

Accident du multi-axe RANS S-6ES « Coyote II »
identifié **974GQ**
survenu le 30 mars 2015
à Tan Rouge (974)

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

Heure	Vers 10 h 30 ⁽¹⁾
Exploitant	ULM974
Nature du vol	Aviation générale, vol local à titre onéreux
Personnes à bord	Pilote et une passagère
Conséquences et dommages	Pilote et passagère décédés, ULM détruit

**Perte de l'entoilage d'extrados de l'aile droite,
perte de contrôle, collision avec le sol,
en baptême de l'air payant**

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Le matin du 30 mars 2015, le pilote, accompagné d'une passagère, décolle de la base ULM de Cambaie (974) pour un vol touristique au-dessus de l'île de la Réunion. Un témoin, situé à proximité de Tan Rouge, entend une explosion et voit l'ULM passer à faible hauteur « avec une voile derrière ». L'ULM entre en collision avec le sol.

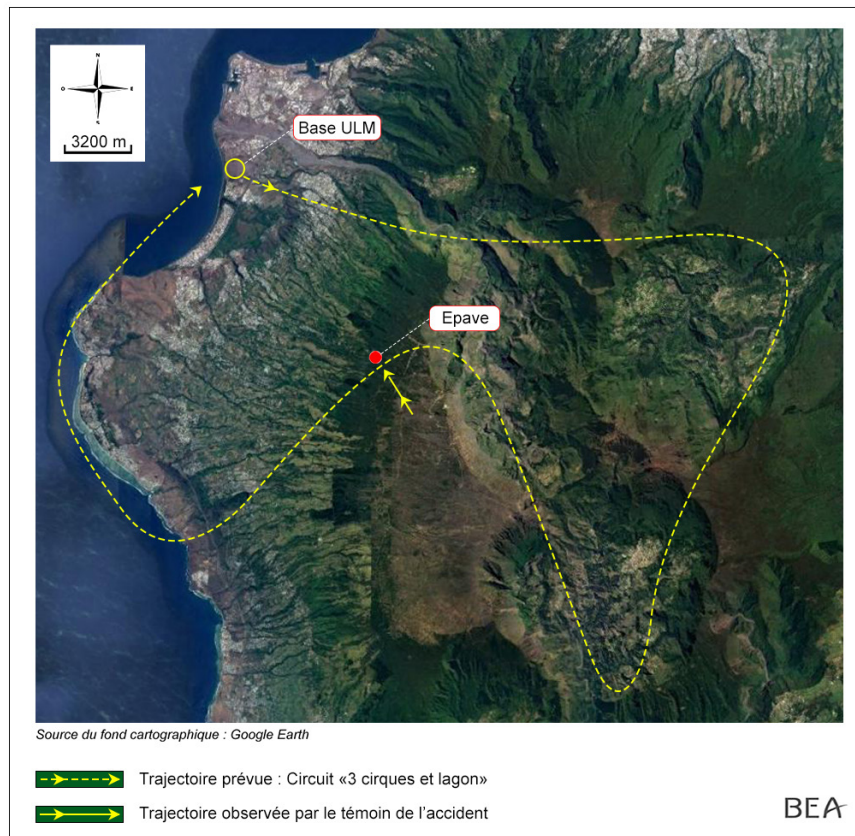


Figure 1 : trajectoire

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen de l'épave

L'épave est entière et regroupée. Le revêtement de l'extrados de l'aile droite est arraché de la structure et se trouve en arrière de l'aile, à proximité de la cellule. La plaque de revêtement de bord d'attaque est encore collée au morceau de toile déchirée. La peinture extérieure est en grande partie écaillée, ce qui est caractéristique de l'effet « *drapeau* » d'une toile entraînée quelques temps dans le vent relatif.

