

Accident de l'ULM classe 6 Hélicoptère - SRL - CH 77 Ranabot identifié 83ARU

survenu le 30 novembre 2019
à Gréoux-les-Bains (04)

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

Heure	Vers 11 h 47 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personnes à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, ULM détruit

Perte des portes en vol, perte de contrôle, collision avec le sol, incendie

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des radiocommunications et des observations et examens réalisés sur l'épave.

Le pilote, en place droite, seul à bord de son hélicoptère ULM classe 6, décolle à 11 h de l'aérodrome de Vinon (83) pour un vol local. Une minute plus tard, il annonce qu'il quitte le circuit par le nord-ouest.

À 11 h 47, de retour de son vol local⁽²⁾, le pilote s'annonce à nouveau sur la fréquence d'auto-information de Vinon. Il indique qu'il se trouve à proximité de Manosque en direction de l'aérodrome et à deux minutes de la verticale. Il ne rapporte aucun problème.

Alors que l'ULM se trouve en vol rectiligne et à une hauteur d'une cinquantaine de mètres d'après les témoins, la porte latérale gauche se détache de la cellule suivie de la porte latérale droite peu de temps après. L'ULM descend brutalement, heurte des arbres et entre en collision avec le sol.

⁽²⁾ L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote a volé pendant 47 minutes ou s'il a fait une escale au cours du vol.

