



**Accident** survenu au ROBINSON R44 II  
immatriculé **F-HLOU**  
le mardi 31 octobre 2023  
à Salazie (974 Île de La Réunion)

Heure	À 8 h 48 <sup>1</sup>
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol touristique non commercial
Personnes à bord	Pilote et trois passagers
Conséquences et dommages	Pilote et passagers décédés, hélicoptère détruit

## **Perte de contrôle en vol, collision avec le relief**

### **1 DÉROULEMENT DU VOL**

*Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des caméras de vidéosurveillance implantées sur la base hélicoptère.*

Le pilote, accompagné de trois passagers, décolle vers 7 h 15 de l'hélistation Saint-Paul L'Éperon<sup>2</sup> pour un premier vol local d'environ 55 minutes au-dessus de l'île de La Réunion. À l'issue du vol, le pilote revient atterrir à l'hélistation où il effectue un complément d'avitaillement dans le réservoir principal à partir d'un fût.

Vers 8 h 20, le pilote et trois nouveaux passagers, parmi lesquels son épouse, embarquent dans l'hélicoptère. À 8 h 33, le pilote décolle en direction du nord pour un survol de l'île.

Le pilote d'un autre hélicoptère R44 immatriculé F-GZBD, en provenance de Mazerin (voir Figure 1) à une altitude de 4 500 ft<sup>3</sup> et en direction des cascades « Le Voile de la Mariée », entend à la radio le pilote du F-HLOU qui s'annonce au piton d'Enchaing en provenance du col des Bœufs et en direction également du Voile de la Mariée. Il se positionne derrière le F-HLOU à environ 500 m. Il voit le F-HLOU, environ 600 ft plus bas, longer le versant ouest de la montagne, passer les cascades et se diriger vers « le Bois de Pomme ».

À 8 h 47, alors que le F-HLOU approche du col qui permet de franchir la ligne de crête et de rejoindre la gorge pour accéder au « Trou de Fer », le pilote du F-HLOU annonce à la radio « Turbulences Turbulences », puis quelques secondes plus tard il annonce « PAN PAN ». Le pilote du F-GZBD voit l'hélicoptère virer vers la gauche. Le pilote du F-HLOU annonce de nouveau « PAN PAN » dans le virage. Le pilote du F-GZBD, qui lors des deux messages émis a entendu en fond sonore l'alarme « Bas régime rotor » (LOW NR), voit une diminution de la rotation du rotor principal puis la chute brutale du F-HLOU qui entre en collision avec le sol à flanc de montagne et dévale la pente avant de s'immobiliser. Le pilote du F-GZBD prend de l'altitude et contacte par radio le contrôleur de l'aéroport de Saint-Denis pour signaler l'accident.

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

<sup>2</sup> Hélistation appartenant à la société HELILAGON.

