



Accident survenu à l'hélicoptère ULM Heli-Sport – Ranabot CH77
identifié **974PT**
le samedi 5 août 2023
à Saint-Paul (La Réunion)

Heure	À 9 h 51 ¹
Exploitant	Privé
Nature du vol	Navigation
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, ULM détruit

**Heurt des pales du rotor avec la poutre de queue en
croisière, collision avec le sol, incendie**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des radiocommunications ainsi que des enregistrements d'une caméra de surveillance sur la plate-forme ULM² de La Saline les Bains et d'une caméra d'un parapentiste en vol.

Le pilote décolle vers 9 h 45 de la plate-forme ULM de La Saline les Bains à destination d'une hélisurface située dans le Cirque de Mafate. Il doit y rejoindre un instructeur ULM pour un vol de perfectionnement en milieu montagneux. Quatre minutes après le décollage, il s'annonce sur la fréquence d'auto-information³ 123,5 MHz, à 2 200 ft en montée vers les Hauts de Sans-Souci et les Deux-Bras. Puis à 9 h 51, il s'annonce en montée vers les Deux-Bras⁴. Quelques secondes après, les pales du rotor heurtent la poutre de queue et plusieurs éléments se séparent de la cellule. L'ULM tombe et un incendie se déclenche après la collision avec le sol.

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

² Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

³ Sur l'île de La Réunion, les pilotes VFR utilisent en auto-information la fréquence 123,5 MHz lorsqu'ils évoluent hors zone ou espace avec radio obligatoire.

⁴ Seule la fin du message est audible en raison d'une double émission.

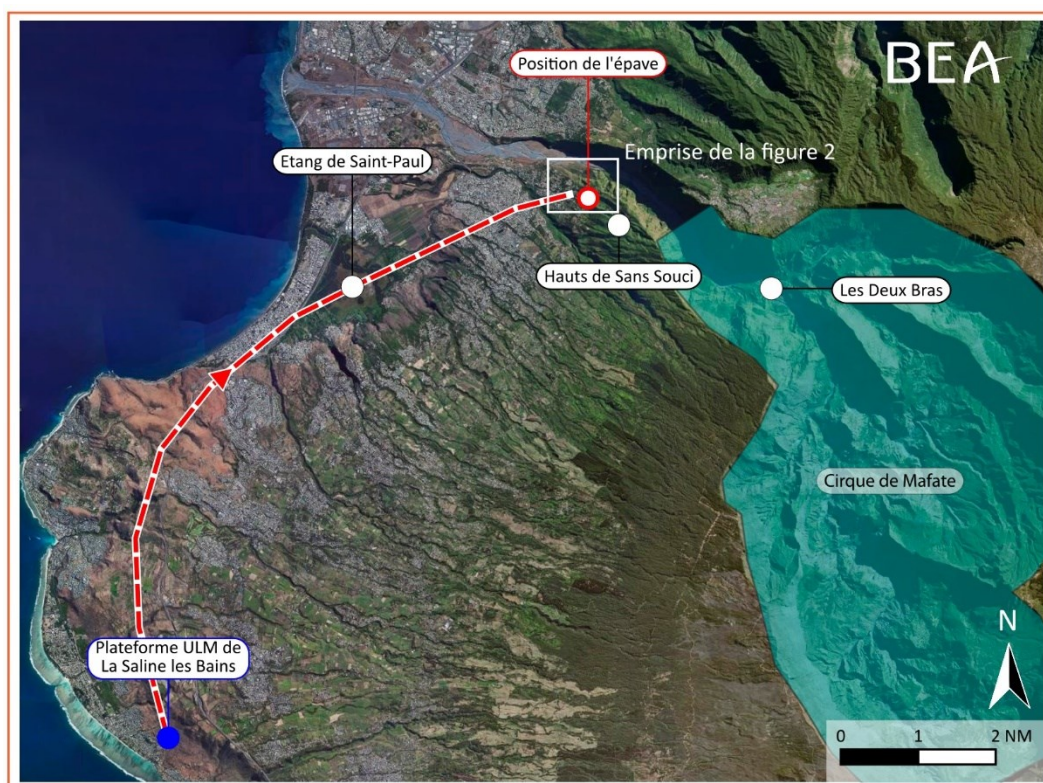


Figure 1 : secteur dans lequel a évolué le pilote (Source du fond de carte cartographique : IGN)

