



Accident de l'hélicoptère ROBINSON - R22
immatriculé **F-GFHA**
survenu le 17 août 2021
à Fleurey-sur-Ouche (21)

Heure	Vers 15 h 15 ¹
Exploitant	Aéro Club de la Côte D'Or
Nature du vol	Vol local
Personne à bord	Pilote, passager
Conséquences et dommages	Pilote et passager gravement blessés, hélicoptère détruit

Perte de contrôle en lacet, collision avec le sol

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages ainsi que de données radar.

Le pilote, accompagné d'un ami, décolle de l'aérodrome de Dijon-Darois² (21) vers 14 h 30 pour un premier vol local d'environ 30 minutes, au cours duquel il survole le château de Montculot à Urcy et la Roche d'Anse. Il décolle de nouveau de cet aérodrome vers 15 h accompagné d'un autre ami pour effectuer un vol similaire (voir Figure 1).

Une quinzaine de minutes après le décollage et à proximité de la Roche d'Anse, le pilote perd le contrôle de l'hélicoptère en lacet. Un témoin au sol voit l'hélicoptère tourner plusieurs fois sur lui-même en tombant vers la forêt avant de disparaître dans la végétation.

D'après les enregistrements radar, l'hélicoptère semble virer vers le nord-ouest avec une vitesse sol en diminution dans les dernières secondes de vol. Il n'a cependant pas été possible de déterminer si la perte de contrôle est intervenue avant ou après ce changement de trajectoire.

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

² Altitude 1 586 ft.

