

Rupture d'un élément de la commande de direction, sortie latérale de piste lors de l'atterrissage, immobilisation dans un fossé

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

Aéronef	Avion TECNAM P 2002 immatriculé F-GXEC
Date et heure	26 octobre 2013 vers 12 h 45 ⁽¹⁾
Exploitant	Club
Lieu	Aérodrome d'Andernos-les-Bains (33)
Nature du vol	Aviation générale
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Avion fortement endommagé

1 - DÉROULEMENT DU VOL

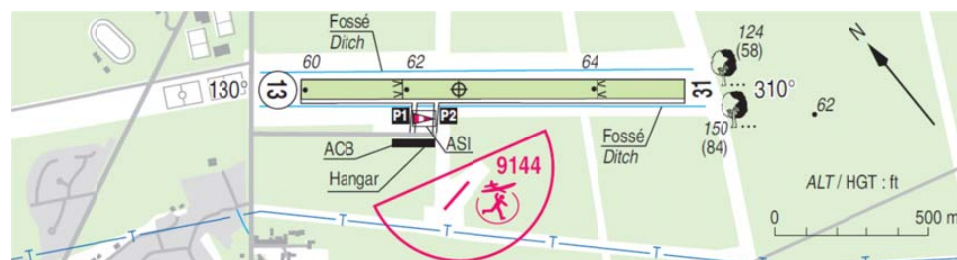
L'avion atterrit peu après le seuil décalé en piste 13 non revêtue, parcourt une centaine de mètres et sort latéralement de piste par la droite. Après avoir traversé le chemin de roulement, il s'immobilise dans le fossé qui le borde.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur l'aérodrome

D'une longueur de 1 240 mètres et d'une largeur de 60 mètres, la piste 13 présente un seuil décalé de 330 mètres. Elle est bordée à l'ouest par un chemin de roulement unique, le long duquel passe un fossé de drainage⁽²⁾ des eaux pluviales d'environ un mètre de large et un mètre de profondeur, à 50 mètres de l'axe de la piste.

⁽²⁾L'emplacement du fossé de drainage est conforme à l'arrêté du 10 juillet 2006 relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe.



(Source : SIA)

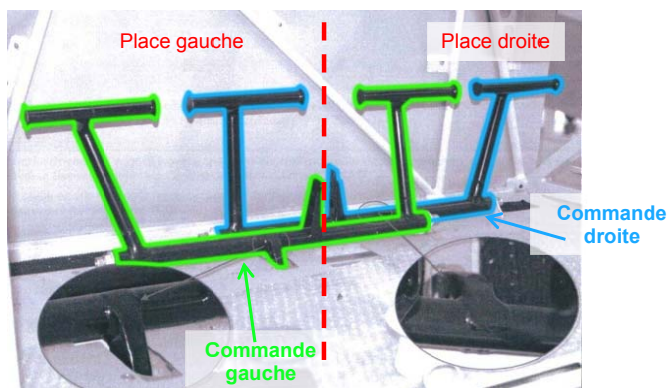
Extrait de la carte d'aérodrome d'Andernos-les-Bains (Source : SIA)

2.2 Examen du site et de l'épave

L'avion est immobilisé dans le fossé, à 150 mètres en aval du seuil de piste décalé et à 50 mètres de l'axe de piste. Le train avant et l'hélice sont rompus, le berceau du moteur est déformé. Dans l'habitacle, la pédale gauche du palonnier de la place gauche est rompue en sa base.

2.3 Description de la chaîne de commande de direction et du système de palonniers

Le système de palonniers est constitué de deux commandes, droite et gauche, représentées respectivement de couleur bleue et verte sur la photo ci-après. Celles-ci transmettent de manière conjuguée le mouvement par câble à la gouverne de direction et par l'intermédiaire de bielles au train avant.



Système de palonniers avec les commandes gauche et droite

2.4 Examen métallurgique

Un examen métallurgique détaillé a été réalisé sur les commandes droite et gauche du système de palonniers. La commande droite, non rompue, a servi de référence pour les examens.

L'examen général des deux commandes met en évidence l'usage prépondérant de la place gauche.

La commande gauche est rompue en limite du cordon de soudure, au niveau du renvoi vers la gouverne de direction.



Commande gauche rompue, vue de l'arrière



Rupture du renvoi vers la gouverne au niveau du cordon de soudure

Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.

L'examen fractographique indique que le renvoi s'est rompu par fissuration en fatigue sous des efforts de flexion bilatérale alternée, sans qu'il soit possible de dater le début du processus.

L'examen des cordons de soudure des deux renvois vers la gouverne de direction sur les commandes droite et gauche met en évidence des défauts de soudure : reprises, surépaisseurs, excès de pénétration, surface irrégulière, surface colorée en zone fondue.

L'examen micrographique d'une coupe transversale du cordon de soudure montre une zone sous cordon durcie, favorable à l'amorçage d'une fissure de fatigue. Il met en évidence des défauts de soudure : effondrement de cordon, présence d'un caniveau en limite de cordon.

