

## Talonnement du mât rotor en croisière, en atmosphère turbulente, rupture en vol, collision avec le sol

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

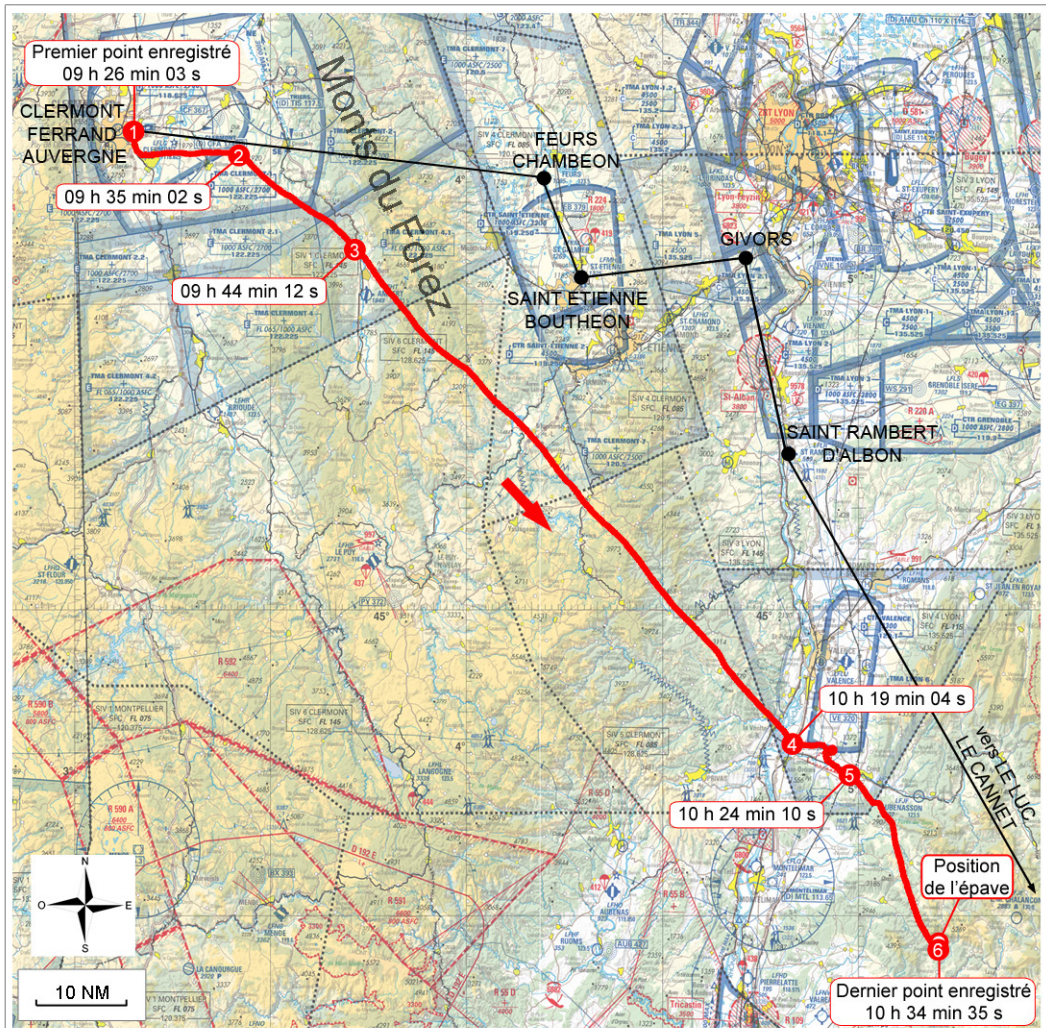
<b>Aéronef</b>	Hélicoptère Robinson R44 immatriculé EC-IVT
<b>Date et heure</b>	3 septembre 2012 vers 10 h 35 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Privé
<b>Lieu</b>	Valouse (26), en croisière à 4 200 ft
<b>Nature du vol</b>	Aviation générale
<b>Personnes à bord</b>	Pilote et un passager
<b>Conséquences et dommages</b>	Pilote et passager décédés, hélicoptère détruit