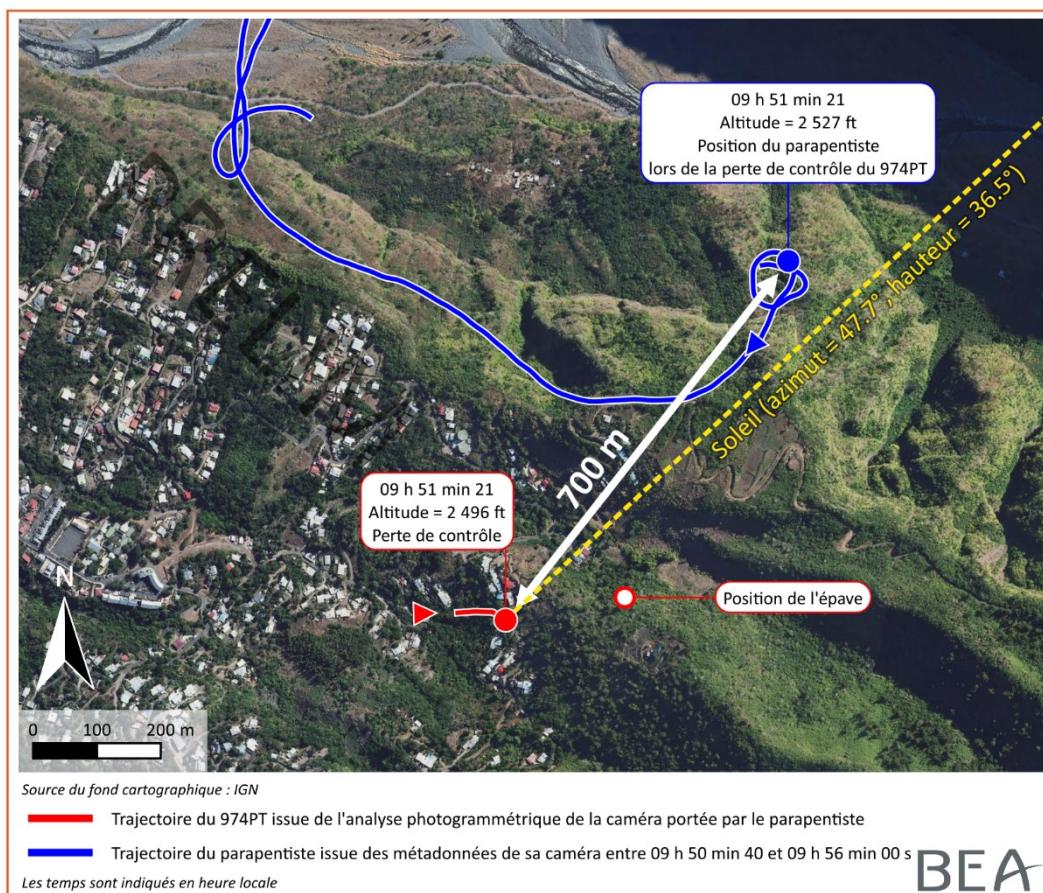


Figure 2 : trajectoire d'un parapentiste évoluant à proximité du site de l'accident

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le site et sur l'épave

Note : La répartition exacte des débris sur le site n'a pas pu être établie, certains débris ayant été déplacés avant que le BEA n'ait pu faire ses observations.