<sup>3</sup> Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

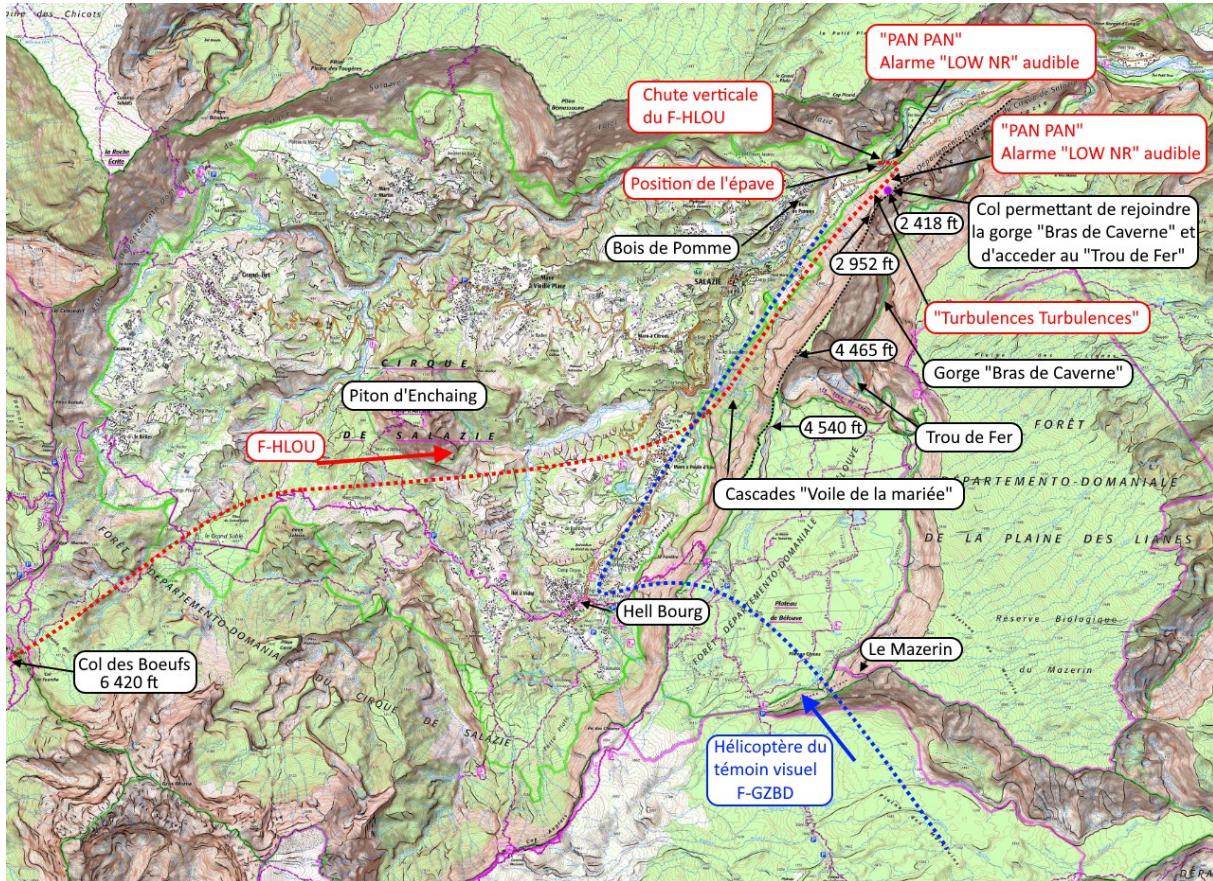


Figure 1 : trajectoires suivies par le F-HLOU et le F-GZBD (reconstituées d'après les témoignages)  
 (Source du fond de carte : Géoportail, les altitudes indiquées sont les altitudes AMSL du terrain)  
 (Les points cotés correspondent à la hauteur de la crête)

## 2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Examen du site et de l'épave

#### 2.1.1 Site de l'accident et impact initial

Le site de l'accident se situe à une altitude de 1 150 ft, sur le versant est de la montagne dans les gorges de la rivière du Mât (rive gauche) en sortie du cirque de Salazie, au lieu-dit Bois de Pomme, et en direction de Saint-André. L'impact initial de l'hélicoptère avec la végétation puis le sol se situe 30 m au-dessus de la zone où repose l'épave principale.



*Figure 2 : localisation de l'épave et de l'impact initial*

(Source du fond cartographique : Google Earth)

Source de la photographie de gauche : BEA)

### 2.1.2 Examen de l'épave

Les premiers impacts sont observés dans les branches d'un arbre qui présentent des traces d'interférence (arrachements, cicatrices) avec la cellule ou les éléments tournants de l'hélicoptère. Aucune branche n'est retrouvée sectionnée de façon nette.

Plusieurs morceaux des pales principales, le rotor anticouple (RAC), la boîte de transmission arrière (BTA), la poutre de queue, quelques éléments de la cellule et un des patins de l'hélicoptère sont présents dans la pente. La localisation de ces débris est cohérente avec la trajectoire suivie par l'hélicoptère lorsqu'il a dévalé la pente après la collision avec le relief.

Les observations sur les interactions des pales du rotor principal avec la végétation semblent indiquer un faible couple rotor au moment de la collision.

La BTA est séparée de l'arbre de transmission et les traces relevées sur le carter de la BTA semblent indiquer une absence de rotation au moment de la rupture.

La partie principale de l'épave comprend la cellule très endommagée, le moteur, les deux réservoirs éventrés et désolidarisés de la cellule, la boîte de transmission principale (BTP), et la tête rotor à laquelle sont toujours liées une partie des pales.

Les déformations sur les butées en élastomère des pieds de pales sont cohérentes avec une faible vitesse de rotation du rotor principal lors de la collision avec la végétation.

Le mât rotor tourne librement et aucun blocage n'est observé sur la BTP. La roue libre est fonctionnelle.

Les quatre courroies assurant la transmission du moteur vers la BTP et la BTA sont retrouvées désengagées de leur emplacement sur les poulies et l'une des courroies est rompue, très probablement consécutivement à l'accident. Les courroies ne présentent pas de trace d'échauffement ni de frottement excessif.

L'observation des déformations sur le système d'embrayage indique que ce dernier était au moins partiellement engagé au moment de l'accident.

Les ruptures constatées sur les chaînes de transmission depuis le moteur vers les éléments tournants sont des ruptures brutales, cohérentes avec la collision avec le sol. La transmission était très probablement fonctionnelle avant l'accident.

Les chaînes des commandes de vol (lacet, cyclique, collectif) ont pu être reconstituées, toutes les ruptures observées sont des ruptures brutales et peuvent être associées à la collision avec la végétation et le sol. Aucune anomalie n'a été constatée et les commandes de vol étaient continues et fonctionnelles avant l'accident.

Au niveau du poste de pilotage, la partie supérieure de la console centrale, qui comporte les instruments de vol et les voyants d'alarme, n'a pas été retrouvée. Néanmoins, les observations suivantes ont pu être réalisées :

- les doubles commandes n'étaient pas montées lors du vol de l'événement ;
- la poignée des gaz est retrouvée en position « plein gaz » ;
- la commande de pas collectif est retrouvée en position grand pas. La déformation du guide de la manette de friction indique que la position de la commande de pas collectif observée était celle juste avant la collision avec le sol ;
- la commande de friction est retrouvée en position de friction maximale. Cette position a très probablement été modifiée lors de l'accident : la déformation du levier de friction et les traces observées sur le manche indiquent que le levier de friction n'était pas en position de friction maximale au moment de l'accident ;
- sur la commande de pas collectif, l'interrupteur d'activation du dispositif de régulation automatique de la puissance du moteur (*governor*) est sur la position « ON » (position normale pendant le vol).