Il ressort de ces examens que :

- les cordons de soudure présentent de nombreux défauts de soudage dont certains en zone sous cordon ;
- la rupture par fissuration en fatigue du renvoi de la commande gauche vers la gouverne de direction s'est amorcée sur les défauts de soudage situés en pied de cordon et en zone sous cordon.

L'examen de la documentation technique du F-GXEC ne fait état d'aucune intervention sur les palonniers depuis sa mise en service. Compte tenu de ce qui précède, et à l'appui des constatations faites au cours des examens métallurgiques, l'enquête conclut que ces soudures ne sont pas postérieures à la fabrication de l'avion.

2.5 Suivi de navigabilité et maintenance

En complément de l'inspection des palonniers prévue toutes les 100 heures dans le manuel de maintenance, le constructeur a émis en 2010 deux Bulletins Services⁽³⁾ (SB) pour informer les opérateurs d'avions Tecnam P2002 version certifiée (CS-VLA) et version Ultra Légers (UL) non certifiée, équipés de freins différentiels ou non, de porter une attention particulière sur deux zones où sont soudés les renvois des commandes du système de palonniers vers la gouverne de direction et le train avant. Il préconise de réaliser cette inspection à l'aide d'une torche et d'un miroir.

Bien que le constructeur n'ait pas rendu obligatoire l'application de ces SB, l'atelier de maintenance du F-GXEC l'avait incluse dans son manuel de spécifications de maintenance. Les documents relatifs à la maintenance de l'avion indiquent que cette inspection a été réalisée le 17 juillet 2013, soit 94 heures avant l'accident. Aucune anomalie n'avait alors été relevée.

Des moyens de détection de fissure plus sophistiqués et fiables que le simple contrôle visuel sont d'usage fréquent dans l'industrie, en particulier la détection par ressuage. Celle-ci permet de mettre en évidence des discontinuités débouchantes sur tout métal, par l'intermédiaire de la résurgence d'un liquide préalablement introduit au cours d'une opération d'imprégnation. Cependant, ce contrôle de surface ne permet de détecter les fissures en fatigue s'amorçant sous les cordons de soudure qu'à partir du moment où elles sont débouchantes.

⁽³⁾Bulletin Service N° SB 018 – CS en date du 5 avril 2010, et Bulletin Service N° SB 017 – UL en date du 5 mai 2010.

2.6 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées sur le site de l'accident étaient les suivantes : vent du 200° pour 5 à 10 kt, CAVOK.

2.7 Expérience et témoignage du pilote

Le pilote, PPL(A) de 1978, totalisait environ 580 heures de vol dont 300 sur type et une heure dans les trois mois précédents.

Il avait fait un vol local d'une demi-heure avant l'atterrissage et n'avait pas décelé de dysfonctionnement des palonniers. Il indique que la vitesse d'approche était d'environ 60-65 kt et que les volets étaient braqués à 40°, comme le recommande le manuel de vol. Dès l'atterrissage, l'avion a eu tendance à partir vers la droite, probablement à cause du vent traversier droit. Il a normalement contré avec le palonnier gauche qui s'est dérobé sous son pied. La vitesse étant encore élevée et, malgré un freinage énergique, le pilote n'a pu éviter la sortie de piste.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

Une fissure amorcée sur des défauts de soudure au niveau du renvoi du palonnier gauche vers la commande de direction n'a pas été détectée par l'organisme de maintenance malgré des inspections conformes aux préconisations du SB du constructeur. Cette fissuration a favorisé la rupture en fatigue de cette commande, provoquant la perte de contrôle de l'avion par le pilote lors du roulement à l'atterrissage.

La présence à proximité du bord de piste d'un fossé infranchissable dans lequel l'avion s'est arrêté a aggravé les dommages subis par l'aéronef après la sortie de piste.

4 - RECOMMANDATIONS

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

Soudures du système de palonniers sur les avions Tecnam P2002 version CS

L'enquête a mis en évidence qu'en dépit des SB diffusés en 2010 par le constructeur pour l'inspection particulière des palonniers à l'aide de moyens rudimentaires, il était possible de ne pas détecter un début de rupture ou de fissuration au niveau des soudures. La rupture au roulage de la commande gauche a privé le pilote du contrôle en direction de son avion. L'événement aurait pu se produire en vol avec des conséquences probablement plus graves. Or, des moyens plus sophistiqués et plus fiables de détection de fissures utilisés fréquemment dans l'industrie aéronautique (comme le ressuage sur des fissurations débouchantes) auraient peut-être permis de détecter un début de fissuration. Par ailleurs, la qualité de réalisation des soudures paraît directement contributive à l'apparition de la fissure.

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'Autorité de surveillance de production italienne s'assure que le constructeur du Tecnam P 2002 améliore le processus de réalisation et de contrôle des soudures, afin de réduire le risque d'apparition de fissures. [Recommandation FRAN-2016-037]**
- **L'AESA s'assure de l'efficacité des améliorations apportées en production et qu'elle impose au constructeur du Tecnam P 2002 de mettre en place des moyens de détection de fissuration sur les avions en service, plus fiables que ceux mentionnés dans les deux Service Bulletins relatifs à l'inspection de la timonerie des palonniers. [Recommandation FRAN-2016-038].**