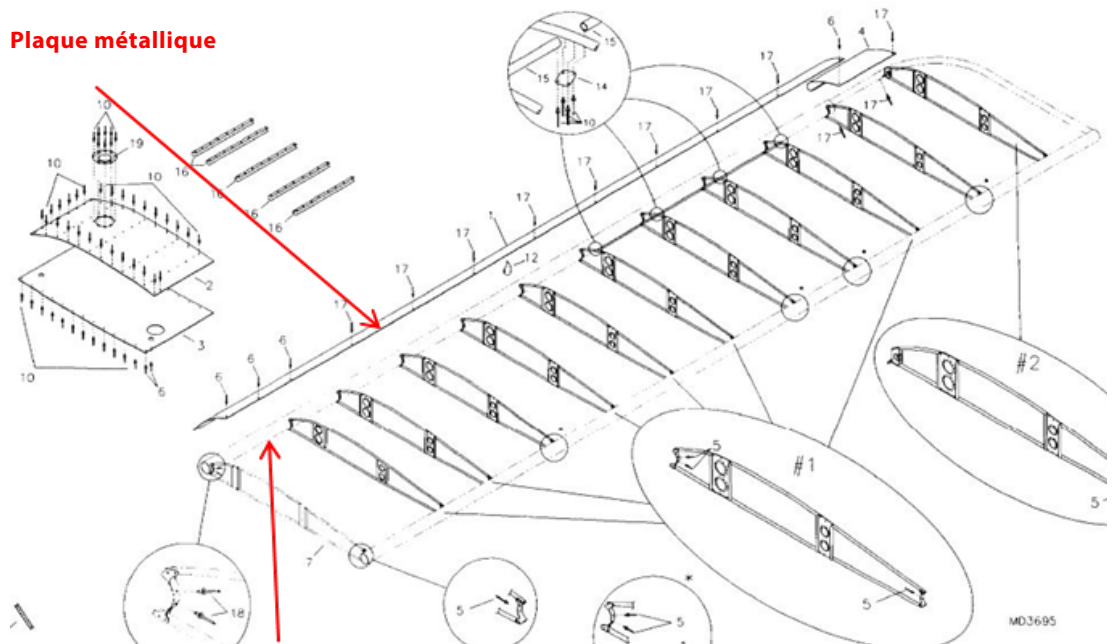
Le parachute balistique de sécurité équipant l'appareil est retrouvé dans son sac. L'examen du système pyrotechnique montre que la fusée d'extraction n'est pas présente. La poignée d'activation n'a pas été tirée.

2.2 Aile du Rans S-6ES

Le Rans S-6ES est un ULM construit à partir d'un kit, fourni par Rans. Les consignes de montage sont fournies avec le kit sous forme d'un document en anglais.

Le 974GQ était équipé d'une aile de type « *standard* ». La structure de celle-ci est constituée de deux longerons : un tube de gros diamètre en bord d'attaque et un tube de diamètre plus petit en bord de fuite. Le profil de l'aile est assuré par douze nervures, constituées de deux tubes de petit diamètre et de renforts.

Plaque métallique



Tube formant le bord d'attaque

Source : Rans Aircraft

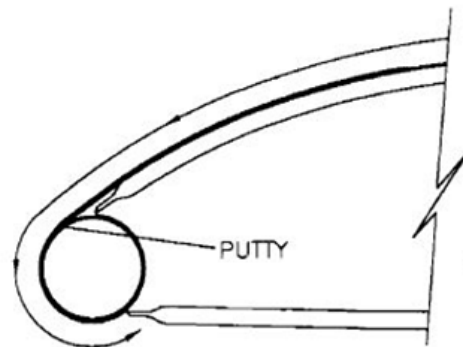
Figure 2 : description d'une aile de type « *standard* »

Une plaque métallique d'alliage léger de faible épaisseur et de 290 mm de large recouvre la partie supérieure du bord d'attaque. Ce revêtement est collé au tube longeron de bord d'attaque. Il n'est pas fixé sur les nervures Afin d'éviter l'effet de « *marche* » que provoque l'épaisseur de cette plaque sur le tube de bord d'attaque, la zone est masticquée puis poncée finement pour obtenir une courbure continue.