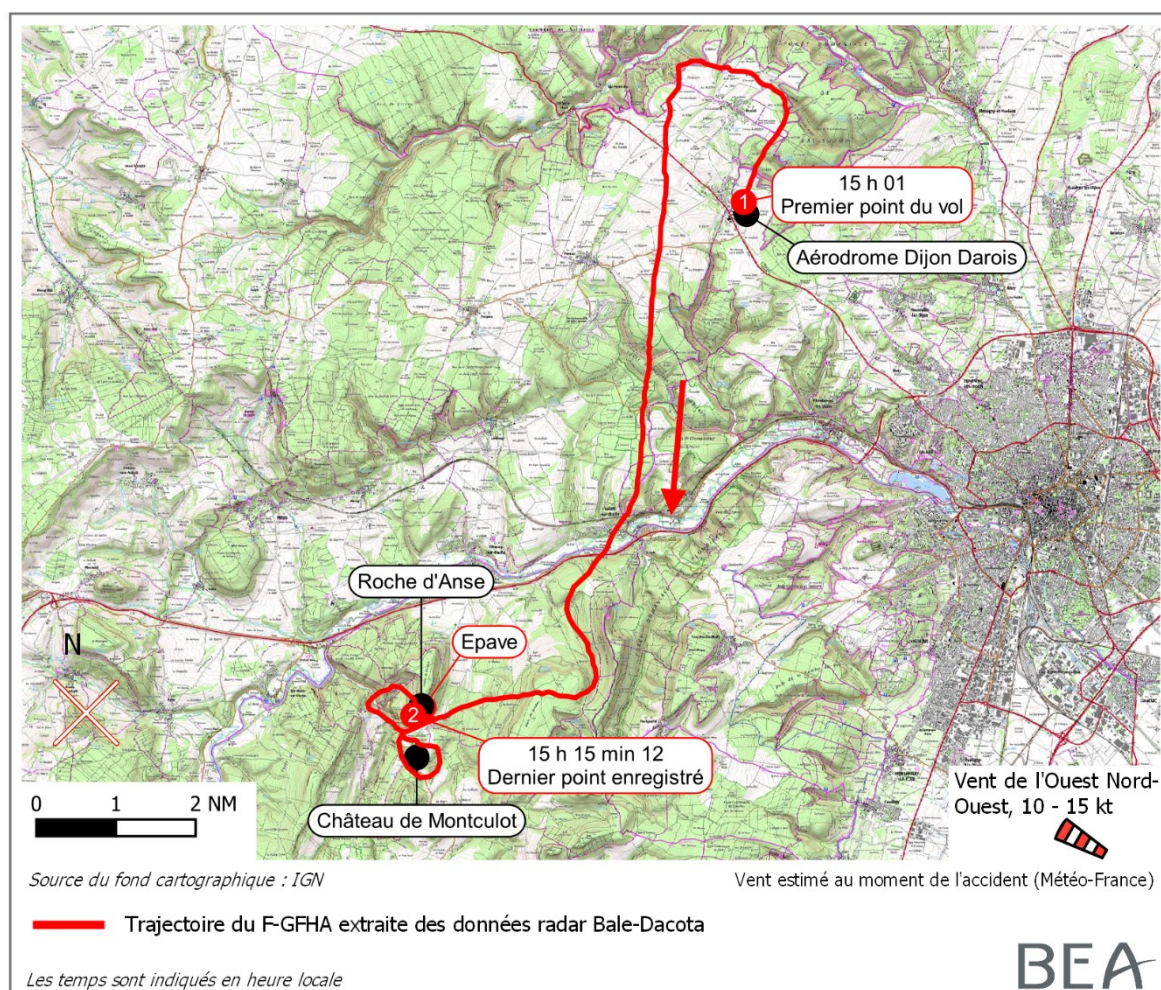


Figure 1 : trajectoire de l'hélicoptère³

³ Pour une raison non déterminée, les informations d'altitudes de l'hélicoptère reçues par les radars du contrôle aérien étaient invalides. Ainsi, la trajectoire de l'hélicoptère dans le plan vertical n'a pas pu être établie. La précision et la fréquence d'échantillonnage des données radar n'ont pas permis d'analyser précisément la trajectoire dans le plan horizontal de l'hélicoptère.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le site et l'épave



Figure 2 : site et épave (source : BEA)

L'épave est située à une altitude de 1 608 ft (490 m) sur le flanc d'une colline boisée, à 70 m de l'éperon rocheux de la Roche d'Anse (altitude de 1 745 ft / 532 m). Elle repose sur ses patins, endommagés. La poutre de queue est encastrée entre deux arbres qui la maintiennent en place (voir Figure 2).

La faible trouée dans la végétation, les différents impacts dans les arbres et les endommagements sur les pales du rotor principal indiquent que l'hélicoptère est tombé au travers de la canopée à plat, avec une vitesse horizontale quasi-nulle (voir Figure 3).



Figure 3 : trouée dans la végétation (source : drone BEA)

La partie arrière de l'hélicoptère est fortement endommagée. Les deux pales du rotor anti-couple (RAC) ont rompu à proximité de leur fixation. Une des extrémités de pale n'a pas été retrouvée.

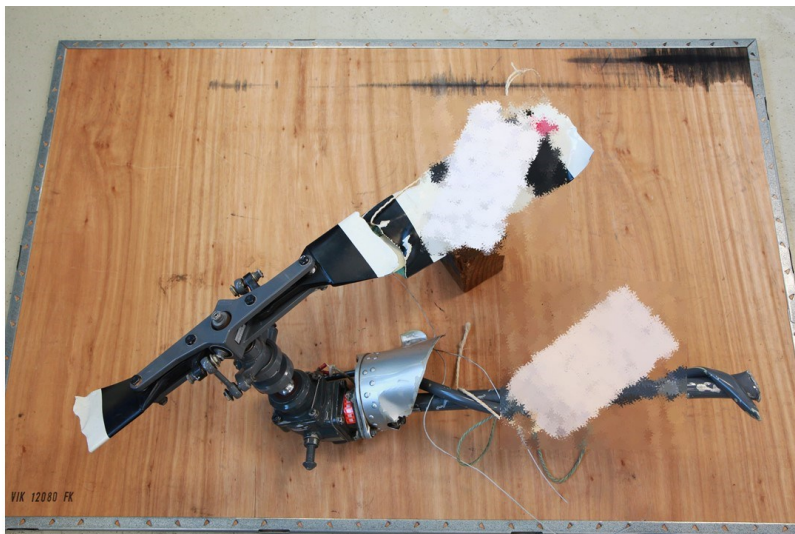


Figure 4 : RAC (source : BEA)

L'empennage, composé d'un plan fixe horizontal et d'un plan fixe vertical, a été retrouvé rompu à proximité de l'épave.