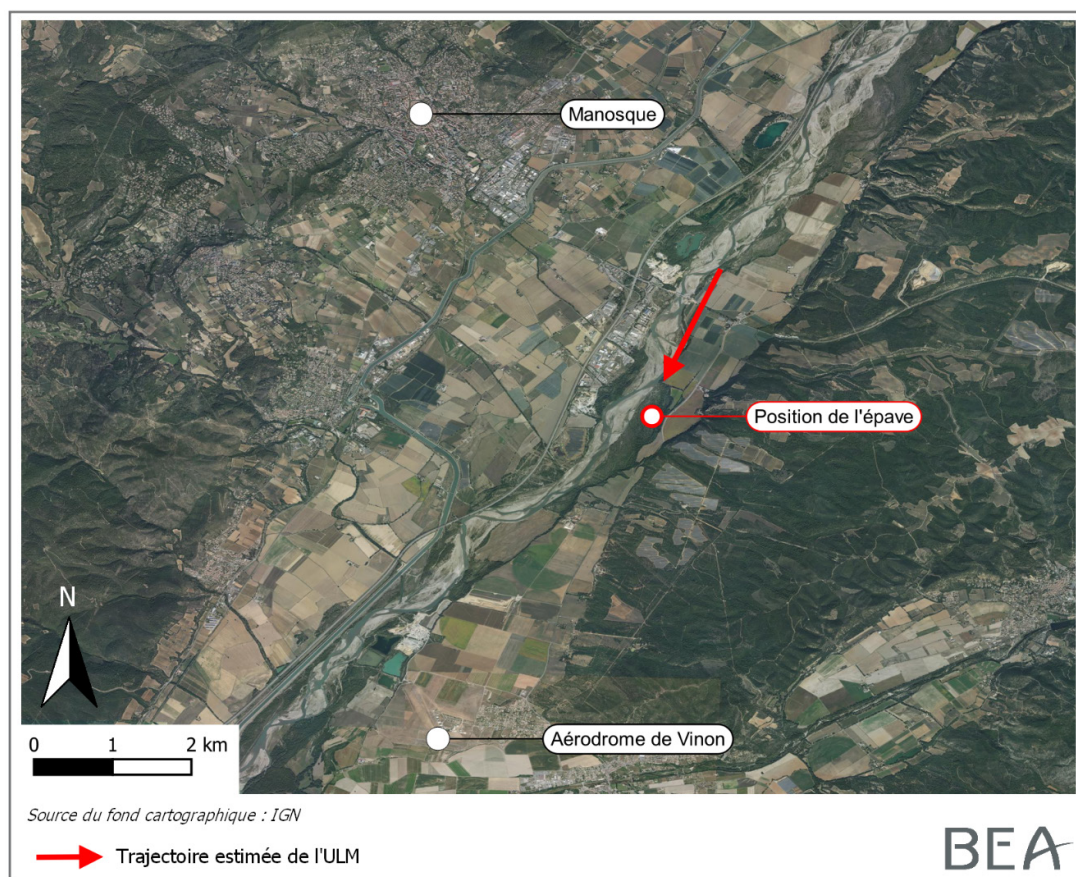


Figure 1 : Vue des environs de l'accident

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur l'aéronef

Le CH77 Ranabot est un hélicoptère ultraléger, équipé de deux sièges côte à côte, vendu en kit par la société italienne CH7 Heli-sport SRL puis assemblé et distribué en France par la SARL HELISPORT implantée sur la commune de Faucon-de-Barcelonnette (04). L'ULM identifié 83ARU a été assemblé en 2016 par cette société.

L'accès au poste de pilotage se fait par deux portes en élytre⁽³⁾, liées au fuselage par une charnière et maintenues en position ouverte par un vérin (voir [Figure 2](#)). Le dispositif de verrouillage des portes est décrit dans le chapitre 2.3.1.

⁽³⁾ Appelées aussi portes papillon, elles s'ouvrent vers le haut.



Source : Photo transmise au BEA par la famille du pilote

Figure 2 : Aéronef portes ouvertes

⁽⁴⁾ Version du 12/07/2013, en français, disponible à l'adresse suivante <https://helisport.fr/ranabot/>

⁽⁵⁾ Il s'agit d'une erreur de traduction car il est indiqué dans la version anglaise du manuel de vol « *Never attempt to latch a door while hovering or in flight* » ce qui se traduit par « *Ne jamais tenter de verrouiller une porte en vol stationnaire ou en vol* ».

⁽⁶⁾ Le CH77 Ranabot est équipé d'une synthèse vocale qui annonce la check-list au pilote.

Le manuel de vol⁽⁴⁾ en vigueur le jour de l'événement précise, pour la visite journalière : « *Portes : vérifier que les loquets, charnières et poignées de largage de porte sont fonctionnelles et sûres* ».

La procédure avant démarrage moteur de ce manuel demande de « *Vérifier que les deux portes sont fermées et correctement verrouillées par la poignée principale et par le loquet avant supérieur* ».

Le premier point de la procédure avant décollage du manuel de vol indique de « *vérifier que les portes sont fermées et verrouillées* ». Il est également indiqué dans les notes de sécurité : « *Il arrive que de temps en temps, les pilotes oublient de verrouiller la porte avant de décoller. Ne jamais tenter de verrouiller une porte avant de décoller*⁽⁵⁾. *Il est plus sûr d'atterrir avant de fermer une porte* ».

Enfin, on trouve dans la section « *limitation* » l'interdiction de voler avec les portes non verrouillées.

La check-list, en version papier et en version vocale⁽⁶⁾, rappelle également, dans la section « *AVANT LA MISE EN ROUTE* », « *Portes : Fermées et verrouillées, poignée d'éjection* ».

2.2 Renseignements sur le site et l'épave

La répartition des débris montre que les deux portes de l'ULM se sont désolidarisées pendant le vol avant l'impact avec le sol (voir [Figure 3](#)) :

- ☐ la porte gauche retrouvée à environ 300 m en amont de l'épave ;
- ☐ la porte droite retrouvée à environ 60 m en amont de l'épave.

À l'exception des deux portes latérales, les éléments de l'aéronef sont regroupés dans un périmètre d'environ dix mètres.

La Figure 3 ci-dessous présente la répartition des débris sur le site de l'accident.