L'aile est ensuite recouverte de trois pièces de tissu polyester thermo-rétractable : extradados, intrados et bord d'attaque.

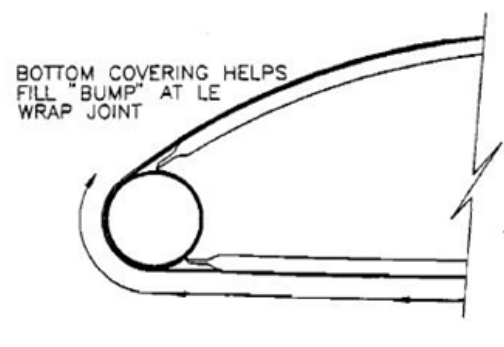
Le revêtement de l'extrados doit être installé en premier. Il est collé sur le tube de bord d'attaque, sur la plaque de revêtement et sur le tube de bord de fuite. Au niveau du tube de bord d'attaque, ce revêtement doit se prolonger jusqu'au début de la nervure à l'intrados (cf. figure 3).

Le revêtement de l'intrados est installé ensuite. Il est collé sur le tube de bord d'attaque et sur le tube de bord de fuite. Au niveau du tube de bord d'attaque, ce revêtement doit se prolonger de façon à recouvrir la zone de jointure entre le tube de bord d'attaque et la plaque de revêtement (cf. figure 4).



Source : Rans Aircraft

Figure 3 : positionnement du revêtement d'extrados

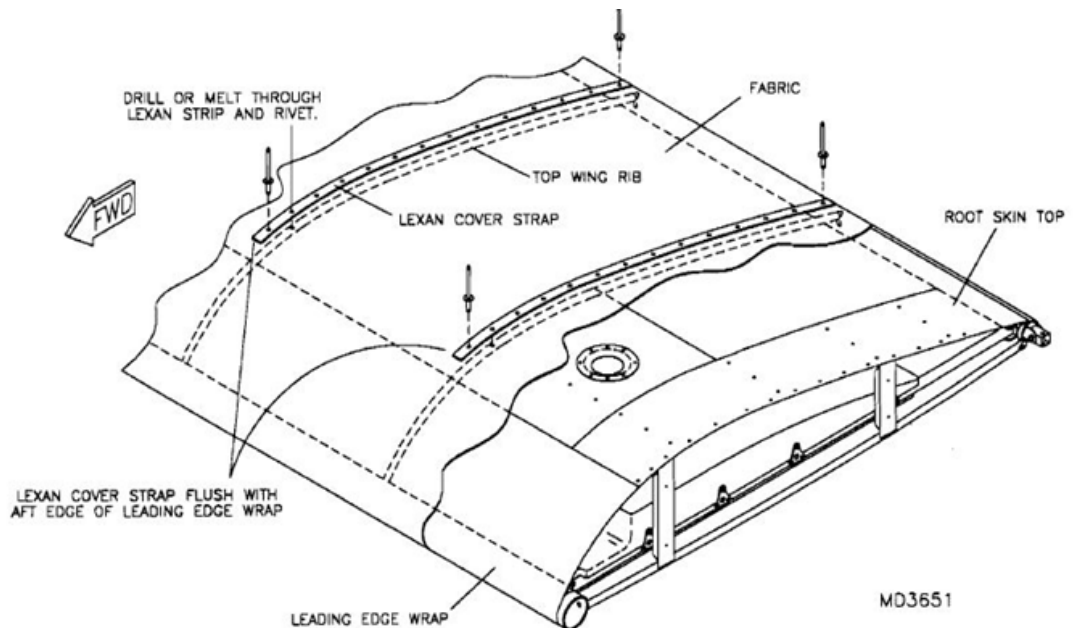


Source : Rans Aircraft

Figure 4 : positionnement du revêtement d'intrados

⁽²⁾Lexan cover strap.

La toile est ensuite rivetée aux nervures au travers d'une bande en polycarbonate⁽²⁾ positionnée sur l'entoilage (cf. figure 5).