## 2.2 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 44 ans, était titulaire d'une licence de pilote privé hélicoptère PPL(H) depuis 2005 et de la qualification de type R44 obtenue en 2022. Il totalisait 230 heures de vol.

Le pilote avait, pour des raisons personnelles, arrêté de voler en 2006 alors qu'il totalisait environ 90 heures de vol. En 2021, il a renouvelé sa licence assortie de la qualification de type R44 après un entraînement d'environ 15 h.

Le pilote a ensuite repris les vols au sein de l'association Vol Ensemb basée à Saint-Pierre (974) en novembre 2021. Depuis cette date jusqu'à celle de l'accident (période de 23 mois), le pilote avait réalisé au sein de l'association 143 vols représentant un total de 128 heures de vol.

Au cours de l'hiver austral 2023, le pilote a pris contact avec la société HELILAGON, basée à Saint-Paul, qui proposait le F-HLOU en location coque nue. Le 24 août 2023, il a effectué un vol d'évaluation<sup>4</sup> avec un instructeur de la société. Ce vol a été jugé satisfaisant et un contrat de location a été établi fin août entre le pilote et HELILAGON. Depuis le 24 août et jusqu'à l'accident, le pilote avait réalisé 10 vols, pour un total de 9 heures 30 de vol, toutes sur le F-HLOU.

Au cours des deux dernières années, la plupart des vols du pilote étaient sur R44, en vol local au-dessus de l'île de La Réunion. Il s'agissait principalement de vols touristiques d'une durée n'excédant pas une heure au-dessus des sites emblématiques de l'île de La Réunion au départ de l'aérodrome de Saint-Pierre Pierrefonds lorsque le pilote utilisait les R44 de l'association Vol Ensemb ou au départ de l'hélistation Saint-Paul l'Éperon lorsqu'il louait le R44 de la société HELILAGON.

Le pilote avait l'habitude de prendre en compte l'hélicoptère, accueillir les passagers à leur arrivée sur site, dispenser les consignes de sécurité puis de procéder à l'embarquement. Au retour du vol, il procédait lui-même à l'avitaillement en carburant.

### 2.3 Contexte du vol

Les vols réalisés par le pilote étaient organisés au profit de proches, amis ou connaissances. Les passagers réglaient uniquement le coût de la location de l'hélicoptère à l'issue du vol. Le pilote ne percevait aucune rémunération. Cette pratique permettait au pilote d'acquérir de l'expérience.

### 2.4 Exploitation des enregistrements vidéo

#### 2.4.1 Vidéo des caméras de surveillance de la base d'Helilagon

Les enregistrements des caméras de vidéosurveillance couvrent la période de 7 h à 9 h et permettent d'établir les faits suivants :

<b>6 h 50</b>	Arrivée des trois passagers et embarquement à bord de l'hélicoptère
<b>7 h 03</b>	Décollage pour le premier vol
<b>7 h 57</b>	Atterrissage à l'issue du premier vol
<b>8 h 14</b>	Avitaillement en carburant du réservoir principal (environ trois minutes) après avoir amené le chariot avec le fût de carburant vers l'hélicoptère
<b>8 h 22</b>	Embarquement du pilote, de sa femme et deux passagers
<b>8 h 28</b>	Mise en rotation du rotor principal et du rotor anticinglage
<b>8 h 32</b>	Stationnaire, translation vers la zone de décollage puis décollage
<b>8 h 33</b>	Sortie de l'hélicoptère du champ de la caméra

L'exploitation des enregistrements a permis de confirmer que le pilote n'a pas effectué les purges des réservoirs à l'issue de l'avitaillement. Le temps écoulé entre la fin de l'avitaillement et le démarrage du moteur est d'environ 10 minutes et de 16 minutes jusqu'à la sortie de l'hélicoptère du champ de la caméra. Aucune anomalie n'a visuellement été détectée.

---

<sup>4</sup> Vol comprenant les procédures d'urgence ainsi que les procédures opérationnelles (organisation de l'avitaillement, purges, stockage de l'huile, sécurisation du carburant).

#### 2.4.2 Vidéo des passagers du 1<sup>er</sup> vol

Deux des trois passagers du vol précédent ont réalisé plusieurs enregistrements vidéo durant le vol. L'analyse spectrale de ces enregistrements vidéo<sup>5</sup> a permis de caractériser la signature acoustique de l'hélicoptère, de déterminer les régimes moteur et rotor durant la phase de vol capturée. Cette analyse n'a mis pas en évidence d'anomalie de fonctionnement du moteur, de la BTP, de la BTA, du rotor principal ou du RAC.

L'analyse visuelle du contenu des enregistrements a montré, dans les zones du Trou de Fer et des cascades du Bras Magasin (située au sud-ouest du cirque de Salazie), que le pilote volait en dessous de la ligne de crête et le long des versants en étant très proche de la végétation, en dessous de la hauteur réglementaire de survol de 500 ft.

