



Accident du multiaxe Rans S-7 Courier
identifié **974-GL**
survenu le 12 août 2014
à Cambaie (974)

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

Heure	Vers 08 h 30 ⁽¹⁾
Exploitant	Société
Nature du vol	Aviation générale, vol local à titre onéreux
Personnes à bord	Pilote et un passager
Conséquences et dommages	ULM fortement endommagé

**Rupture du câble de palonnier en vol,
sortie latérale de piste lors de l'atterrissage,
en baptême de l'air payant**

1 - DÉROULEMENT DU VOL

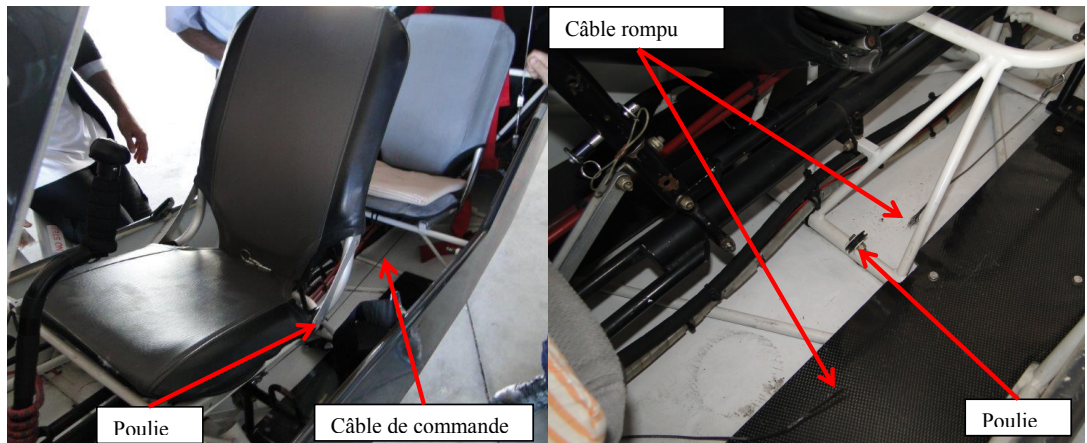
Le pilote décolle à 08 h 00 de la plateforme ULM de Cambaie pour un vol touristique au-dessus de l'île de la Réunion. Il indique que le vol se déroule normalement à l'exception du passage du Cimendef⁽²⁾ qui est très turbulent. Après un passage sur le Maïdo à une altitude d'environ 8 000 ft, il entame la descente afin d'effectuer le retour vers Cambaie en survolant le lagon. Aux environs de la commune des Trois-Bassins (974), le palonnier droit s'enfonce brutalement et l'ULM se met en vol dissymétrique. Le pilote se rend compte que le câble du palonnier droit est rompu mais que l'extrémité liée à la gouverne est à la portée du passager. Le pilote lui demande de le lui passer. En tirant sur le câble, il réussit à remettre l'ULM en vol symétrique. La position de pilotage étant très inconfortable, il demande au passager de reprendre le câble et de tirer dessus en fonction de ses instructions. Ils retournent vers Cambaie et réalisent l'approche sans autre problème. Lors de l'atterrissage, peu après le toucher des roues, le câble glisse des mains du passager. L'ULM sort de piste par la gauche à une vitesse d'environ 60 km/h et l'aile gauche entre en collision avec un arbre.

⁽²⁾Sommet montagneux de la Réunion.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen de l'ULM

Le Rans S-7 est un biplace en tandem. Le pilote est installé en place avant et le passager en place arrière. Deux câbles relient les palonniers de la place arrière à la gouverne de direction en passant par deux poulies de guidage. Ces câbles passent sur le plancher de l'ULM entre les jambes du passager. Un tube rigide relie les palonniers de la place avant et ceux de la place arrière. Le câble relié au palonnier droit est retrouvé rompu au niveau d'une poulie.