Source : Rans Aircraft

Figure 5 : rivetage des nervures

⁽³⁾Soit 101,6 mm.

Une bande crantée de recouvrement est ensuite collée sur ces rivets.

Enfin un ruban de toile de quatre pouces⁽³⁾ de large est collé le long du bord d'attaque sur les deux toiles déjà en place, de façon à recouvrir la zone de jointure entre le tube de bord d'attaque et la plaque de revêtement.

2.3 Examen de l'aile droite

Afin de documenter les dommages, les nervures ont été numérotées arbitrairement de 0 à 11, de l'emplanture vers l'extrémité de l'aile.

La toile d'extrados est presque entièrement absente. L'examen montre que celle-ci s'est arrachée initialement sur l'avant, au niveau du bord d'attaque, s'est ensuite déchirée vers l'arrière puis latéralement pour finir par s'arracher sur le bord de fuite au niveau de l'emplanture.

Sur l'intrados, la toile est encore fixée aux tubes de bord d'attaque et de bord de fuite, mais est arrachée de la quasi-totalité des rivets de liaison aux tubes intrados. Ce type d'endommagement indique une traction perpendiculaire au plan de la toile, de l'intérieur vers l'extérieur (gonflement).

L'examen de la zone de collage de la plaque de revêtement sur le tube de bord d'attaque montre plusieurs anomalies de collage ainsi que des zones de corrosion, en particulier entre les nervures 6 et 9 : les parties des nervures en contact avec la plaque de revêtement portent des marques noirâtres, résultant vraisemblablement du frottement entre ces pièces. Ces marques sont particulièrement importantes sur la nervure 8. Des traces équivalentes sont trouvées sur la zone en regard de la plaque de revêtement. Une large zone de corrosion se situe entre la toile d'extrados et la plaque de revêtement, entre les nervures 6 et 9.



Source : BEA

Figure 4 : détail des frottements sur la nervure 8

L'examen de la toile d'extrados montre que celle-ci est cisailée⁽⁴⁾ exactement au droit de la jointure entre la plaque de revêtement et le tube de bord d'attaque.

De plus, il est observé plusieurs différences avec les consignes du manuel de montage :

- la toile d'intrados a été installée avant la toile d'extrados ;
- la toile d'intrados s'arrête juste avant le début de la plaque de revêtement et ne recouvre donc pas la jointure ;
- le bord supérieur du ruban de toile de 4" s'arrête au même niveau que la toile d'intrados, il n'y a donc qu'une seule épaisseur de toile au niveau de la jonction plaque de revêtement – tube de bord d'attaque ;
- les bandes en polycarbonate sont absentes.

2.4 Scénario de la perte de l'entoilage de l'extrados de l'aile droite

La plaque de revêtement, collée sur une faible largeur sur le tube de bord d'attaque, a été dans un premier temps désolidarisée du tube par suite de corrosion localisée, de défaut de collage, ou de la conjonction de ces deux facteurs.

Ces décollements localisés ont ensuite progressé jusqu'à ce qu'ils se rejoignent, permettant à la plaque de revêtement de se détacher significativement du tube. Les mouvements de la plaque expliquent les traces de frottement sur les nervures et ont causé le cisaillement de la toile d'extrados, permettant au vent relatif de pénétrer dans la structure de l'aile. Cette zone de rupture primaire est probablement localisée entre les nervures 7 et 8.

Par un phénomène « *d'écopage* », l'air s'est engouffré dans l'aile, la faisant gonfler brutalement. Le revêtement d'intrados, encore collé sur les tubes de bord d'attaque et de fuite, a été arraché des nervures, mais est resté solidaire de l'aile. Le revêtement d'extrados, déjà partiellement détaché au niveau du bord d'attaque s'est progressivement arraché des tubes de nervures, de l'avant vers l'arrière. La toile a alors pu flotter en arrière de l'aile, ce qui a été vu comme une voile par le témoin de l'accident.