### 2.5 Renseignements sur l'hélicoptère

#### 2.5.1 Généralités

Le F-HLOU est un hélicoptère Robinson R44 RAVEN II, dont le certificat de navigabilité a été délivré en août 2014. Son certificat d'examen de navigabilité était valide jusqu'au 23 mars 2024. L'hélicoptère était basé à l'hélistation Saint-Paul l'Éperon.

Le F-HLOU appartenait à la société HELILAGON qui le louait « coque nue » à des pilotes. Cet hélicoptère n'était pas en liste de flotte de la société et n'était pas exploité dans le cadre de l'activité de transport commercial de la société HELILAGON et n'apparaissait pas dans leur manuel d'exploitation.

L'hélicoptère était équipé d'un moteur Lycoming IO-540-AE1A5 totalisant 581 heures de fonctionnement.

Le suivi de navigabilité était réalisé par un CAMO sous contrat avec la société HELILAGON et la maintenance était effectuée par un mécanicien Part 66 qualifié R44.

La dernière visite d'entretien de type 100 heures a été réalisée le 22 septembre 2023.

Depuis cette visite d'entretien, 22 vols et 17 heures de vol avaient été réalisés sans qu'aucune anomalie soit inscrite par les pilotes sur le carnet de route de l'hélicoptère.

#### 2.5.2 Manuel de vol de l'hélicoptère

##### 2.5.2.1 Procédures lors d'une panne moteur

Le manuel de vol de l'hélicoptère indique que dans le cas d'une panne moteur, le pilote doit prendre les mesures suivantes (autorotation) :

- baisser immédiatement la commande de pas collectif pour garder les tours rotor ;
- prendre une vitesse de 70 kt (vitesse de finesse maximum) ;
- ajuster la commande de pas collectif afin de maintenir la vitesse du rotor principal dans la plage de 97 % à 108 % ;
- choisir une zone d'atterrissage et si l'altitude le permet de se positionner face au vent.
- selon l'altitude, le pilote peut tenter un redémarrage du moteur ;
- s'il n'a pas été possible de démarrer le moteur, atterrir en effectuant un *flare*<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Dont une correspondant à l'atterrissement ce qui a permis de statuer sur l'état de l'hélicoptère à la fin de vol et donc par extension de l'état de l'hélicoptère avant le vol de l'accident.

<sup>6</sup> Action à l'approche du sol consistant à tirer sur la commande de pas collectif, diminuer la vitesse de descente combinée à une action vers l'arrière sur la commande de pas cyclique pour cabrer l'hélicoptère et réduire la vitesse horizontale.

### 2.5.2.2 Alarme audio

Le R44 dispose d'une alarme audio associée au régime rotor. Cette alarme « LOW NR » se déclenche lorsque le régime rotor passe en dessous de 97 %. Cette alarme est inhibée si la commande de pas collectif est totalement baissée.

Note : Les témoins dans le R44 immatriculé F-GZBD ont entendu lors des messages radio l'alarme « LOW NR » ce qui indique que le régime rotor était en dessous de 97 % et que la commande de pas collectif n'était pas totalement baissée (voir § 2.8.1).

### 2.5.2.3 Purges avant vol

L'hélicoptère dispose de trois points de purge permettant de vérifier l'absence d'eau dans le circuit carburant : une pour chacun des deux réservoirs, la troisième se situe sur le bol décanteur qui est placé au point le plus bas du circuit carburant de l'hélicoptère.

Le manuel de vol de l'hélicoptère indique que les purges doivent être réalisées avant le premier vol du jour et également après chaque opération d'avitaillement en carburant.

### 2.5.3 Réservoirs carburant

L'hélicoptère est équipé de deux réservoirs de carburant, le réservoir principal (à gauche) d'une capacité de 30,5 gallons US<sup>7</sup> (dont 1 gal US d'inconsommable) et le réservoir auxiliaire (à droite) d'une capacité de 17,2 gal US (dont 0,2 gal US d'inconsommable).

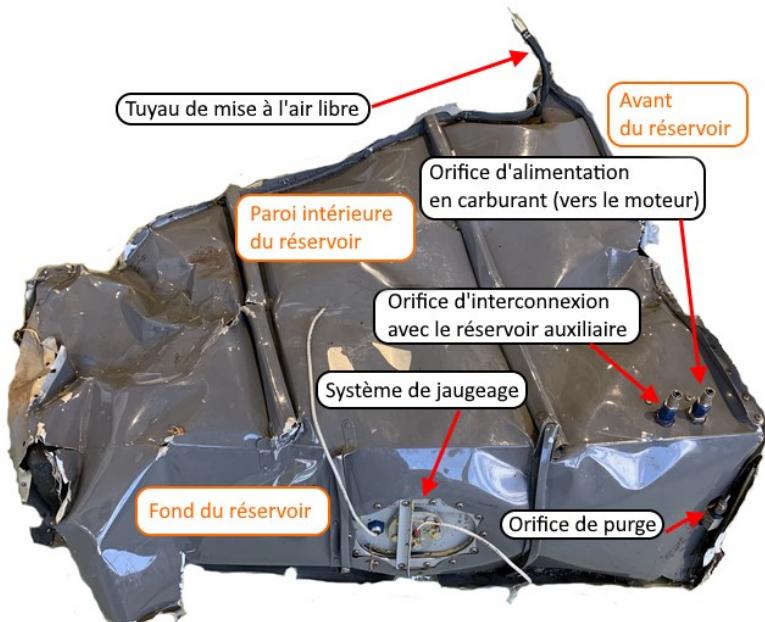


Figure 3 : réservoir principal du R44 F-HLOU (Source BEA)

