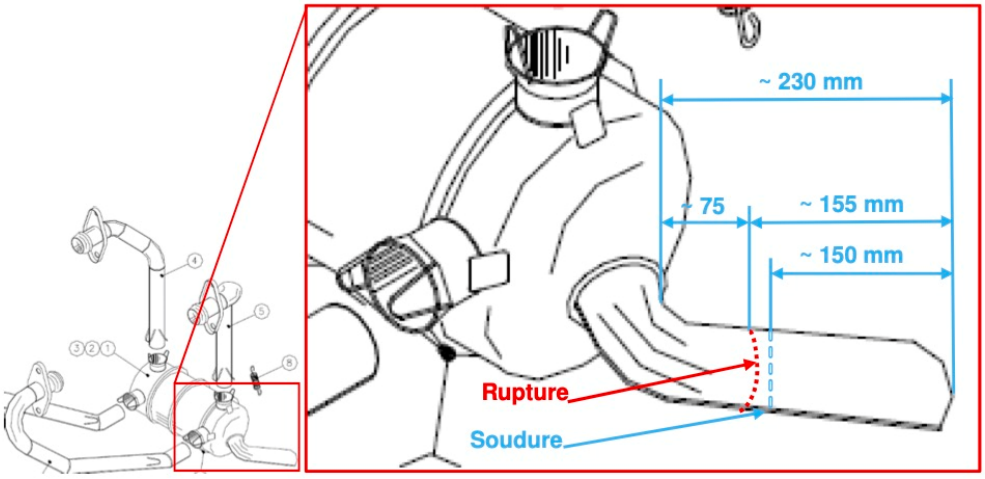

Figure 3 : schéma de l'échappement du Tecnam P2002-JF et détails de la zone de rupture

- De la fumée, des odeurs de plastique brûlé et des gaz d'échappement ont pénétré dans le cockpit par le boîtier de l'échangeur du chauffage cabine (*cabin heat*), situé proche de la rupture du tube de sortie d'échappement.

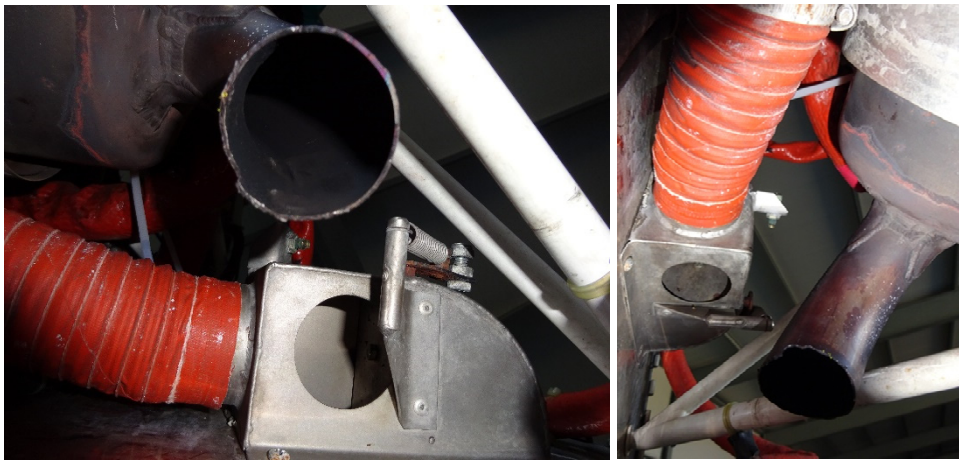

Figure 4 : proximité directe entre le tube de sortie de l'échappement défectueux et le boîtier de l'échangeur du chauffage cabine

- Le pot d'échappement complet a été déposé et vérifié, l'inspection n'a pas décelé d'autres défauts, de fissures ou chicanes dessoudées.
- Le boîtier de l'échangeur du chauffage cabine est fixé ordinairement avec 4 vis Parker. Les deux vis extérieures étaient serrées mais pas bloquées alors que les deux vis intérieures étaient desserrées. La vis supérieure intérieure faisait vis sans fin, sans aucune résistance.