L'épave de l'ULM a été retrouvée dans un relief boisé à une altitude d'environ 1 650 ft. L'épave principale a été entièrement détruite par l'impact avec la végétation et le sol, ainsi que par l'incendie. Les éléments suivants ont été retrouvés séparés de l'épave principale, certains à une centaine de mètres, sans trace d'incendie :

- une pale du rotor principal ;
- les deux portes ;
- le rotor anticouple et l'empennage arrière ;
- une partie de la poutre de queue ;
- les deux haubans reliant la poutre de queue et la cellule.

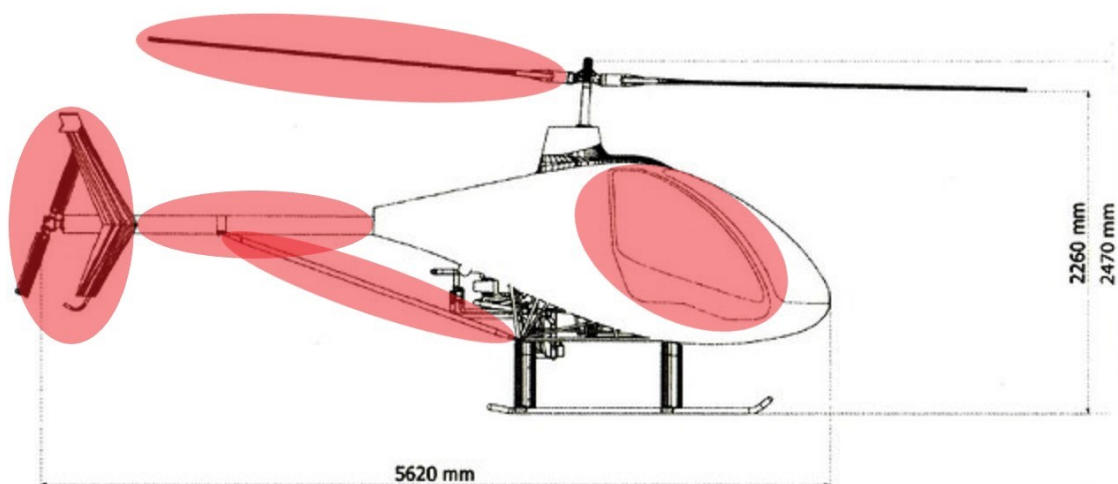


Figure 3 : éléments retrouvés séparés de l'épave principale (Source : manuel d'utilisation)

L'examen détaillé de l'épave a été réalisé après son déplacement dans un hangar. Compte tenu des dommages liés à l'incendie, la continuité des commandes n'a pas pu être vérifiée. Les dommages constatés sont tous consécutifs à l'accident.

Les endommagements des deux pales du rotor principal sont similaires. Les bords de fuites sont ouverts et les renforts de bord d'attaque sont arrachés. Ces dommages témoignent d'un contact des deux pales avec un élément alors que le rotor principal était en rotation. Sur la poutre de queue, deux traces d'impact sont présentes. La pale retrouvée séparée du rotor présente des traces de peinture pouvant correspondre à un heurt avec la poutre de queue au niveau de la signalisation « Danger ».



Figure 4 : traces d'interactions des pales du rotor avec la poutre de queue (Source : BEA)

Les ruptures observées entre la cellule et la poutre de queue, entre la poutre de queue et l'empennage arrière, ainsi qu'aux extrémités de chaque hauban sont de nature brutale. Les butées de battement des pales sont légèrement endommagées, ce qui atteste d'un battement significatif des pales.

L'ensemble de ces observations montrent que les pales du rotor sont entrées en contact avec la poutre de queue, entraînant la séparation des éléments retrouvés à proximité de l'épave principale.