Chaque réservoir dispose d'un orifice permettant le remplissage (au sommet) et peut être purgé indépendamment. Le point de prélèvement de carburant pour la purge se situe en fond de réservoir à l'avant au point le plus bas<sup>8</sup>. Les deux réservoirs sont interconnectés en permanence. Le fond du réservoir auxiliaire est positionné plus haut que celui du réservoir principal, ce qui permet de vider le réservoir auxiliaire en premier. L'orifice de prélèvement de carburant pour alimenter le moteur

<sup>7</sup> Unité de volume anglo-saxonne, de symbole gal US. Un gallon US équivaut à 3,78 l environ.

<sup>8</sup> Par construction, lorsque l'hélicoptère est au sol, le fond de chaque réservoir est en pente, incliné vers l'avant de 13°.

se situe sur le réservoir principal. Il est positionné sur la paroi verticale intérieure du réservoir et à environ trois centimètres au-dessus du fond du réservoir et à côté de l'orifice d'interconnexion avec le réservoir auxiliaire.

Les deux réservoirs sont jaugés indépendamment, le réservoir principal comporte un indicateur de bas niveau carburant.

Le robinet carburant en cabine ne comporte que deux positions : ouvert ou fermé.

## 2.6 Examens complémentaires

### 2.6.1 Moteur et composants

Le moteur a été démonté et examiné au BEA. Malgré d'importants dommages extérieurs consécutifs à l'accident, le moteur ne présente pas de trace de manque de lubrification ni de signe d'usure anormale.

Les chaînes de commande de puissance et de richesse étaient continues au moment de l'accident. Les tests qui ont pu être réalisés sur le circuit d'allumage n'ont pas mis en évidence d'anomalie antérieure à l'accident.

Les tests fonctionnels du boîtier de commande du *governor* n'ont pas mis en évidence d'anomalie.

Aucune anomalie mécanique susceptible d'expliquer un arrêt ou un dysfonctionnement du moteur en vol n'a été détectée.

### 2.6.2 Circuit carburant

Le circuit carburant était continu avant l'accident. Le robinet carburant a été retrouvé en position ouvert.

L'examen de la pompe électrique et des injecteurs n'a pas mis en évidence d'anomalie antérieure à l'accident.

Le filtre à carburant, le bloc doseur, le répartiteur du système d'injection (araignée) et la pompe mécanique ont été examinés dans un atelier spécialisé. Plusieurs endommagements ont été relevés sur certains de ces composants, cependant tous ont pu être corrélés avec la collision de l'hélicoptère avec le sol. Après réparation de ces endommagements, les tests réalisés sur les différents équipements n'ont pas permis d'établir ni d'expliquer une défaillance du moteur lors du vol de l'accident.

### 2.6.3 Analyse des prélèvements de carburant

#### Prélèvements de carburant

Six prélèvements ont été réalisés :

- un dans le réservoir principal et un dans le réservoir auxiliaire sur le site le jour de l'accident ;
- un dans le réservoir principal et un dans le réservoir auxiliaire le lendemain de l'accident ;
- deux prélèvements dans le fût de carburant que le pilote avait utilisé pour le ravitaillement entre les deux vols :
  - un au niveau du tuyau en sortie de la pompe Japy ce qui a permis de récupérer un échantillon correspondant au carburant résiduel présent dans le tuyau d'avitaillement et au carburant présent en fond de fût<sup>9</sup>,
  - un en surface du fût après avoir retiré la pompe Japy.

---

<sup>9</sup> La longueur de la canne plongeant dans le fût est de 80 cm et la profondeur du fût de 85 cm, soit 5 cm de carburant inutilisable.

### Analyse des prélèvements de carburant

L'analyse de ces six prélèvements a permis de constater que :

- les caractéristiques physico-chimiques mesurées sur chaque échantillon correspondent aux valeurs spécifiées pour un carburant AVGAS 100LL ou aux valeurs mesurées usuellement sur ce type d'hydrocarbure ;
- les chromatogrammes obtenus sont typiques de l'AVGAS 100LL et ne mettent pas en évidence de pollution par un autre type d'hydrocarbure ;
- l'écart le plus significatif concerne la présence d'eau libre<sup>10</sup> dans les échantillons provenant:
  - réservoir auxiliaire de l'épave (prélevé le jour de l'accident),
  - réservoir principal de l'épave (prélevé le lendemain de l'accident),
  - réservoir auxiliaire de l'épave (prélevé le lendemain de l'accident).

Les conditions de prélèvement laissent cependant supposer que la présence d'eau dans les échantillons pourrait être une conséquence du prélèvement lui-même.