  Ce boîtier n'était pas étanche. D'une part, il n'était pas plaqué correctement contre la paroi pare-feu. Un espace de d'environ 3 à 4 mm était visible sur la partie intérieure du boîtier. D'autre part, le réglage de la commande du clapet du chauffage cabine était incorrect. En position "*OFF*" le clapet n'était pas totalement fermé de sorte que l'air contaminé pouvait pénétrer dans le cockpit par le système de ventilation du chauffage cabine.
- L'avion était équipé d'un détecteur de monoxyde de carbone (CO) qui était placé sur le tableau de bord. Après l'incident grave, la pastille indiquait que l'équipage n'a pas été exposée à un empoisonnement au monoxyde de carbone.

Informations complémentaires

Quelques points importants relatifs à la maintenance de l'avion sont à relever :

- Selon les documents techniques, le pot d'échappement complet a été remplacé en février 2014. Ainsi, ce pot d'échappement s'est rompu après un peu plus de 1370 h de vol.
- Le constructeur de l'avion, dans son *Maintenance Manual* (MM), ne prévoit pas de limitation d'utilisation sur le pot d'échappement, par contre il préconise dans le programme d'entretien des points de vérifications spécifiques chaque 50 h et 100 h.
- Le dernier contrôle de 100 h a été effectué le 26 juin 2018. Une vérification des documents techniques a démontré qu'après ce contrôle, l'avion a effectué 61:51 h de vol.

D'autre part, cet incident grave a été reporté au constructeur de l'avion Tecnam. Malheureusement, aucune réponse aux questions posées n'est parvenue au SESE.

Les conditions météorologiques étaient favorables et n'ont joué aucun rôle dans le déroulement de l'incident grave.

Analyse et conclusions

Après l'apparition de la fumée dans le cockpit lors de la montée initiale, la décision de l'équipage de faire demi-tour et d'atterrir sur la piste opposée était adéquate. De plus, la manœuvre a été coordonnée par radio après qu'une situation d'urgence ait été déclarée, de sorte que le temps entre l'apparition de la fumée et l'atterrissage a pu être optimisé.

La section des procédures d'urgence du manuel de vol mentionne la possibilité d'ouvrir la verrière en vol pour évacuer la fumée

L'origine de la cassure du tube de sortie de l'échappement n'a pas pu être déterminée. De même, aucune évidence ne permet d'affirmer qu'une fissure aurait pu être découverte lors de la dernière maintenance, même si la dernière maintenance de 50 h n'a pas été attestée dans la documentation technique de l'avion.

La rupture du pot d'échappement a permis à une partie des gaz d'échappement et des particules surchauffées d'être acheminés vers le cockpit en passant par le boîtier de l'échangeur du chauffage cabine qui est situé à proximité immédiate du tube de sortie de l'échappement. La fixation lacunaire de ce boîtier, ainsi que son mauvais réglage, ont favorisé la propagation des gaz d'échappement et de la fumée dans le cockpit. D'autre part, la conduite d'alimentation flexible de carburant est également placée à proximité du tube de sortie de l'échappement.

En cas d'opération prolongée du moteur après une rupture du tube d'échappement, il est possible que la chaleur accumulée dans le compartiment moteur aux alentours de l'échappement puisse créer une surchauffe sur la conduite flexible d'alimentation de carburant, ce qui ne s'est pas produit lors du vol considéré dans le présent rapport.

Malgré les désagréments causés par la fumée, l'équipage n'a pas été exposé à une intoxication au monoxyde de carbone.

Pour cette raison, le SESE renonce à des mesures d'enquête supplémentaires et conclut l'enquête avec ce rapport sommaire conformément à l'art. 45 OEIT.

Pour assurer la protection des données, le rapport fait usage du masculin générique.

Berne, 5 juillet 2021 Service suisse d'enquête de sécurité