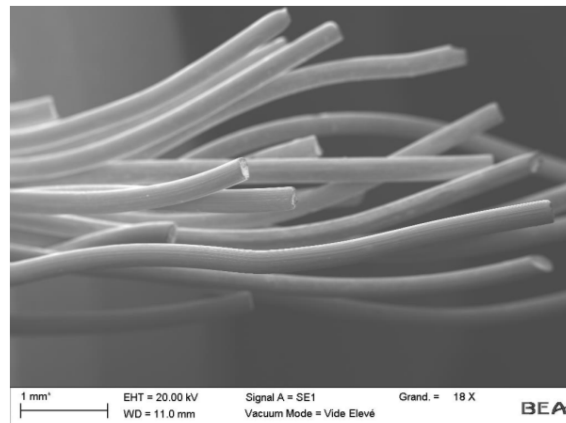


Position du câble dans l'ULM

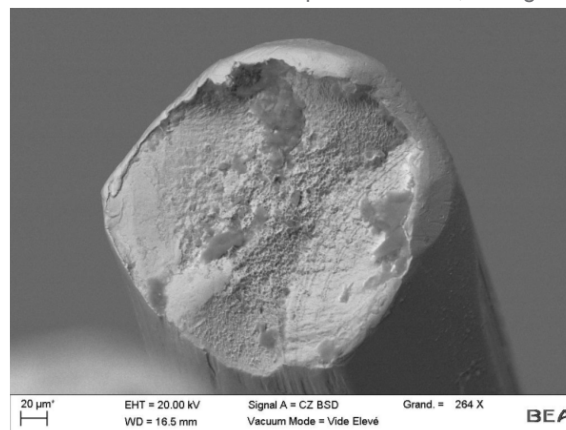
Le câble de commande de direction, en acier inoxydable, est constitué de sept torons de sept brins, soit 49 brins. L'extrémité rompue du câble a été examinée au microscope électronique à balayage (MEB). Sur 18 brins examinés, 12 ont montré des caractéristiques de rupture progressive en fatigue (lignes d'arrêt, stries), soit 67 %. Le câble a donc rompu sous un processus de fissuration progressive en fatigue.

La poulie présente des marquages en fond de gorge, et également sur l'une des deux parois latérales de la gorge, plus que sur l'autre. Ces caractéristiques peuvent être respectivement le signe d'une tension excessive, et d'un désalignement du câble.

Aucun autre endommagement n'a été observé.



Vue transverse de la zone de rupture du câble, côté gouverne



Faciès de rupture d'un brin présentant les caractéristiques d'une rupture par fatigue (lunules, lignes d'arrêt)

2.2 Entretien du 974-GL

L'ULM totalisait 6 313 heures de vol depuis sa mise en service en 2006. Le dernier entretien avait été effectué le 1^{er} août 2014 à 6 297 heures de vol. Il ne comprenait pas d'item concernant spécifiquement l'état des câbles de commande de la gouverne de direction. Le propriétaire indique qu'il y avait déjà eu trois ruptures de ce câble sur cet appareil, toujours au même endroit, depuis 2006.

Le constructeur⁽³⁾ du S7 indique qu'il n'a pas connaissance d'événements similaires. Il précise qu'il recommande une inspection annuelle de la cellule et des éléments travaillants suivant les procédures détaillées dans la circulaire d'information AC 43.13-1B⁽⁴⁾ de la Federal Aviation Administration (FAA). Le chapitre 7-149 de cette circulaire traite de l'inspection des câbles. Il indique que lors de chaque visite annuelle ou toutes les 100 heures de vol, les câbles de commande doivent être vérifiés. Tout câble ayant un brin rompu dans une zone critique de fatigue (par exemple passages de poulies ou dans des guides-câble) doit être remplacé⁽⁵⁾. Cette circulaire décrit également la méthode d'inspection qui consiste à passer un chiffon sur la zone à inspecter afin que celui-ci s'accroche sur les brins rompus. Le texte insiste sur l'importance de l'examen visuel, qui doit permettre de détecter les brins rompus à l'intérieur du câble, lorsque le contrôle au chiffon ne suffit pas. Un examen à la loupe et/ou une mise en flexion du câble peuvent être nécessaires pour détecter visuellement la présence de brins rompus lorsqu'elle est suspectée.

Le propriétaire indique qu'un manuel et un programme d'entretien lui avaient été fournis par l'importateur de Rans en France⁽⁶⁾. Ce manuel ne contient aucune information sur la tension préconisée des câbles, ni sur leur surveillance et ne fait aucune référence à la circulaire AC 43.13-1B. L'importateur belge, qui a repris le marché français, indique qu'il ne peut pas vendre de S7 en France⁽⁷⁾, mais qu'il recommande pour les S6 (modèle équivalent au S7, biplace également mais en version côte-à-côte) une inspection des câbles toutes les 550 heures. Cet intervalle a été choisi par l'importateur à la suite d'une usure de brin constatée sur un S6 à 650 heures.