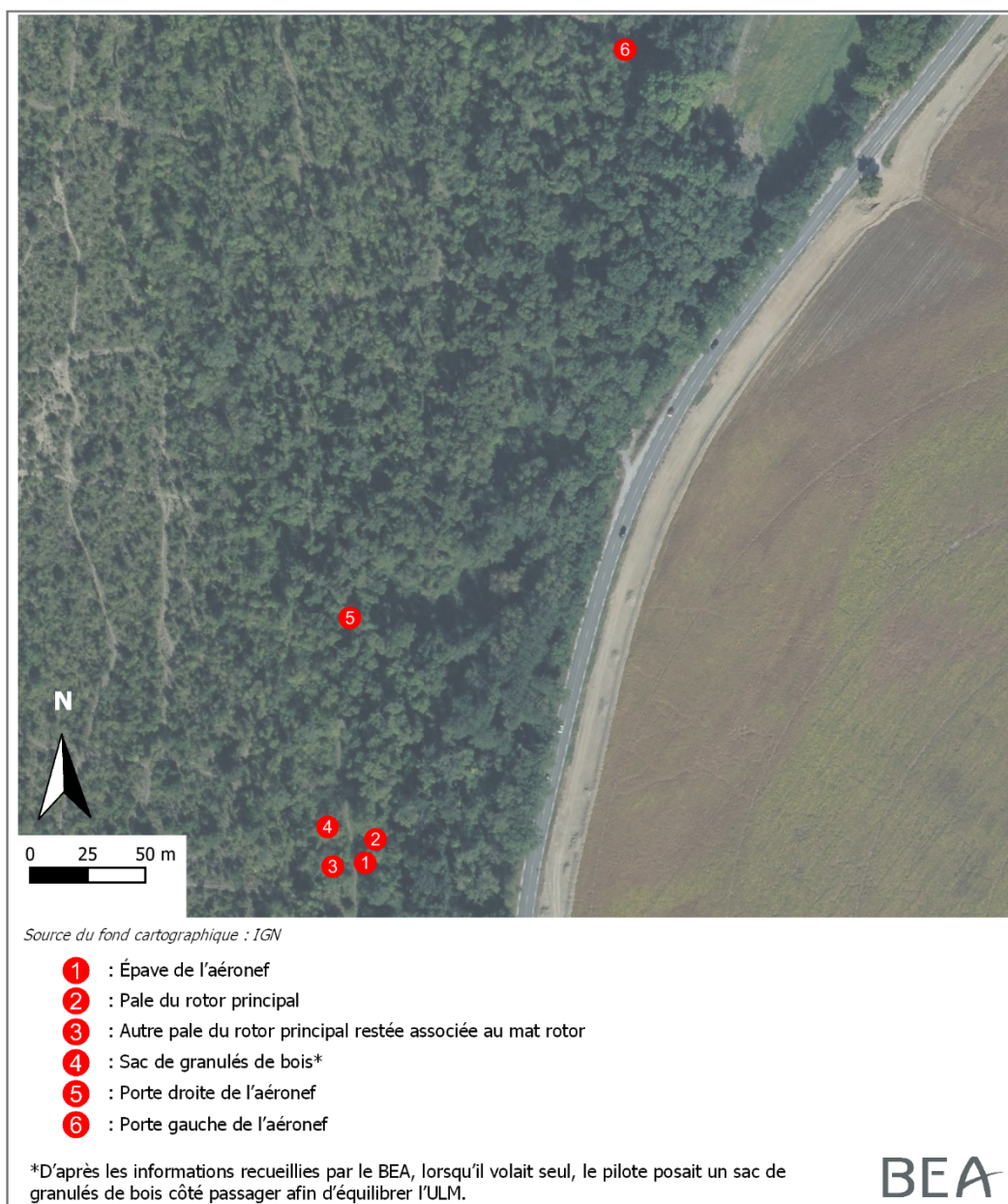


Figure 3 : Répartition des débris sur le site de l'accident

L'ULM a pris feu au sol après l'impact. En plus des multiples ruptures et déformations engendrées par l'impact, cet incendie a fortement dégradé l'épave.

Compte tenu des dommages consécutifs aux heurts avec la végétation, à l'impact avec le sol et à l'incendie, il n'a pas été possible de déterminer l'état de la cellule, ni la continuité des commandes au moment de l'accident.

Le rotor principal s'est arraché du châssis de l'aéronef lors de l'arrivée au sol. Tous les endommagements constatés sur le rotor sont les conséquences des impacts avec la végétation et de l'impact avec le sol. Aucun indice d'interférence entre les pales et les portes n'a été relevé.

Une pale du rotor anti-couple (RAC) est rompue. La cassure présente un faciès correspondant à celui d'une rupture brutale, sans endommagement préalable. Le fragment de pale n'a pas été retrouvé. Il est probable que si la pale s'était rompue en vol, le balourd engendré au niveau du RAC aurait provoqué sa désolidarisation de la poutre de queue. Le RAC est retrouvé au niveau de l'épave principale.