2.5 Extrait du manuel de vol du Rans S-6ES

Lors de la visite pré-vol, il est prévu que le pilote vérifie l'absence de déchirure sur le revêtement des ailes. Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote avait effectué cette vérification ou si cette dégradation était aisément visible.

Le chapitre « *Maintenance* » précise qu'en cas de vol à proximité d'étendues d'eau de mer, il est impératif de rincer soigneusement l'appareil à l'eau douce le plus tôt possible après le vol. Il est précisé que l'eau de mer peut entraîner des problèmes de corrosion sur des éléments critiques de la cellule. De plus, il est indiqué que lors du nettoyage, il est nécessaire de rechercher les signes de corrosion.

Cependant, ce rinçage ne permet d'éliminer les résidus salins que sur la peau externe de l'aéronef.

2.6 Historique du 974GQ

Le 974GQ a été acheté neuf en kit en décembre 2003 par une société basée à Cambaie. Cette société s'est chargée de son montage et le premier vol a été effectué le 10 août 2005. Il n'a pas été possible de déterminer les raisons des anomalies d'entoilage. Un parachute balistique de sécurité a été installé en juillet 2010.

La société l'a revendu à un particulier en avril 2013. Le 974GQ totalisait alors 1641 heures de vol. Ce particulier l'a ensuite revendu au pilote de l'accident en avril 2014, après avoir effectué environ 40 heures de vol. Le pilote n'a pas envoyé les documents à la DSAC et, au jour de l'accident, le 974GQ était toujours inscrit au nom de l'ancien propriétaire. Aucun document répertoriant les heures de vol ni l'entretien effectué depuis la vente n'a été retrouvé. Les usagers de la base ULM estiment cependant le nombre d'heures de vol effectué par le 974GQ entre avril 2014 et mars 2015 à environ 60 heures.

Jusqu'à sa vente en avril 2014, le 974GQ avait toujours été abrité dans un hangar. Après sa vente, il a été stocké à l'extérieur, à l'exception du mois de décembre 2014, quand le pilote l'a fait héberger dans un hangar pour le protéger des intempéries. À cette occasion, le pilote a retiré la fusée d'extraction du parachute en expliquant qu'il ne voulait pas risquer qu'elle se déclenche dans le hangar. Il ne l'a jamais remontée. La fusée n'a pas été retrouvée.

L'entoilage était celui d'origine.

2.7 Expérience du pilote

Le pilote, âgé de 37 ans, était le propriétaire de l'ULM et le dirigeant et unique salarié de la société ULM974. Il était titulaire d'une licence de pilote ULM multiaxe depuis 2005 et d'une qualification d'instructeur depuis 2006.

Il n'a pas été possible de déterminer le nombre d'heures de vol que totalisait le pilote, aucun carnet de vol n'ayant été retrouvé. La réglementation n'impose pas sa tenue aux pilotes ULM. Un membre de la famille du pilote indique que celui-ci totalisait environ 6 000 heures de vol. Les usagers de la base ULM indiquent en revanche qu'il volait peu et estiment son nombre total d'heures de vol à environ 1 500 heures.

2.8 Vols touristiques payants

Dans le cadre de l'aviation certifiée, l'exécution d'une activité de vols touristiques payants aurait conduit à un suivi par l'autorité des documentations avion et pilote. L'absence de mise à jour du propriétaire de l'aéronef et l'inexistence de la documentation de maintenance aurait probablement conduit, en l'absence de données et vérifications complémentaires, à l'impossibilité de poursuivre cette activité.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

L'accident est dû à la perte de l'entoilage de l'extrados de l'aile droite conduisant à une perte de contrôle.

Lors d'une perte de contrôle, l'utilisation d'un parachute balistique de sécurité peut permettre de réduire la gravité des blessures lors de l'impact avec le sol, dès lors qu'il est déclenché dans les conditions requises de vitesse et de hauteur. Ce dispositif n'a pas été utilisé par le pilote, la fusée d'extraction ayant été retirée, le rendant inopérant.