L'arrêté du 23 septembre 1998 relatif aux aéronefs ultralégers motorisés indique que pour obtenir la délivrance d'une carte d'identification pour son ULM, le postulant doit attester qu'il dispose d'un manuel d'entretien. L'instruction du 21 février 2012 fait une description succincte des éléments qui doivent être traités dans ce manuel mais ne pose pas d'exigence concernant le contenu détaillé ou la provenance de ce manuel d'entretien.

Depuis l'événement, le propriétaire a légèrement réduit la tension du câble et a choisi d'installer une dérivation sur le câble afin de maintenir le contrôle en cas de rupture au niveau de la poulie de guidage. De plus, il exerce une surveillance de l'état des différents câbles et poulies. Environ 950 heures ont été effectuées sans qu'aucun endommagement anormal ne soit constaté.

⁽³⁾Le constructeur est basé aux Etats-Unis et fournit le S7 en kit. Aux Etats-Unis, le S7 est considéré comme « *experimental* », plus proche des avions CNSK français que des ULM.

⁽⁴⁾http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43.13-1B_w-chg1.pdf

⁽⁵⁾« *Any cable assembly that has one broken wire strand located in a critical fatigue area must be replaced* ».

⁽⁶⁾Cette société n'existe plus.

⁽⁷⁾Cette société n'est pas titulaire de la fiche d'identification du S7, toujours au nom de l'ancienne société.



A titre de comparaison, le manuel d'entretien du Cap 10C, avion certifié, précise que l'état des câbles de palonnier doit être vérifié au niveau des plaques de frottement et des passages de poulies. La tension de ces câbles doit être vérifiée égale à 18 ± 4 daN. Ces vérifications doivent être effectuées au moins à chaque visite annuelle et à chaque grande visite.

2.3 Renseignements sur le pilote

Le pilote est titulaire d'un brevet ULM multiaxe. Il totalisait lors de l'événement environ 15 000 heures de vol sur Rans S7.

2.4 Événements similaires

2.4.1 Rupture de câble de palonnier sur un Rans S7 aux Etats-Unis (juillet 2014)

À l'issue d'un roulage prolongé vers la piste en service, lors de l'alignement, le palonnier gauche s'enfonce complètement et le pilote, également propriétaire de l'aéronef, se rend compte que le câble reliant le palonnier à la gouverne de direction est rompu au niveau de la même poulie que celle du 974-GL. Ce S7 totalisait 850 heures de vol et était équipé des câbles de commande d'origine, en acier inoxydable. Lors des actions de réparation, le pilote a découvert que le câble de l'aileron gauche était également très usé, avec plusieurs brins rompus, au niveau d'une poulie. Il a alors procédé au remplacement de tous les câbles de commande par des câbles en acier galvanisé. Depuis cet événement, il procède à un contrôle régulier de ces câbles et prévoit un remplacement toutes les 800 heures de vol. Aucune usure n'a été notée depuis.

Ce pilote indique qu'il a eu connaissance d'au moins trois autres cas identiques sur S7.

⁽⁸⁾<http://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2007/f-qj070809/pdf/f-qj070809.pdf>

2.4.2 Accident du DHC6 immatriculé F-OIQI à Mooréa le 9 août 2007⁽⁸⁾

Peu après le décollage, le pilote avait perdu le contrôle en tangage de l'avion après la rupture du câble de la commande à cabrer de la profondeur. L'enquête avait montré que le câble, en acier inoxydable, s'était rompu en fatigue à la suite d'une usure importante au niveau d'un guide-câble. Les autres DHC6 de la compagnie étaient équipés de câbles en acier carbone, beaucoup moins sensibles à l'usure, mais sensibles à la corrosion, en particulier en atmosphère saline. L'organisme d'entretien n'avait cependant jamais constaté de dégradation, que ce soit de la corrosion ou de l'usure, lors du remplacement annuel des câbles en acier carbone. Il est également noté que l'usure est difficile à détecter sur un câble monté sur avion.

Le BEA avait émis huit recommandations à l'issue de cette enquête, dont une à l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) sur une revue de la conception et de l'expérience en service des autres aéronefs sur lesquels des câbles en acier inoxydable sont utilisés pour les commandes primaires afin de déterminer les mesures qui pourraient apparaître utiles à la sécurité. Suite à cette recommandation, l'AESA a considéré qu'au vu des actions et investigations conduites durant l'enquête, cette revue n'était pas nécessaire.