### 1 - DÉROULEMENT DU VOL

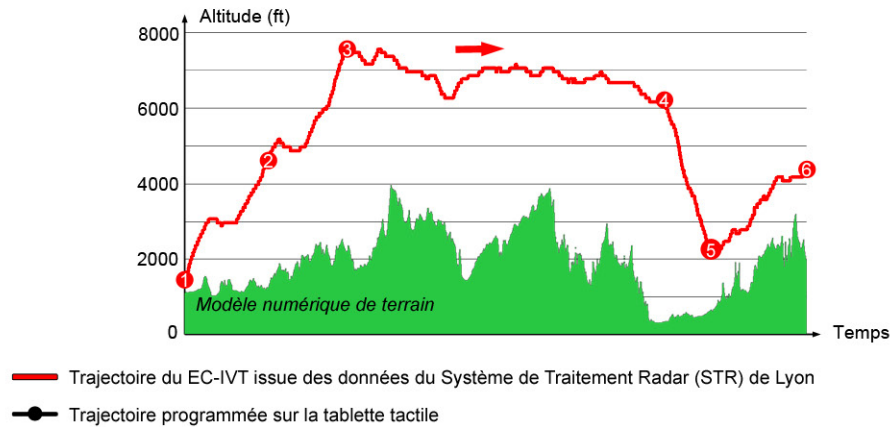
*Les éléments suivants sont issus de témoignages, d'enregistrement radar et de radiocommunications.*

Le pilote, accompagné d'un passager, décolle de l'aérodrome de Clermont Ferrand Auvergne (63) à 9 h 24 à destination de l'aérodrome du Luc Le Cannet (83). Le pilote a inséré dans une tablette tactile un trajet qui passe par Feurs (42), Saint-Etienne (42), Givors (69), Saint Rambert d'Albon (26) puis Le Luc. Il effectue la croisière à une altitude de 7 000 ft. A 10 h 19, au niveau de la vallée du Rhône et 25 km au nord de Montélimar, il débute une descente, effectue un virage de 360° et stoppe la descente à une altitude d'environ 2 300 ft. Il poursuit ensuite vers le sud-est et se remet en montée.

Vers 10 h 35, à une altitude d'environ 4 200 ft (1 500 ft de hauteur) et à une vitesse sol de 115 kt (vitesse air évaluée entre 90 et 105 kt), l'hélicoptère se rompt en vol et entre en collision avec le sol.



Source du fond cartographique : IGN



Les temps sont indiqués en heures locales

Les altitudes indiquées sont corrigées du QNH 1019, et calculées à partir du niveau de vol transmis par le transpondeur

Figure 1 - trajectoire

## 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Examen du site et de l'épave

Le site de l'accident est caractérisé par un environnement montagneux. La trajectoire de l'hélicoptère passait à une altitude de 4 200 ft entre deux reliefs culminant respectivement à 4 395 ft et 5 269 ft.

Les débris de l'épave sont répandus sur une distance de 500 mètres selon un axe nord-ouest / sud-est. Les observations faites sur l'épave n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement avant la rupture en vol. Les points suivants ont été établis :

- une pale du rotor principal est entrée en contact avec l'avant de la cellule et a généré la rupture en vol de l'hélicoptère ;
- le mât rotor est fléchi (signe de talonnement du mât rotor) ;
- le collecteur d'échappement est perforé par une vis de montage de l'échangeur d'air. Cette perforation est antérieure à l'accident ;
- le chauffage de la cabine était ouvert.

Le système d'alarme de présence de monoxyde de carbone a été testé après l'accident. L'allumage du voyant lumineux a été obtenu plus de trois minutes après une exposition à une concentration de 3 500 ppm (parties par million) de monoxyde de carbone. Le déclenchement théorique est prévu à partir de 50 ppm. Ce test permet de conclure à un dysfonctionnement probable de cette alarme.