### Observations spécifiques sur les prélèvements du fût

L'échantillon récupéré via le pistolet d'avitaillement du fût d'avitaillement présente une seule phase (absence « d'eau libre »). Néanmoins, la teneur en eau dissoute dans le carburant est de 17 380 mg/kg, valeur très élevée<sup>11</sup>.

La présence d'eau libre est rendue possible lorsque la quantité d'eau dans le carburant dépasse une certaine teneur. Cette teneur n'est pas définie comme une spécification. D'après le laboratoire contracté par le BEA, pour une teneur en eau au-delà de 5 000 mg/kg, l'apparition « d'eau libre » est fort probable.

La densité de l'eau étant supérieure à celle de l'hydrocarbure considéré, ce volume d'eau libre sera situé au fond du fût. Lors du remplissage d'un réservoir, la durée nécessaire pour que l'eau libre soit stabilisée au fond de ce dernier varie suivant le type de remplissage (débit lors de l'opération, quantité de carburant). D'après ce laboratoire, cette durée pourrait correspondre à quelques minutes.

L'échantillon récupéré à la surface du fût d'avitaillement présente une teneur en eau très faible. Ce résultat n'est pas forcément incohérent avec le précédent. Le volume de carburant, situé au-dessus du volume d'eau libre, présentera une teneur en eau « dissoute » dans l'hydrocarbure qui variera en fonction de la hauteur de prélèvement dans le fût.

Note : Bien que les conditions de prélèvement sur le site de l'accident des quatre échantillons de carburant n'aient pas été optimales et puissent être de nature à remettre en question les résultats des analyses et plus particulièrement la présence d'eau dans le carburant, le prélèvement effectué dans le tuyau raccordé à la pompe Japy montée sur le fût a été effectué de manière nominale et peut être considéré comme représentatif de la nature du carburant qui a été délivré dans l'hélicoptère à la fin de l'avitaillement effectué par le pilote entre les deux vols.

Le délai d'acheminement des échantillons en métropole a été long. Durant cette période, le fût de carburant a été vidé et restitué au fournisseur de carburant. Il n'a donc pas été possible de procéder à des examens complémentaires.

---

<sup>10</sup> La désignation « eau libre » désigne un volume d'eau dissocié du volume de carburant (2 phases distinctes)

<sup>11</sup> Pour l'AVGAS 100LL, une teneur inférieure à quelques centaines de mg/kg est habituellement mesurée.

#### 2.6.4 Analyse et conséquence de la présence d'eau dans le carburant

Le temps d'apparition d'eau libre dans un réservoir contenant du carburant avec de l'eau « dissoute » est fonction de plusieurs facteurs dont le temps pendant lequel le mélange est au repos et la teneur en eau. Il n'y a cependant pas de temps précis. La bonne pratique dans le milieu aéronautique est d'attendre environ cinq à dix minutes après avoir ravitaillé avant de procéder au prélèvement dans le réservoir via la purge.

Les contrôles visuels d'absence d'eau dans le carburant (purges) sont prévus lors de la visite prévol avant le déplacement de l'aéronef et après l'avitaillement. L'objectif de ses contrôles répond à deux problématiques différentes.

- Le contrôle lors de la visite prévol permet de
  - s'assurer qu'il n'y a pas eu de phénomène de condensation dans le réservoir ou d'infiltration d'eau si l'aéronef a été exposé à de la pluie ;
  - vérifier que si un avitaillement a été réalisé à l'issue du vol précédent sans qu'il y ait eu de contrôle, le carburant avitaillé n'était pas contaminé.
- Le contrôle à l'issue de l'avitaillement permet, après un temps de repos, de s'assurer que le carburant ajouté dans le réservoir n'était pas contaminé.

La présence d'eau libre dans un réservoir bien qu'anormale en situation de vol ne va pas systématiquement conduire à un arrêt du moteur. En effet, l'orifice d'alimentation du moteur en carburant, contrairement à celui de la purge, ne se situe pas au point le plus bas du réservoir. De ce fait, une certaine quantité de carburant est dite « inconsommable » et cette valeur est précisée par le constructeur de l'aéronef. Cependant, cette valeur peut varier à la hausse ou à la baisse en fonction de l'attitude de l'aéronef pendant le vol (montée, descente, virage...). En fonction des évolutions de l'aéronef, même avec un volume d'eau libre inférieur à la quantité « d'inconsommable », l'orifice d'alimentation en carburant du moteur peut être submergé par de l'eau.

L'alimentation du moteur avec du carburant contenant de l'eau « dissoute » peut être à l'origine d'un fonctionnement erratique du moteur alors que l'admission d'eau de manière prolongée peut conduire à l'arrêt du moteur en vol.

Sur avion équipé d'un moteur à piston, après un arrêt moteur en vol dû à un défaut d'alimentation en carburant, l'hélice en moulinet peut relancer le moteur si ce dernier est de nouveau correctement alimenté en carburant.

Sur un hélicoptère, la rotation du rotor principal n'entraîne pas la rotation du vilebrequin en raison de la présence de la roue libre. Sur R44, le redémarrage d'un moteur, si l'alimentation carburant est rétablie, nécessite l'action manuelle du pilote sur le démarreur.