Le moteur est demeuré solidaire du châssis. Le bloc moteur est entier, mais les équipements, dont le dispositif de gestion électronique, ont été détruits lors de l'incendie. En raison de ces destructions, il n'a pas été possible de déterminer l'état du moteur avant l'impact avec le sol.

2.3 Renseignements complémentaires concernant les portes

2.3.1 Fonctionnement des portes

Chaque porte est équipée d'un dispositif d'ouverture/fermeture/verrouillage, d'un loquet interne complémentaire et d'une serrure externe.

Dispositif d'ouverture/fermeture/verrouillage

Ce dispositif est composé d'une poignée principale métallique, située sur la partie intérieure basse des portes (voir [Figure 4](#)). La poignée a une course de 11 mm d'avant en arrière et peut être rabattue contre la porte vers le bas lorsqu'elle est avancée. La translation de la poignée, au travers d'un système de tringlerie, permet la commande de trois pènes métalliques : un coulissant vers l'avant, un coulissant vers l'arrière et un coulissant vers le bas. Chaque pêne est composé d'un corps cylindrique, de 8 mm de diamètre, et d'une extrémité en forme d'ogive, d'une longueur d'environ 9,5 mm. Ces pènes sont destinés à venir s'introduire, pour fermer la porte, dans des alésages réalisés dans le montant en composite solidaire de la cabine.

Un levier externe est solidaire de la poignée métallique intérieure. Ce levier externe est guidé dans une fente en L et permet d'ouvrir, fermer et verrouiller la porte de l'extérieur (voir [Figure 5](#)).

Le dispositif comprend trois positions extrêmes :

	Poignée intérieure	Levier extérieur (dans la fente en L)	Pènes
Position 1	En arrière, relevée	En arrière, en bas	Rétractés
Position 2	En avant, relevée	En avant, en bas	Déployés, non verrouillés
Position 3	En avant, rabattue	En avant, en haut	Déployés, verrouillés

En l'absence de système de ressort, toutes les positions intermédiaires peuvent être maintenues.

Loquet interne

Le loquet interne (voir Figure 4) ne participe pas au système de verrouillage de la porte. Il maintient la partie supérieure avant de la porte qui, à partir d'une certaine vitesse, a tendance à se soulever de son montant. Ce phénomène de soulèvement, lié à des effets aérodynamiques associés à la souplesse de la porte, peut-être bruyant et laisser passer un filet d'air inconfortable pour les occupants. La position du loquet sert également au pilote à s'assurer visuellement qu'il a bien fermé la porte avant le décollage.



Source : BEA

Figure 4 : Face intérieure de la porte droite (côté pilote)



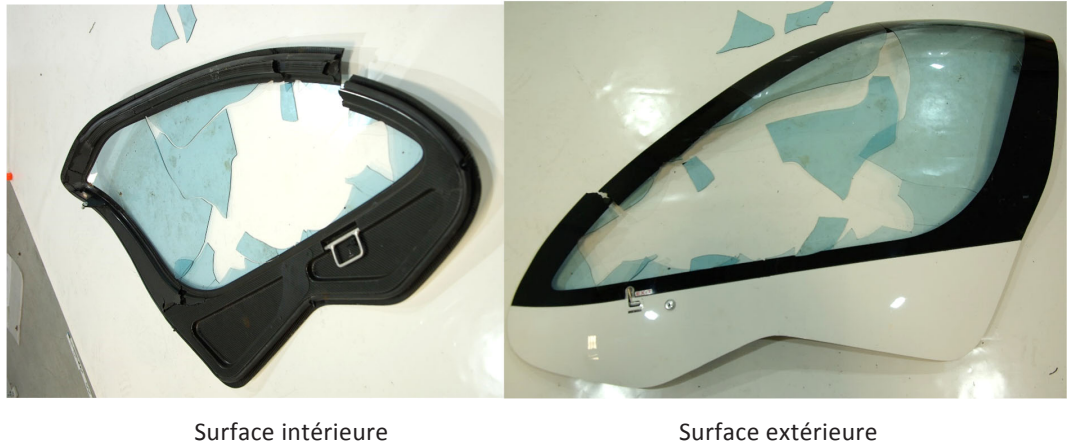
Source : BEA

Figure 5 : Face extérieure de la porte droite (côté pilote)

2.3.2 Examens relatifs aux portes

La porte droite a été retrouvée au sol, entière (voir [Figures 4](#) et [5](#)). Les seuls endommagements sont identifiés sur la partie de la charnière fixée à la cellule. Ces endommagements sur la charnière ne sont possibles que lorsque la porte est déjà ouverte.