⁽⁹⁾<https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2012/f-pe121009/pdf/f-pe121009.pdf>

2.4.3 Incident du Beechcraft 1900D immatriculé F-GOPE à Lyon le 9 octobre 2012⁽⁹⁾

En montée initiale, le pilote en fonction (PF) constate que son action sur la commande électrique du compensateur de profondeur n'a pas d'effet. La commande manuelle du compensateur ne fonctionne pas non plus. L'équipage fait demi-tour et revient atterrir à son aérodrome de départ. Au sol, le câble du compensateur de profondeur est retrouvé rompu au niveau de l'enroulement autour des poulies de la servocommande du pilote automatique. L'examen du câble a montré que la moitié des brins se sont rompus par surcharge et l'autre moitié par propagation de fissure en fatigue. Ces endommagements n'avaient pas pu être détectés lors des maintenances planifiées.

Un cas similaire avait déjà été remonté au constructeur en septembre 2006. Suite à ce premier cas, le constructeur n'a ni modifié les actions de maintenance planifiées sur le câble ni fixé de vérifications particulières ou de limites de péremption du câble.

À l'issue de cette enquête le BEA a émis une recommandation à destination de la FAA et du constructeur pour rendre obligatoire une modification du système de compensateur de profondeur, ou à défaut le remplacement à intervalle régulier du câble du compensateur de profondeur, afin d'éviter la rupture en fatigue, non détectable, du câble. Une limite de durée de vie des câbles va être introduite en réponse à cette recommandation.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

La sortie de piste lors de l'atterrissage est due à la perte d'effet de la commande de direction à la suite de la rupture en fatigue du câble reliant le palonnier droit à la gouverne, que le passager avait temporairement réussi à tenir.

L'opérateur, au vu de la récurrence de la rupture de ce câble, aurait pu remonter l'information au constructeur ou prendre des mesures de maintenance, avant la survenue du dernier événement.

L'absence de recommandations concernant la tension et l'inspection des câbles dans le manuel d'entretien livré par l'importateur du 974-GL a contribué à la non-détection de son endommagement.

4 - RECOMMANDATIONS

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement 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.

L'absence de recommandations concernant la tension et l'inspection des câbles dans le manuel d'entretien livré par l'importateur du 974-GL a contribué à la non détection de leur endommagement, et à la rupture en vol d'une commande de vol primaire.

Le niveau de documentation de maintenance dont disposent les pratiquants ULM est très variable. La FAA diffuse la circulaire AC 43.13-1B qui fournit des pratiques de maintenance éprouvées pour les aéronefs de conception classique. De nombreux ULM font appel à ces technologies.

L'enquête a montré que l'importateur des ULM Rans en France ne faisait pas référence à cette circulaire, préférant fournir un document en français, alors que le constructeur la préconise. Le système réglementaire français demande qu'au moment de l'identification de son ULM, le propriétaire ait un manuel d'entretien, mais n'impose pas d'exigence sur son contenu. Dans cette situation, les exploitants peuvent avoir des difficultés à identifier des bonnes pratiques de maintenance telles qu'exposées dans la circulaire.

Ces mêmes aéronefs lorsqu'ils sont livrés aux Etats-Unis, le sont avec un manuel d'entretien en langue anglaise, rédigé par le constructeur, qui demande d'appliquer les recommandations de l'AC 43.13-1B, notamment concernant une inspection annuelle des câbles.

En Europe, il n'existe pas d'équivalent de l'AC 43.13-1B.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **La DGAC, en coordination avec la Fédération française d'ULM (FFPLUM), informe les exploitants français d'ULM Rans de la nécessité d'inspecter régulièrement les câbles de commandes primaires conformément aux recommandations du constructeur, ou à défaut, de l'AC 43.13-1B [Recommandation FRAN-2017-009].**
- **L'importateur actuel des Rans en France (Confluence) aligne sa documentation de maintenance des câbles sur les recommandations du constructeur [Recommandation FRAN-2017-010].**
- **La FFPLUM fasse la promotion de la documentation AC 43.13-1B qui fournit des procédures de maintenance éprouvées correspondant à des aéronefs de conception classique et qu'elle étudie notamment l'opportunité d'en établir une traduction [Recommandation FRAN-2017-011].**