#### 2.7 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques sur l'île de La Réunion et plus particulièrement sur le site de l'accident étaient les suivantes :

- sur l'aéroport de Saint-Denis : vent de secteur est pour 13 kt, CAVOK, température 29 °C, point de rosée 19 °C, QNH 1 017 hPa ;
- sur la zone de l'accident : vent faible de secteur est à nord-est avec un ciel peu nuageux à clair ;
- sur la zone de Salazie, la turbulence peut être faible à modérée en raison d'un relief accidenté et des phénomènes de brise de mer et de pente qui se mettent en place.

Note : Le phénomène de turbulence annoncé à la radio par le pilote du F-HLOU, même s'il n'a pas été confirmé par le pilote de l'hélicoptère qui était également présent dans la zone, mais plus haut, ne peut pas être exclu. Compte tenu de la direction du vent, le F-HLOU se trouvait sous le vent du relief et possiblement dans une zone de turbulences.

## 2.8 Témoignages

### 2.8.1 Pilote du R44 F-GZBD (témoin visuel de l'accident)

Le pilote de l'hélicoptère indique qu'il avait décollé de l'aérodrome de Saint-Pierre Pierrefonds vers 8 h 20 avec deux passagers afin de réaliser un vol touristique. Alors qu'il approchait du Mazerin en direction du cirque de Salazie à une altitude de 4 500 ft, il a entendu le pilote du F-HLOU annoncer qu'il passait à proximité du piton d'Enchaing et qu'il se dirigeait vers les cascades « Voile de la mariée ». Il ajoute qu'il s'est positionné environ 500 m derrière et qu'il est descendu vers 3 600 ft à peu près à la même altitude que le F-HLOU. Il précise qu'il a entendu à la radio le pilote du F-HLOU annoncer « Turbulences Turbulences » alors que selon lui le F-HLOU se situait à peu près au niveau du col qui permet de rejoindre les gorges de « Bras de cavernes » qui conduisent au Trou de Fer. Dix secondes plus tard, il a entendu le pilote du F-HLOU annoncer « PAN PAN » et à nouveau « PAN PAN » quelques secondes plus tard alors que le F-HLOU était en virage par la gauche. Il ajoute que durant les deux dernières transmissions radio, il a entendu distinctement l'alarme « LOW NR ».

Il indique qu'il a vu le F-HLOU descendre à plat et qu'il a constaté un ralentissement de la vitesse de rotation du rotor principal. Il ajoute qu'il a vu l'hélicoptère partir en rotation sur l'axe de lacet avec le rotor principal quasiment au ralenti avant que l'hélicoptère ne chute brutalement et ne s'écrase sur le versant nord de la rivière du Mât au niveau du bois de Pomme. Il ajoute que l'hélicoptère a ensuite dévalé la pente avant de s'immobiliser.

Il précise que lorsqu'il est passé à proximité du lieu où le pilote du F-HLOU a annoncé « Turbulences », il n'a ressenti aucune turbulence. Il ajoute que les conditions météorologiques étaient bonnes, qu'il n'y avait ni nuages ni vent dans le secteur.

Il ajoute qu'après l'accident, il a pris de l'altitude pour contacter le service de contrôle de Saint-Denis et signaler l'accident.

### 2.8.2 Passager du R44 F-GZBD (témoin visuel de l'accident)

Il précise qu'il a eu visuel sur l'hélicoptère qui selon lui était environ 600 ft plus bas. Il a entendu le pilote du F-HLOU annoncer des turbulences ce qui l'a surpris car l'aérologie dans le secteur était très calme. Il a ensuite entendu à deux reprises le pilote du F-HLOU annoncer « PAN PAN » et ajoute qu'il a distinctement perçu le bruit strident d'une alarme continue. Il indique qu'il a eu l'impression que les pales du rotor principal ralentissaient. Il confirme que le F-HLOU se dirigeait vers le nord-est puis a fait un demi-tour par virage à gauche au cours duquel il a entendu la deuxième annonce de « PAN PAN » qui a été suivie par une chute quasiment verticale avant la collision avec le sol.

### 2.8.3 Passager du premier vol avec le pilote du F-HLOU

Le passager indique qu'il connaissait le pilote sur un plan professionnel et qu'il l'avait contacté afin d'organiser un vol pour sa femme et sa fille. Il précise que le pilote leur avait présenté avant le vol les consignes de sécurité à respecter (ceinture, portes, postures...) et expliqué le déroulement du vol. Il ajoute qu'il était assis en place avant gauche. Il ajoute qu'il avait remarqué que les jauge indiquaient avant le départ environ  $\frac{1}{4}$  pour un des réservoirs et  $\frac{1}{2}$  pour l'autre. Il précise que le pilote lui avait expliqué que cela correspondait à une autonomie de 1 heure 30 de vol avec une réserve réglementaire de 20 minutes. Il ajoute que durant le vol les conditions aérologiques étaient bonnes avec un ciel dégagé et pas de vent.