La porte gauche a également été retrouvée au sol. Elle présente plusieurs ruptures et sa vitre a été détruite (voir [Figure 6](#)).



Source : BEA

Figure 6 : Porte gauche côté passager

Sur les deux portes, le dispositif d'ouverture/fermeture est en place, sans endommagement constaté. Dans les deux cas, le dispositif est retrouvé en position « *porte fermée et verrouillée* ».

Sur les deux portes, à proximité de chaque loquet, un perçage est présent, masqué par un adhésif de couleur noir. Ce perçage est la conséquence d'une erreur de montage initial des loquets (voir [Figure 4](#)).

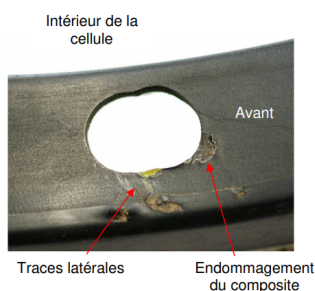
L'entourage de la porte droite (côté pilote), en composite (tissu en fibre de carbone), a été intégralement retrouvé, rompu en multiples fragments. On y retrouve les alésages dans lesquels les pènes de verrouillage de la porte associée pénètrent lorsque cette dernière est verrouillée. Seuls le montant avant et une partie du montant inférieur de l'entourage de la porte gauche (côté passager) ont été identifiés. Dans cette dernière partie, on retrouve l'alésage recevant le pêne de verrouillage central en bas de la porte gauche.

Les alésages non rompus et exploitables après l'accident sont l'alésage recevant le pêne avant de la porte droite et celui recevant le pêne central en bas de la porte gauche.

L'alésage recevant le pêne avant de la porte droite n'est pas circulaire (voir [Figure 7](#)), sa géométrie semble la conséquence de deux perçages consécutifs. Plusieurs traces sont identifiées entre cet alésage et l'arête extérieure de la cellule, correspondant à des traces superficielles de frottement latéral et un endommagement du composite sur le bord intérieur de l'alésage, réalisé avec un mouvement du pêne métallique vers l'extérieur.

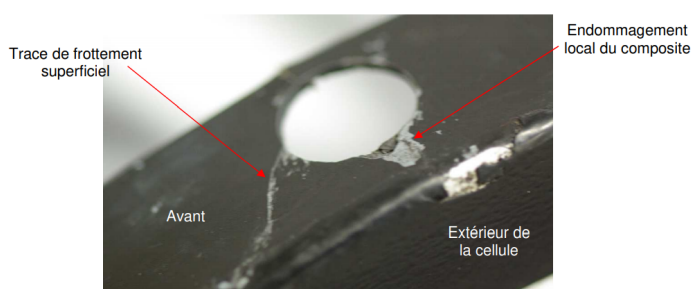
Entre l'alésage recevant le pêne central de la porte gauche et l'arête extérieure de la cellule (voir Figure 8), on note deux singularités, chacune avec un sens d'endommagement de l'intérieur de l'alésage vers l'extérieur.

Lors de la fermeture de la porte, lorsque le dispositif est en position ouverte, l'extrémité des pènes métalliques frotte sur le bord des alésages. De ce fait, les traces relevées au droit des deux alésages décrits précédemment ne permettent pas de conclure sur l'état des portes lors de leur séparation de l'aéronef. Ces traces peuvent être simplement les conséquences du fonctionnement usuel.



Source : BEA

Figure 7 : Alésage recevant le pêne avant de la porte droite



Source : BEA

Figure 8 : Alésage recevant le pêne central de la porte gauche

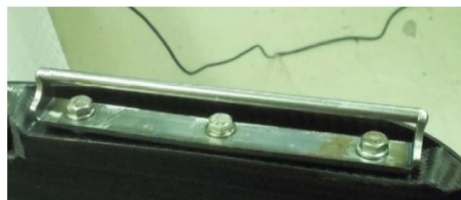
L'examen des alésages de porte et des pènes de verrouillage n'a pas permis de déterminer si les portes étaient correctement fermées et verrouillées avant leur séparation de la cellule.