### 2.2 Renseignements sur le pilote

Il détenait une licence PPL(H) en cours de validité. Il totalisait 155 heures de vol dont 89 sur type dont 27 heures dans les trois mois précédents et aucune dans les vingt-quatre heures précédant l'accident. Il avait obtenu la qualification de type en août 2011, puis effectué le stage Sécurité Robinson en juillet 2012 au cours duquel étaient abordées les particularités relatives au talonnement du mât rotor et aux vitesses en atmosphère turbulente décrite dans les Safety Notices du constructeur (voir § 2.4 ci-après).

### 2.3 Renseignements sur l'aéronef

Lors de l'événement, la masse et le centrage de l'hélicoptère étaient dans les limites définies par le constructeur.

### 2.4 Prévention des phénomènes de talonnement du mât rotor

Le phénomène de talonnement du mât rotor se rencontre généralement lors de vol en atmosphère turbulente, ou lorsque le pilote pousse rapidement le manche de pas cyclique, pouvant alors engendrer des baisses de facteur de charge.

L'ensemble du rotor à balancier, peut prendre une amplitude excessive par rapport à l'axe du mât et engendrer un risque de talonnement et de rupture du mât, et/ou de contact d'une pale avec la cellule.

Le chapitre LIMITATIONS du manuel de vol du R44 contient l'avertissement suivant :

« Quand un "Pushover" (manœuvre de la commande de pas cyclique vers l'avant), est effectué en palier ou après une montée rapide, une condition de facteur de charge proche de zéro peut apparaître, laquelle peut résulter en une perte de contrôle latéral catastrophique. Dans ce cas, réappliquer doucement la pression vers l'arrière de façon à supprimer cette condition. Si un roulis à droite apparaît alors, il est important de ramener le cyclique vers l'arrière et de réassurer un facteur de charge normal, avant l'application du cyclique latéral pour stopper le mouvement de roulis ».

Robinson a édité un avis de sécurité (Safety Notice) relatif au vol par faible facteur de charge :

- ❑ La **Safety Notice SN-11**<sup>(2)</sup> publiée en 1982 indique que les faibles facteurs de charge par action à piquer sont extrêmement dangereux. Le fait de pousser la commande de pas cyclique vers l'avant lors d'un vol en palier provoque une diminution du facteur de charge. Cette Safety Notice décrit le danger lié aux actions de forte amplitude sur le pas cyclique visant à corriger cette situation de faible facteur de charge. Elles conduisent à une rotation en lacet très soudaine et à une inclinaison élevée du disque du rotor par rapport au fuselage, pouvant provoquer un talonnement brutal du mât rotor en vol et entraîner soit la séparation du rotor principal et/ou le contact des pales principales avec la cellule.

Les situations de vol par faible facteur de charge pouvant notamment se présenter dans le cadre du vol en atmosphère turbulente, le manuel de vol indique que « les vols sont interdits par vent supérieur ou égal à 25 kt, rafales incluses, ou lorsque les rafales de vent à la surface dépassent 15 kt, sauf si le pilote a suivi une formation « Stage de Sécurité Robinson » approuvée par le ministre chargé de l'Aviation civile ».

Le manuel de vol ne contient pas de procédure particulière relative au vol en atmosphère turbulente.

En revanche, Robinson a édité un avis de sécurité relatif au vol en atmosphère turbulente :

- ❑ La **Safety Notice SN-32**<sup>(3)</sup> publiée en 1998 indique que le vol par grand vent ou en atmosphère turbulente devrait être évité. En cas d'entrée dans une zone de turbulence imprévue, elle recommande notamment de réduire la vitesse vers 60 à 70 kt, de ne pas sur-contrôler et d'éviter de voler sous le vent de collines, de crêtes ou de grandes constructions où la turbulence est généralement sévère. Cette procédure n'est pas reprise dans le manuel de vol, dans le paragraphe relatif aux limitations.

## 2.5 Renseignements médicaux

Les examens biologiques pratiqués sur le pilote ont révélé un taux de monoxyde de carbone de 16 %.

Un taux de 16 % peut provoquer des maux de tête, un état nauséux, des vertiges et un comportement de nature à altérer les capacités du pilote. Chez un individu, le taux normal se situe entre 7 % et 2 % selon qu'il est fumeur ou non.