Une attention particulière a été portée sur l'examen des portes du fait de deux accidents⁵ antérieurs lors desquels une porte s'est ouverte en vol. Les portes présentent peu de dommages. Les trois pènes sont retrouvés sortis et ne présentent pas de déformation apparente. Les entourages des portes sur la cellule ont entièrement brûlé. Il n'a donc pas été possible de faire des observations sur les alésages dans lesquels les pènes pénètrent. Les mécanismes d'ouverture/fermeture sont fonctionnels. Deux loquets internes de fermeture sur chacune des portes sont présents attestant de l'application d'une modification⁶ mise en place à la suite des deux accidents cités précédemment. Les examens n'ont pas permis d'infirmer ou de confirmer le bon verrouillage des portes. Il est à noter que l'ULM n'était pas équipé d'une alarme de mauvaise fermeture des portes.

2.2 Exploitation de la vidéo du parapentiste

Un parapentiste évoluait à proximité de la zone de l'accident et enregistrait son vol au moyen d'une caméra et en utilisant l'application Syride.

Note : la résolution de la vidéo ne permet pas de déterminer précisément les attitudes de l'ULM ni d'identifier précisément les débris se détachant de la cellule lors de la perte de contrôle.

⁵ [Accident survenu à l'hélicoptère ultra-léger Heli-Sport CH77 identifié 86QF le 19/06/2018 à Châtellerault-Targe \(86\).](#)

[Accident survenu à l'ULM classe 6 Hélicoptère - SRL - CH 77 Ranabot identifié 83ARU le 30/11/2019 à Gréoux-les-Bains \(04\).](#)

⁶ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/BI_2019-ULM-03%20R1portes_CH77.pdf

L'ULM apparaît sur la vidéo en rapprochement vers le parapentiste. L'ULM est en descente. En moins de trois secondes, il bascule vers l'avant et des éléments se détachent de la cellule. La poutre de queue se rompt pendant la bascule. L'ULM tombe ensuite verticalement pendant environ six secondes. Un incendie se déclare juste après la collision avec le sol.

La distance entre le parapentiste et l'ULM au moment de la perte de contrôle était d'environ 700 m.

Peu après, le parapentiste a appelé les services de secours pour les informer de la survenue de l'accident.

2.3 Renseignements sur le pilote

2.3.1 Expérience et qualifications

Le pilote, âgé de 62 ans, détenait une licence de pilote d'ULM délivrée en 2000 assortie de qualification de classe multiaxes. Il avait obtenu sa qualification de classe hélicoptère ultraléger en novembre 2019.

Il avait également obtenu une licence de pilote privé avion en 1985⁷ ainsi qu'une licence de pilote privé hélicoptère en 1999. Ses qualifications de type R22 et R44 n'étaient plus valides depuis 2007. En décembre 2005, le pilote avait déclaré à la DGAC un total de 248 heures de vol sur hélicoptère.

2.3.2 Témoignages

Le gestionnaire de la plate-forme de La Saline les Bains, où était basé le 974PT, indique qu'il connaissait le pilote. Il précise que le pilote devait avoir une expérience d'environ 250 heures de vol sur le CH77. Il ajoute que le pilote entretenait son ULM et qu'il était méticuleux lors de la visite prévol.

L'instructeur, que devait rejoindre le pilote lors du vol de l'accident, indique que ce dernier l'avait contacté pour du perfectionnement au vol en région montagneuse. Ils avaient déjà fait une vingtaine d'heures de vol dans ce contexte. Ils réalisaient généralement des vols de 45 min toujours sur le 974PT. Il précise que le pilote était posé et minutieux et qu'il ne rencontrait aucune difficulté particulière d'apprentissage ou de pilotage. Il ajoute que le pilote était particulièrement attentif à la bonne fermeture des portes.

2.3.3 Renseignements médicaux

L'autopsie du corps du pilote n'a pas révélé d'élément susceptible d'expliquer l'accident.

Plusieurs témoins ont indiqué que le pilote avait totalement perdu l'usage de son œil droit en 2007. Ils précisent que ce dernier avait suivi une rééducation pour compenser cette perte. L'instructeur qui lui dispensait son perfectionnement au vol montagne indique qu'il ne s'en était pas aperçu avant que le pilote ne le lui dise.