Le loquet interne de la porte droite (côté pilote) est retrouvé en position « *fermé* » (voir [Figure 4](#)). Le loquet interne de la porte gauche (côté passager) est manquant. La porte est rompue au droit de la position de ce loquet. Les examens menés sur cette cassure ont montré que son faciès était caractéristique d'une rupture brutale engendrée par des efforts de traction. Cette cassure tend à montrer que le loquet était très probablement en position « *fermé* » lors de la survenue de la rupture.

Chaque porte s'articule autour d'une charnière positionnée en partie supérieure. Cette charnière se compose :

- ❑ D'un support comportant une tige métallique, fixé sur la partie supérieure de la porte (voir [Figure 9](#)) ;
- ❑ D'un support métallique, fixé sur la cellule, comportant deux pattes en U, en alliage léger, dans lesquelles le support précédent est glissé (voir [Figure 10](#)).

Le support solidaire de la porte est maintenu en position dans celui de la cellule par deux petites plaques métalliques fixées sur une tige également métallique. Cette tige métallique est associée à une commande de secours en cabine permettant la libération rapide de la porte. Lorsque cette commande est tirée, la tige coulisse vers l'avant, avec un mouvement de rotation vers l'extérieur. Dans ce cas, les deux petites plaques ne maintiennent plus le support associé à la porte, ce dernier se désolidarise alors du support de cellule.



Source : Constructeur

Figure 9 : Support métallique fixé sur la partie supérieure de la porte



Pattes en U dans lesquelles le support fixé à la porte est glissé



Petites plaques métalliques maintenant en position le support de la porte dans celui de la cellule

Source : Constructeur

Figure 10 : Support métallique fixé sur la cellule

Les supports comportant la tige métallique associés aux deux portes de l'aéronef sont entiers, sans déformation identifiée.

Les supports métalliques fixés sur la cellule, côtés gauche et droit, présentent un aspect parfaitement similaire :

- ☐ La patte en U avant est entière, non déformée ;
- ☐ La patte en U arrière est rompue ;
- ☐ La plaque métallique de maintien avant est déformée ;
- ☐ La plaque métallique de maintien arrière n'est pas déformée.

Les endommagements constatés sur les charnières des deux portes (voir [Figure 11](#)) sont consécutifs à un arrachement brutal sans endommagement préalable et semblent indiquer que les portes se sont séparées de la cellule selon le même processus chronologique :

1/ Ouverture de la porte

2/ Mouvement de la partie arrière de la porte vers le haut provoquant la rupture de l'attache (patte en U) arrière de la charnière.

Remarque : lorsque la porte s'ouvre en vol, les efforts qui s'appliquent dessus dépendent d'un ensemble de phénomènes, comme des forces aérodynamiques ou un possible impact avec le rotor, qui n'ont pas été déterminés au cours de l'enquête.

3/ Déformation de la plaque métallique de maintien avant jusqu'à permettre la désolidarisation de la porte.



Source : BEA

Figure 11 : Charnière côté cellule associé à la porte gauche

2.3.3 Utilisation du dispositif d'ouverture et fermeture des portes

L'élasticité de la porte nécessite qu'elle soit convenablement positionnée sur le montant de la cellule avant d'actionner le système de verrouillage. Afin de faciliter son positionnement, le constructeur préconise aux pilotes de fermer et de verrouiller la porte passager de l'extérieur.

Plusieurs manipulations de porte ont été réalisées sur des avions de même type dans l'objectif de comprendre quelle configuration de départ est la plus propice à l'ouverture d'une porte en vol. Ces tests, réalisés au sol, n'ont pas vocation à refléter l'ensemble des efforts appliqués sur une porte, que ce soit en vol normal ou après l'arrachement de l'autre porte.

- a) Porte plaquée, pènes déployés et introduits dans les alésages (porte fermée), dispositif verrouillé (poignée rabattue)

Une porte convenablement fermée et verrouillée ne peut pas être ouverte par une pression sur la surface intérieure, même si le loquet est en position « ouvert ».