<sup>(2)</sup> Disponible sur le site internet du constructeur à l'adresse : [http://www.robinsonheli.com/service\\_library/safety\\_notices/rhc\\_sn11.pdf](http://www.robinsonheli.com/service_library/safety_notices/rhc_sn11.pdf)

<sup>(3)</sup> Disponible sur le site internet du constructeur : [http://www.robinsonheli.com/service\\_library/safety\\_notices/rhc\\_sn32.pdf](http://www.robinsonheli.com/service_library/safety_notices/rhc_sn32.pdf)



## 2.6 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques estimées sur la zone de l'accident à 4 000 ft étaient les suivantes :

- ☐ vent de secteur nord 10 à 25 kt, SCT à 2 400 ft, SCT à 3 700 ft, BKN à 7 000 ft ;
- ☐ visibilité supérieure à 10 km ;
- ☐ température de 13 à 15 °C, QNH 1017 hPa ;
- ☐ présence de fortes turbulences à proximité du relief.

La carte TEMSI indique une zone de turbulence modérée à forte dans la zone de l'accident.

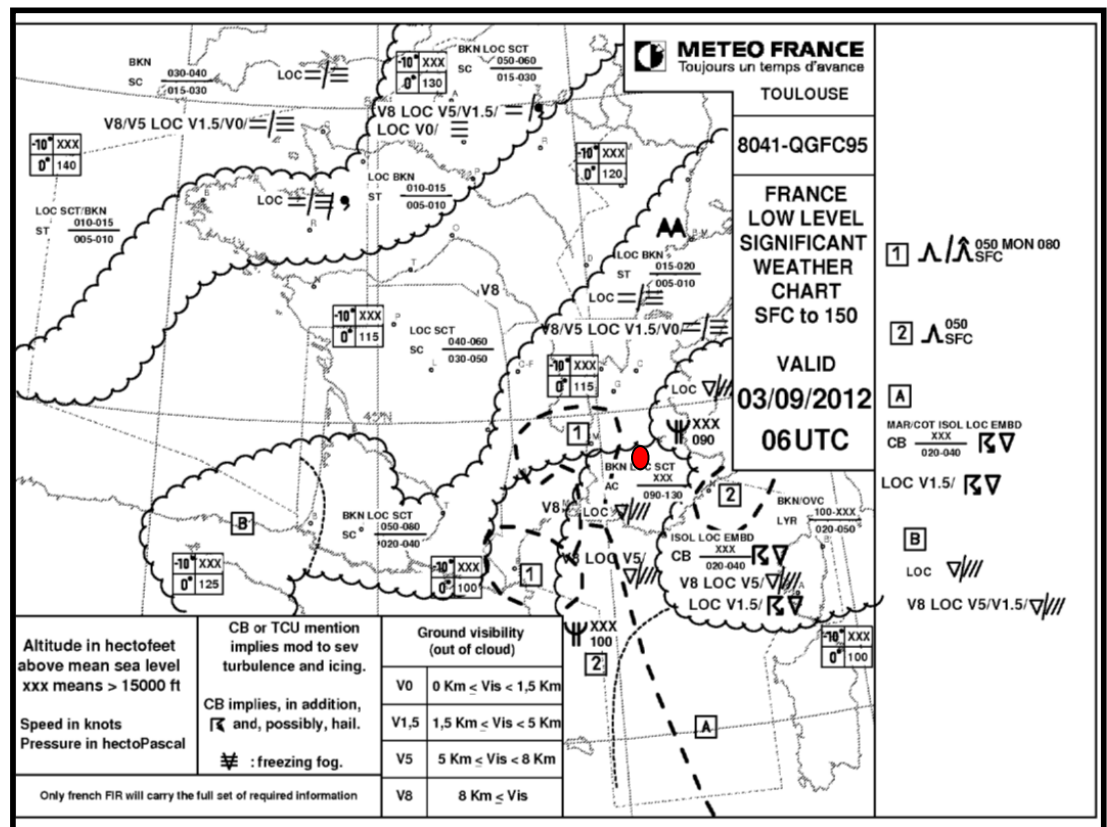


Figure 2 - carte TEMSI de 06 h UTC (en rouge le site de l'accident)

La carte WINTEM mentionne des vents de 45 kt à 850 hPa et 30 kt à 950 hPa au-dessus de la vallée du Rhône. Ces cartes étaient disponibles lors de la préparation du vol.