Les anomalies d'entoilage ont pu conduire à une usure prématurée de la toile et son cisaillement progressif par la plaque de revêtement. Le développement de la corrosion à l'intérieur de l'aile indique que cette dégradation n'était pas récente. Il n'a cependant pas été possible de déterminer si le pilote en avait connaissance. L'exposition de l'ULM aux rayons UV et à l'air salin, du fait de son stockage à l'extérieur proche de l'océan et de son activité de survol régulier du lagon, a probablement été un facteur aggravant.

4 - ACTION DE SÉCURITÉ EN COURS

En 2016, à la suite de l'accident de l'ULM multiaxe Sky Arrow 500 TF identifié 68-TK le 1^{er} août 2014 à Linthal (68)⁽⁵⁾, le BEA avait émis plusieurs recommandations dont une sur les exigences réglementaires pour les activités commerciales effectuées en ULM et une portant sur la connaissance des tiers sur le régime ULM lors d'une activité commerciale.

4.1 Opérations commerciales effectuées par les ULM

Le régime ULM a été défini initialement pour encadrer une activité de loisir. La DGAC a ensuite accepté que des aéronefs volant sous ce régime effectuent des activités commerciales, tels que les vols touristiques. À la suite des accidents survenus aux ULM identifiés 68-TK et 974-OA⁽⁶⁾, le BEA a identifié que, de manière générale et pour une même activité commerciale, les garanties de sécurité sont différentes selon que l'activité est réalisée en avion ou en ULM.

L'accident du 974GQ souligne plus particulièrement que la réglementation n'offre pas au passager d'un vol commercial en ULM l'assurance d'un suivi de l'entretien de l'ULM ou de l'expérience du pilote alors que cela serait le cas pour tous les vols, y compris non commerciaux, en avion ou hélicoptère certifié.

Le BEA avait ainsi émis la recommandation suivante :

- *Que la DGAC étudie l'opportunité de définir des exigences réglementaires pour les activités commerciales effectuées en ULM visant à se rapprocher des exigences définies pour les aéronefs concernés par le règlement 216/2008. [Recommandation FRAN-2016-040]*

⁽⁵⁾www.bea.aero/uploads/tx_elydrapports/68-k140801.pdf

⁽⁶⁾www.bea.aero/uploads/tx_elydrapports/974-a140831_01.pdf

4.2 Connaissances des tiers sur le régime ULM lors d'une activité commerciale

« Une tierce personne ne connaissant pas le domaine aéronautique ne peut pas faire la différence entre les différents régimes d'exploitation en aviation générale, ou entre les différents régimes de navigabilité ou de licences de pilotes. Malgré l'absence d'assurance réglementaire quant à la navigabilité des ULM, l'apparence des ULM actuels peut par ailleurs générer un sentiment de confiance fort envers ces aéronefs par rapport à un avion léger certifié pouvant paraître plus ancien. Le régime ULM, déclaratif, étant peu contraint, le pilote ou l'exploitant d'ULM en opération commerciale devrait informer ses interlocuteurs (passager, client par exemple) quant à la spécificité du régime ULM pour qu'ils puissent mieux appréhender le niveau de sécurité associé. »

Le BEA avait ainsi émis la recommandation suivante :

- que la DGAC fasse en sorte qu'une personne montant à bord d'un aéronef utilisé sous le régime ULM dans le cadre d'un vol commercial soit informée des spécificités de ce régime en matière de réglementation de sécurité, et notamment des différences avec les avions légers certifiés. [Recommandation FRAN-2016-043].

4.3 Réponses de la DGAC

À la suite de ces recommandations, la DGAC a décidé :

- de faire évoluer la réglementation nationale concernant les vols commerciaux en ULM afin de se rapprocher des exigences définies par l'EASA pour les aéronefs certifiés ;
- de créer un groupe de travail avec pour objectifs de réaliser un guide comparatif des cadres réglementaires dans lesquels s'effectuent les différentes activités aéronautiques, dont les activités commerciales ULM, et d'examiner le mode de diffusion de ces informations.

À la date de publication de ce rapport ces actions sont en cours.