Poignée
rabattue
contre la
porte



Loquet
fermé

Source : BEA

Figure 12 : Dispositif verrouillé et porte fermée

b) Porte plaquée, pênes rétractés (poignée en position ouverte) et loquet en position fermée

Cette disposition se traduit par la position de la poignée métallique à 90° (horizontale).

La porte peut s'ouvrir de quelques centimètres en la basculant légèrement vers l'arrière. En jouant sur son élasticité, elle peut également être ouverte totalement en sortant du loquet puis replacée correctement sous le loquet et dans son montant en position fermée.

Dans cette configuration, une pression du coude sur la surface intérieure de la porte ne suffit pas à son ouverture, ce qui peut donner l'impression que la porte est verrouillée.

c) Pênes déployés à l'extérieur des alésages (poignée en position fermée mais porte ouverte) et loquet en position « fermé »



Source : BEA

Figure 13 : Dispositif verrouillé et porte ouverte

Il n'est pas possible de fermer correctement la porte car les pènes métalliques du dispositif d'ouverture/fermeture sont déployés et empêchent de replacer la porte dans son montant. Le loquet peut néanmoins être positionné en position « *fermé* » et maintenir la porte mais il reste un jour entre la porte et la cellule visible de la place du pilote. Dans cette situation, le vérin de porte n'est pas assez puissant pour ouvrir la porte.

2.4 Témoignages

2.4.1 Témoins de l'accident

Plusieurs témoins se trouvaient à proximité du lieu de l'accident et ont pu observer l'ULM dans les instants qui ont précédé l'accident.

Il ressort des témoignages les éléments suivants :

- ☐ L'ULM était en vol rectiligne à une hauteur d'une cinquantaine de mètres et se déplaçait en direction de l'aérodrome de Vinon lorsqu'un événement anormal est survenu ;
- ☐ Les témoins rapportent un phénomène explosif et observent un ou deux morceaux se détacher de l'ULM et comme une masse noire ou de la fumée noire s'échappant de l'arrière de la cellule ;
- ☐ La trajectoire de l'ULM s'est alors brutalement modifiée : l'ULM s'est mis à descendre avec une forte pente. Un témoin rapporte qu'il a eu le sentiment que l'aéronef a basculé sur la gauche, un autre qu'il s'est mis à tourner, un dernier qu'il tournoyait sur lui-même en tombant à la verticale ;
- ☐ L'ULM a disparu derrière des arbres puis un important nuage de fumée noire est apparu.

2.4.2 Témoin d'une ouverture intempestive de la porte passager en vol

Le témoin a effectué un vol avec le pilote sur le 83ARU, un an et demi auparavant. Il indique qu'il était passager assis en place gauche et que le pilote s'était chargé de la fermeture et du verrouillage de la porte côté passager.

Il rapporte qu'environ deux minutes après le décollage, la porte côté passager s'était entrouverte de deux à trois centimètres. Le pilote lui a alors demandé de « *reclaquer* » la porte ce qu'il a fait. Il a ensuite poussé la porte avec son coude pour s'assurer de sa fermeture.

Au bout d'un certain temps, le témoin indique qu'il a de nouveau constaté que la porte était ouverte d'une dizaine de centimètres. Il précise que le pilote lui a alors demandé de maintenir la porte, en précisant la dangerosité si la porte touchait les pales du rotor principal. Il n'a pas réussi à « *reclaquer* » la porte et a dû la maintenir jusqu'à ce que le pilote se pose dans un champ.

2.5 Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote d'ULM avec la qualification Hélicoptère Ultra Léger obtenue le 31 octobre 2016. Avant le vol de l'accident, il totalisait 121 heures de vol sur type dont 4 h 18 dans les trois mois précédents.

Il était également détenteur d'une qualification Autogire Ultra Léger obtenue le 21 octobre 2008 et totalisait 44 h sur cette classe d'ULM.

2.6 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France sur les lieux de l'accident étaient les suivantes : vent du 010° pour 1 kt, CAVOK, température 8,5 °C, température du point de rosée 3,5 °C, QNH 1 020 hPa.

Les témoins rapportent que le temps était dégagé et le ciel bleu.