Avant le départ, le pilote avait consulté des informations météorologiques sur internet. Il n'a pas été possible d'en connaître le contenu.

## 2.7 Evénements antérieurs

Le BEA a enquêté sur l'accident d'un R22 immatriculé G-CBVL<sup>(4)</sup> survenu en décembre 2010. Le rapport conclut à un talonnement du mât rotor, une divergence du plan de rotation du rotor principal et le contact d'une pale avec la cellule dans une zone de fortes turbulences.

Ce rapport mentionne également treize accidents survenus dans des circonstances similaires.

<sup>(4)</sup><http://www.bea.aero/docspa/2010/g-vl101209/pdf/g-vl101209.pdf>

## 2.8 Témoignages

Avant le départ, un instructeur d'un club local avait conseillé au pilote, compte tenu des conditions météorologiques, de passer par la vallée du Rhône. Celui-ci avait alors manifesté son désir de rejoindre sa destination au plus tôt.

Un témoin résidant près du site de l'accident indique avoir entendu un grand bruit et a vu l'hélicoptère perdre des éléments et descendre en perte de contrôle jusqu'au sol.

## 3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

La rupture de l'hélicoptère en vol est consécutive à un talonnement du mât rotor qui a provoqué l'interférence d'une pale du rotor principal avec la cellule. Cette rupture est survenue alors que le pilote évoluait à vitesse élevée dans une zone située à proximité de reliefs où régnaient de fortes turbulences et des vents forts et où il pouvait être amené à éviter des nuages.

L'accident résulte de la conjonction des facteurs suivants :

- une volonté du pilote de rejoindre rapidement l'aérodrome de destination alors que les prévisions météorologiques étaient défavorables au vol ;
- l'absence de réduction de vitesse vers les vitesses d'évolution préconisées par le constructeur en atmosphère turbulente ;
- la probable altération des capacités du pilote due à l'absorption de monoxyde de carbone.

La documentation du constructeur qui mentionnait une vitesse recommandée en atmosphère turbulente uniquement dans la Safety Notice SN 32 annexée en fin de manuel de vol sans que cette information n'apparaisse dans le chapitre « *Limitations* » de ce manuel, rendait cette information peu visible.

Le dysfonctionnement possible de l'alarme de détection de monoxyde de carbone a pu favoriser la non-détection d'une fuite de ce gaz par le pilote.

#### 4 - RECOMMANDATIONS

*Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.*

##### **Risques liés au talonnement de mât rotor lors d'évolutions en atmosphère turbulente**

L'enquête a mis en évidence que l'accident est survenu à la suite d'un talonnement du mât rotor amenant à un contact d'une pale avec la cellule, alors que l'hélicoptère évoluait en atmosphère turbulente à des vitesses supérieures aux vitesses d'évolution préconisées par le constructeur en atmosphère turbulente. Plusieurs accidents de Robinson R22 et R44 sont survenus dans des circonstances similaires.

L'enquête a également mis en évidence que la documentation du constructeur mentionnait une vitesse recommandée en atmosphère turbulente uniquement dans la Safety Notice SN 32 annexée en fin de manuel de vol, sans que cette information n'apparaisse dans le chapitre « *Limitations* » de ce manuel, ce qui rendait cette information peu visible.

En conséquence le BEA recommande que:

- **La FAA s'assure que Robinson modifie le manuel de vol des R22 et R44 de façon à rajouter dans la partie « *Limitations* » l'information relative au vol en atmosphère turbulente. [Recommandation FRAN-2015-029]**
- **L'AESA s'assure que tous les exploitants européens de Robinson R44 et R22 soient informés de cette limitation qui doit être impérativement respectée en atmosphère turbulente. [Recommandation FRAN-2015-030]**