En situation statique, la vision monoculaire n'altère pas la détection d'objets fixes ou en mouvement dans l'espace, l'estimation des distances et l'appréciation des reliefs. Cependant, la vision monoculaire entraîne une réduction du champ visuel. Ainsi dans des situations dynamiques,

⁷ Sa qualification de classe SEP n'était plus valide depuis 2007 ; le pilote a déclaré qu'il totalisait 604 heures de vol sur avion en décembre 2005.

la vision monoculaire peut requérir des stratégies de balayage de l'espace plus actives pour pallier cette réduction.

2.4 Renseignements sur l'ULM

Le Ranabot CH77 est un hélicoptère ultraléger équipé d'un rotor bipale composite à balancier, vendu en kit par la société italienne Heli-Sport SRL puis assemblé et distribué en France par la SARL Heliport. En configuration de vol normale, le commandant de bord occupe le siège droit⁸. La vitesse de croisière normale est de l'ordre de 160 km/h. À cette vitesse, une distance de 700 m est parcourue en 16 s environ.

Le 974PT a été mis en service en mai 2019. Le responsable d'Héliport indique qu'il connaissait bien cet ULM sur lequel il avait fait des opérations d'entretien. Il précise que l'ULM totalisait 300 heures de vol environ et qu'il était bien entretenu.

La section 8 du manuel de vol contient des notes de sécurité publiées à l'issue de différents accidents relatifs aux hélicoptères légers. Il est précisé que « les actions à piquer produisant une situation de faible facteur de charge sont extrêmement dangereuses ». Dans la section 8.21⁹ il est notamment indiqué qu'une action rapide vers l'avant de la commande de pas cyclique, pour éviter un oiseau ou un autre aéronef par exemple, peut conduire à une situation de faible facteur de charge qui peut amener au talonnement du mât rotor et à la séparation du rotor principal ou la collision entre une pale et le fuselage.

2.5 Battement excessif des pales d'une tête rotor à balancier

Le mouvement de battement d'une pale est conçu pour limiter la dissymétrie de la portance sur le disque rotor. Ainsi, les pales d'un hélicoptère battent constamment pour rechercher une position d'équilibre.

Pour une tête rotor à balancier, la liaison mécanique entre la tête rotor avec ses pales et le mât est une liaison pivot, ce qui permet un basculement de la tête rotor lorsque les pales cherchent l'équilibre en battant.

Sur un hélicoptère bipale équipé d'une tête rotor à balancier, un battement excessif des pales peut avoir comme conséquences :

- un *mast bumping* (talonnement de mât) et/ou
- une interférence des pales du rotor avec la cellule.

Un battement excessif peut survenir lorsqu'un premier ordre est suivi peu de temps après d'un ordre inverse sur la commande de pas cyclique. Avec le premier ordre au cyclique, le rotor s'incline et entraîne la cellule. Si un ordre inverse est appliqué rapidement, la cellule continue d'être entraînée par le premier ordre alors que le rotor s'incline dans le sens opposé, en suivant le deuxième ordre. Cela peut engendrer la découpe de la poutre de queue par les pales du rotor principal. De manière générale, les situations de faible facteur de charge ou « *low G condition* » sont propices à la survenue d'un battement excessif.

⁸ Le pilote a été éjecté au moment de l'impact et sa position à bord de l'ULM n'a pas pu être confirmée.

⁹ Intitulée : « Être pilote d'avion augmente les risques lors du pilotage d'hélicoptères ».

2.6 Renseignements météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques par Météo-France montre que le jour de l'événement, La Réunion était soumise à un régime d'alizés assez fort dans une masse d'air relativement humide. Le matin, les pentes au vent étaient accrochées par des nuages, ailleurs les éclaircies prédominaient.