#### 2.8.4 Exploitant de la société HELILAGON

L'exploitant indique que le R44 est le seul hélicoptère de la société qui utilise du carburant 100 LL. L'avitaillement du R44 s'effectue à partir de fûts de carburant de 216 litres. Les fûts sont commandés par lots de 2 ou 3 auprès d'un fournisseur, chaque lot est accompagné d'un certificat<sup>12</sup> de qualité du carburant permettant également d'en assurer la traçabilité. Il précise que les fûts sont livrés scellés et qu'ils sont stockés dans un conteneur métallique fermé à clé. Il ajoute que la clé était remise au pilote locataire du R44 à son arrivée à l'hélistation, et restituée à la fin des vols. Le pilote du R44 assurait lui-même la mise en service des fûts en retirant le scellé du fournisseur. Il indique que le modèle de pompe Japy utilisée ne comporte ni détecteur d'eau ni compteur volumétrique. Il précise que le contrôle de présence d'eau dans le carburant est à la charge du pilote au travers des procédures de purge<sup>13</sup> décrites dans le manuel de vol de l'hélicoptère. Il confirme qu'un nouveau fût avait été mis en service par le pilote pour l'avitaillement qui a été réalisé par ce dernier entre les deux vols le jour de l'accident.

L'exploitant précise que la zone du Bois de Pomme<sup>14</sup> est une zone de recueil identifiée offrant plusieurs sites permettant un atterrissage d'urgence (stade, champs cultivés, route, DZ d'une société de BTP).

### 3 CONCLUSIONS

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

#### Scénario

Après un premier vol local au-dessus de l'île de La Réunion, le pilote a procédé à l'avitaillement de l'hélicoptère à partir d'un fût de carburant qu'il venait d'ouvrir. La pompe Japy utilisée pour l'avitaillement ne comportait pas de détecteur d'eau et le pilote n'a pas effectué les purges de réservoir après l'avitaillement pour vérifier l'absence d'eau dans le carburant.

Au moment du décollage pour le second vol, les conditions météorologiques étaient compatibles avec un vol VFR. Un régime de brise de pente commençait toutefois à s'établir sur la zone de Salazie avec des turbulences faibles à modérées en raison d'un relief accidenté.

Le pilote a pris de l'altitude pour franchir le col des Bœufs (6 420 ft) puis a traversé, en descendant, d'ouest en est le cirque de Salazie pour rejoindre les cascades « Voile de la mariée ». Il a ensuite cheminé, vers le nord, à une altitude estimée entre 3 000 ft et 3 600 ft, le long du relief, sous la ligne de crête, en direction du col (altitude 2 418 ft) qui permettait de rejoindre la gorge « Bras de Caverne » et d'accéder au « Trou de Fer ». À l'approche du col, il a annoncé à la radio « Turbulences Turbulences ». L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote a effectivement été confronté à des turbulences liées à l'aérologie locale.

Quelques secondes plus tard, soit après environ 15 minutes de vol, le pilote a émis deux messages « PAN PAN », chacun accompagné de l'alarme bas régime rotor « LOW NR » signalant un régime rotor faible.

---

<sup>12</sup> Le certificat correspond au numéro de lot dont est issu le fût.

<sup>13</sup> Avant le premier vol et après chaque avitaillement.

<sup>14</sup> Au moment de l'annonce « Turbulences Turbulences » par le pilote du F-HLOU, la zone n'était plus accessible en autorotation compte tenu de l'altitude vol.

L'examen de l'épave sur le site de l'accident et les examens détaillés réalisés par la suite ont permis d'établir que le moteur ne délivrait pas ou peu de puissance avant la collision avec la végétation bien qu'aucune anomalie mécanique n'ait pu être constatée lors des examens.

Les résultats des analyses du carburant utilisé lors du vol peuvent expliquer que les turbulences perçues et la défaillance signalée par le pilote soient liées à une ingestion d'eau ou de carburant contaminé – liée à l'absence de purge après avitaillement – ayant entraîné une perte de puissance moteur, voire un arrêt en vol.

Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote a émis ces messages « PAN PAN » en raison du déclenchement de l'alarme « LOW NR » ou d'une anomalie de fonctionnement du moteur.

La diminution de la vitesse de rotation du rotor principal et la chute brutale de l'hélicoptère décrites par les témoins suggèrent que le pilote n'a pas appliqué immédiatement les actions de pilotage nécessaires pour engager une autorotation (action immédiate en butée vers le bas de la commande de pas collectif associée à une action vers l'arrière sur la commande du cyclique) afin de maintenir ou rétablir le régime rotor dans la plage normale de fonctionnement. Le régime de rotation du rotor principal a alors diminué jusqu'à la perte de portance, ce qui a entraîné la chute brutale de l'hélicoptère jusqu'à la collision avec le sol.

### **Facteurs contributifs**

Ont pu contribuer à la perte de contrôle de l'hélicoptère et l'absence de récupération :

- une évolution à faible hauteur au-dessus du relief au-dessus d'une zone où la végétation est dense et le relief escarpé, laissant peu de temps et de marge au pilote pour réagir ;
- des actions de pilotage très probablement inadaptées en réponse à une baisse du régime du rotor principal.

A pu contribuer à un possible arrêt ou fonctionnement erratique du moteur en vol par ingestion de carburant contaminé par de l'eau :

- l'absence de purge des réservoirs après l'avitaillement qui n'a pas permis de détecter la contamination du carburant.

***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.***