Les examens des déformations et chocs observés sur les pales du RAC, ainsi que des faciès de rupture du RAC et de l'empennage ont montré que les ruptures résultent de la collision avec la végétation et/ou le sol.

Aucune constatation n'a mis en évidence de défaillance technique ayant pu contribuer à l'accident.

2.2 Informations sur le pilote

2.2.1 Expérience et licences

Le pilote, âgé de 75 ans, est titulaire d'une licence de pilote privé d'hélicoptère PPL(H) depuis 2000. Il totalisait environ 200 heures de vol, effectuées sur Robinson R22, R44 et Bell 206, dont environ 135 en tant que commandant de bord. Dernièrement, il ne volait que sur R22.

Il avait volé environ sept heures dans les trois derniers mois, toutes au départ et à destination de Dijon-Darois, dont un vol avec instructeur pour prorogation de sa qualification de type R22.

Il est titulaire d'une licence de pilote privée d'avion PPL(A) et totalisait un peu moins de 700 heures de vol en avion, comprenant des vols de largage de parachutistes et de la voltige. Il est également titulaire d'une licence d'ULM multiaxe et pendulaire. Depuis plusieurs années, il volait uniquement sur R22.

2.2.2 Témoignage

Le pilote déclare ne pas bien se souvenir des circonstances de l'accident.

Il indique que lors du vol de l'accident et après avoir décollé de l'aérodrome de Dijon-Darois, il a volé à une altitude d'environ 2 200 ft en direction du château de Montculot à Urcy avec une trajectoire vers le sud-ouest. Sur la route du château en montée, il pense avoir subi « *une rafale de vent ou une grosse turbulence* » qui lui a fait perdre le contrôle de l'hélicoptère en lacet et qu'il a associée à une perte d'efficacité soudaine du RAC. Il ne se souvient pas du sens de rotation. Il a essayé en vain de reprendre le contrôle de l'hélicoptère, notamment en mettant du pied sur les palonniers gauche et droit et en baissant le collectif comme dans la procédure de perte d'efficacité du RAC qui lui a été enseignée. Il a essayé de garder l'hélicoptère à plat alors qu'il continuait de tourner autour de son axe de lacet. Selon lui, la chute a duré moins de 30 secondes avant la collision avec le sol. Son passager et lui ont pu s'extraire de l'épave et alerter les secours.

Il indique que le moteur fonctionnait normalement, qu'il n'était pas en limite de puissance, qu'aucun voyant ou alarme ne s'est déclenché et qu'il ne pense pas avoir eu de problème mécanique sur l'hélicoptère.

Il précise qu'il volait en regardant dehors et qu'il ne se souvient précisément ni de ses paramètres de vol au moment de la perte de contrôle ni de l'orientation de l'hélicoptère. Il pense qu'il était dans un virage large, à une hauteur estimée entre 150 et 250 m, en avancement et à une vitesse possiblement inférieure à 60 kt. Il montrait le paysage et le relief à son ami.

Il ajoute qu'il ne connaissait pas le point touristique de la Roche d'Anse à proximité du site de l'accident. D'après lui le vent au départ de Dijon était d'ouest pour environ 15 kt.

Enfin, il précise qu'il ne connaissait pas le phénomène de départ imprévu en lacet.