Dans la zone de l'accident, le ciel devenait de plus en plus nuageux sur les pentes entre 9 h 30 et 10 h 30. Il n'y avait pas de précipitation et le vent était faible. Toutefois, entre les brises de basses couches et le flux d'altitude orienté à l'est, de la turbulence faible était possible.

La vidéo du vol du parapentiste ne met pas en évidence de phénomène aérologique ou de turbulence particulière au moment de l'accident. La visibilité était bonne et l'ULM évoluait sous la couche nuageuse.

Au moment de l'accident, la hauteur du Soleil (angle au-dessus de l'horizon) était de 36,5° et l'azimut de 47,7° (voir **Figure 2**). Le Soleil, le parapente et l'ULM étaient sensiblement sur le même axe.

2.7 Visibilité électronique

En aviation légère, en espace aérien non contrôlé, la prévention des collisions aériennes repose essentiellement sur la règle « voir et éviter ». Cela demande une surveillance constante du ciel et, pour être efficace, une stratégie de balayage du ciel. Ce principe du « voir et éviter » présente de nombreuses limites et a été mis en défaut dans plusieurs accidents.

Afin d'améliorer la conscience de la situation des pilotes et de faciliter l'acquisition visuelle des trafics environnants, des systèmes non certifiés de détection des trafics ont été développés pour l'aviation légère¹⁰. Certains de ces systèmes sont interopérables, améliorant significativement la visibilité des trafics environnants. Ces systèmes peuvent nécessiter l'installation de récepteurs au sol afin d'accroître significativement le nombre de trafics visibles, notamment ceux équipés de transpondeur mode S et d'ADS-B out.

Depuis fin 2023, la Direction de la sécurité de l'Aviation civile – océan indien (DSAC-OI), en coopération avec la FFPLUM, SafeSky¹¹ et différents concepteurs d'équipements de visibilité électronique, mène une expérimentation pour la réduction du risque d'abordage à La Réunion. En parallèle d'actions visant à accompagner le développement et promouvoir l'utilisation sûre de dispositifs de visibilité électronique, la DSAC-OI prévoit la mise en place d'un réseau d'une dizaine de récepteurs au sol afin d'augmenter le nombre de trafics visibles par ces dispositifs et ainsi de réduire le risque de collision en vol.

¹⁰ Voir le § 1.18.3 du rapport sur l'[accident survenu à l'avion Robin DR400 immatriculé F-BXEU et à l'ULM Alpi Aviation Pioneer300 identifié 37AHH le 10/10/2020 à Loches \(37\)](#).

¹¹ Depuis décembre 2023, l'application SafeSky intègre la position des utilisateurs de l'application Syride qu'utilisait le parapentiste en vol lors de l'accident du 974PT.

3 CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.

Scénario

Alors que le pilote se dirigeait vers le cirque de Mafate, les pales du rotor ont heurté la poutre de queue de l'ULM. Le message radio émis par le pilote quelques secondes avant semble indiquer que ce dernier n'avait perçu aucune urgence ou problème particulier et que l'événement a été soudain et brusque.

Quelques secondes plus tard, l'ULM était en descente alors que le pilote venait d'annoncer à la radio être en montée. Une possible action de trop forte amplitude vers l'avant sur la commande de pas cyclique a pu conduire l'ULM à une situation de faible facteur de charge, propice à la survenue d'un battement excessif des pales. Les pales ont alors sectionné la poutre de queue provoquant la chute de l'ULM.

La séparation des deux portes pendant la chute est probablement consécutive à une déformation de la cellule.

L'enquête n'a pas permis de déterminer les raisons qui auraient pu amener le pilote à avoir une action de forte amplitude sur la commande de pas cyclique. Bien que la distance le séparant du parapentiste fût importante, il est possible qu'en apercevant la voile du parapente, le pilote ait estimé qu'une action immédiate était nécessaire et surréagi sur les commandes. L'enquête n'a toutefois pas permis d'exclure un éventuel dysfonctionnement mécanique de l'ULM conduisant à la perte de contrôle.

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.