2.7 Événement similaire antérieur

Cet événement peut être rapproché d'un accident de l'ULM de même type identifié 86QF survenu le 19 juin 2018 à Chatellerault-Targe (86)⁽⁷⁾.

Le rapport conclut que la porte côté pilote, une fois ouverte en vol, s'est désolidarisée du fuselage, heurtant le rotor principal et endommageant au moins une des pales, ce qui a contribué à la perte de contrôle.

⁽⁷⁾ https://bea.aero/fileadmin/uploads/tx_elydrapports/BEA2018-0375.pdf

3 - CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

Scénario

Pendant le vol, la porte gauche s'est ouverte puis s'est séparée brutalement de la cellule. Quelques secondes plus tard la porte côté pilote s'est séparée. Les dommages observés sur les charnières des deux portes sont similaires ce qui indique un processus de séparation identique, sans endommagement préalable.

L'examen de la porte côté passager tend à montrer que le loquet interne était très probablement en position « *fermé* » lors de la survenue de la séparation de la porte en vol.

L'examen des alésages de porte et des pènes de verrouillage n'a pas permis de déterminer la configuration exacte (fermeture et verrouillage) des portes avant leur séparation de la cellule.

Les données collectées au cours de l'enquête ne permettent pas d'expliquer les raisons de la séparation successive des deux portes.

Le pilote probablement surpris a perdu le contrôle de l'hélicoptère. La faible hauteur à laquelle l'événement est survenu n'a pas permis au pilote d'éviter la collision avec le sol.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer à la perte de contrôle :

- ☐ La déstabilisation de l'ULM par l'effet aérodynamique de l'ouverture des portes ;
- ☐ Une réaction inappropriée du pilote sur les commandes de vol sous l'effet de la surprise voire une incapacité, provoquées par les ouvertures soudaines et successives des portes.

Enseignement de sécurité

Au cours des essais au sol réalisés par le BEA durant l'enquête, il a été constaté que le loquet en position « *fermé* » peut donner l'impression que la porte est fermée correctement alors qu'elle peut ne pas être verrouillée. Dans un tel cas, il est possible que la vitesse de déplacement de l'ULM engendre sur la porte des effets aérodynamiques suffisants pour provoquer son ouverture en vol.

⁽⁸⁾ Safety Notice #3 concernant les aéronefs CH77-Ranabot intitulée « *Pilot distractions* ».

⁽⁹⁾ Il s'agit d'une traduction française du bulletin qui est écrit en anglais.

⁽¹⁰⁾ Service Bulletin #SB-67 concernant les CH77 Ranabot intitulé « *Dual Lock Doors* ».

4 - ACTIONS DE SÉCURITÉ

4.1 À la suite de l'accident du 86QF

Le 25 octobre 2018, Hélisport a émis un bulletin de sécurité⁽⁸⁾ au sujet des distractions pilote.

Il est en particulier indiqué⁽⁹⁾ : « *Parfois, les pilotes négligent de verrouiller une porte avant de décoller. N'essayez jamais de verrouiller une porte en vol stationnaire. Si une porte s'ouvre en vol, n'essayez pas de la fermer. Il est plus sûr de garder les deux mains sur les commandes, de réduire la vitesse et d'atterrir, même si la porte s'est ouverte complètement et a heurté le rotor principal OU s'est séparée de la cellule* ».

Le 23 novembre 2018, Hélisport a émis un bulletin de sécurité⁽¹⁰⁾ recommandant l'installation d'un second loquet de porte. Depuis cette date, les nouveaux appareils sont équipés d'un second loquet de sécurité. L'objectif de ce second loquet est d'améliorer le système d'accrochage et de venir contrebalancer la force aérodynamique d'aspiration de la porte à grande vitesse et diminuer la traînée.

4.2 À la suite de l'accident du 83ARU

Le constructeur de l'ULM a pris la décision de renforcer la détection d'un mauvais verrouillage de porte avant le décollage en développant un système associé à une alarme. Ce système devrait être installé sur tous les nouveaux aéronefs. L'alarme se composerait d'un avertisseur sonore et d'un voyant lumineux unique placé sur le tableau de bord. Elle s'activerait dès qu'un des six pênes de verrouillage de porte n'est pas bien en place, par l'intermédiaire de capteurs magnétiques situés autour de chaque alésage de montant de porte.