2.3 Témoignage du passager

Le passager, en cours de formation de pilote privé d'avion, indique que le pilote et lui se sont d'abord rendus en vol vers un château. Après en avoir fait le tour, ils se sont ensuite dirigés vers un rocher. Ils étaient à environ 200 m de hauteur en train de faire le tour de l'éperon rocheux lorsque l'hélicoptère est parti en rotation. Selon lui la rotation a eu lieu vers la droite mais sans certitude. Il a vu que le pilote effectuait beaucoup d'actions au manche cyclique et que l'hélicoptère se balançait de haut en bas en plus de tourner sur lui-même.

Il précise que ses pieds étaient sous son siège, loin des palonniers et qu'il n'a pas interagi avec les commandes de vol.

2.4 Renseignements météorologiques

D'après les informations transmises par Météo-France, le vent estimé lors de l'accident était de l'ouest nord-ouest pour 10 à 15 kt, relativement laminaire. Seule une turbulence de convection était générée par des cumulus avec une base à 5 000 ft d'altitude.

L'aérologie locale pouvait être différente du fait des collines ainsi que de la variété de la végétation présente sous la trajectoire de l'hélicoptère.

La température était d'environ 21 °C.

2.5 Renseignement sur l'hélicoptère

L'hélicoptère immatriculé F-GFHA était un Robinson R22 Beta motorisé par un Lycoming O-320-B2C.

D'après les informations du manuel de vol, l'hélicoptère n'était pas en limite de puissance pour réaliser un stationnaire hors effet de sol (situation la plus pénalisante) dans les conditions du jour.

Comme les principaux autres hélicoptères de conception américaine, le rotor principal tourne dans le sens anti-horaire. Le RAC est conventionnel.

Le manuel de vol du R22 comprend deux procédures d'urgence en cas de perte de puissance du RAC, l'une pour le vol d'avancement, l'autre pour le vol stationnaire. Dans les deux cas, il est indiqué que la défaillance se manifeste généralement par un départ en lacet vers la droite qui ne peut pas être corrigé en appuyant sur le palonnier de gauche :

- si la panne survient en stationnaire, le pilote doit baisser le pas général le plus rapidement possible avec un hélicoptère à plat ;
- si la panne survient lors d'un avancement, le pilote doit se mettre en autorotation immédiatement et maintenir une vitesse de 70 kt. Toutefois il indique qu'il est également possible de maintenir l'appareil en vol à plus 70 kt afin effectuer un atterrissage en autorotation dès que possible.

Le constructeur de l'hélicoptère indique qu'à une vitesse supérieure à 60/70 kt, l'empennage vertical assure la stabilisation en lacet avec peu d'aide du RAC. Ainsi, en vol d'avancement à vitesse de croisière, en cas de panne complète du RAC ou dans le cas d'une action extrême sur les palonniers, l'hélicoptère continuerait à voler sans départ en rotation, avec une variation de cap qui ne dépasserait probablement pas 10 - 15°.

2.6 Départ imprévu en lacet (Unanticipated yaw)

Le départ imprévu en lacet est une caractéristique de vol que tous les types d'hélicoptère mono-rotor (indépendamment du système anti-couple) sont susceptibles de rencontrer notamment à basse vitesse et/ou forte demande de puissance et qui dépend habituellement de la force du vent et de sa direction par rapport à l'hélicoptère (vent arrière ou venant de la gauche pour un Robinson).

Ce phénomène se produit le plus souvent dans la direction opposée à la rotation des pales du rotor principal (donc vers la droite pour les hélicoptères ayant un rotor tournant dans le sens anti-horaire comme le R22).

Ce phénomène de départ imprévu en lacet a fait l'objet de nombreuses publications à la suite d'accidents et d'incidents, dont on peut notamment citer :

- Information de sécurité [Safety Notice 42](#) de la part de Robinson, qui a également publié une [vidéo pédagogique](#) ;
- Circulaire d'information [Advisory Circular AC N°90-95](#) de la part de l'autorité américaine en charge de l'Aviation civile (FAA) ;
- Bulletin de sécurité [Safety Alert 062](#) de l'organisme d'enquête de sécurité des États-Unis (NTSB) ;
- [Notice d'information de sécurité N°3298-S-00](#) de la part d'Airbus, pour les hélicoptères dont le rotor principal tourne dans le sens antihoraire ;
- [Notice d'information de sécurité N°3297-S-00](#) de la part d'Airbus, pour les hélicoptères dont le rotor principal tourne dans le sens horaire.

Lors d'un départ imprévu en lacet de l'hélicoptère, une réponse adaptée du pilote doit intervenir rapidement pour éviter une perte de contrôle. Une action sur les palonniers pour contrer la rotation en lacet n'entraîne pas l'arrêt immédiat de la rotation. Cette latence peut laisser croire au pilote que son action correctrice est soit incorrecte, soit inefficace en raison d'une défaillance du RAC. Si cette action sur le palonnier a pour effet de diminuer le taux de lacet ($^{\circ}/s$), l'annulation de ce taux et donc l'arrêt de la rotation ne se produit que si le pilote effectue et maintient une action de grande amplitude aux palonniers.

2.7 Pertes de contrôle en lacet

Les incidents et accidents ayant pour origine une perte de contrôle en lacet, sont généralement regroupés sous l'appellation « LTE⁴ », c'est-à-dire la « Perte d'efficacité du rotor anti-couple ». Cependant ces pertes d'efficacité peuvent avoir différentes origines et selon les constructeurs et les publications, on retrouve principalement trois sous-groupes :

- Les LTE liées à la perte de fonction du RAC par endommagement ou blocage du RAC ou de ses commandes. On peut penser notamment à la collision du RAC avec un objet, un oiseau ou un obstacle ; ou à la suite d'un dysfonctionnement de la chaîne de commande, d'un blocage des commandes etc.
- Les LTE liées à un départ imprévu en lacet. Dans ce cas, le RAC tourne correctement et la commande de puissance fonctionne, mais le RAC fait face à un changement aérodynamique (rafale de vent ou rotation de l'hélicoptère notamment) qui nécessite au plus vite une nouvelle position d'équilibre des palonniers.
- Les LTE liées à une puissance disponible insuffisante au vu des conditions du jour (masse, température, altitude, force et direction du vent) pour réaliser les actions demandées par le pilote.

⁴ Loss of Tail rotor Effectiveness.

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

Au cours d'un vol local à proximité d'un lieu touristique, le pilote a probablement perdu le contrôle de l'hélicoptère en lacet vers la droite lors d'un virage à faible vitesse. Il a associé le départ en lacet à une perte d'efficacité du rotor anti-couple (RAC) et a baissé la commande de pas collectif. Ses actions aux palonniers, à droite et à gauche, ne lui ont pas permis de reprendre le contrôle de l'hélicoptère. Après plusieurs tours sur lui-même, ce dernier est entré en collision avec la végétation puis le sol avec une vitesse horizontale quasi nulle.

L'amortissement de la chute de l'hélicoptère par la végétation, le fait qu'il est tombé à plat et la baisse de la commande de pas collectif par le pilote ont pu atténuer les conséquences de l'accident et contribuer à la survie des occupants de l'hélicoptère.

Aucune défaillance technique de l'hélicoptère n'a été mise en évidence.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer au départ en lacet et à la perte de contrôle :

- Une vitesse d'avancement faible et une trajectoire en virage au cours de laquelle le pilote a probablement rencontré du vent venant de la gauche ou arrière, conditions propices à un départ en lacet à droite ;
- Une incompréhension de la part du pilote du départ en lacet soudain, ainsi que des actions aux palonniers inadaptées car dans les deux sens et insuffisantes en amplitude et en durée pour récupérer le contrôle de l'hélicoptère ;
- Une méconnaissance du phénomène de départ imprévu en lacet (Voir § 2.6).

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.